

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение
высшего образования

АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический


Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

Направление подготовки 15.03.04 – Автоматизация технологических процес-
сов и производств

Профиль: Автоматизация технологических процессов и производств в энерге-
тике

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И.о. заведующего кафедрой

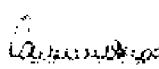
 О.В. Серикова

« 07 » июня 2020г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

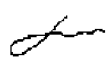
на тему: Исследование и модернизация лабораторного комплекса «Параметри-
чно» (комплексная выпускная квалификационная работа)

Исполнитель:
студент группы 64106

 03.07.2020
подпись: дата

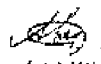
В.О. Самойлов

Руководитель:
доцент, канд. тех. наук

 02.07.2020
подпись: дата


А.Н. Рыбалева

Консультант по безопасности:
докцент, канд. физ.-мат. наук

 02.07.2020
подпись: дата

В.И. Авербах

Нормоконтроль:
профессору, д-р техн. наук

 06.07.2020
подпись: дата

О.В. Серикова

Благовещенск, 2020


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

УТВЕРЖДАЮ

И.о. заведующего кафедрой

 О.В. Скрипко
« 07 » июля 2020г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента 641гр. Салминаова
Владислава Олеговича

1. Тема выпускной квалификационной работе: Исследование и модернизация лабораторного комплекса «Гидропривод» (комплексная выпускная квалификационная работа)

2. Срок сдачи студентом законченной работы 01.07.2020

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работы:

1) ФГОС направление подготовки бакалавров 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

2) Учебный план направления подготовки бакалавров 15.03.04 Автоматизации технологических процессов и производств

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов):

1) Разработка структурной схемы лабораторного комплекса;

2) Разработка методического обеспечения;

3) Разработка принципиальной электрической схемы.

5. Перечень материалов приложения (наличие чертежей, таблиц, графиков, схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.):

Лист 1: Общая информация о датчике давления, устройства распределителя, усилителя;

Лист 2: Электрическая схема блока БКУ;

Лист 3: Электрическая схема блоков СУР и БИУД;

Лист 4: Электрическая схема блоков БК-2;

Лист 5: Общая информация о контроллере S7-1200 и модуле E14-140, E14-140-M;

Лист 6: Визуализация и модель гидропривода.

6. Дата выдачи задания 10.03.2020

Руководитель выпускной квалификационной работы Рыбалев Андрей Николаевич, доцент кафедры АПП и Э, канд. техн. наук.

Задание принял к исполнению (дата): 10.03.2020 Саммичев

(подпись студента)

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 59 с., 44 рисунков, 10 источников, 1 приложение.

ГИДРОПРИВОД, КОНТРОЛЛЕР, УПРАВЛЯЮЩАЯ ЧАСТЬ, ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА, СТРУКТУРНАЯ СХЕМА, БЛОК НАЛАДКИ ПРОГРАММПРОГРАММ ПЛК(БН-ПЛК), ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ(БК-2), БЛОК КОМПЬЮТЕРНОГО УПРАВЛЕНИЯ(БКУ), БЛОК ЭЛЕКТРОННОГО ДАВЛЕНИЯ(СУР).

В представленной бакалаврской работе рассмотрена работа лабораторного комплекса «Гидропривод».

Цель работы - разработка технической документации и модернизация аппаратных и методических частей, разработка структурной и принципиальной схем, а также изучение работы комплекса в целом.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Лабораторный учебно-исследовательский комплекс «Гидропривод»	8
1.1 Описание лабораторного комплекса	8
1.1.1 Описание панелей	14
1.2 Принципиальная гидравлическая схема.	19
2 Разработка структурной и принципиальной схем стенда	21
2.1 Структурная схема управляющей части стенда	21
2.2 Разработка полной принципиальной электрической схемы стенда	23
2.2.1 Разработка схемы блока компьютерного управления (БКУ)	23
2.2.2 Разработка схемы блока электронного секундомера (СУР) и блока индикации датчиков давления (БИДД)	28
2.2.3 Разработка схемы электронного блока БК-2	29
3 Разработка технического задания	34
4 Проект по модернизации лабораторного комплекса «гидропривод»	35
4.1 Информация о Trace Mode 6	35
4.2 Визуализация гидросистемы в Trace Mode	43
4.3 Simscape	44
4.3.1 О Simscape	44
4.3.2 Основные возможности	45
4.4 Модель гидросистемы в Simulink при помощи Simscape	45
5 Безопасность жизнедеятельности. Разработка инструкции по пожарной безопасности (для аудитории, в которой размещен стенд и с учетом особенностей и модернизаций стенда)	52
5.1 Безопасность	52
5.2 Утилизация стенда	52
Заключение	54
Библиографический список	55
Приложение А	57

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ПЛК - программируемый логический контроллер;

ПЭВМ - персональный компьютер, ПК, ноутбук;

БН-ПЛК - блок наладки программ;

БПЛК - блок программно-логического контроллера;

БУПА - блок управления пропорциональной аппаратурой;

БКУ - блок компьютерного управления;

БИДД - блок индикации для датчиков давления.

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-исследовательский комплекс (стенд) СГУ-ЭГСП-ПЛК-ЦПУ-21ЛР «Электрогидравлический следящий привод с цифровым программным управлением» предназначен для проведения 21 учебно-исследовательских и лабораторных занятий по курсам «Теория автоматического управления», «Программирование промышленных контроллеров», «Основы гидропривода», «Элементы гидропривода», «Объемные гидроприводы», «Объемные гидромашины», «Средства автоматизации в гидропневмосистемах».

Область применения стенда - средние специальные и высшие учебные заведения.

1 ЛАБОРАТОРНЫЙ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ КОМПЛЕКС «ГИДРОПРИВОД»

1.1 Описание лабораторного комплекса

Учебно-исследовательский комплекс СГУ-ЭГСП-ПЛК-ЦПУ-21ЛР «Электрогидравлический следящий привод с цифровым программным управлением» состоит из силовой и управляющей части. Общий вид стенда показан на рис. 1.

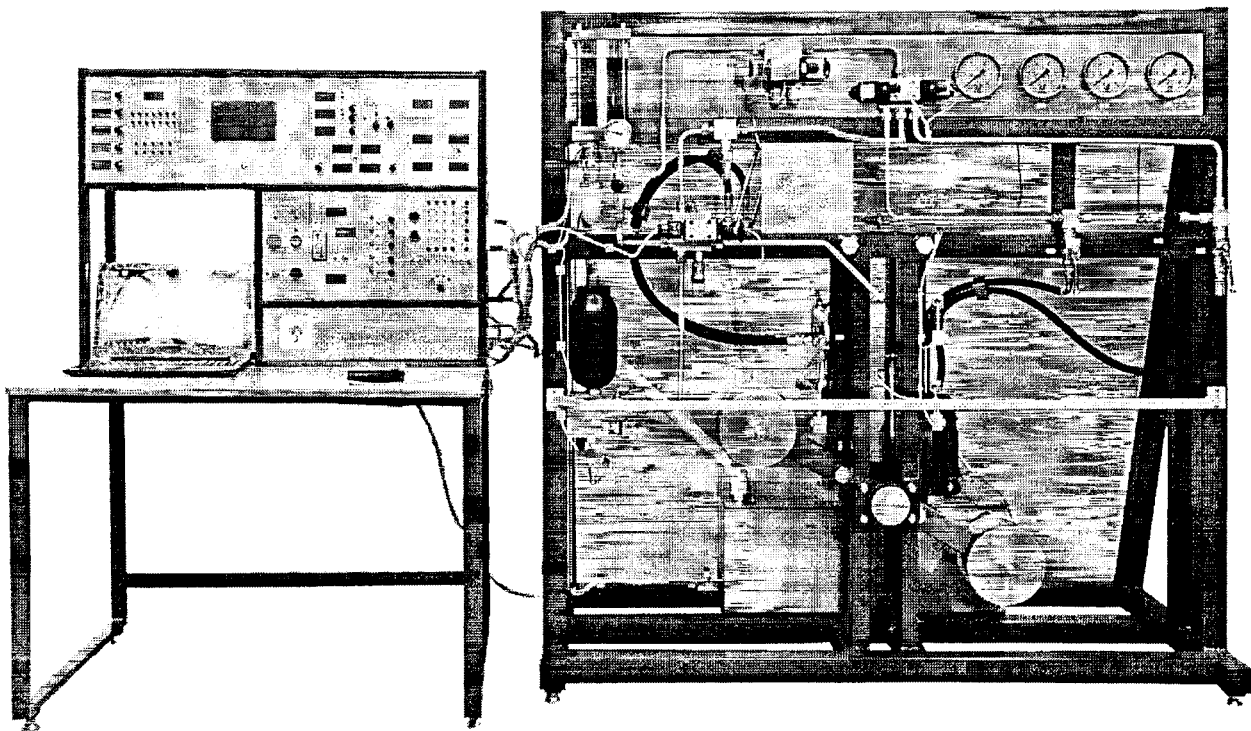


Рисунок 1 - Учебно-исследовательский комплекс «СГУ-ЭГСП-ПЛК-
ЦПУ- 21ЛР»

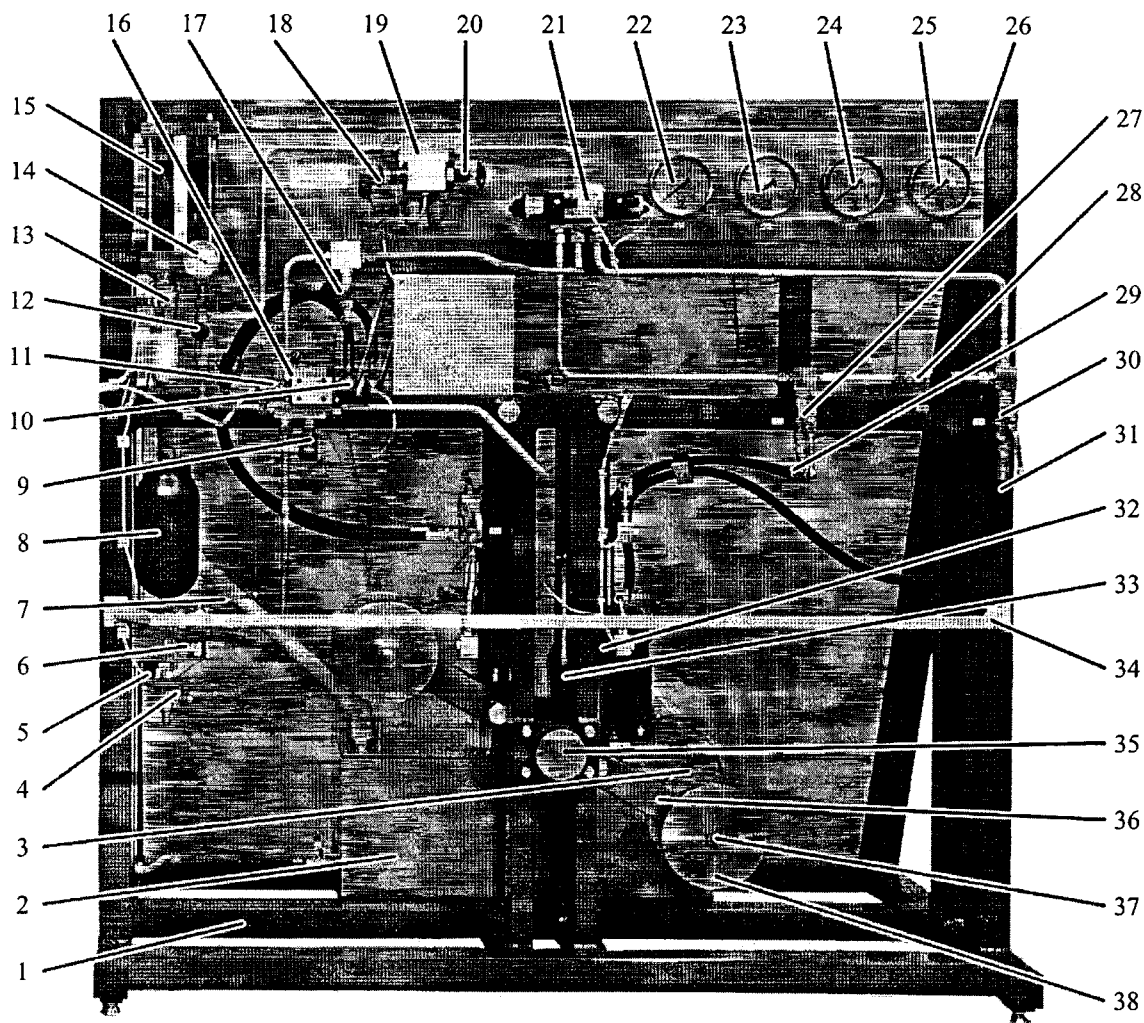


Рисунок 2 - Стенд СГУ-ЭГСП-ПЛК-ЦПУ-21ЛР «Электрогидравлический следящий привод с цифровым программным управлением». Силовая часть
 Вид спереди.

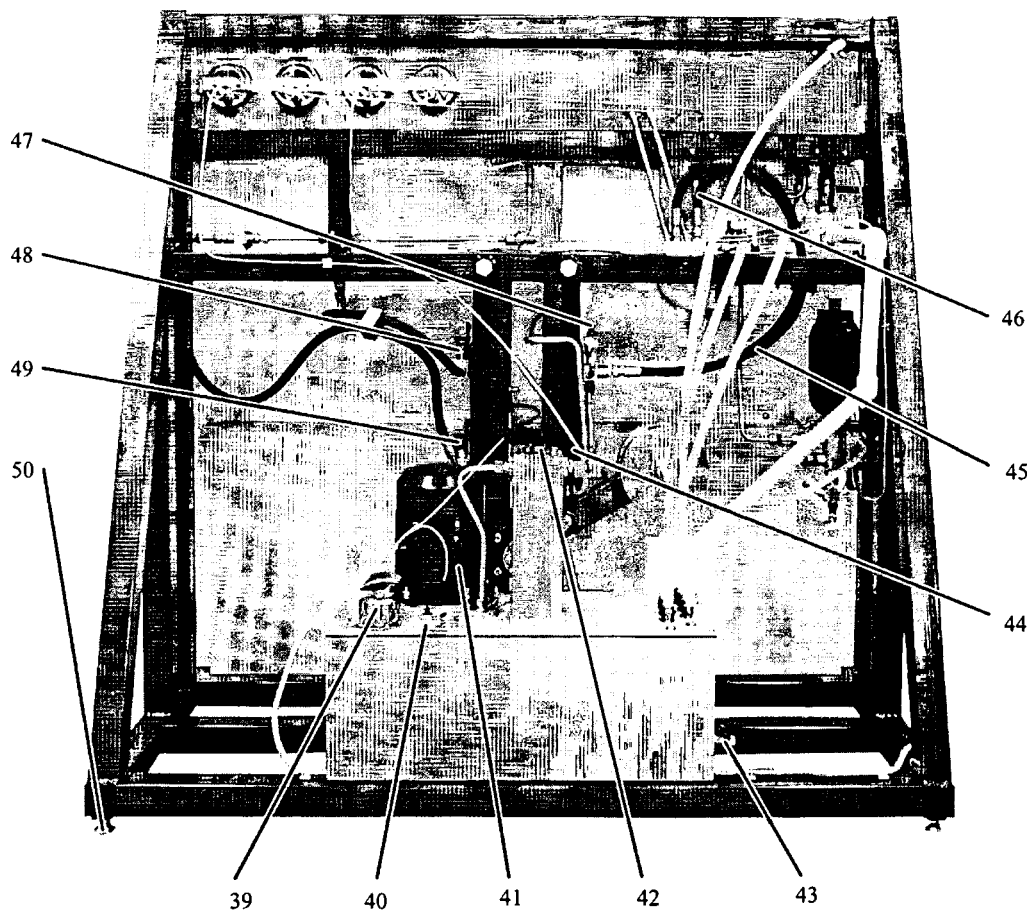


Рисунок 3 - Стенд СГУ-ЭГСП-ПЛК-ЦПУ-21ЛР «Электрогидравлический следящий привод с цифровым программным управлением». Силовая часть.

Вид сзади.

Силовая часть стенда СГУ-ЭГСП-ПЛК-ЦПУ-21ЛР «Электрогидравлический следящий привод с цифровым программным управлением» состоит из рамной конструкции 1, на которой установлены (рис. 1.2 - рис. 1.3):

- бак гидравлический 2 с указателем уровня 3;
- гидроаккумулятор 8;
- кран шаровый 7 для подключения гидроаккумулятора к насосному агрегату;
- кран шаровый 4 для соединения гидроаккумулятора со сливом в бак;
- предохранительный клапан 5 на блоке гидроаккумулятора;
- датчик давления 6 жидкости на выходе гидроаккумулятора;
- датчик давления 9 жидкости на выходе насоса;
- предохранительный клапан 10, установленный в линии нагнетания

насоса;

- распределитель 11 разгрузки насоса;
- дроссель 12 для нагружения насоса;
- мерная емкость 15 с краном 13 для слива рабочей жидкости и термометром 14;
- обратный клапан, установленный в плите 16;
- дроссель 17 для изменения расхода через пропорциональный распределитель 21;
- датчик давления 18 для измерения давления нагрузки в гидроцилиндре 44;
- обратный клапан, установленный в плите 19;
- предохранительный клапан 20 для регулировки давления в гидроцилиндре 44;
- манометры 22-25, установленные в панели 26;
- краны шаровые 27, 30 для отключения полостей гидроцилиндра 32 от пропорционального распределителя 21;
- дроссель 28 для имитации негерметичности уплотнения поршня гидроцилиндра;
- рукава высокого давления 29, 31, соединенные с полостями гидроцилиндра 32;
- датчик перемещения с аналоговым выходным сигналом 33;
- датчики давления 36, 37 в полостях гидроцилиндра 32;
- ограждение 34;
- балка (коромысло) 36, установленная на валу 35. Для расчета силы инерционной массовой нагрузки в лабораторных работах необходимо использовать величины плеч: расстояние от точки вращения до крепления штока ГЦ1 или ГЦ2 100 мм, расстояние от точки вращения до точки центра масс инерционной нагрузки 355 мм;
- съемная массовая нагрузка 38, закрепленная на оси 37;
- заливная горловина 39;

- датчик уровня 40;
- насосный агрегат 41;
- фильтр напорный 42;
- кран 43 для слива рабочей жидкости из бака;
- рукава высокого давления 45, 46, соединенные с полостями гидроцилиндра 44;
- кран кольцевания 43 гидроцилиндра 44;
- датчики давления гидроцилиндра 32.
- рукава высокого давления 45, 46, соединенные с полостями гидроцилиндра 44;
- кран кольцевания 43 гидроцилиндра 44;
- датчики давления гидроцилиндра 32;

Конструкция управляющей части стенда показана на рисунке 4.

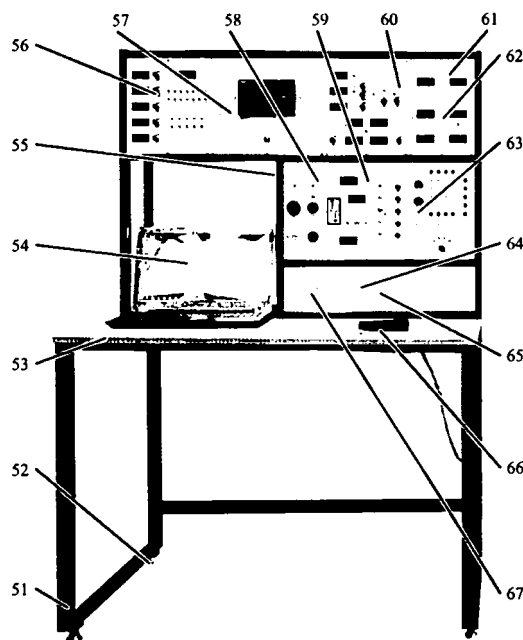


Рисунок 4 - Стенд СГУ-ЭГСП-ПЖ-ЦПУ-21ЛР «Электрогидравлический следящий привод с цифровым программным управлением». Управляющая часть.

Управляющая часть стенда СГУ-ЭГСП-ПЛК-ЦПУ-21ЛР «Электрогидравлический следящий привод с цифровым программным управлением» представляет собой рамную конструкцию 51 (рис. 4), установленную на опорах 2.

На раме установлены:

- столешница 53;
- ПЭВМ (ноутбук) 54;
- плавкий предохранитель 55;
- блок наладки программ 56 БН-ПЛК;
- блок программируемого логического контроллера БПЛК 57;
- электронный блок управления насосной станцией 58;
- блок управления пропорциональной аппаратурой БУПА 59;
- блок компьютерного управления БКУ 60;
- электронный секундомер с ручным управлением 61;
- блок индикации для датчиков давления БИДД 62;
- электронный блок с двумя кнопками и четырьмя группами контактов

63;

- автоматические выключатели 64, 65;
- кнопка электронного секундомера 66;
- розетка для подключения ноутбука 67;

Подробное описание электронных блоков приведено в пункте 1.1.2.

1.1.1 Описание панелей

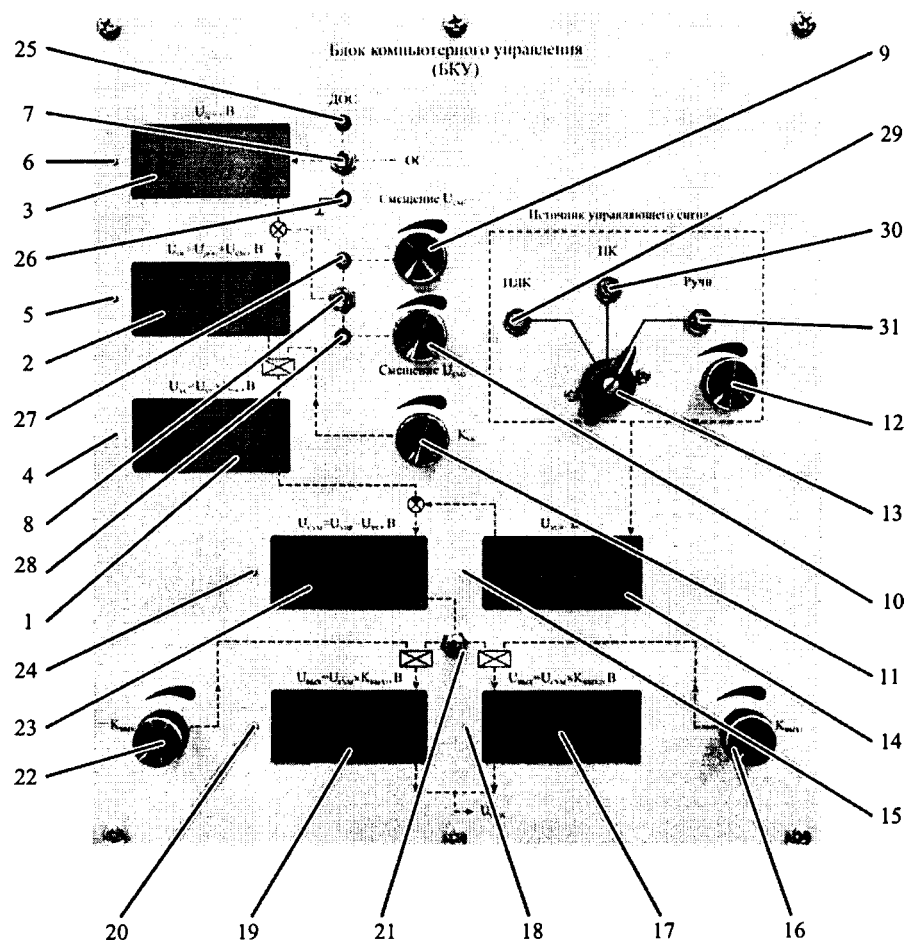


Рисунок 5 - Вид панели блока компьютерного управления (БКУ)

На панели блока компьютерного управления (БКУ) расположены:

- табло 1, индицирующее величину усиленного сигнала обратной связи U_{uc} , В;
- табло 2, индицирующее величину не усиленного сигнала обратной связи U_{oc} с учетом напряжения смещения U_{cm} , В;
- табло 3, индицирующее сигнал потенциометрического датчика обратной связи U_{dos} , В;
- светодиоды 4, 5, 6, индицирующие знак «-» величин, отображаемых на табло 1, 2, 3 соответственно;
- тумблер 7 включения обратной связи;
- тумблер 8 выбора параметров U_{cm1} или U_{cm2} ;
- многооборотные потенциометры 9 и 10 настройки величин напряжения смещения U_{cm1} и U_{cm2} соответственно;

- многооборотный потенциометр 11 настройки коэффициента обратной связи $k_{ос}$;
- потенциометр 12 задания величины управляющего сигнала $U_{упр}$ на электромагниты пропорциональной аппаратуры при переключателе 13 выбора источника сигнала (вида управления), находящемся в позиции «ручной»;
- табло 4, индицирующее величину управляющего сигнала $U_{упр}$, В;
- светодиод 15, загорающийся при отрицательном значении величины $U_{упр}$ (индикатор знака «-»);
- многооборотные потенциометры 16 и 22 настройки величин коэффициентов усиления сигнала в прямой цепи $k_{вых1}$ и $k_{вых2}$ соответственно;
- табло-индикаторы 17 и 19 величины $U_{вых}$, В;
- светодиоды 18 и 20, загорающиеся при отрицательном значении величины $U_{вых}$ (индикаторы знака «-»);
- тумблер 21 выбора коэффициента усиления в прямой цепи $k_{вых1}$ или $k_{вых2}$
- табло-индикатор 23 напряжения $U_{сум}$, В;
- светодиод 24, загорающийся при отрицательном значении величины $U_{сум}$ (индикатор знака «-»);
- светодиоды 25 и 26, загорающиеся при выборе тумблером 7 режима замкнутой или разомкнутой обратной связи соответственно;
- светодиоды 27 и 28, загорающиеся при выборе тумблером 8 $U_{см1}$ или $U_{см2}$ соответственно;
- светодиоды 29-31, загорающиеся при выборе переключателем 13 в качестве источника сигнала $U_{упр}$ ПЛК, ПК или ручной режим соответственно.

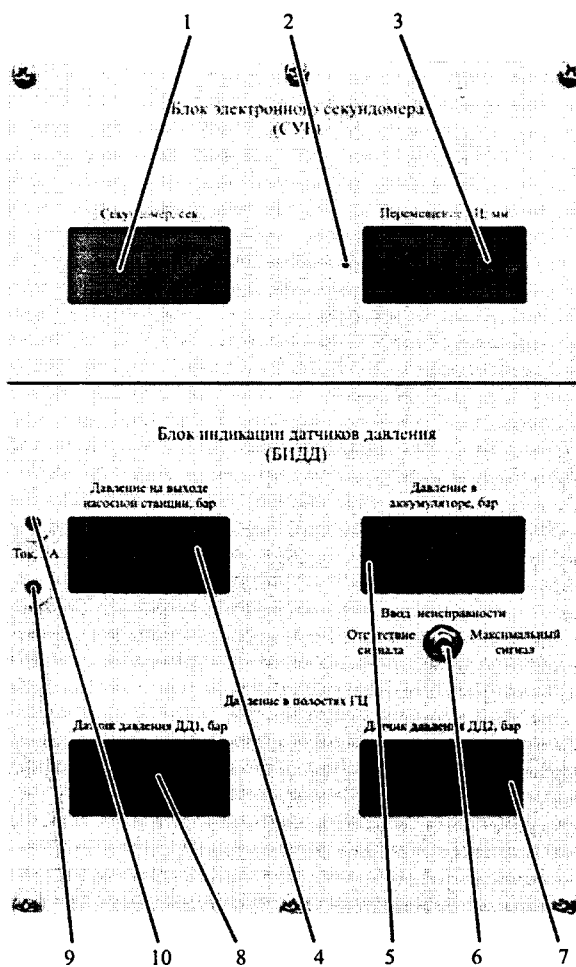


Рисунок 6 - Вид панелей блока электронного секундомера (СУР) и блока индикации датчиков давления (БИДД)

На панели СУР и БИДД расположены:

- табло 1 показаний секундомера;
- табло 2 показаний датчика перемещения штока гидроцилиндра;
- светодиод 3, загорающийся при отрицательном значении перемещения штока гидроцилиндра (индикатор знака «-»);
- табло 4 показаний датчика давления ДД4 на выходе насосной станции, бар;
- табло 5 показаний датчика давления ДД4 в аккумуляторе, бар;
- тумблер 6 ввода неисправности датчика давления в аккумуляторе;
- табло 7 показаний датчика давления ДД2 в штоковой полости гидроцилиндра;

- табло 8 показаний датчика давления ДД1 в поршневой полости гидроцилиндра;
- клеммы 9 и 10 для измерения выходного токового сигнала с датчика давления ДД3 мультиметром.

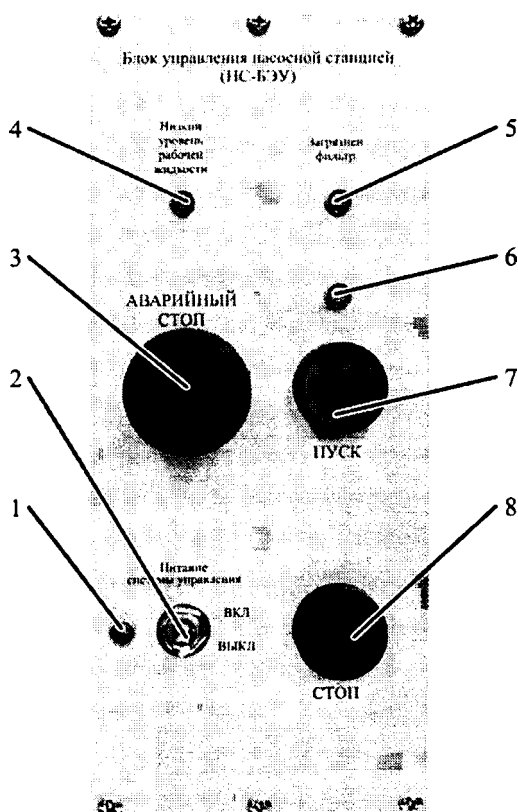


Рисунок 7 - Вид панели блока управления насосной станцией (НС-БЭУ)

На панели блока управления насосной станцией (НС-БЭУ) расположены:

- тумблер 2 питания системы управления;
- светодиод 1, загорающий при включении питания системы управления;
- кнопка аварийного стопа 3, отключающая питание управляющей и силовой электроаппаратуры стенда;
- светодиод 4, загорающий при уровне масла в баке ниже требуемого. В таком случае необходимо долить достаточное количество масла в бак;
- светодиод 5, загорающий при загрязнении фильтра и являющийся индикатором необходимости его замены.

- светодиод 6, загорающийся при включенном приводном электродвигателе насоса;
- кнопка 7 пуска приводного электродвигателя насоса;
- кнопка 8 останова приводного электродвигателя насоса.

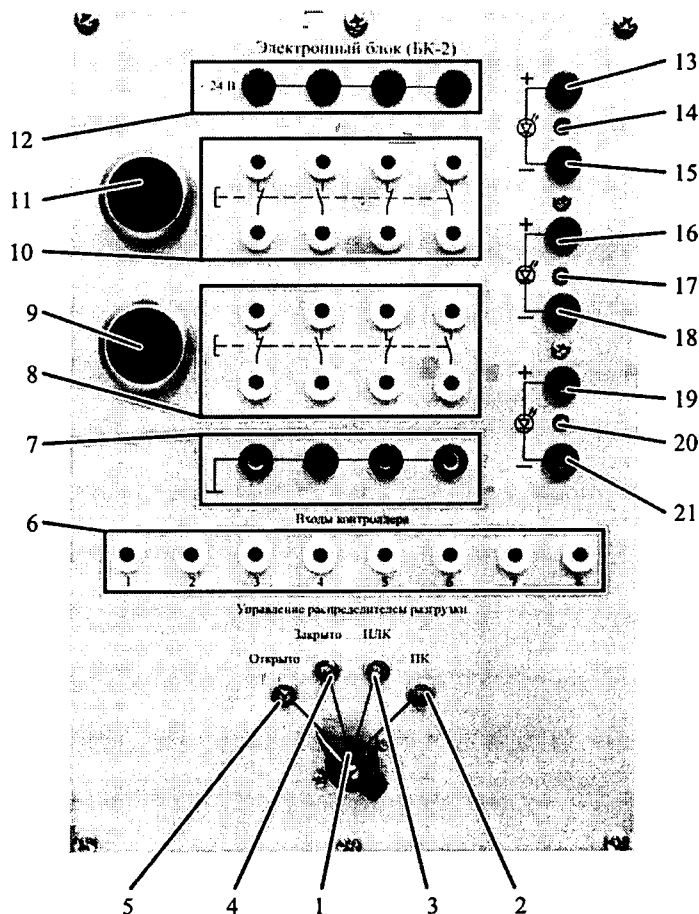


Рисунок 8 - Вид панели электронного блока БК-2

На панели электронного блока БК-2 расположены:

- переключатель выбора режима управления распределителем нагрузки насоса;
- светодиоды 3-5, загорающиеся при выборе переключателем 1 соответствующего режима управления: от ПК, от ПЛК, либо же вручную: положение «Закрыто» и «Открыто»;
- блок 6 клемм дискретных входов контроллера с адресами Q0.0...Q0.7;
- блок 7 клемм заземления (напряжения 0 вольт);
- блок 8 контактов кнопки 9;
- блок 10 контактов кнопки 11;

- блок 12 клемм положительного напряжения +24 В;
- клеммы 13, 16, 19 подключения напряжения +24 В и клеммы 15, 18, 21 подключения заземления для питания светодиодов 14, 17, 20.

1.2 Принципиальная гидравлическая схема.

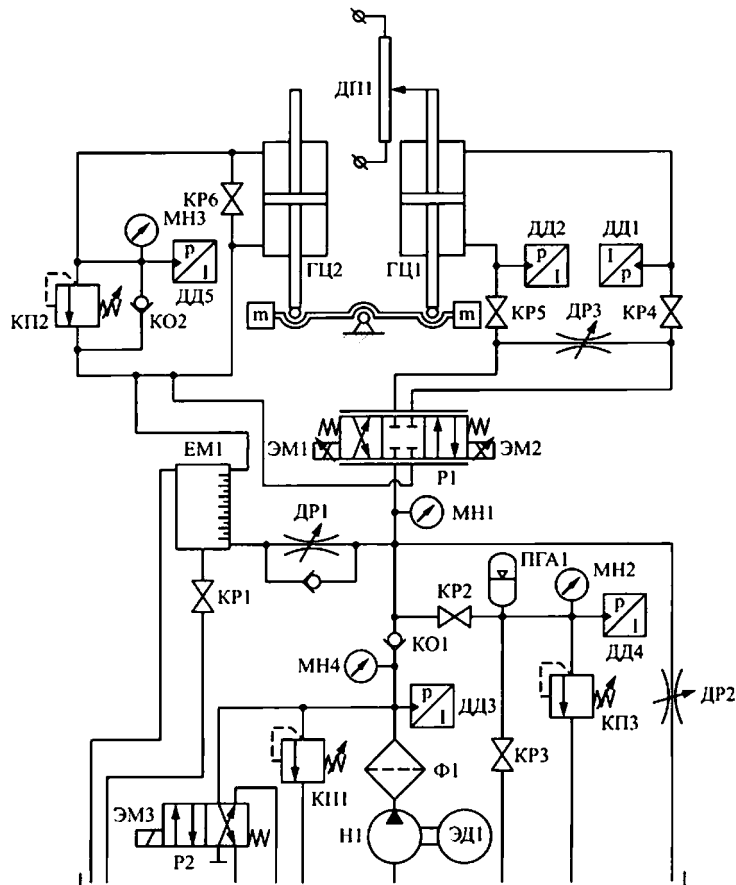


Рисунок 9 - Структурно-функциональная схема силовой части стенда

КР1, КР2, КР3, КР4, КР5, КР6- кран;

ДР1, ДР2, ДР3- дроссель;

ДД1, ДД2, ДД3, ДД4, ДД5- табло показаний, датчик;

МН1, МН2, МН3, МН4- манометр;

ЕМ1- мерная ёмкость;

ГЦ1, ГЦ2- шток цилиндра;

КП1, КП2, КП3- предохранительный клапан;

ЭМ1, ЭМ2, ЭМ3- электромагнит;

ЭД1- электродвигатель;

Н1- насос (система фильтрации);

Ф1- фильтр приемный;

Р1, Р2 – распределитель;

ДП1- датчик положения;

КО1, КО2- обратный клапан;

ПГА1- гидроаккумулятор.

2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ И ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМ СТЕНДА

2.1 Структурная схема управляющей части стенда

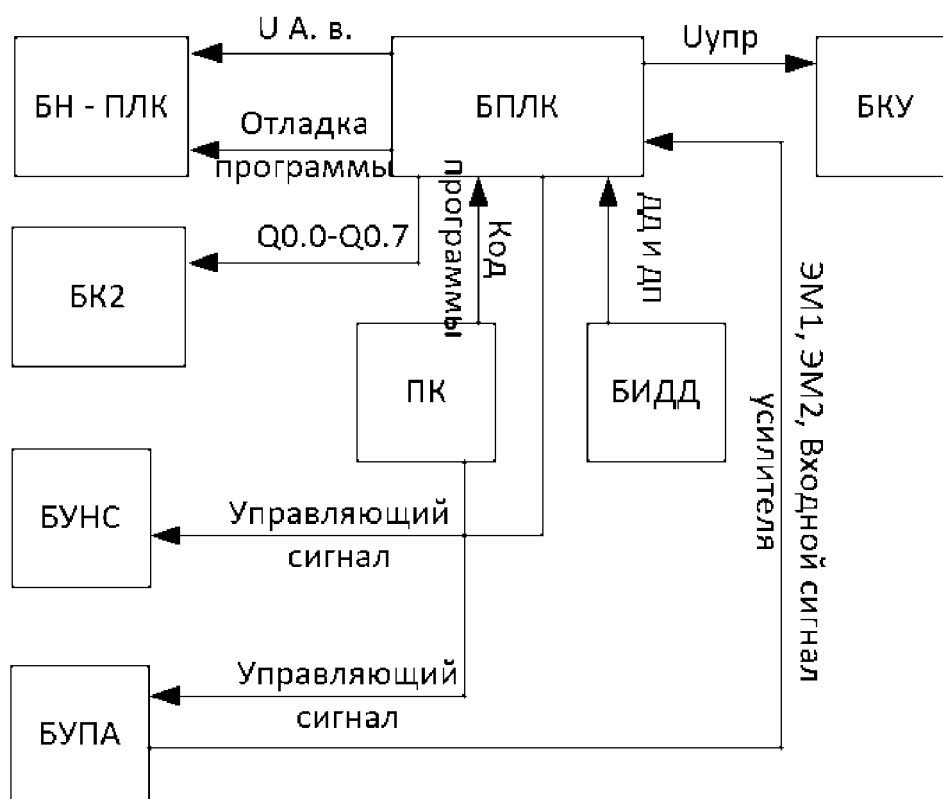


Рисунок 10 - Структурная схема

U A.в. - величина напряжения аналоговых входов контроллера;

Q0.0-Q0.7 - дискретные входы контроллера;

БН - ПЛК - блок наладки программ;

БК2 - электронный блок с двумя кнопками с четырьмя группами контактов;

БУНС - блок управления насосной станцией;

БУПА - блок управления пропорциональной аппаратурой;

БПЛК - блок программируемого логического контроллера;

БКУ - блок компьютерного управления;

ПК - компьютер (ноутбук);

БИДД - блок индикации датчиков давления;

На схеме также показано:

Уупр- сигнал величины управляющего сигнала;

ДД и ДП- сигналы датчиков давления и положения;

Блок питания стенда питает все блоки управления.

Блок наладки программ позволяет после написания программы на ПК убедиться в работоспособности программы, что упрощает пользователю работать со стендом.

Электронный блок с двумя кнопками с четыре группами контактов принимает сигнал от контроллера, что позволяет управлять гидроцилиндрами на силовой части стенда.

Блок управления насосной станцией позволяет запустить установку и протестировать работу стенда, при каких-либо задачах.

Блок управления пропорциональной аппаратуры позволяет изменить величину выходного и входного сигнала тока при помощи потенциометров.

Блок программируемого логического контроллера, через него протекает почти все задачи, которые нам необходимо протестировать или разработать.

Блок компьютерного управления служит для управления сигнала обратной связи и так же управление этим сигналом при помощи потенциометров.

ПК позволяет выполнять автоматизированный сбор данных и управление электрогидроаппаратурой в части лабораторных работ.

Блок индикации датчиков давления отображает значение показаний датчиков давлений и положения гидроштока.

2.2 Разработка полной принципиальной электрической схемы стенда

2.2.1 Разработка схемы блока компьютерного управления (БКУ)

В ходе составления схемы было выявлено микросхема 4053 - мультиплексор, микросхема 4053 представляет собой три переключателя одного из двух входов на выход путём подачи двухразрядного адресного кода на управляющие входы. Работа микросхемы 4053 разрешается подачей логического "0" на вход 6 (INH). Общий вид схемы представлен на рисунке 11.

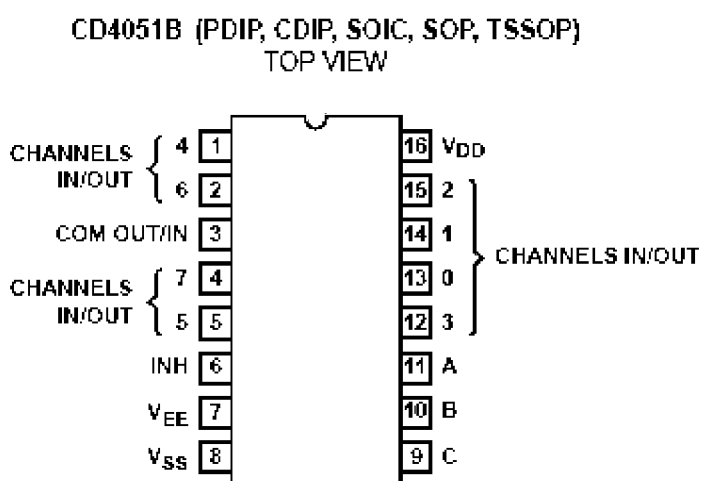


Рисунок 11 - Микросхема 4053-CD4051B

В данной схеме тумблер используется в качестве переключателя между контактами К_{вых1} и К_{вых2}.

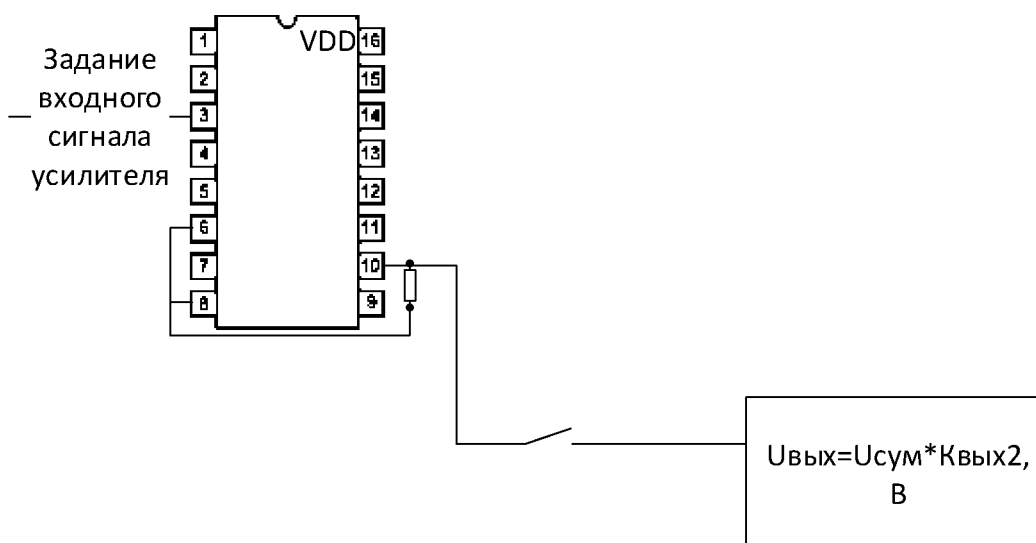


Рисунок 12 - Схема подключения экрана через микросхему

Многооборотные потенциометры предназначены для настройки каких-либо величин, соединены с экранами, тем самым дают возможность изменять величину напряжения, смещения, коэффициента обратной связи.

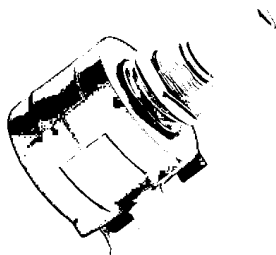


Рисунок 13 - Многооборотный потенциометр

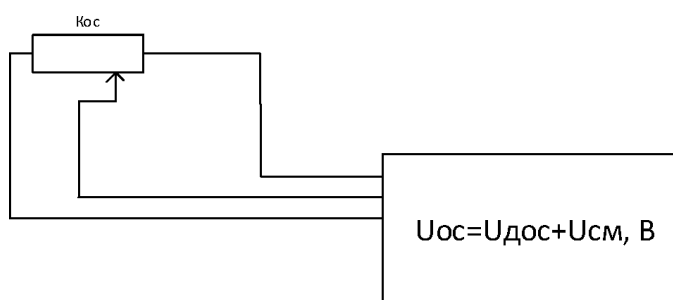


Рисунок 14 - Схема соединения потенциометра с экраном напряжения обратной связи

Малогабаритный, высокочастотный, галетный поворотный переключатель роторного типа, предназначен для коммутации цепей постоянного и переменного тока в радиоэлектронной аппаратуре.

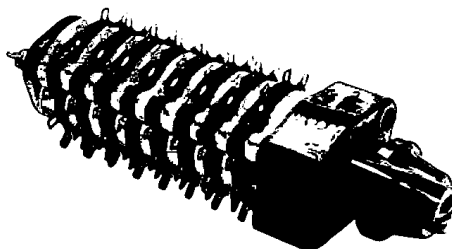


Рисунок 15 - Галетный переключатель П2Г-3

Структура обозначения представлена на рисунке 16.

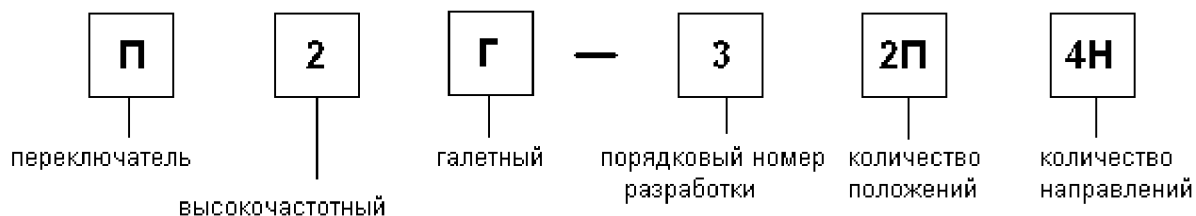


Рисунок 16 - Структура обозначения

Поступает 24 вольта на переключатель, имеет три положения для режима, ПЛК, ПК, РУЧН, сигналы поступают на экраны.

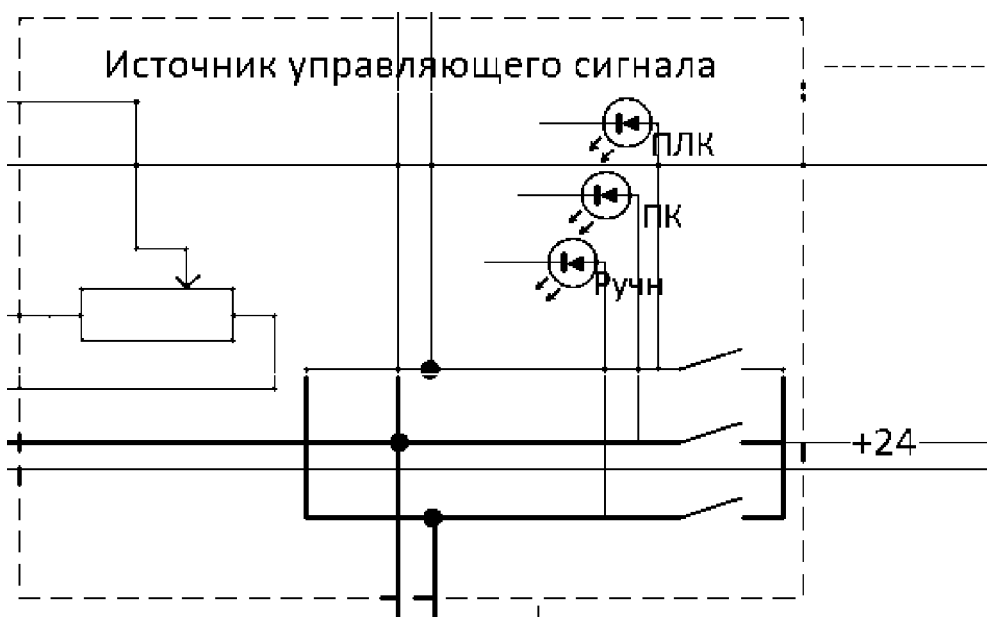


Рисунок 17 - Схема подключения переключателя

Так же при составлении схемы была выявлена плата, которая отвечает за сигналы аналоговые, которые вскоре преобразует их в цифровые.

Модуль E14-140(-M) предназначен для построения многоканальных измерительных систем сбора аналоговых данных, а также цифрового управления и контроля состояния внешних устройств.

Малые габариты модуля и использование широко распространенного интерфейса USB делают E14-140(-M) удобным для организации полевых измерений, требующих высокую степень мобильности. Общий вид представлен на рисунке 18.



Рисунок 18 - Модуль E14-140(-M)

Имеет 16 не инвертирующих входов напряжения (X1...X16) для дифференциального и однофазного режимов. Рабочий диапазон напряжения: ± 10 В.

Имеет 16 инвертирующих входов напряжения (Y1... Y16) каналов 1...16 для дифференциального режима. Вход каналов 17...32 для однофазного режима. Рабочий диапазон напряжения: ± 10 В.

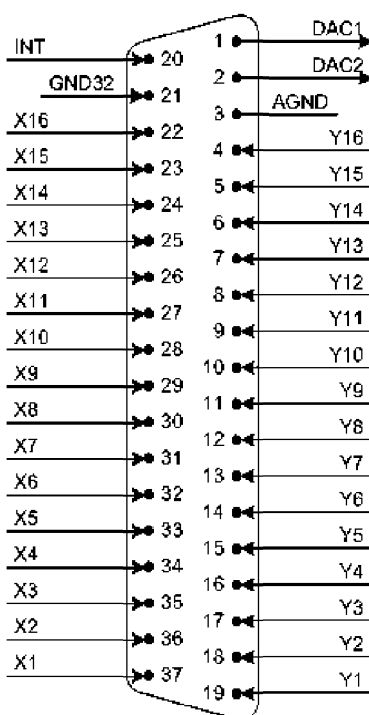


Рисунок 19 - Разъём ANALOG модулей E14-140, E14-140-M

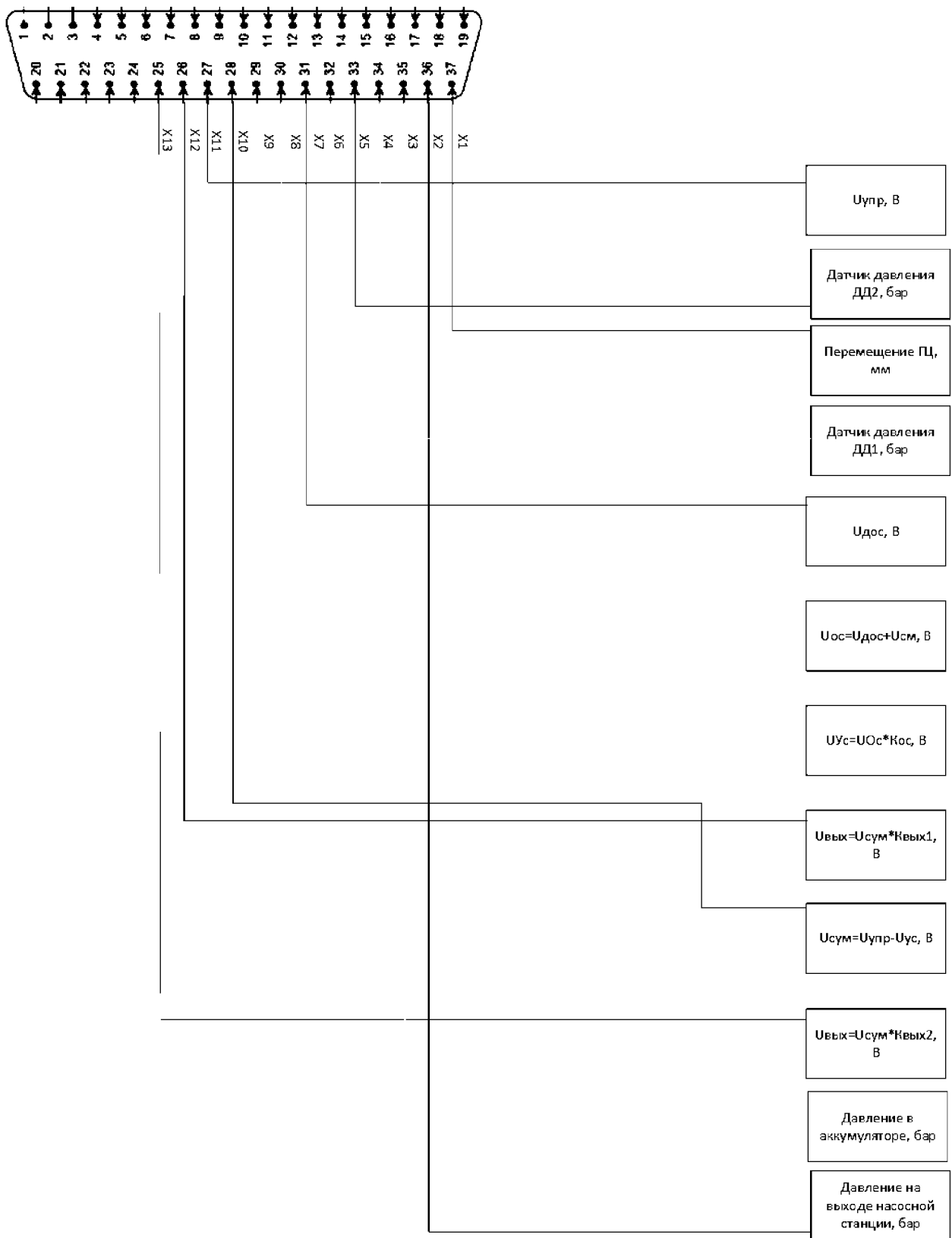


Рисунок 20 - Схема подключения модуля к экранам

Полная схема соединения блока БКУ представлена на рисунке 21.

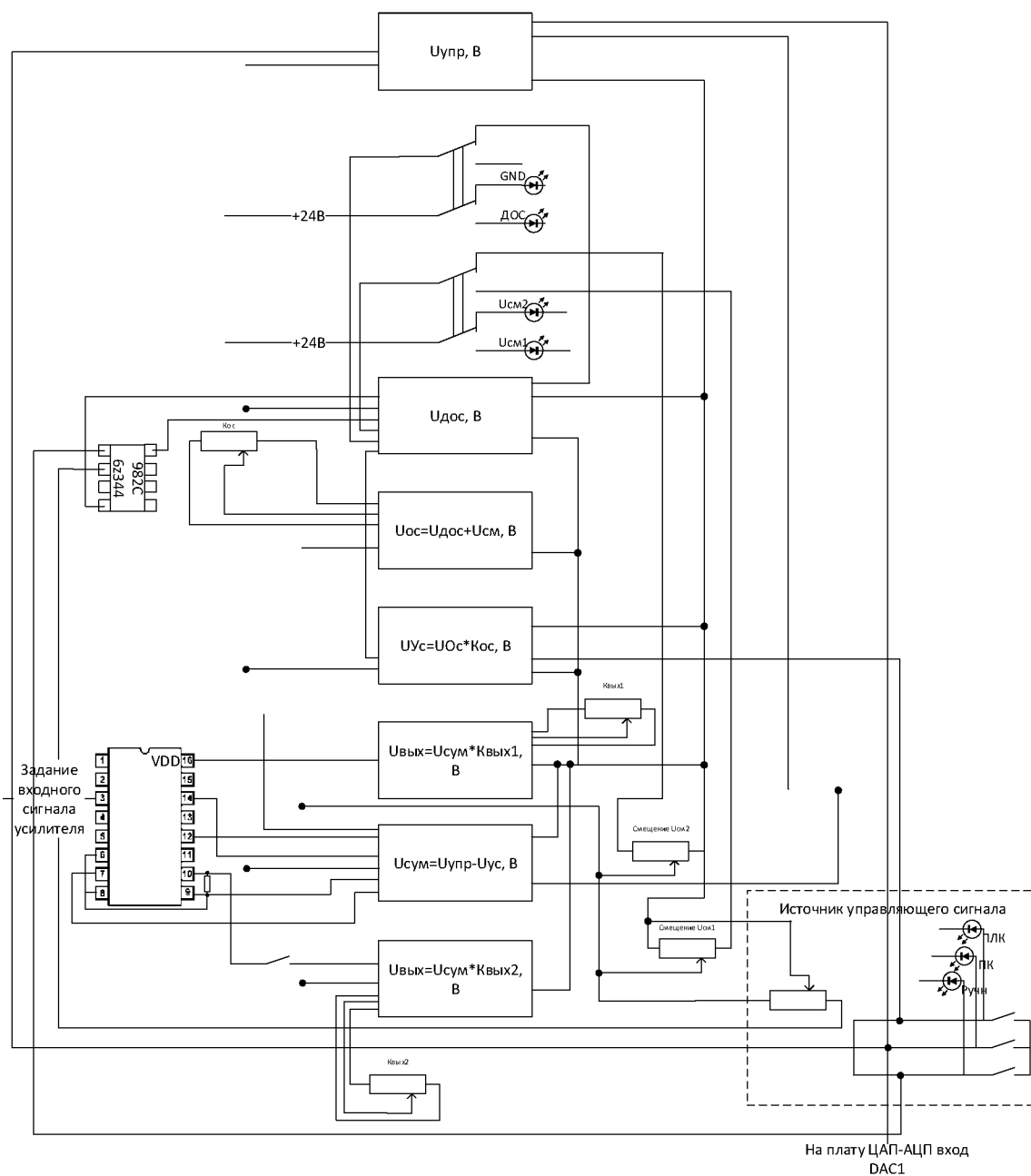


Рисунок 21 - Схема соединения блока БКУ

2.2.2 Разработка схемы блока электронного секундомера (СУР) и блока индикации датчиков давления (БИДД)

При составлении схемы было выявлено два реле К1 и К2, так же в схеме было выявлена кнопка SB_1, которая отвечает за пуск секундомера. Полная схема блока СУР и БИДД представлена на рисунке 22.

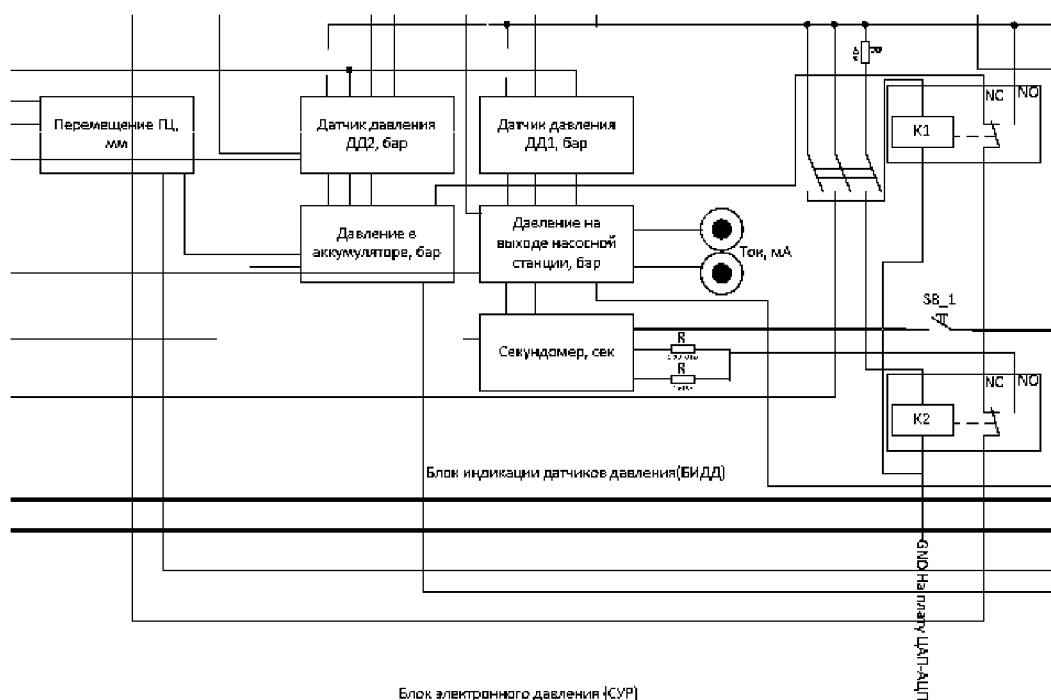


Рисунок 22 - Схема соединения блоков СУР и БИДД

2.2.3 Разработка схемы электронного блока БК-2

Этот блок предназначен для управления гидроцилиндрами, гидросистемой при помощи кнопок. Что позволяет убедиться в работе стенда и проводить достаточно много опытов и исследований.

В схеме используется пятипозиционный переключатель 5П8Н. Общий вид представлен на рисунке 23.



Рисунок 23 - Переключатель галетный поворотный

В схеме используется клеммная колодка, которая позволяет соединять провода рисунок 24.

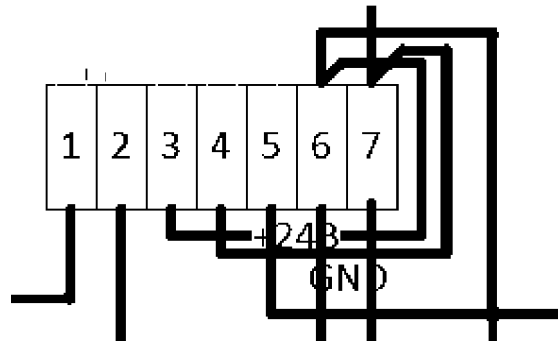


Рисунок 24- Клеммная колодка

Входы для подключения кнопок, которые позволяют выбрать тип подключения кнопки, нормально-открытый контакт или нормально-закрытый контакт рисунок 25.

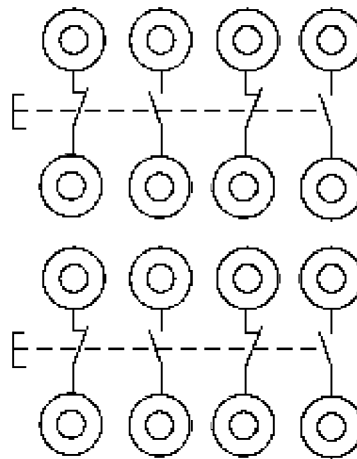


Рисунок 25 - Разъёмы под управление кнопками

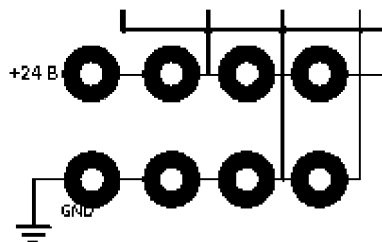


Рисунок 26 - Разъёмы под питания кнопок и заземление

Электронные усилители типа E-ВМ-АС, предназначены для подачи тока питания к электромагнитам пропорциональных клапанов, не имеющих дат-

чика положения золотника, и обеспечения регулирования положения золотника, расхода или давления в соответствии с сигналом управления. Общий вид на схеме показано на рисунке 27.

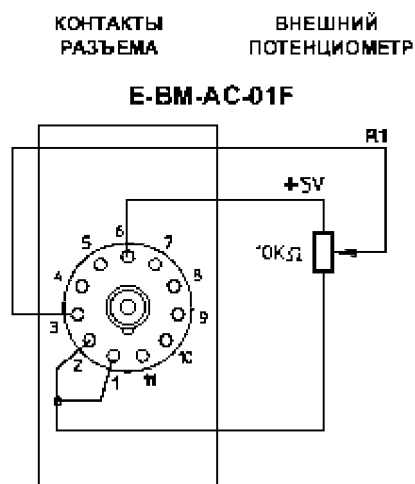


Рисунок 28 - Электронный усилитель типа E-VM-AC

Пример структурной схемы привода с использованием электронного усилителя (драйвера) типа E-RP-AC-01F показан на рисунке 40. Входной управляющий сигнал может формироваться с помощью внешнего потенциометра, подсоединенного к соответствующим контактам штепсельного разъема электронного блока, либо посредством внешнего электронного устройства, например, платы ЦАП. Стандартный допустимый диапазон изменения входного управляющего сигнала по напряжению составляет от -5 до +5 В для двухканальных блоков. Работа усилителя иллюстрируется рис. 29.

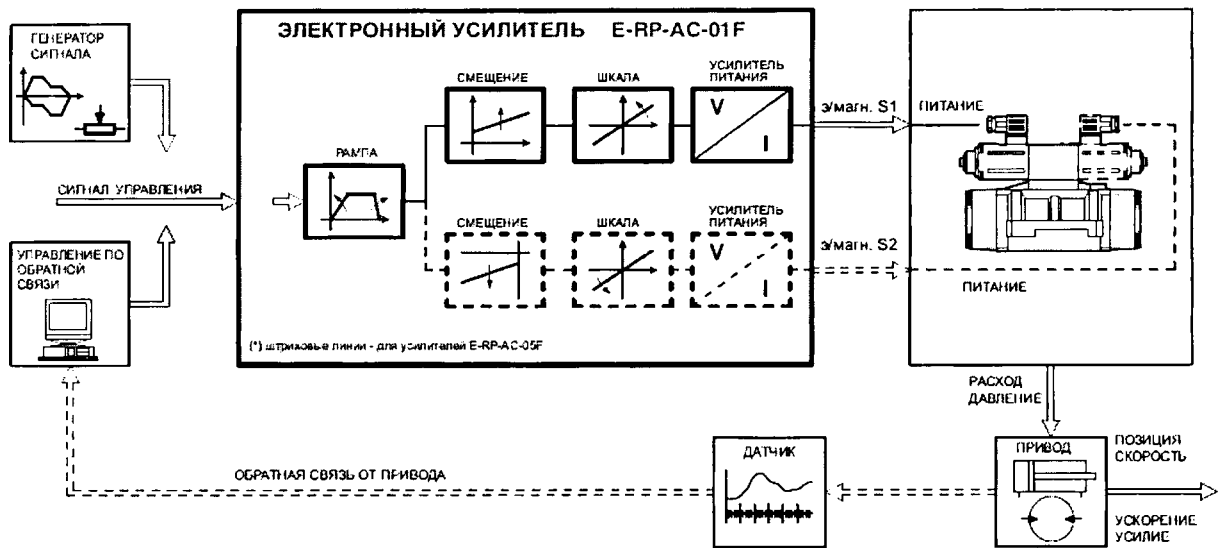


Рисунок 29 - Структурная схема использования электронного усилителя (драйвера) типа E-RP-AC-01F

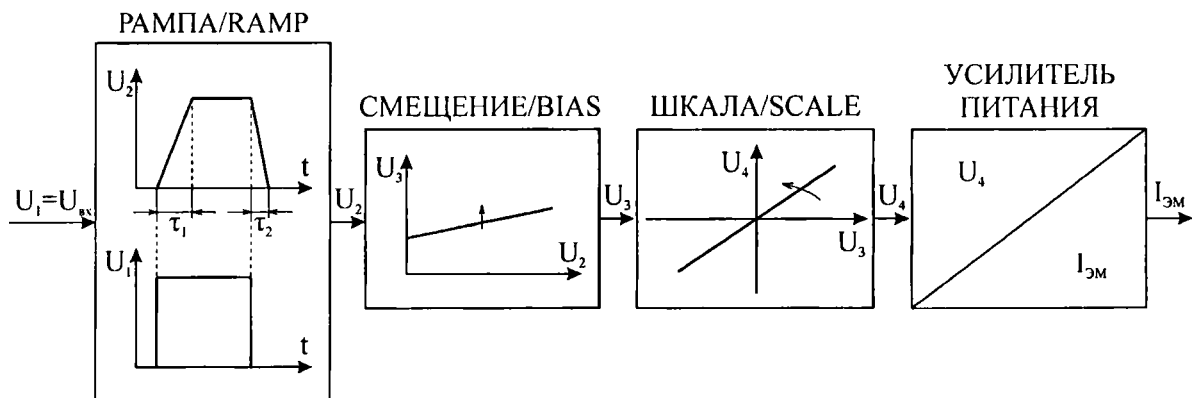


Рисунок 30 - Структура и работа усилителя сигнала

Полную схему электронного блока БК-2 рисунок 31.

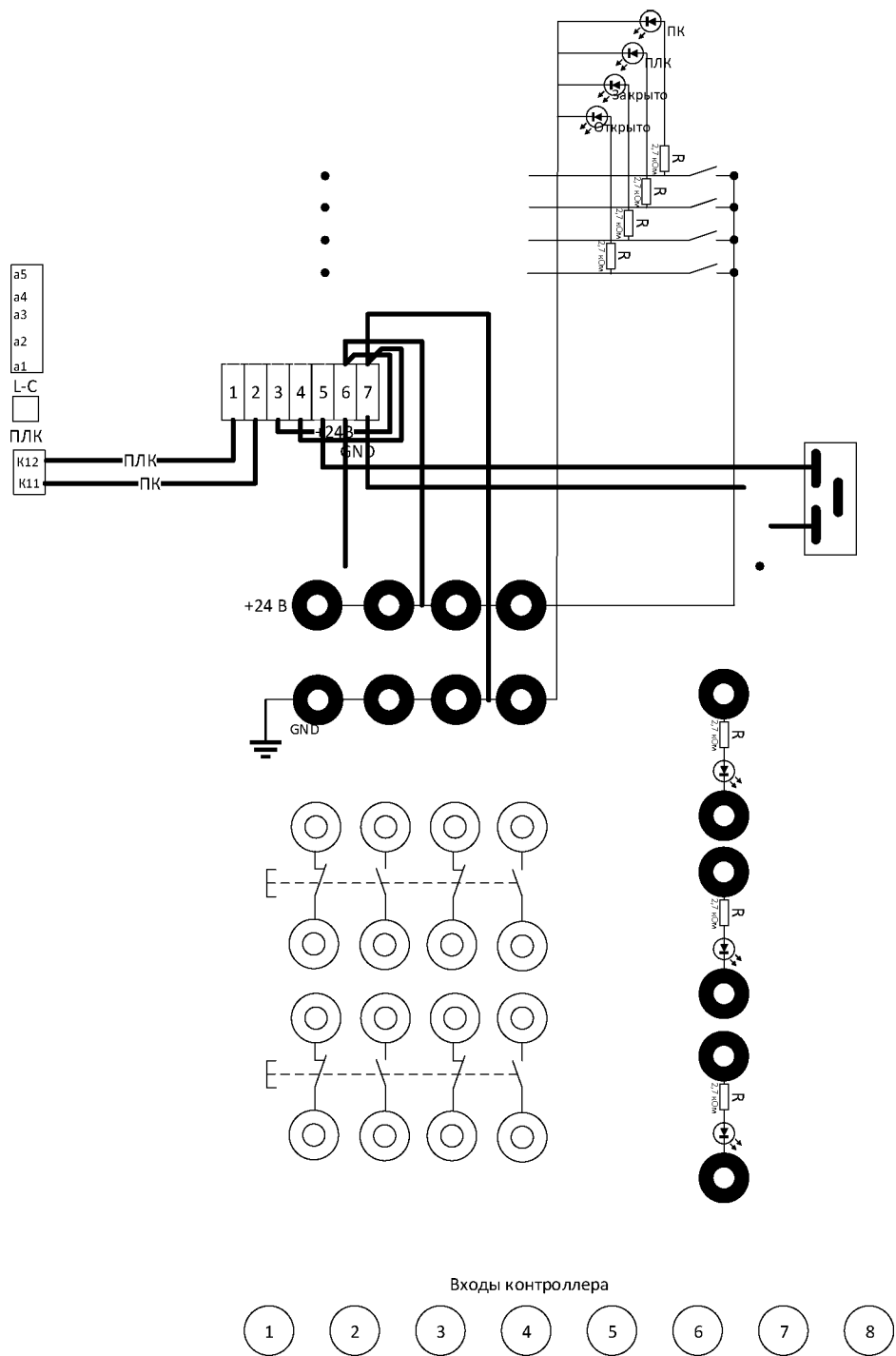


Рисунок 31 - Схема соединения электронного блока БК-2

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

Техническое задание является одной из самой важной стадии разработки проекта.

Техническое задание представлено в Приложении А.

Этапы, которые должно включать техническое задание:

1. Общие сведения. Должно включать в себя общая информация о разработке и сроки выполнения работы.

2. Назначения и цели развития, включает в себя:

2.1 Назначение системы. Подробную информацию.

2.2 Цели развития системы. Цели, которые должны быть выполнены в ходе выполнения работы.

3. Характеристики объекта. Приведены характеристики объекта или прилагаются документы к ним, которые содержат эти данные.

4. Требования к системе. Который должен включать в себя подразделы:

4.1 Требования к численности и квалификации персонала системы.

4.2 Требования к надежности.

4.3 Требования к безопасности.

4.4 Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранение компонентов системы.

5. Состав и содержание работ по развитию системы. В соответствии с ГОСТ 2.601 приводится информация о стадиях работы, что было проведено.

6. Требования к документации. Производится перечень чертежей и схем.

7. Источники разработки. Перечисление документов и материалов основание которых должно подходить для разработки ТЗ и которые должны использоваться для системы.

4 ПРОЕКТ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА «ГИДРОПРИВОД»

В ходе выполнения данной задачи возникли проблемы с работой комплекса. Провести модернизацию стенда не удалось из-за надвинувшейся пандемией. Было решено немного изменить цель данного проекта, внедрить в проект визуализацию гидросистемы в программе Trace Mode.

4.1 Информация о Trace Mode 6

Для выполнения требований, предъявляемых к автоматизированным системам коммерческого учета электроэнергии и мощности (АСКУЭ), TRACE MODE 6 располагает следующими средствами:

В TRACE MODE встроен универсальный механизм обмена с электросчетчиками – см. Универсальный механизм обмена с электросчетчиками. [6]

Обеспечение работы распределенной системы, в том числе передача на верхний уровень необходимой коммерческой информации по используемым линиям связи – TRACE MODE не накладывает практически никаких ограничений на топологию АСУ, используемые в них аппаратные средства и линии связи. [8]

Привязка технических средств к системе единого астрономического времени – для решения данной задачи предусмотрены специальные переменные TRACE MODE 6. [8]

Автоматическая диагностика работоспособности системы – для диагностики работоспособности системы могут быть использованы различные функции TRACE MODE 6 – например, установка каналу аппаратной/программной недостоверности в различных ситуациях, – а также системные переменные TRACE MODE.

Защита от несанкционированного доступа – для защиты от несанкционированного доступа к редактированию проекта и/или управлению АСУ для каждого узла могут быть определены пользователи и заданы их права. [8]

Расчет балансовых показателей по поставленной/полученной электроэнергии – для учета любого вида материального ресурса в физическом и стоимостном выражении в TRACE MODE 6 предусмотрен канал класса М-Ресурс. [8]

Хранение результатов баланса – для архивирования информации могут быть использованы архивы SIAD или базы данных. [8]

Генерация графиков текущих/усредненных значений электроэнергии/мощности – для хранения текущих/усредненных значений электроэнергии/мощности в контроллерах могут быть использованы индивидуальные архивы. Данные этих архивов могут быть переданы на операторскую станцию и записаны в архив SIAD. Индивидуальный архив может быть выведен в генерируемый документ. [8]

Архивирование коммерческой информации в случае отказа штатных линий связи – при отказе штатных линий связи данные коммерческого учета могут быть переданы, например, по телефону и внесены в архив SIAD. [8]

Генерация форм отчетности – TRACE MODE 6 обеспечивает генерацию отчетов произвольной формы по заданным шаблонам. Кроме того, предусмотрены средства генерации специальных;

Защита данных при сбоях аппаратных средств – для восстановления параметров АСУ в TRACE MODE 6 предусмотрено создание дампа узла. [8]

В России наиболее перспективной САПР прикладного ПО АСУ является TRACE MODE1. TRACE MODE 6 – последняя наиболее совершенная серия продуктов данной компании, позволяющая разрабатывать программное обеспечение как для сложных распределённых в пространстве, так и для малых, локальных АСУ. В рамках этого учебного пособия будут рассмотрены

основные характеристики и возможности данной SCADA-системы – TRACE
MODE 6.06.2.

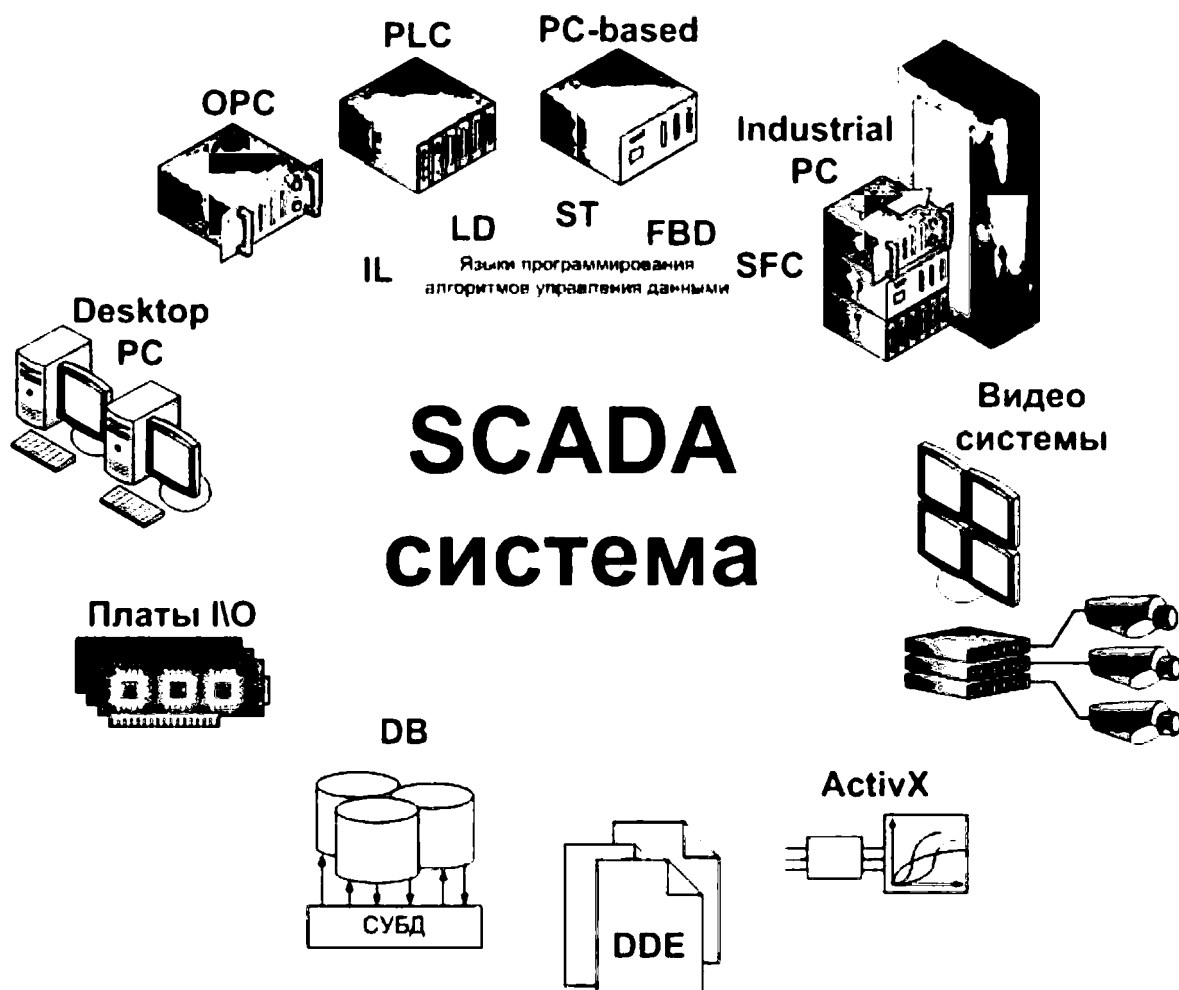


Рисунок 32 - Элементы АСУ с которыми взаимодействует и в которых работает ТМ

Пакет инструментальных программ TRACE MODE. Основной состав продуктов TRACE MODE компания AdAstrA выпускает несколько основных типов продуктов, это:

1) TRACE MODE IDE professional – интегрированная среда разработки прикладных программ, используемых в АСУТП, профессиональная, с физическим ключом защиты.

2) TRACE MODE IDE based – интегрированная среда разработки прикладных программ, используемых в АСУТП, учебная, без защиты.

3) TRACE MODE RTM – специализированная программа интерпретатор проектов созданных в ИС, предназначенная для ЭВМ, работающих под управлением ОС Windows. Выполняет роль интерпретатора алгоритмов и программ управления данными, зашифрованных в Проекте, выполняет обращения, посредством драйверов, к УСО, сетевым и периферийным устройствам контроллеров и рабочих станций.

4) TRACE MODE MicroRTM – специализированная программа интерпретатор проектов созданных в ИС, предназначенная для ЭВМ, работающих под управлением ОС DOS и Windows CE. Выполняет роль интерпретатора алгоритмов и программ управления данными, зашифрованных в Проекте, выполняет обращения, посредством драйверов, к УСО, сетевым и периферийным устройствам контроллеров и рабочих станций. Каждый из перечисленных программных продуктов используется для специальных целей: ИС – для разработки Проекта, МРВ – для чтения сценариев и алгоритмов управления данными в АСУТП из Проектов и исполнения команд в рамках ОС MS Windows. МикроМРВ – выполняет функции аналогичные МРВ, но для DOS или ОС MS Windows CE. Рассмотрим структуру и принципы взаимодействия продуктов ТМ рисунок 33. Структура и принципы взаимодействия элементов TRACE MODE TRACE MODE IDE 6.06.2 – это специализированная программа, используемая для автоматизированного проектирования прикладного программного обеспечения АСУ, которое может применяться в ней при выполнении функций супервизорного контроля значений параметров и управления технологическим оборудованием. Результатом использования данного пакета является прикладная программа «Проект». Проектом называется совокупность интерпретируемых файлов, в которых запрограммированы алгоритмы управления данными в некотором узле АСУ. Стоит отметить, что узлы системы управления могут работать автономно, без использования элементов Проекта. Таким образом, не каждый узел АСУ можно назвать Узлом Проекта. Рассмотрим элементы программного обеспечения узла АСУ на примере рисунка 33. В со-

ответствии со спецификацией представленной ранее, разработка Проекта ведётся с использованием профессиональной (professional) или базовой, учебной (base) версии ИС. Далее Проект интерпретируется МРВ или МикроМРВ в зависимости от операционной системы. Для интерпретации Проектов, созданных в базовой версии ИС, используется Профайлер. МРВ содержит инструменты взаимодействия с УСО и, следовательно, с технологическим оборудованием. Посредством этих инструментов МРВ выполняет технологические операции, запрограммированные в Проекте. Среда разработки, в свою очередь, содержит инструменты разработки Проекта, его математической, графической, алгоритмической и информационной составляющих. Для выполнения различных операций используются специальные редакторы в составе ИС рисунок 33. При более глубоком исследовании программного пакета ТМ следует описать его основные определения и элементы Проекта [8].

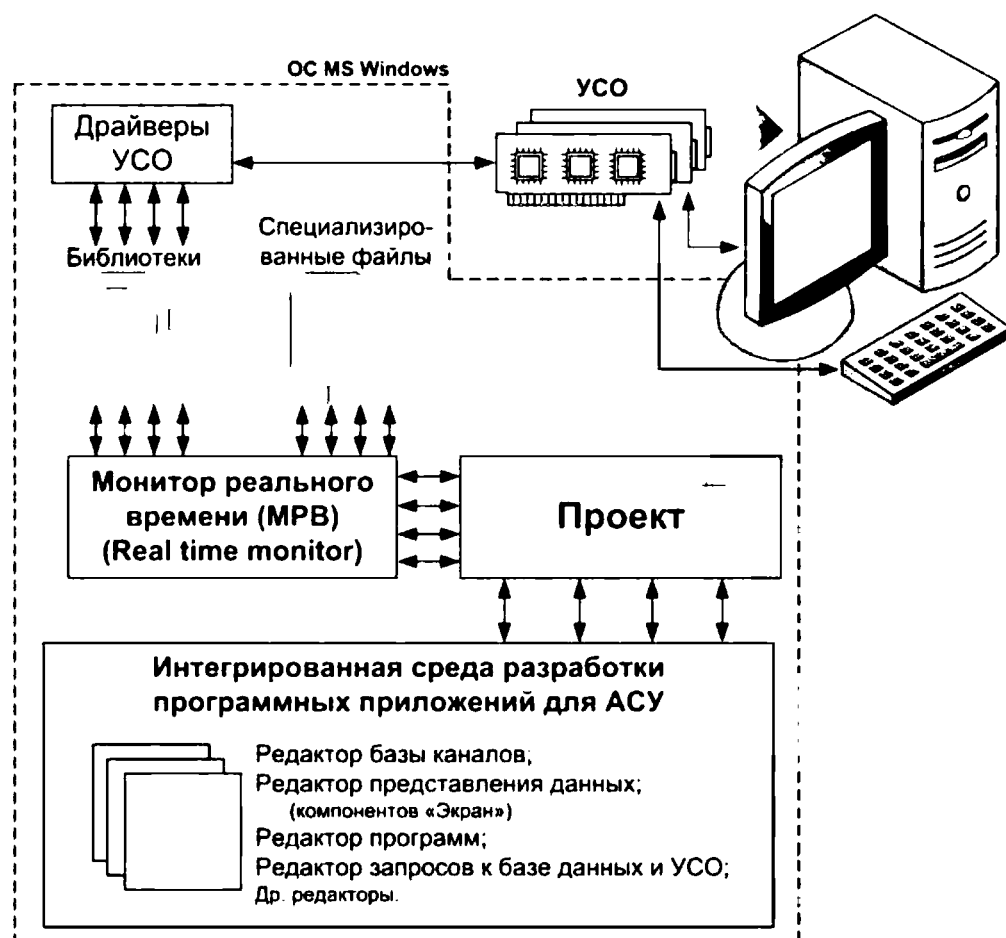


Рисунок 33 - Структурная схема программного обеспечения узла

Структура и состав элементов Проекта Рассмотрим структуру программного обеспечения узла АСУ в общем виде. Пусть мы имеем некоторую АСУ, структура которой представлена на рисунке 34. Она состоит из верхнего и нижнего уровня системы автоматизации. На верхнем уровне расположены пульты операторов, в состав которых входят ПЭВМ, дисплеи и периферийные элементы ввода/вывода данных. На нижнем уровне расположены промышленные электротехнические шкафы с различной степенью защиты, в которые встраиваются системы управления электропитанием, различные преобразователи, контроллеры и промышленные ЭВМ. Взаимодействие между уровнями АСУ может осуществляться с помощью информационных 10 из 137 сетей различного типа, например Ethernet, RS-485 или коммутируемые линии связи [8].

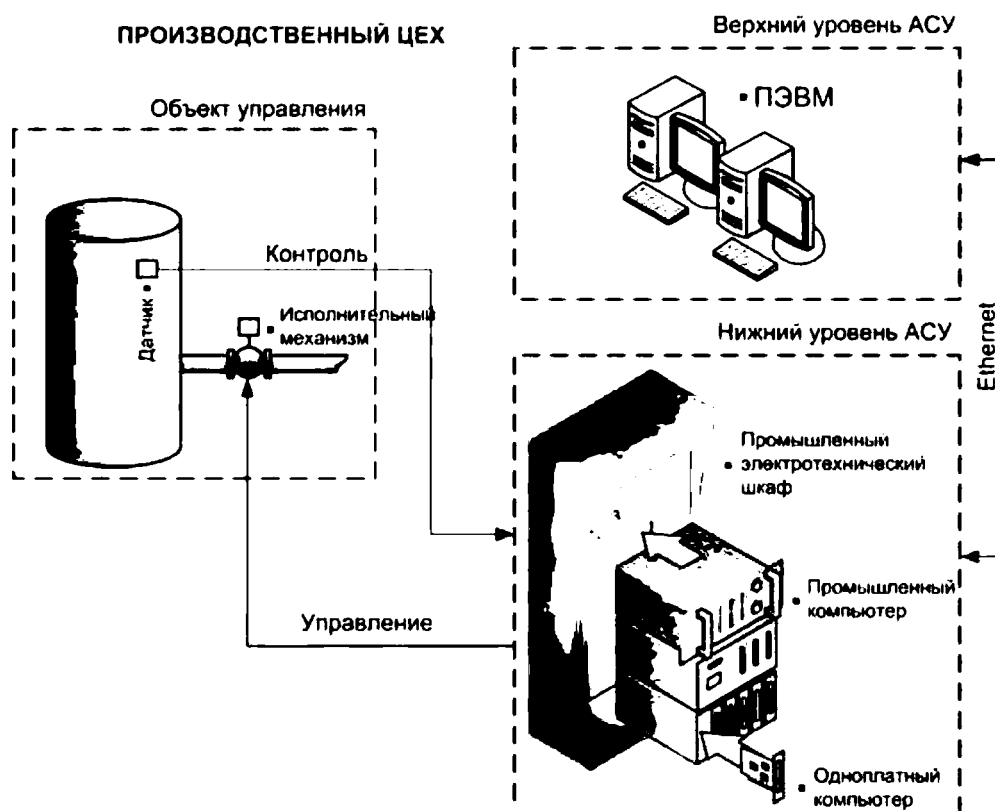


Рисунок 34 – Структура и состав элементов проекта

Объект или группа объектов, любым способом выделенные из АСУ называются узлом этой системы. Если в составе узла АСУ запускается часть разработанного Проекта, то эту часть тоже называют Узлом (частью Проекта). Узлы являются самым крупным элементом структуры основного слоя Проекта

– «Система» (рисунок 35). Система – это совокупность программного обеспечения АСУ разработанного в ТМ, а также слой Проекта.

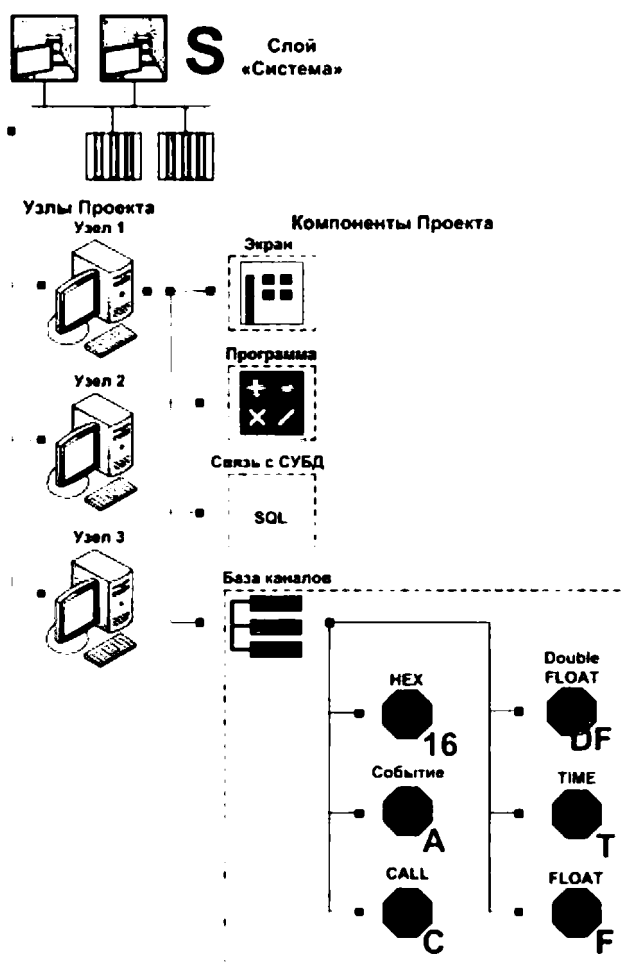


Рисунок 35 - Структура и состав элементов Проекта

Как правило, структура слоя «Система» с достаточной точностью повторяет структуру АСУ, поскольку для каждого вычислительного узла АСУ разрабатывается часть Проекта, т.е. Узел. По окончании разработки Проекта, выполняется процедура «Сохранить для МРВ» для каждого из Узлов. Полученные после выполнения процедуры файлы Узла Проекта загружаются в соответствующий узел АСУ и интерпретируются МРВ. В составе каждого Узла Проекта можно выделить множество компонентов, которые используются для описания алгоритмов управления данными и информацией. Рассмотрим их более детально. Канал – это базовое понятие ТМ, которое включает в свой состав

совокупность математических алгоритмов, функций и переменных, необходимых для передачи и предварительной обработки технологических данных. Дополнительные функции глубокой постобработки данных программируются в компонентах «Программа», а затем включаются в состав измерительного канала или канала управления как функция «Трансляция». База каналов – совокупность каналов Проекта объединённых по некоторому признаку. Для группировки нескольких каналов имеющих общие характеристики или назначение в базе каналов могут быть организованы подгруппы. Экран – компонент Проекта, необходимый для отображения информации в АСУ. Инструментальная среда разработки ТМ предполагает использовать в составе Экрана мнемосхему и элементы графического интерфейса оператора. Более детально процесс разработки Экранов будет рассмотрен в следующих главах. Программа – компонент Проекта, необходимый для управления и специальной обработки данных в АСУ. Программирование алгоритмов обработки данных предполагается проводить с использованием языков программирования стандарта ИЕС(МЭК) 61131-3. Программы, как правило, используются в тех случаях, когда функций предварительной обработки данных доступных в настройках каналов не достаточно или при необходимости программирования сложных законов автоматического управления. Связь с СУБД – компонент Проекта, необходимый для взаимодействия с СУБД. При использовании данного компонента инструментальная среда разработки позволяет запрограммировать обращение к СУБД на основе SQL-запросов. Данный механизм, более детально, будет представлен далее [8]. Документ – компонент Проекта, необходимый для создания документов с функцией автоматического чтения значений каналов Проекта в выделенных ячейках. Данный компонент широко используется при формировании отчётных материалов. Пользователь – компонент Проекта, необходимый для учёта количества, типов и характеристик пользователей, имеющих доступ к управлению производством в АСУ, а также для назначения прав доступа к управлению производством. Единица оборудования – компо-

нент Проекта, необходимый для учёта количества и характеристик технологического оборудования используемого в АСУ. В ТМ различные характеристики компонента Проекта «Единица оборудования» позволяют отдельным службам предприятия автоматически рассчитывать выработанный технологическим оборудованием ресурс, количество дней простоя по причине отсутствия нагрузки или по причине выхода из строя [8].

4.2 Визуализация гидросистемы в Trace Mode

Визуализация системы гидравлической части стенда представлена на рисунке 32.

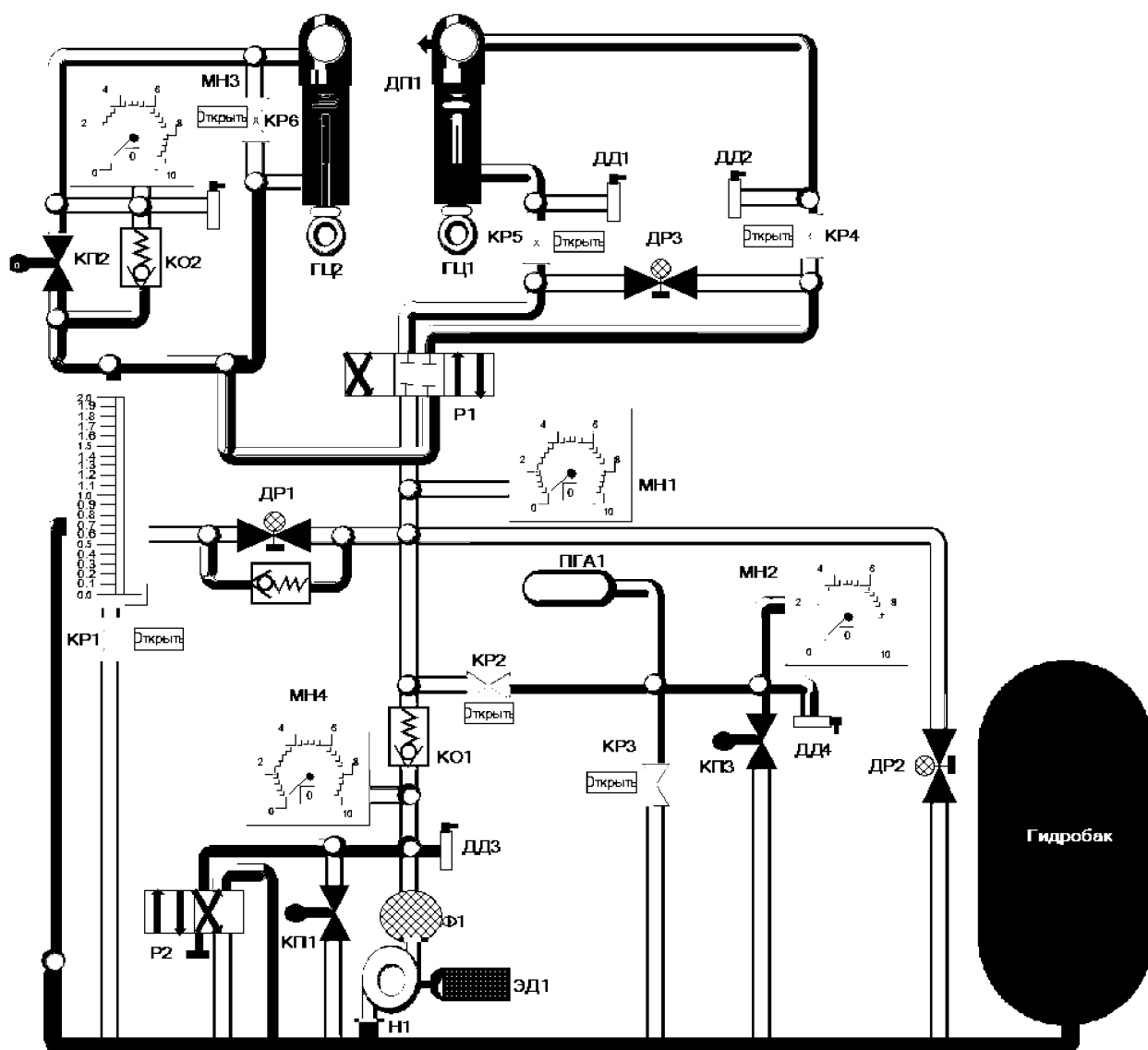


Рисунок 36 - Схема гидравлики комплекса

КР1, КР2, КР3, КР4, КР5, КР6- кран;

ДР1, ДР2, ДР3- дроссель;

ДД1, ДД2, ДД3, ДД4, ДД5- табло показаний, датчик;

МН1, МН2, МН3, МН4- манометр;

ЕМ1- мерная ёмкость;

ГЦ1, ГЦ2- шток цилиндра;

КП1, КП2, КП3- предохранительный клапан;

ЭМ1, ЭМ2, ЭМ3- электромагнит;

ЭД1- электродвигатель;

Н1- насос (система фильтрации);

Ф1- фильтр приемный;

Р1, Р2 – распределитель;

ДП1- датчик положения;

КО1, КО2- обратный клапан;

ПГА1- гидроаккумулятор.

4.3 Simscape

4.3.1 О Simscape

Simscape - это окружение для моделирования и симуляции физических систем, содержащих компоненты из различных инженерных сфер деятельности: механических, электрических, гидравлических и других. Он предоставляет фундаментальные блоки для построения систем из этих областей знаний [7]. При помощи фундаментальных блоков создаются модели физических компонентов – таких, как электродвигатель, инвертирующий операционный усилитель, гидравлические клапаны и храповые механизмы. Поскольку компоненты Simscape используют физические соединения, ваши модели соответ-

ствуют структуре системы, которую вы разрабатываете. Модели Simscape могут использоваться для разработки систем управления и тестирования на системном уровне [7]. Это позволяет в текстовом виде определять компоненты, домены и библиотеки для физического моделирования. Для развертывания ваших моделей в других средах симуляции, включая полунатурное тестирование, Simscape поддерживает генерацию С кода [7].

4.3.2 Основные возможности

- Библиотеки блоков для физического моделирования и математические элементы для разработки собственных компонентов;
- Язык Simscape, основанный на MATLAB, позволяющий в текстовом виде определять компоненты физического моделирования, домены и библиотеки;
- Физические единицы измерения для параметров и переменных с автоматической конвертацией всех единиц измерения;
- Возможность симулировать модели, включающие блоки из связанных продуктов для физического моделирования без необходимости покупки этих продуктов;
- Поддержка генерации С кода [7].

4.4 Модель гидросистемы в Simulink при помощи Simscape

Проектная модель гидросистемы с использованием простой механической нагрузки представлена на рисунке 37.

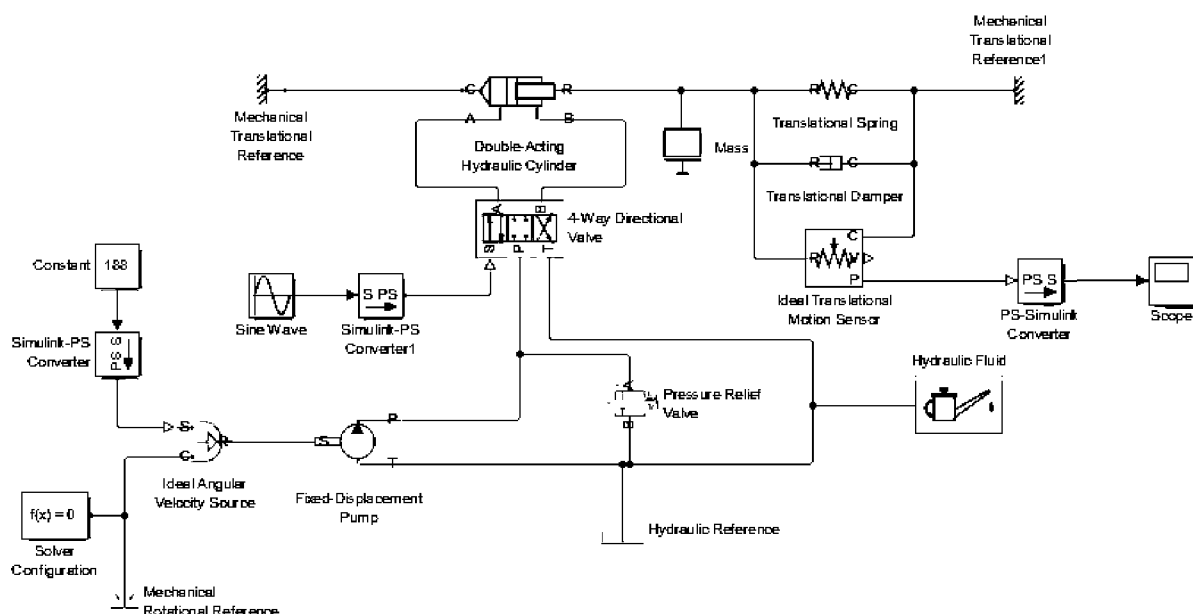


Рисунок 37 - Модель гидросистемы с использованием простой механической нагрузкой

Block Parameters: Double-Acting Hydraulic Cylinder

Double-Acting Hydraulic Cylinder

This block represents a double-acting hydraulic cylinder. The model of the cylinder is constructed from the Translational Hydro-Mechanical Converter, and Translational Hard Stop blocks. The rod motion is limited with the mechanical Translational Hard Stop block.

Connections R and C are mechanical translational conserving ports corresponding to the cylinder rod and cylinder clamping structure, respectively. Connections A and B are hydraulic conserving ports. Port A is connected to converter A and port B is connected to converter B. The block directionality is adjustable and can be controlled with the Cylinder Orientation parameter.

Settings

Basic parameters	Hard stop properties	Initial conditions
Piston area A:	<input type="text" value="0.125"/>	<input type="text" value="m^2"/>
Piston area B:	<input type="text" value="0.125"/>	<input type="text" value="m^2"/>
Piston stroke:	<input type="text" value="0.5"/>	<input type="text" value="m"/>
Dead volume A:	<input type="text" value="1e-4"/>	<input type="text" value="m^3"/>
Dead volume B:	<input type="text" value="1e-4"/>	<input type="text" value="m^3"/>
Specific heat ratio:	<input type="text" value="1.4"/>	
Cylinder orientation:	<input type="text" value="Acts in positive direction"/>	

Рисунок 38 - Блок настройки гидроцилиндра

Block Parameters: 4-Way Directional Valve ✕

4-Way Directional Valve

The block simulates the basic option of the 4-way directional continuous valve as a data-sheet-based model. To parameterize the block, 3 options are available: (1) by maximum area and control member stroke, (2) by the table of valve area vs. control member displacement, and (3) by the pressure-flow rate characteristics. The lookup table block is used in the second and third cases for interpolation and extrapolation.

Connections P, T, A, and B are hydraulic conserving ports associated with the valve inlet, outlet, and actuator terminals, respectively. Connection S is a physical signal port through which control signal is applied. Positive signal at port S opens orifices P-A and B-T and closes orifices P-B and A-T.

Settings

Basic parameters Initial openings

Model parameterization:

Valve passage maximum area:

Valve maximum opening:

Flow discharge coefficient:

Critical Reynolds number:

Leakage area:

Рисунок 39 - Блок настройки распределителя

Block Parameters: Pressure Relief Valve ✕

Pressure Relief Valve

This block represents a hydraulic pressure relief valve as a data sheet-based model. The valve remains closed while pressure at the valve inlet is lower than the valve preset pressure. When the preset pressure is reached, the valve control member is forced off its seat, thus creating a passage between the inlet and outlet. Some fluid is diverted to a tank through this orifice, thus reducing the pressure at the inlet. If this flow rate is not enough and pressure continues to rise, the area is further increased until the control member reaches its maximum.

Connections A and B are hydraulic conserving ports. The block positive direction is from port A to port B.

Settings

Parameters

Maximum passage area:	<input type="text" value="2e-4"/>	<input type="text" value="m^2"/>
Valve pressure setting:	<input type="text" value="3e7"/>	<input type="text" value="Pa"/>
Valve regulation range:	<input type="text" value="3e6"/>	<input type="text" value="Pa"/>
Flow discharge coefficient:	<input type="text" value="0.7"/>	
Critical Reynolds number:	<input type="text" value="12"/>	
Leakage area:	<input type="text" value="1e-12"/>	<input type="text" value="m^2"/>
Opening dynamics:	<input type="text" value="Do not include valve opening dynamics"/>	

Рисунок 40 - Блок настройки задвижки/клапана

Block Parameters: Fixed-Displacement Pump

Fixed-Displacement Pump

This block represents a fixed-displacement pump of any type as a data sheet-based model. The key parameters required to parameterize the block are the pump displacement, volumetric and total efficiencies, nominal pressure, viscosity, and angular velocity.

Connections P and T are hydraulic conserving ports associated with the pump outlet and inlet, respectively. Connection S is a mechanical rotational conserving port associated with the pump driving shaft. The block positive direction is from port T to port P. This means that the pump transfers fluid from T to P if shaft S rotates in positive direction.

Settings

Parameters

Pump displacement:	<input type="text" value="5e-4"/>	<input type="text" value="m^3/rad"/>
Volumetric efficiency:	<input type="text" value="0.92"/>	
Total efficiency:	<input type="text" value="0.8"/>	
Nominal pressure:	<input type="text" value="100e5"/>	<input type="text" value="Pa"/>
Nominal angular velocity:	<input type="text" value="188"/>	<input type="text" value="rad/s"/>
Nominal kinematic viscosity:	<input type="text" value="18"/>	<input type="text" value="cSt"/>
Nominal fluid density:	<input type="text" value="900"/>	<input type="text" value="kg/m^3"/>

OK Cancel Help Apply

Рисунок 41 - Блок настройки насоса

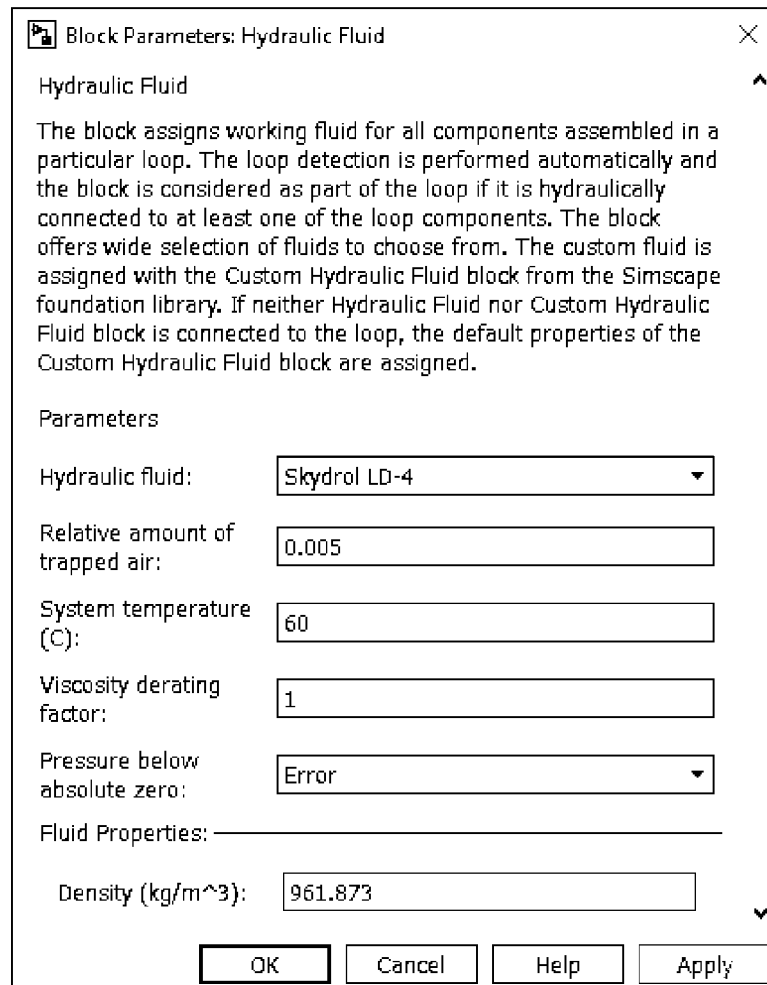


Рисунок 42 - Блок настройки подачи жидкости

Тест модели с более реалистичной моделью нагрузки. Реалистичная модель нагрузки представлена на рисунке 43.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ. РАЗРАБОТКА ИНСТРУКЦИИ ПО ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ (ДЛЯ АУДИТОРИИ, В КОТОРОЙ РАЗМЕЩЕН СТЕНД И С УЧЕТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ И МОДЕРНИЗАЦИЙ СТЕНДА)

5.1 Безопасность

1. Эксплуатация стенда должна производиться в соответствии с требованиями пожарной безопасности и требованиями ГОСТ Р 52543-2006 «ГИДРОПРИВОДЫ ОБЪЕМНЫЕ.

2. К обслуживанию стенда допускается персонал после ознакомления с настоящим руководством по эксплуатации.

3. Перед началом работы необходимо осуществить заправку стенда рабочей жидкостью. Заправлять стенд необходимо через заливную горловину. Количество заливаемого масла 40 л. Заправку необходимо осуществлять постепенно, отслеживая уровень по уровнемеру.

4. При подключении стенда к сети трехфазного напряжения необходимо соблюдать направление вращения вала электродвигателя насоса. Вращение должно быть правым (при наблюдении со стороны крыльчатки электродвигателя - направление вращения по часовой стрелке).

5. Студенты допускаются к выполнению лабораторных работ только после прохождения инструктажа по безопасности труда и пожарной безопасности в лаборатории в целом.

6. В учебной лаборатории должны быть утвержденные инструкции по технике безопасности и пожарной безопасности, а также журналы инструктажа.

7. Помещение лаборатории должно быть оборудовано автоматическими извещателями системы пожарной сигнализации.

5.2 Утилизация стенда

1. Для утилизации стенда необходимо:

- слить масло, его заполняющее, и утилизировать его в соответствии с

правилами утилизации горюче-смазочных материалов, действующими на эксплуатирующем предприятии;

- выполнить разборку стенда для разделения деталей конструкции по видам материалов. Процесс дальнейшей утилизации выполняется в соответствии с правилами утилизации материалов, действующими на эксплуатирующем предприятии.

2. При отсутствии приспособлений для разборки стенда с целью утилизации ООО Научно-производственное предприятие «Учебная техника – Профи» принимает отработанные стенды на утилизацию. Условия оговариваются индивидуально.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной задачей нашей работы заключалось разработать техническую документацию комплекса, так как не хватало данных, такие как электрическая и структурная схема.

Задачи, поставленные в ходе выполнения бакалаврской работы такие как: разработка структурной схемы комплекса, разработка принципиальной электрической схемы, проделывание лабораторных работ, информация об изделиях были выполнены.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Основы функционирования гидравлических систем металлургического оборудования [Электронный ресурс]: 2011 ООО «Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова». Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01005522800> .- Дата обращения - 16.03.2020.
2. Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]: © 2020 ООО Научно-производственное предприятие «Учебная техника – Профи». Режим доступа: <http://labstand.ru/catalog/tau> .-(Дата обращения - 17.03.2020.
3. Datasheet. Программируемые контроллеры S7-1200. ООО «Сименс». 2014 – 162с.
4. Datasheet. Программируемые контроллеры S7-1200 Центральные процессоры. ООО «Сименс». 2013 – 17с.
5. Datasheet. [Электронный ресурс]: 2003 ООО Texas instruments «acquired from Harris Semiconductor SCHS047G». Режим доступа: <https://static.chipdip.ru/lib/250/DOC000250826.pdf> .-Дата обращения: 20.03.2020.
6. Модули E14-140, E14-140-M. [Электронный ресурс]: 2019 ООО Типичные примеры подключения. Режим доступа: https://www.lcard.ru/download/e14-140_conn_examples.pdf .- Дата обращения: 22.03.2020.
7. Справка о Trace Mode version 6 Help System. [Электронный ресурс]: 1998-2019 Trace Mode version 6 Help System. Режим доступа: <http://www.adastra.ru/products/overview/debugging/> .- (Дата обращения: 5.06.2020).
8. The MathWorks, Inc. MATLAB and Simulink are registered trademarks of The MathWorks. [Электронный ресурс]: 2012 Other product or brand names may be trademarks or registered trademarks of their respective holders. Режим доступа: www.mathworks.com/trademarks .- Дата обращения: 10.06.2020.

9. САПР TRACE MODE 6: учебно-методическое пособие / А.А. Мезенцев, В.М. Павлов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 137 с.

10. Учебное пособие по работе с программой СГУ-ЭГСП-ПЛК-ЦПУ-21ЛР-01.00-000.000 ИП. ООО Научно-производственное предприятие «Учебная техника – Профи». 2018 – 21с.;

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Техническое задание на разработку

Техническое задание разработано согласно с ГОСТ 19.201-78

3.1 Общие сведения

Разрабатываемое ТЗ относится к Лабораторному стенду «Гидропривод»

Плановые сроки начала работы по развитию и внедрению лабораторного комплекса «Гидропривод»: ?.10.2019

Плановые сроки окончания работы по развитию и внедрению лабораторного комплекса «Гидропривод»: ?.06.2020

3.2 Назначение и цели развития системы

3.2.1 Лабораторный комплекс «Гидропривод» предназначен для:

Проведения 21 учебно-исследовательских и лабораторных занятий по курсам «Теория автоматического управления», «Программирование промышленных контроллеров», «Основы гидропривода», «Элементы гидропривода», «Объемные гидроприводы», «Объемные гидромашины», «Средства автоматизации в гидropневмосистемах»;

Исследований и испытаний базового перечня задач, такие как, управление гидроцилиндрами, программирование.

3.2.2 Цели развития системы

Разработка недостающих данных о системе;

Разработка модернизации системы на базе ПЛК.

3.3 Характеристики объекта

Учебно-исследовательский комплекс состоит из силовой и управляющей части.

На силовой части установлены: бак гидравлический, трехфазный электродвигатель, насос шестеренный, два гидроцилиндра, датчик перемещения с аналоговым выходным сигналом, три предохранительных клапана, фильтр, распределитель с электромагнитным управлением, пропорциональный распределитель, три дросселя, гидроаккумулятор, монтажные плиты, присоединительную арматуру, систему трубопроводов,

четыре манометра, пять шаровых кранов высокого давления, мерную емкость, Управляющая часть содержит: электрический блок питания, электронный блок управления насосной станцией, электронный блок с двумя кнопками с четырьмя группами контактов, блок ПЛК, блок управления пропорциональной аппаратурой, блок индикации датчиков давления, блок компьютерного управления, электронный секундомер, столешница для размещения ноутбука.

Информационно-измерительная система стенда позволяет определять давления, расход (объемным способом), температуру рабочей жидкости, время.

3.4 Требования к системе

3.4.1 Требования к численности и квалификации персонала системы

Выполнение любых действий должно руководствоваться под действием специального персонала. Одновременно работы проводятся с группой из 2-3 обучаемых человек.

3.4.2 Требования к надежности

Стенд должен эксплуатироваться при номинальном давлении эксплуатации $P_{\text{ном}} = 2$ МПа или меньших значениях и отсутствии пиковых давлений, превышающих $1,3 P_{\text{ном}}$.

3.4.3 Требования к безопасности

Эксплуатация стенда должна производиться в соответствии с требованиями пожарной безопасности и требованиями ГОСТ Р 52543-2006 «ГИДРОПРИВОДЫ ОБЪЕМНЫЕ. Требования безопасности» и ГОСТ 12.2.003.

3.4.4 Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранение компонентов системы

1. К обслуживанию стенда допускается персонал после ознакомления с настоящим руководством по эксплуатации.

2. Запрещается производить ремонтные работы и монтаж/демонтаж грузов при работающем стенде.

3. При работе стенда следует находиться на удалении (минимум 0,5м) от подвижных частей, запрещается нарушать границы ограждения 34 (рис. 2).

4. При работе со стендом запрещается прикасаться к подвижным частям, осям, отверстиям, зазорам, гидроцилиндрам.

5. Запрещается производить монтажные работы при наличии давления в гидросистеме, или присутствии массовой нагрузки на балке 36 (рис. 2).

3.5 Состав и содержание работ по развитию системы

В соответствии с ГОСТ 2.601 в таблице приведены стадии и этапы работы проекта.

Стадии	Этап работы
Исследование лабораторного комплекса.	Разработка структурной схемы и описание блоков.
Проектирование исследованной системы.	Разработка принципиальной электрической схемы системы.

3.6 Требования к документации

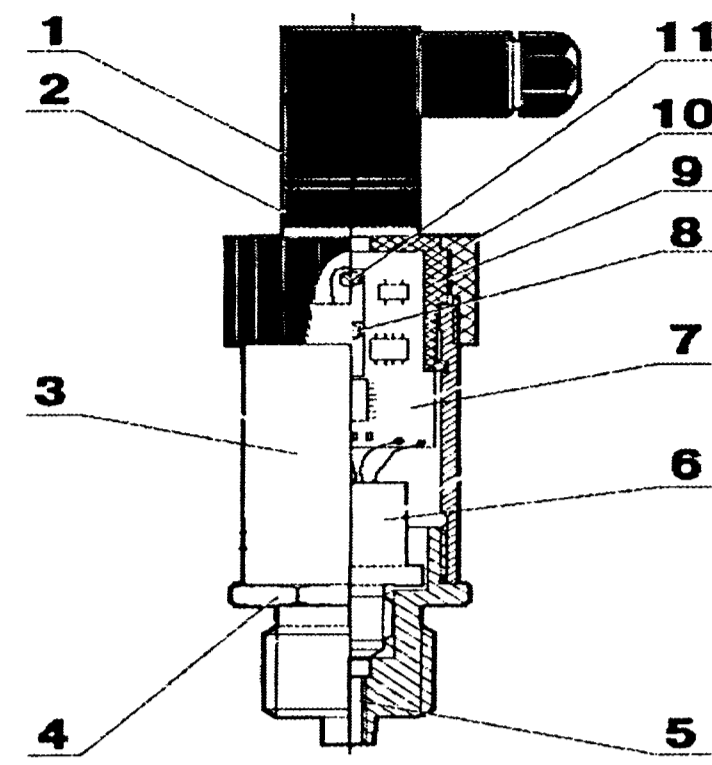
Структурная схема лабораторного комплекса;

Принципиальная электрическая схема комплекса;

3.7 Источники разработки

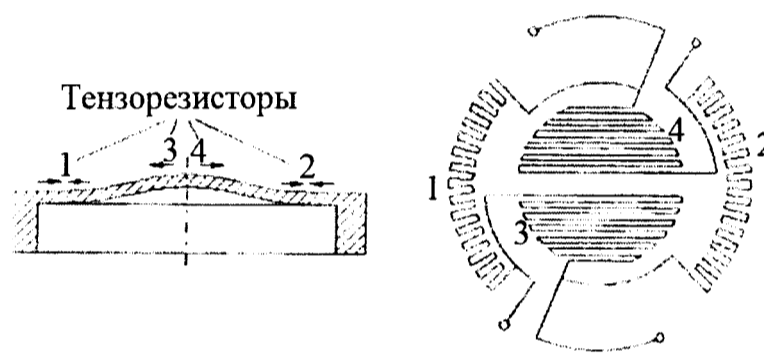
Полный перечень используемой информацией приведено в разделе «БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК»

Устройство деформационного датчика давления мембранного типа

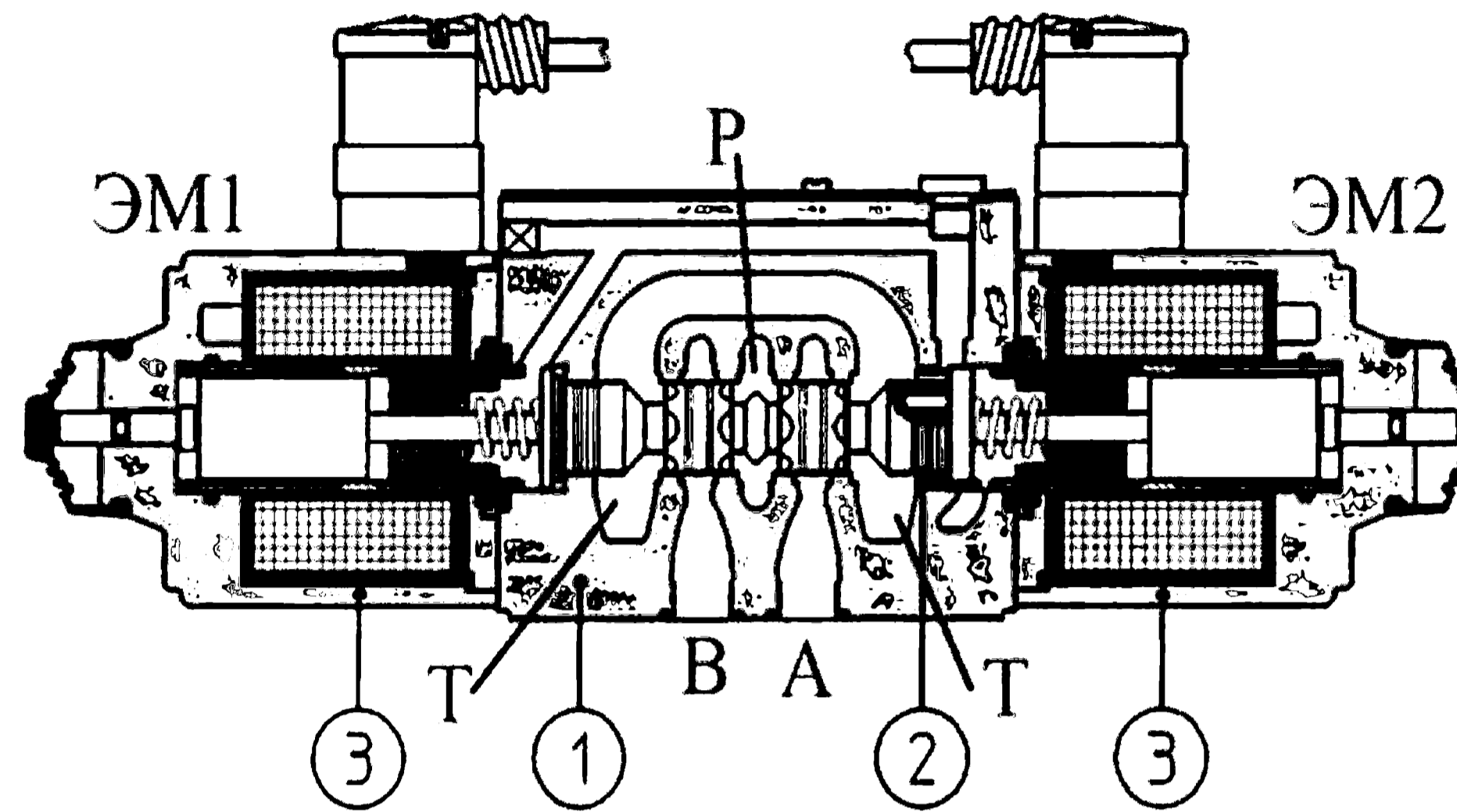


- 1 – Кабельная часть для коммутации проводов;
- 2 – приборная часть электрического соединителя типа DIN 43650С;
- 3 – Корпус;
- 4 – Штуцер;
- 5 – Входное отверстие для установки дросселя;
- 6 – Чувствительный элемент;
- 8 – Подстроечный резистор;
- 9 – Обойма.

Строение тензорезистора

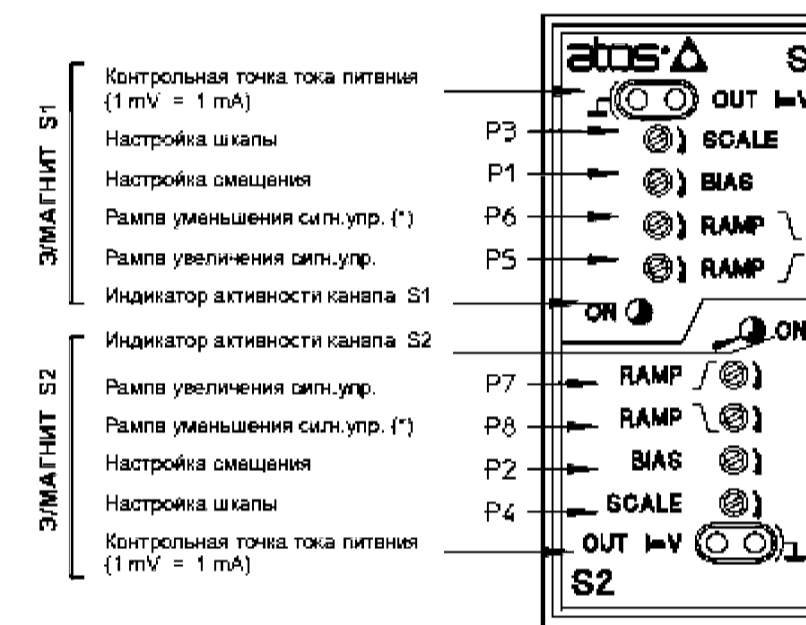


Устройство распределителя с пропорциональным управлением

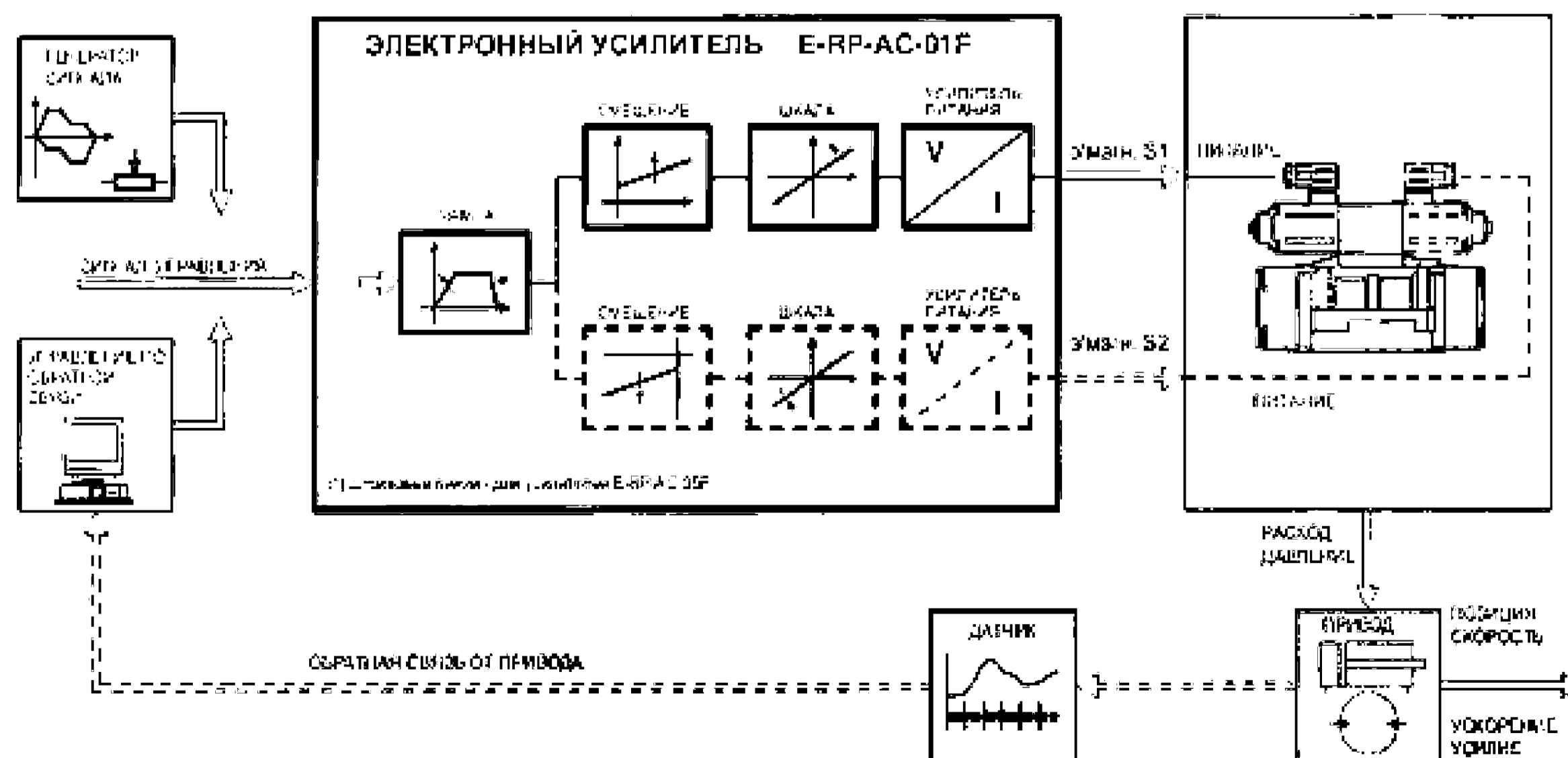


- 1 – корпус;
- 2 – золотник;
- 3 – пропорциональные магниты: ЭМ1, управляемый каналом S1 усилителя, ЭМ2, управляемый каналом S2 усилителя

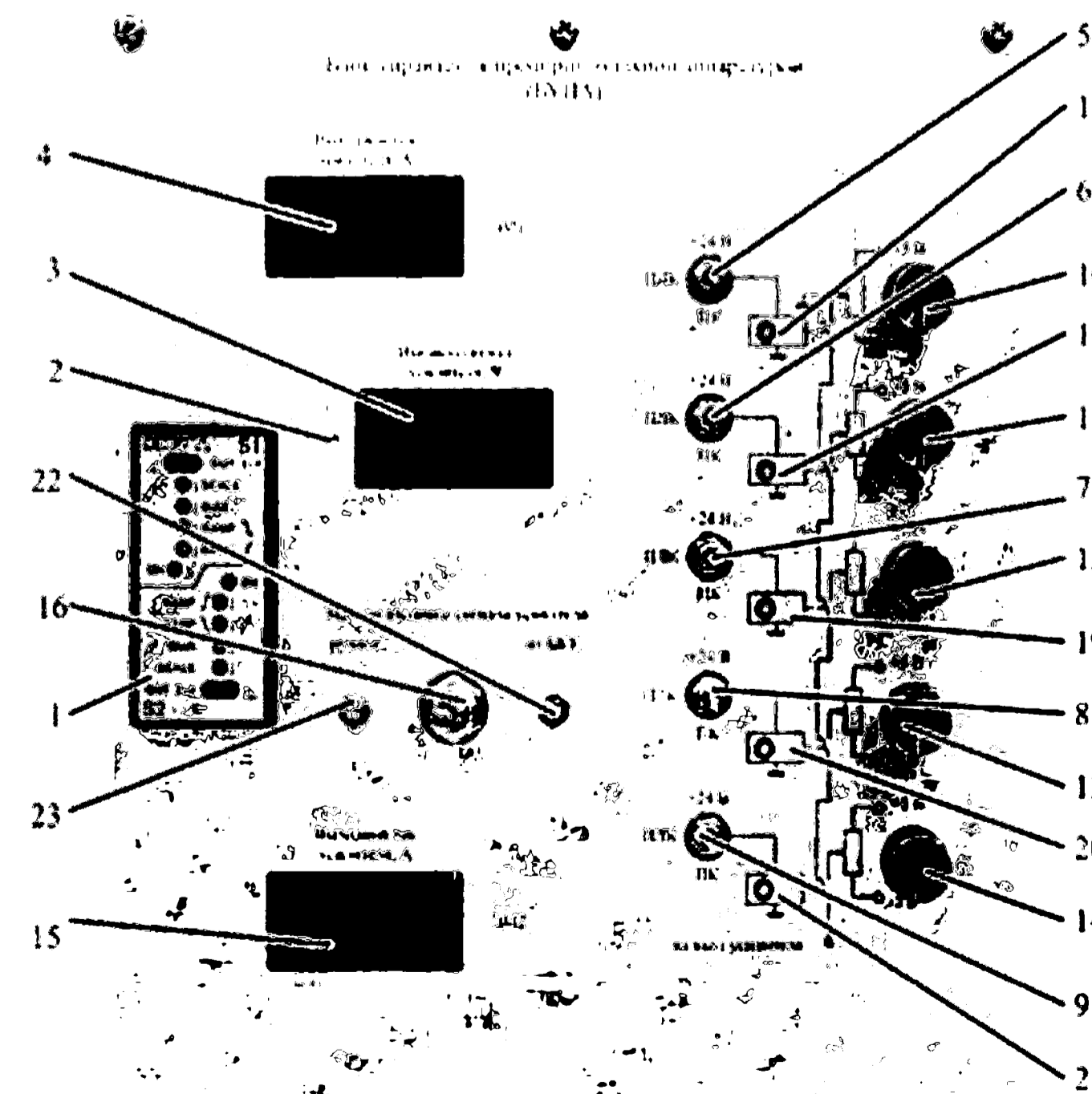
Внешний вид усилителя E-RP-AC-01F



Структурная схема использования электронного усилителя (драйвера) типа E-RP-AC-01F



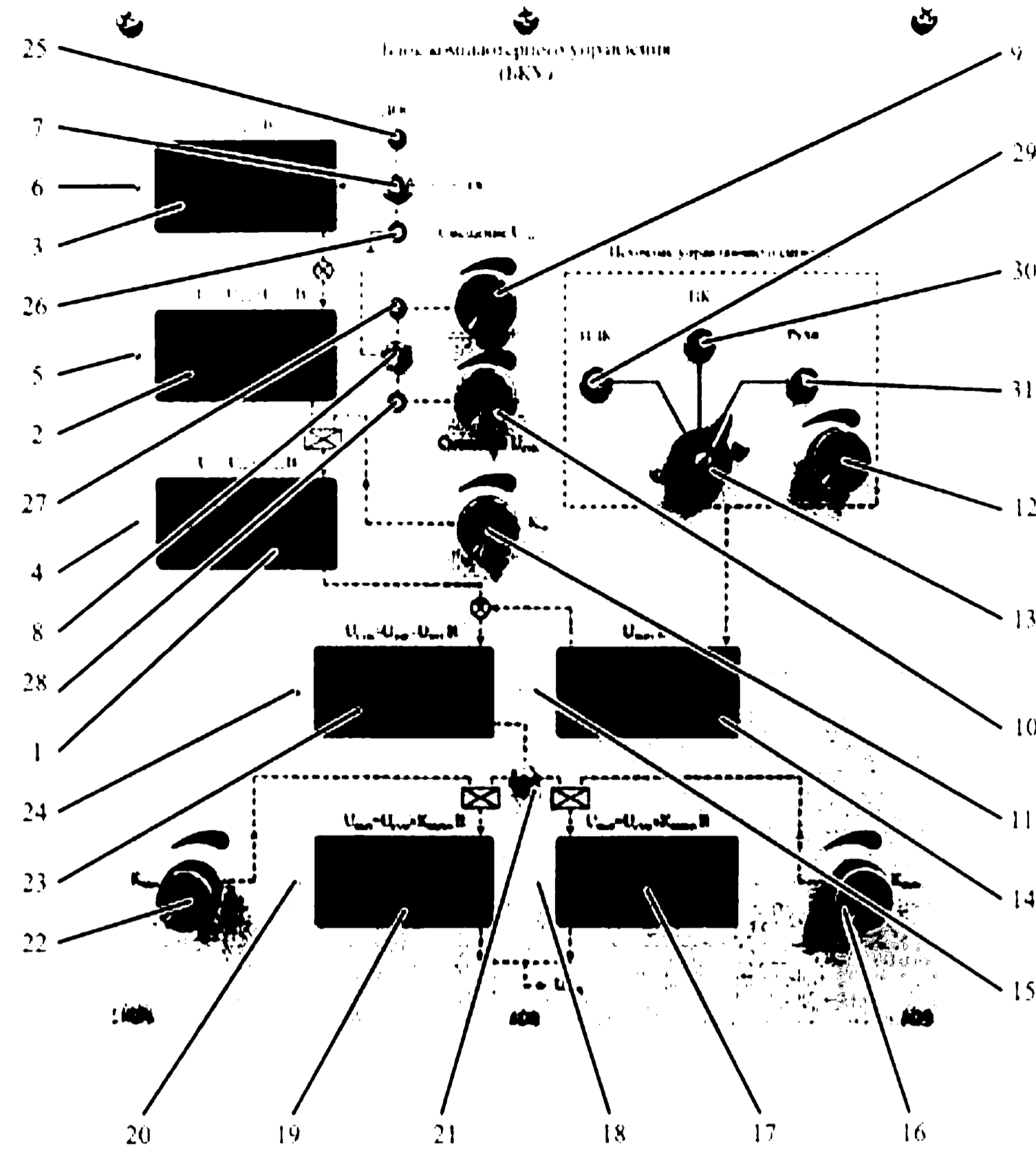
Внешний вид блока управления пропорциональной аппаратурой (БУПА)



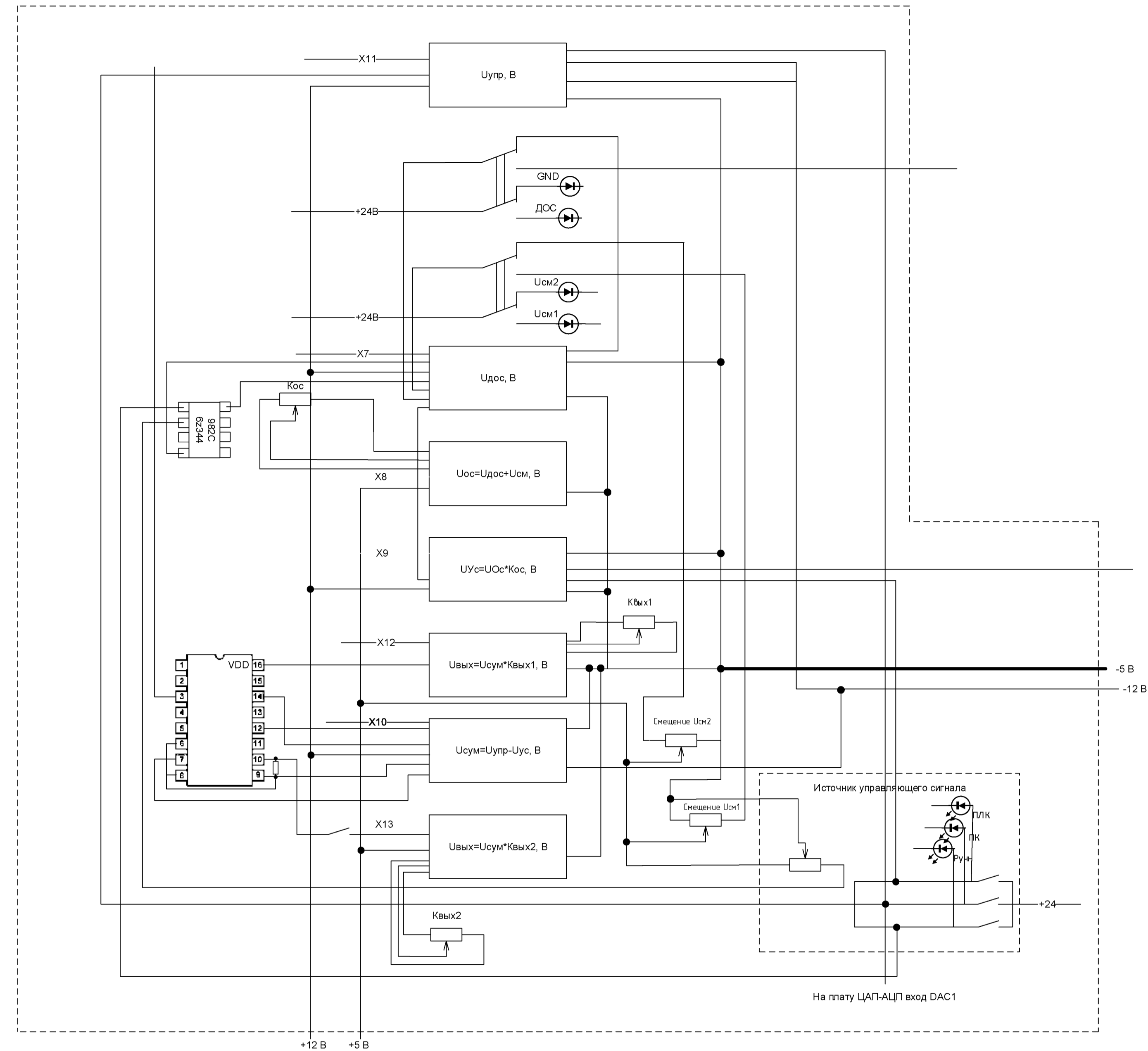
- 1 – электронный усилитель пропорциональной гидроаппаратуры с двумя магнитами E-BM-AC-05F/RR;
- 2 – светодиод, свечение которого обозначает, что величина входного сигнала усилителя отрицательна;
- 3 – табло-индикатор величины входного сигнала;
- 4 – табло-индикатор величины выходного тока для канала усилителя 1;
- 5, 9 – трехпозиционные тумблеры управления реле 18, 21 соответственно выбора источника входного сигнала на усилитель (выбор между ручным управлением при помощи задания входного сигнала посредством настройки потенциометрами
- 10, 14 соответственно «+24 В»; управлением от ПЛК (адреса выходов для программирования контроллера Q0.1..Q0.5 соответственно); управлением от ПК);
- 15 – табло-индикатор величины выходного тока для канала усилителя 1 (электромагнит ЭМ2);
- 16 – тумблер переключения способа управления усилителем 1;
- 17-21 – реле переключения;
- 22-23 – индикаторные светодиоды, информирующие о положении тумблера 16.

				ВКР.164017.15.03.04.СХ			
Общая информация о датчике давления, устройства распределителя, усилителя							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Литера	Масса	Масштаб
Разраб.	Салынянов В.С.				У		1:1
Провер.	Рыбалаев А.Н.						
Т.Контр.	Рыбалаев А.Н.				Лист 3	Листов 12	
И.Контр.	Скрипка О.В.				Исследование и модернизация лабораторного комплекса «Гидропривод» (комплексная выпускная квалификационная работа)		АмГУ, гр 641
Утвержд.	Скрипка О.В.						

Блок компьютерного управления (БКУ)



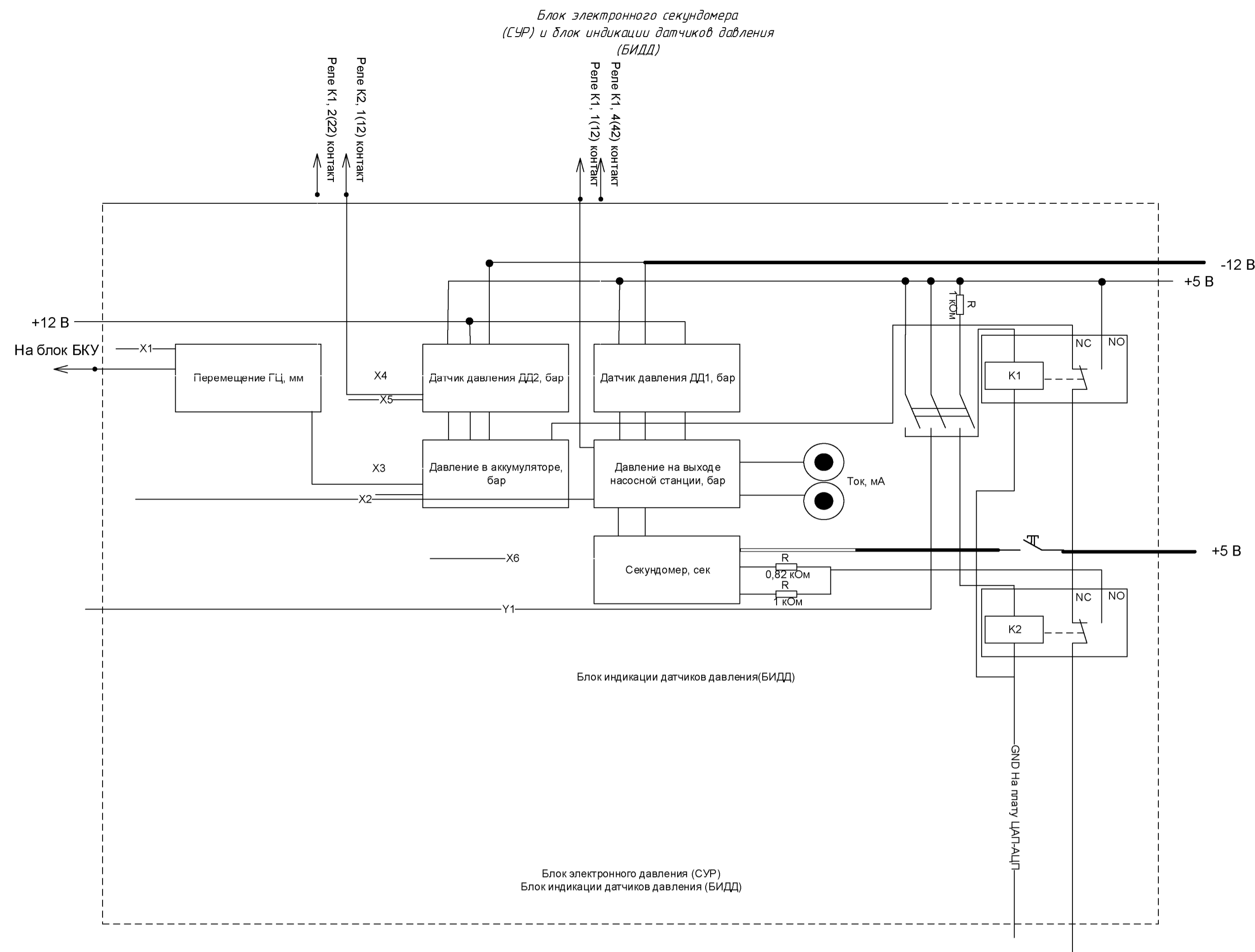
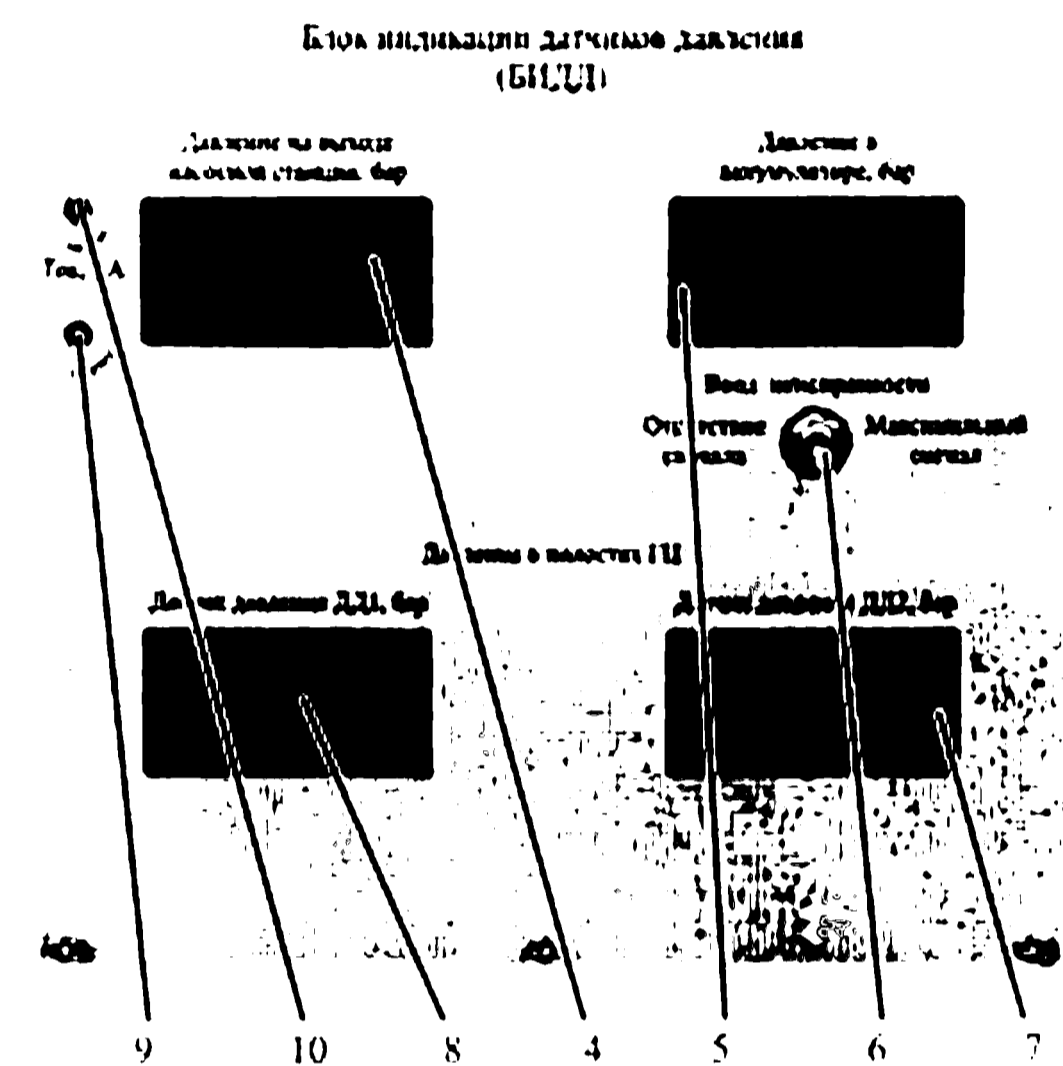
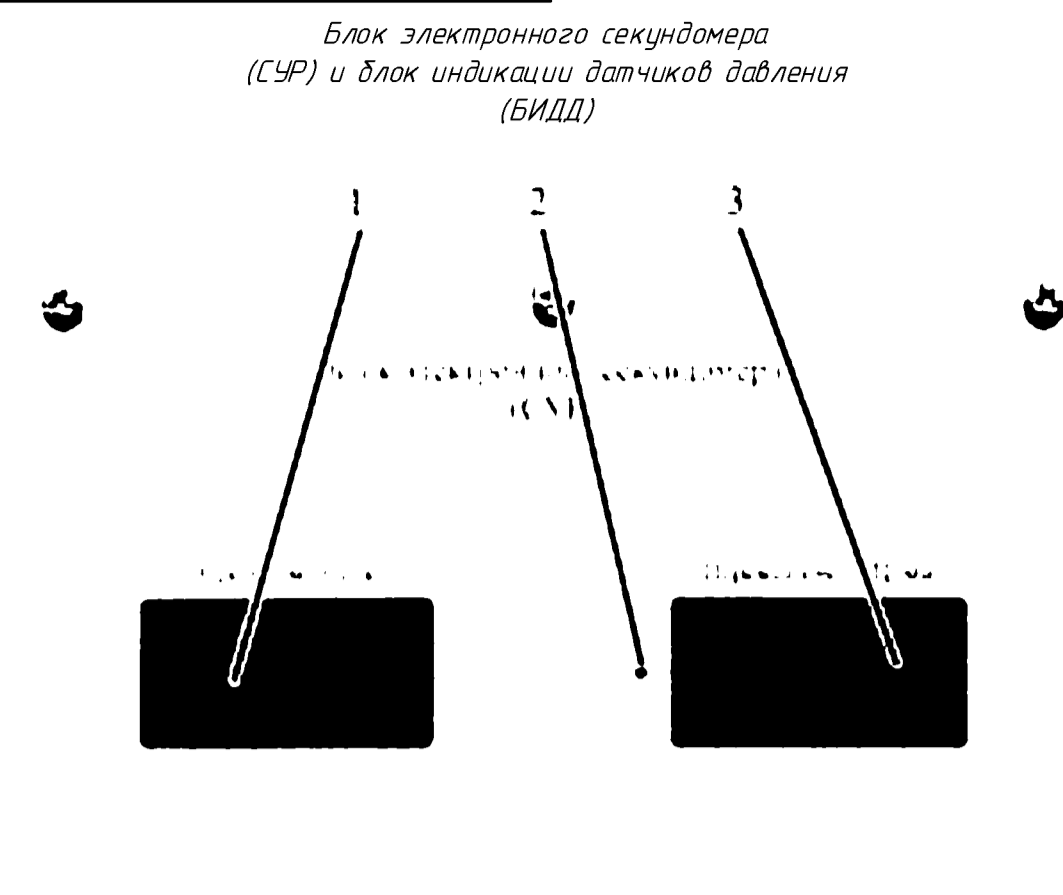
Электрическая схема блока компьютерного управления (БКУ)



На панели блока компьютерного управления (БКУ) расположены:

- 1 - табло, индицирующее величину усиленного сигнала обратной связи $U_{ус}$, В;
- 2 - табло, индицирующее величину не усиленного сигнала обратной связи $U_{ос}$ с учетом напряжения смещения $U_{см}$, В;
- 3 - табло, индицирующее сигнал потенциометрического датчика обратной связи $U_{дос}$, В;
- 4, 5, 6 - светодиоды, индицирующие знак «-» величин, отображаемых на табло 1,2,3 соответственно;
- 7 - тумблер включения обратной связи;
- 8 - тумблер выбора параметров $U_{см1}$ или $U_{см2}$;
- 9, 10- многооборотные потенциометры, для настройки величин напряжения смещения;
- 11 - многооборотный потенциометр настройки коэффициента обратной связи;
- 12 - потенциометр задания величины управляющего сигнала $U_{упр}$ на электромагниты пропорциональной аппаратуры при переключателе 13 выбора источника сигнала (вида управления), находящемся в позиции «ручной»;
- 14 - табло, индицирующее величину управляющего сигнала, В;
- 15 - светодиод, загорающийся при отрицательном значении величины $U_{упр}$ (индикатор знака «-»);
- 16, 22 - многооборотные потенциометры настройки величин коэффициентов усиления сигнала в прямой цепи;
- 17, 19 - табло-индикаторы величины $U_{вых}$, В;
- 18, 20 - светодиоды, загорающиеся при отрицательном значении величин(индикаторы знака «-»);
- 21 - тумблер выбора коэффициента усиления в прямой цепи $k_{вых1}$ или $k_{вых2}$;
- 23 - табло-индикатор напряжения $U_{сум}$, В;
- 24 - светодиод, загорающийся при отрицательном значении величины $U_{сум}$ (индикатор знака «-»);
- 25, 26 - светодиоды, загорающиеся при выборе тумблером 7 режима замкнутой или разомкнутой обратной связи соответственно;
- 27, 28 - светодиоды, загорающиеся при выборе тумблером 8 $U_{см1}$ или $U_{см2}$ соответственно;
- 29 - 31 - светодиоды, загорающиеся при выборе переключателем 13 в качестве источника сигнала $U_{упр}$ ПЛК, ПК или ручной режим.

				ВКР.164.017.15.03.04.СХ			
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Электрическая схема блока БКУ	Литера	Масштаб
Разраб	Салыняев В.В.					у	1:1
Провер	Рыбалев А.Н.					Лист 4	Листов 12
Т.Контр.	Рыбалев А.Н.						
Исследован	Скрипка О.В.				Исследование и модернизация лабораторного комплекса «Гидропривод» (комплексная выпускная квалификационная работа)	АМГУ, гр 641	
Утвержд	Скрипка О.В.						

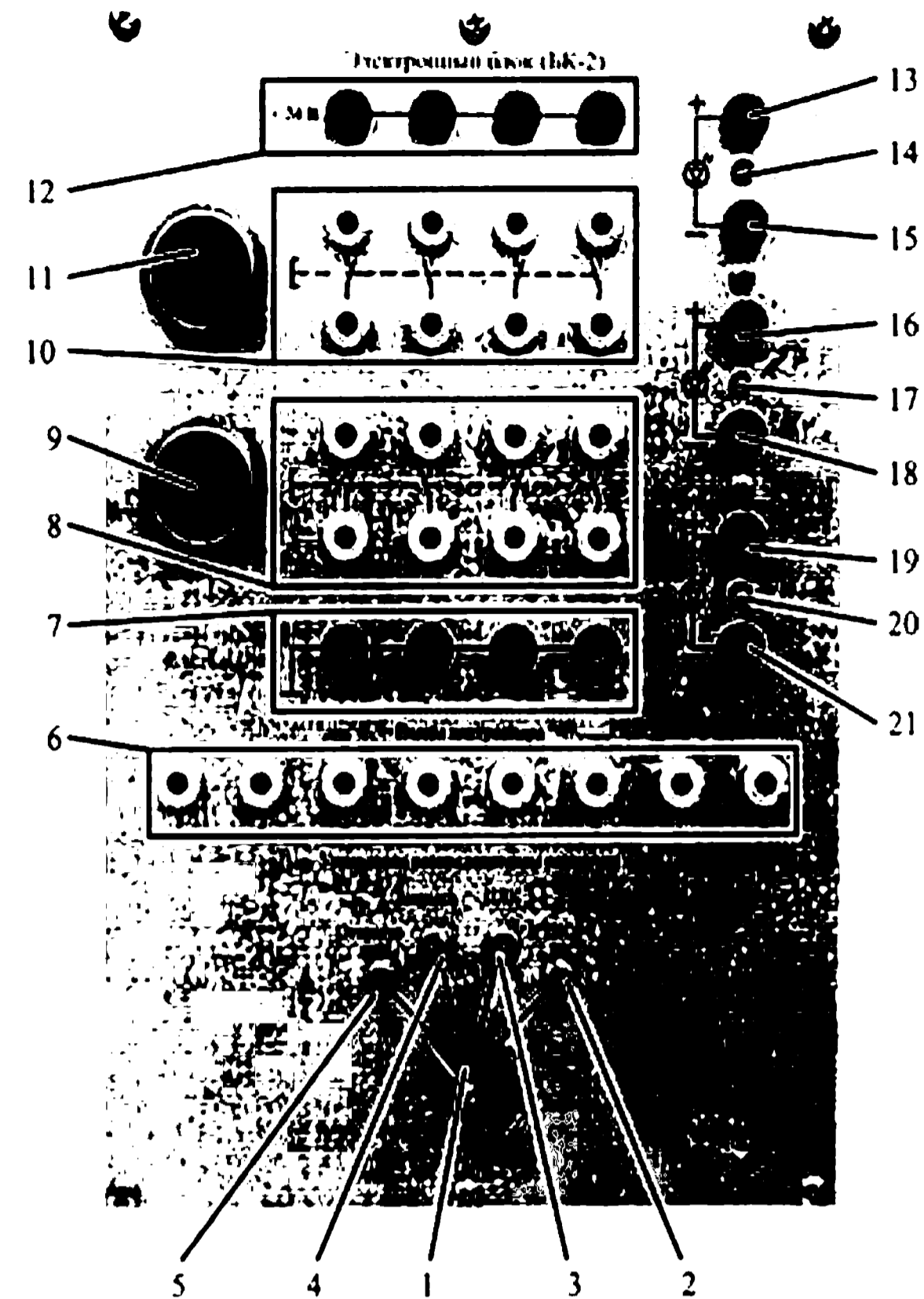


На панели СУР и БИДД расположены:

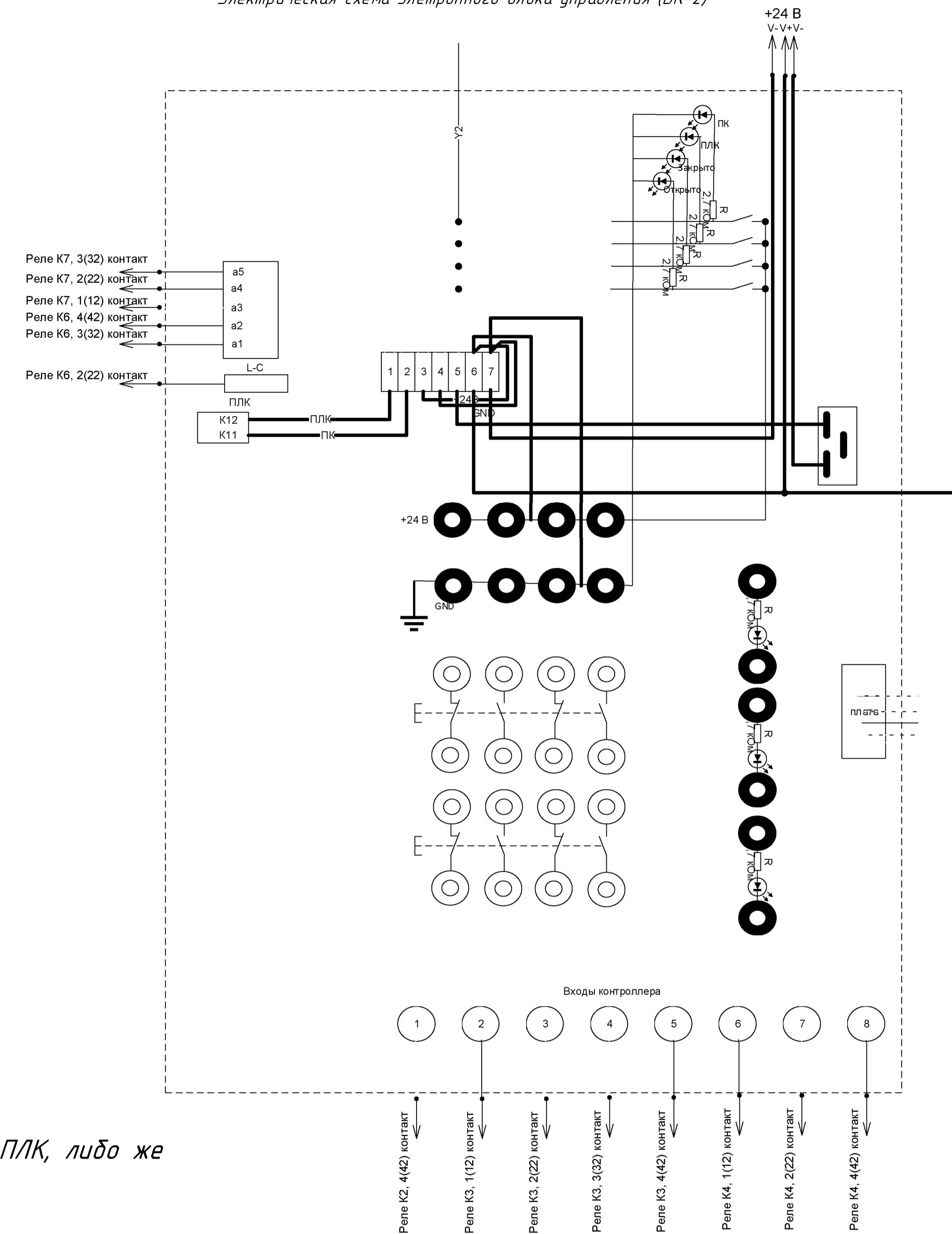
- 1 - табло показаний секундомера;
- 2 - табло показаний датчика перемещения штока гидроцилиндра;
- 3 - светодиод, загорающийся при отрицательном значении перемещения штока гидроцилиндра (индикатор знака «-»);
- 4 - табло показаний датчика давления ДД4 на выходе насосной станции, бар;
- 5 - табло показаний датчика давления ДД4 в аккумуляторе, бар;
- 6 - тумблер ввода неисправности датчика давления в аккумуляторе;
- 7 - табло показаний датчика давления ДД2 в штоковой полости гидроцилиндра;
- 8 - табло показаний датчика давления ДД1 в поршневой полости гидроцилиндра;
- 9, 10 - клеммы для измерения выходного токового сигнала с датчика давления ДД3 мультиметром.

				ВКР.164017.15.03.04.СХ				
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Электрическая схема блока СУР и БИДД			
Разраб.	Салынов В.В.							
Провер.	Рыбалов А.Н.							
Т.Контр.	Рыбалов А.Н.							
И.Контр.	Скрипка О.В.				Исследование и модернизация лабораторного комплекса «Гидропривод» (комплексная выпускная квалификационная работа)	Литера	Масса	Масштаб
Итв.ержд.	Скрипка О.В.					у		1:1
						Лист 5	Листов 12	
						АМГУ, гр 641		

Электронный блок (БК-2)



Электрическая схема электронного блока управления (БК-2)

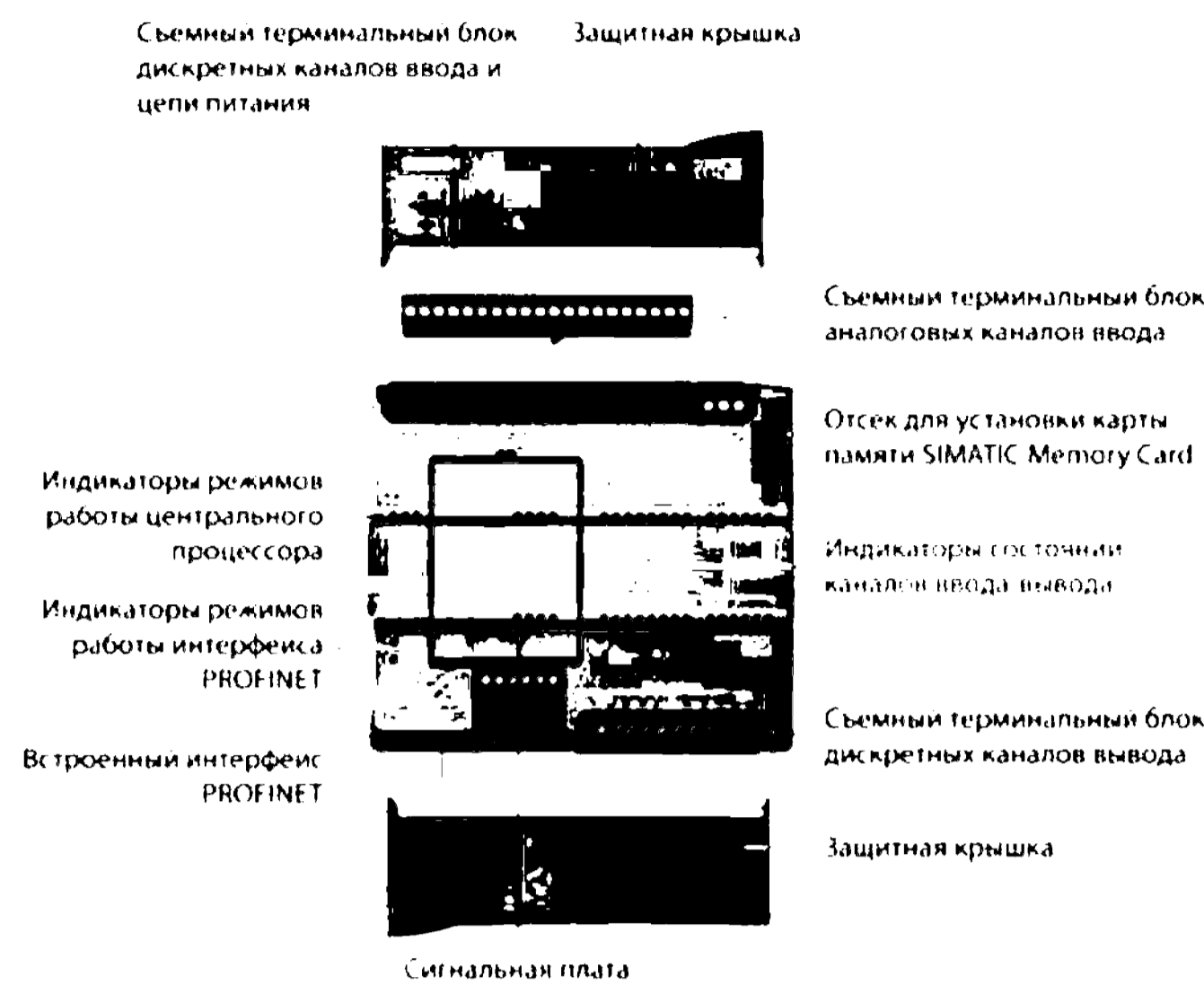


На панели электронного блока БК-2 расположены:

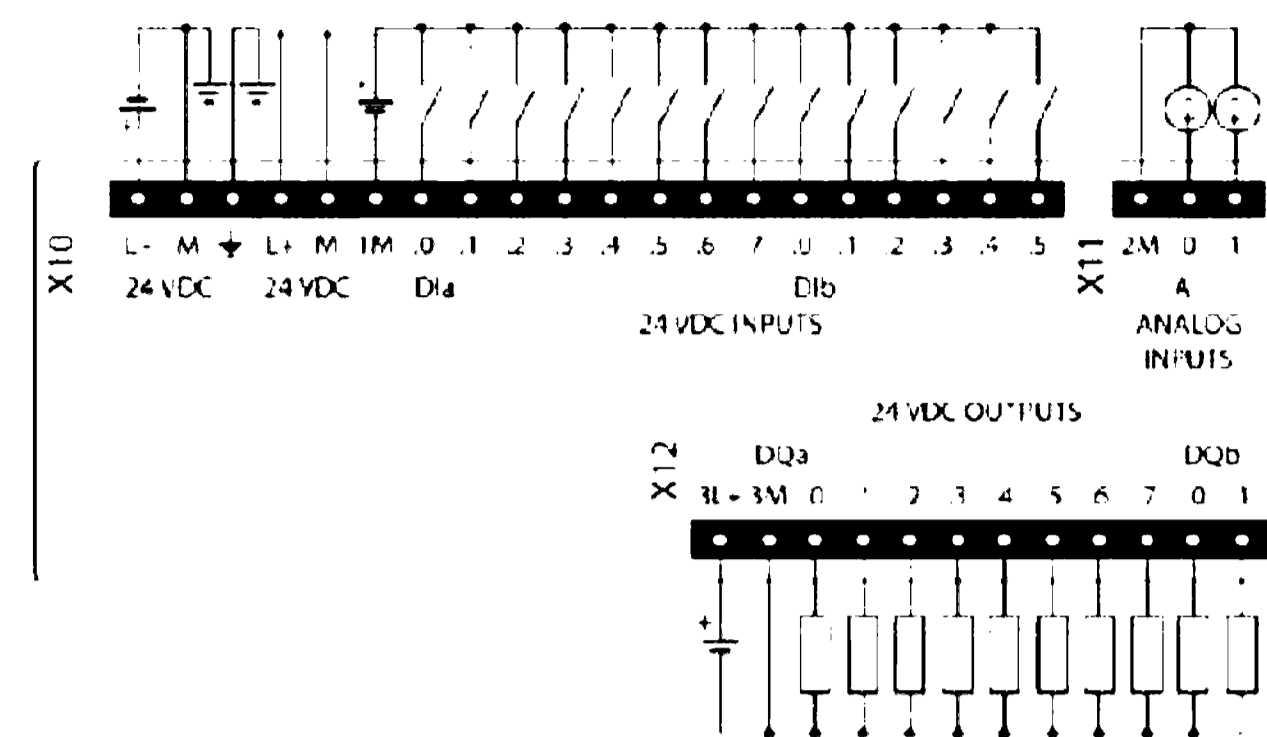
- 1 - переключатель выбора режима управления распределителем разгрузки насоса;
- 2 - 5 - светодиоды, загораящиеся при выборе переключателем 1 соответствующего режима управления: от ПК, от ПЛК, либо же вручную: положение «Закрыто» и «Открыто»;
- 6 - блок клемм дискретных входов контроллера с адресами Q0.0...Q0.7;
- 7 - блок клемм заземления (напряжения 0 вольт);
- 8 - блок контактов кнопки 9;
- 10 - блок контактов кнопки 11;
- 12 - блок клемм положительного напряжения +24 В;
- 13, 16, 19 - клеммы подключения напряжения +24 В и клеммы 15, 18, 21 подключения заземления для питания светодиодов 14, 17, 20.

				ВКР.164017.15.03.04.СХ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Электрическая схема блоков БК-2			
Разраб.	Салынов В.В.							
Провер.	Рыбалов А.Н.							
Т.Контр.	Рыбалов А.Н.							
И.Контр.	Скрипка О.В.				Исследование и модернизация лабораторного комплекса «Гидропривод» (комплексная выпускная квалификационная работа)	Литера	Масса	Масштаб
Утвержд.	Скрипка О.В.					у		1:1
					Лист 7	Листов 12		
					АМГУ, гр 641			

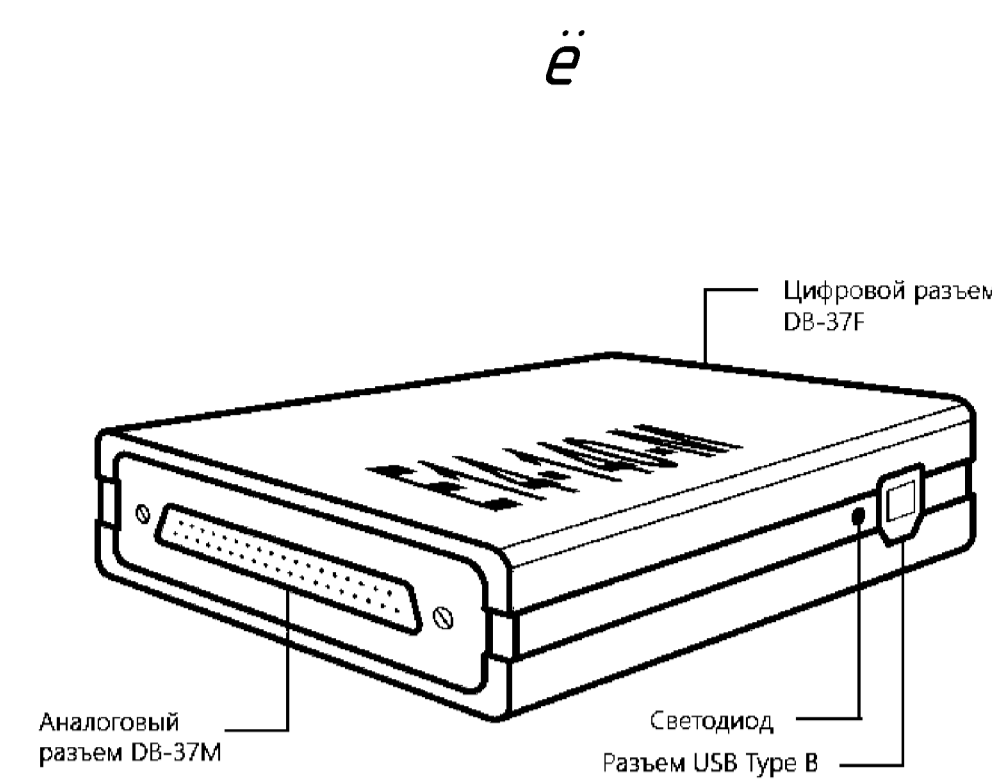
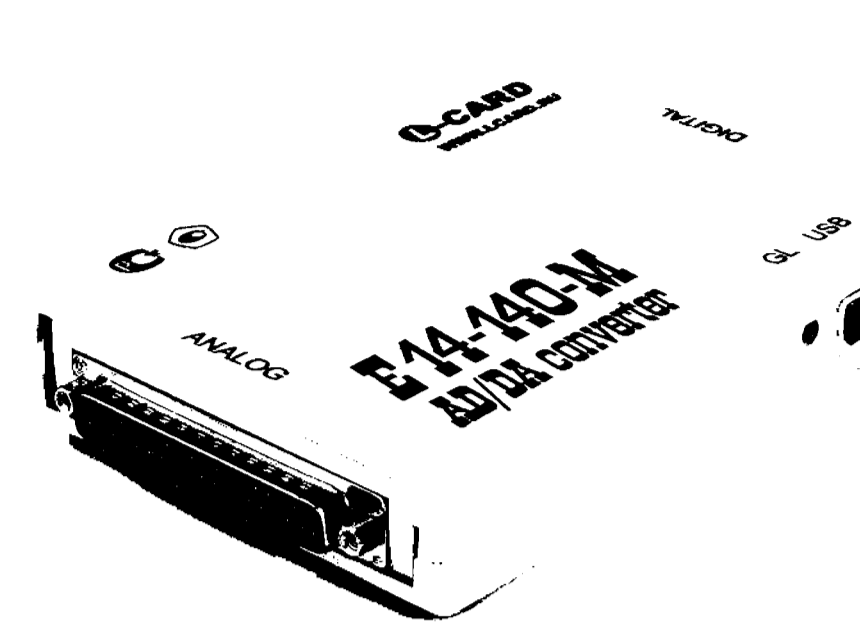
Конструкция контроллера S7-1200



Схемы подключения внешних цепей контроллера S7-1200



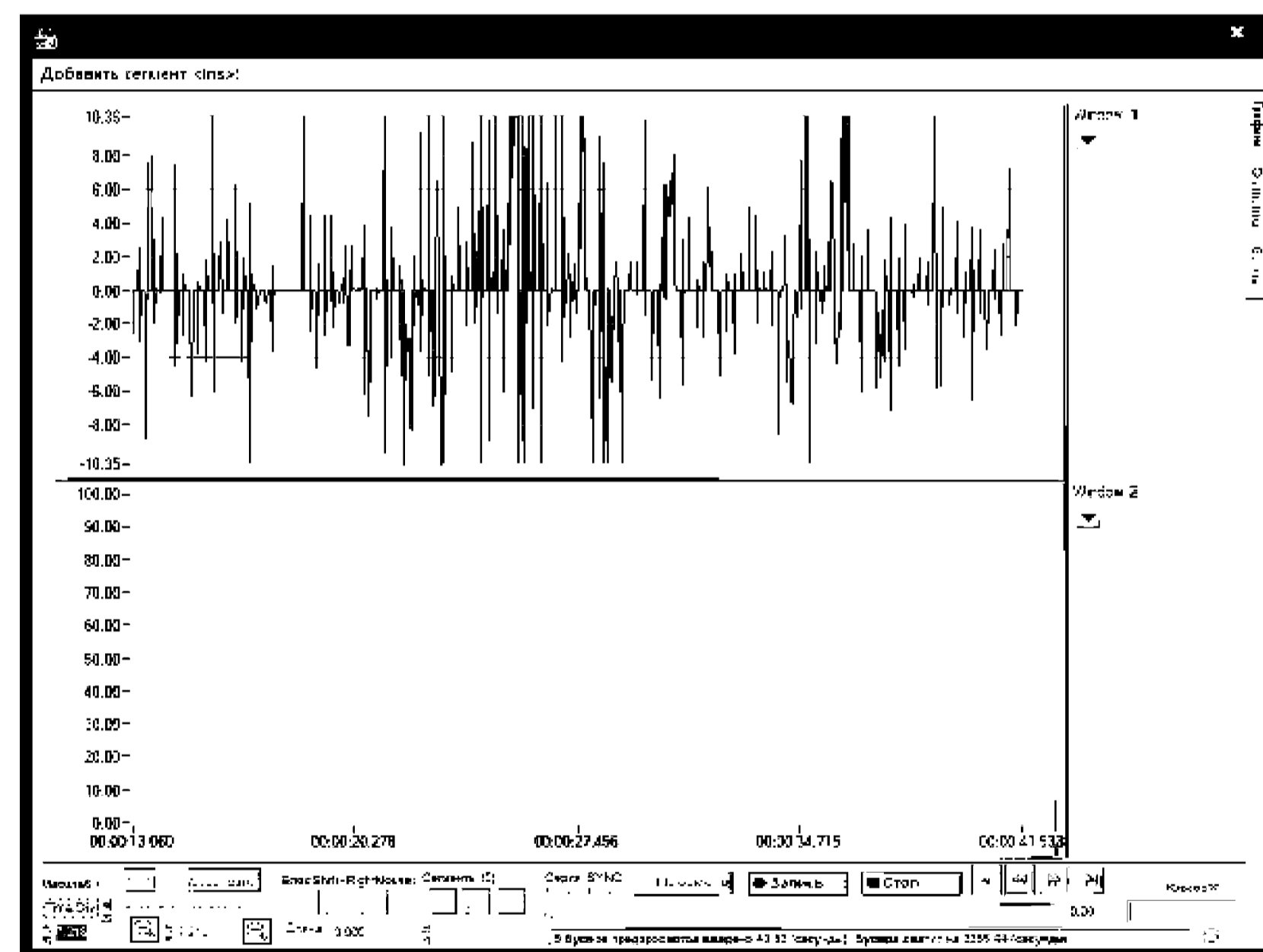
Внешний вид E14-140, E14-140-M



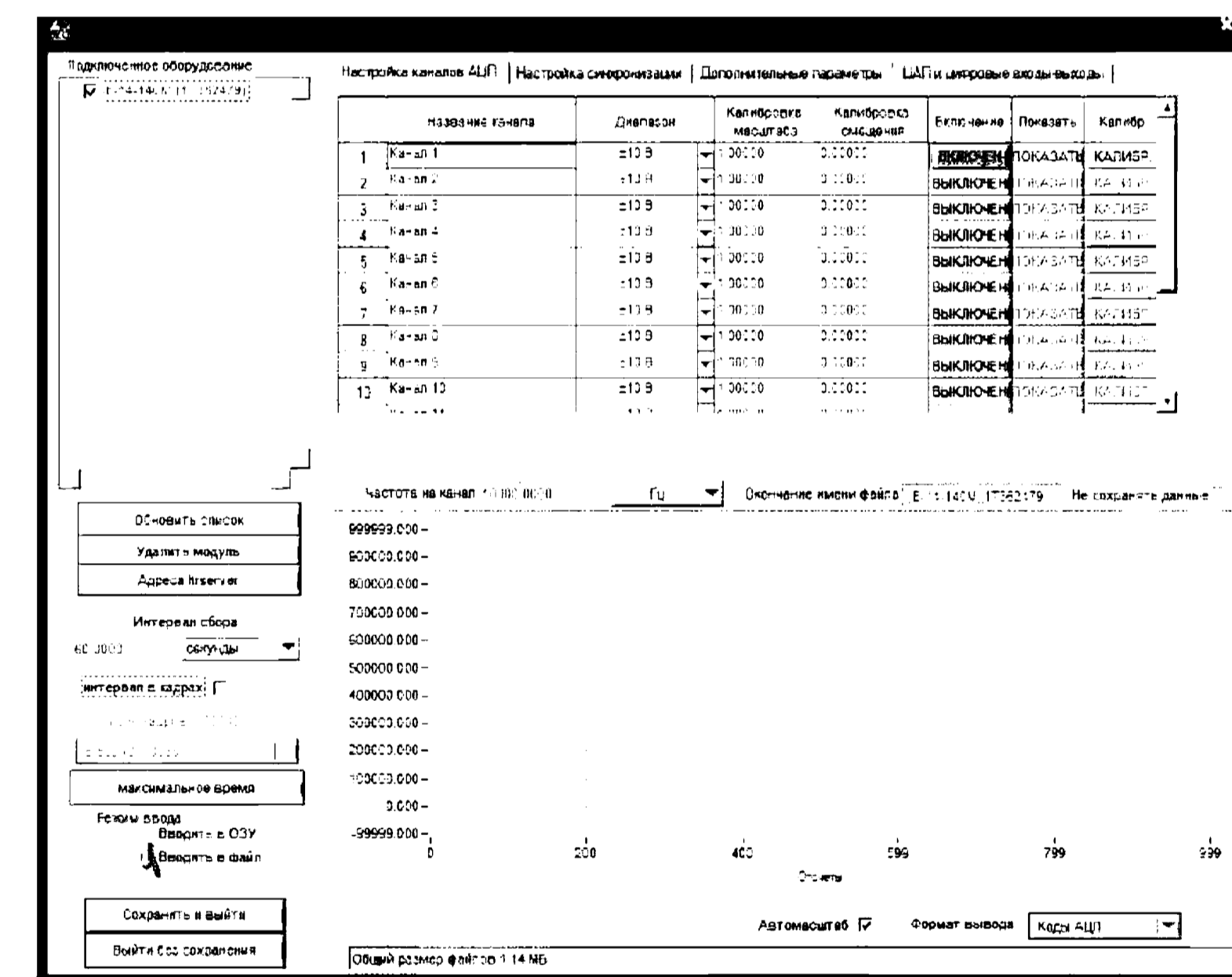
Сигнальный модуль SM 1234



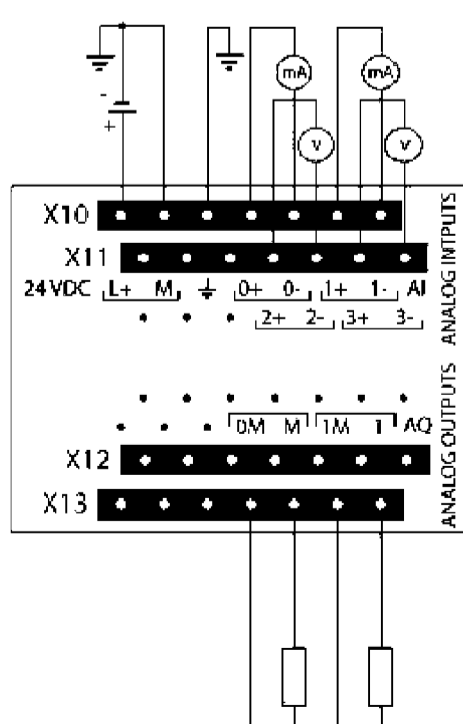
Подключение модуля E14-140, E14-140-M, отображение данных



Конфигурация ПО, подключения модуля E14-140, E14-140-M



Схемы подключения внешних цепей контроллера S7-1200



SIMATIC SM 1234
 модуль ввода-вывода аналоговых сигналов для стандартных промышленных условий эксплуатации, диапазон рабочих температур от 0 до +55 °С. Четыре аналоговых входа ±10 В, ±5 В, ±2.5 В, 0 ... 20 мА, 12 бит + знаковый разряд. Два аналоговых выхода ±10 В/ 14 бит или 0 ... 20 мА/ 13 бит.

SIPLUS SM 1234
 модуль ввода-вывода аналоговых сигналов для стандартных промышленных условий эксплуатации, диапазон рабочих температур от 0 до +55 °С. Четыре аналоговых входа ±10 В, ±5 В, ±2.5 В, 0 ... 20 мА, 12 бит + знаковый разряд. Два аналоговых выхода ±10 В/ 14 бит или 0 ... 20 мА/ 13 бит.

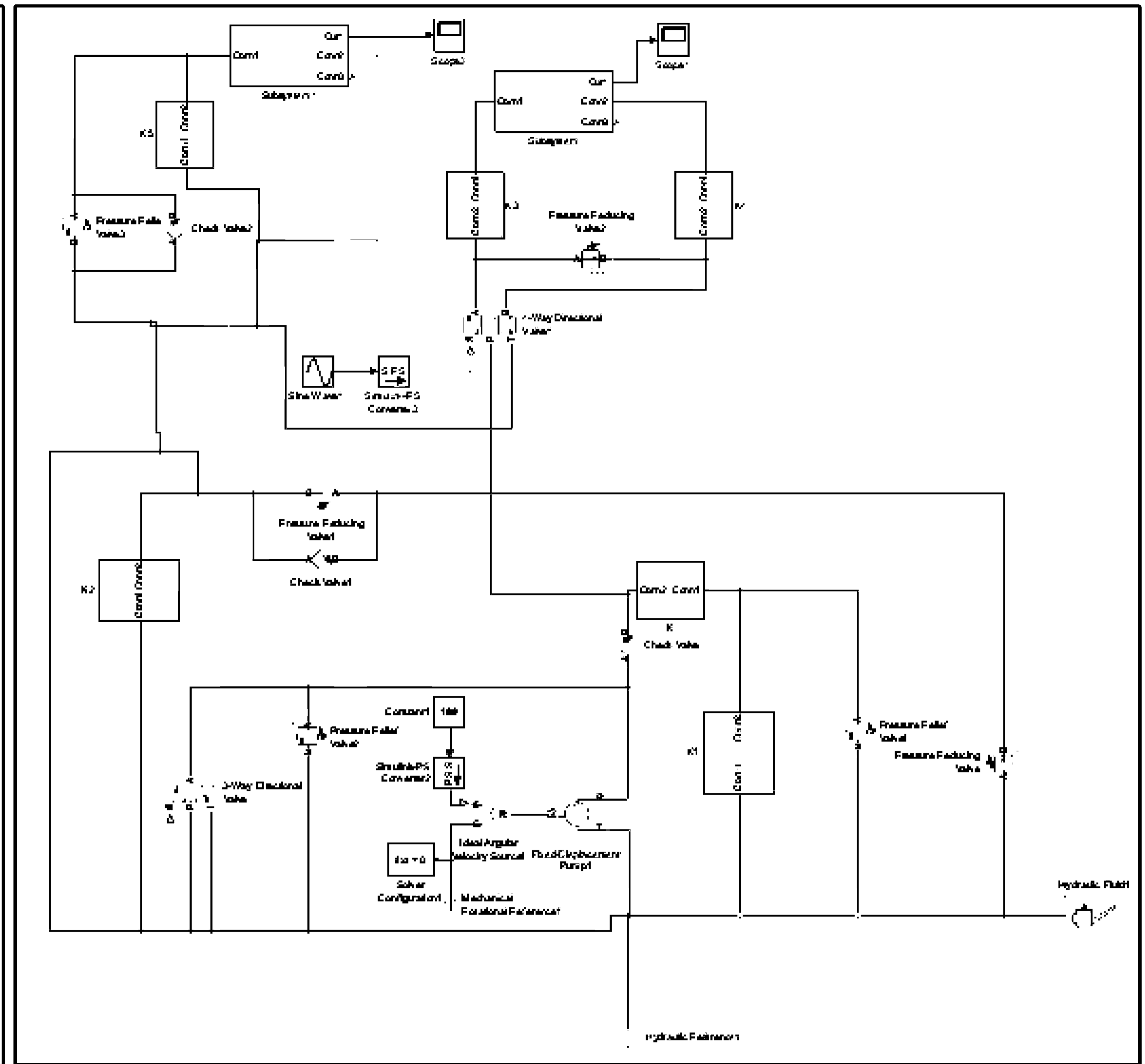
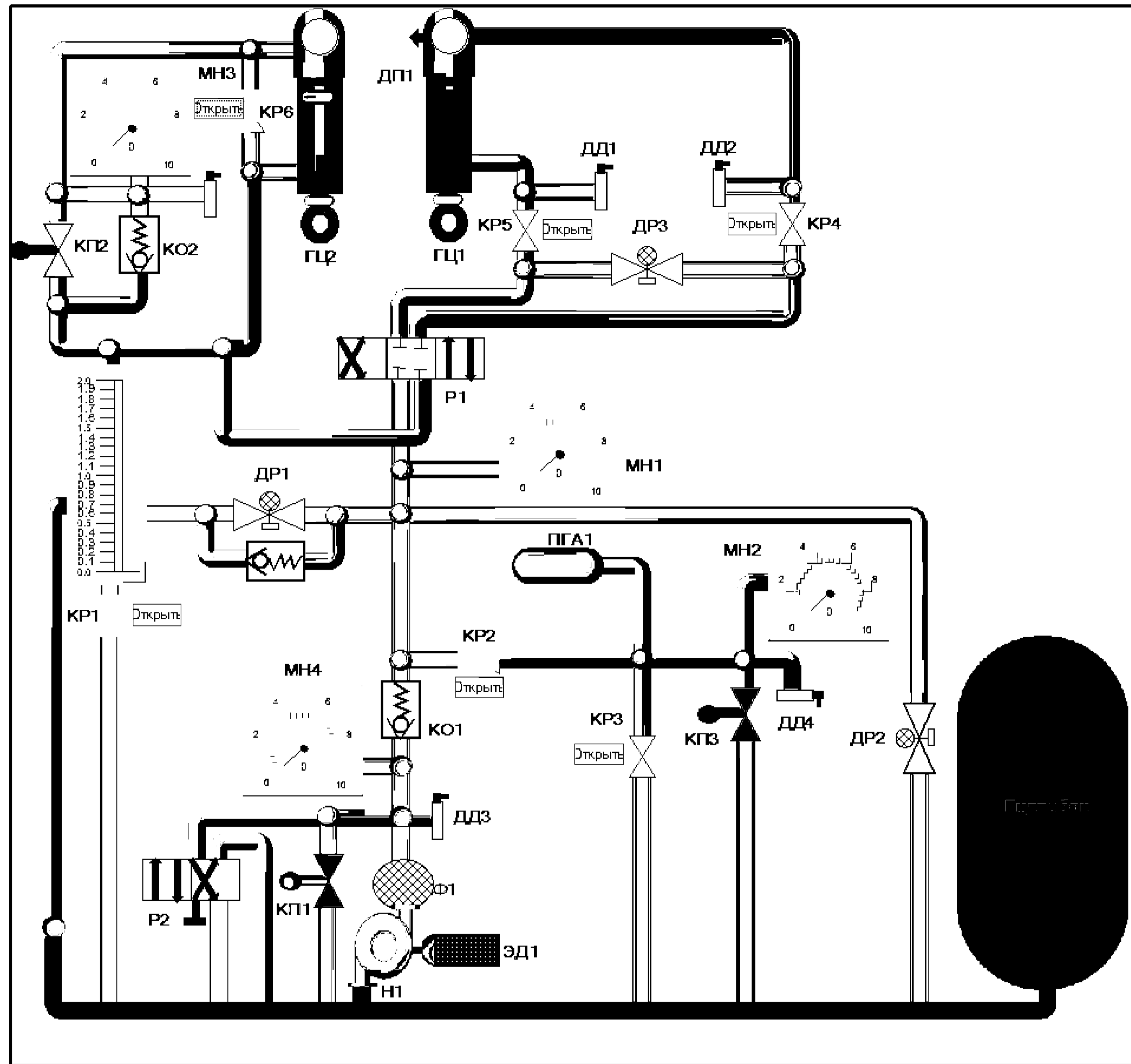
Диапазон рабочих температур
 • -20 ... +60 °С
 • -40 ... +70 °С, запуск при -25 °С

Кабель расширения
 для установки сигнальных модулей в два ряда, длина 2 м

Съемный терминальный блок
 для аналоговых сигнальных модулей, 7 позиционных контактов под винт на блок, упаковка из 4 терминальных блоков (запасная часть)

Комплект
 запасных защитных дверок для сигнальных модулей шириной 45 мм, по 6 дверок для верхней и нижней части корпуса

				ВКР.164.017.15.03.04. CX		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Общая информация о контроллере S7-1200 и модуле E14-140, E14-140-M	
Разраб.	Салничайв В.В.					
Провер.	Рыбалева А.Н.				Литера	Масса
Т.Контр.	Рыбалева А.Н.				у	1:1
И.Контр.	Скрипка Д.В.				Лист 9	Листов 12
Итв.верж.	Скрипка Д.В.				Исследование и модернизация лабораторного комплекса «Газотрибада» (комплексная выпускная квалификационная работа)	
					АмГУ, гр. 641	



					ВКР.164017.15.03.04. CX		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Литера	Масса	Масштаб
							1:1
Разраб.	Салтыков В.В.				у		
Провер.	Рыбалов А.Н.						
Т.Контр.	Рыбалов А.Н.				Лист 12	Листов 12	
И.Контр.	Скрипка Д.В.				Исследование и модернизация лабораторного комплекса «Гидропривод» (комплексная выпускная квалификационная работа)		
Итв.в.р.ж.	Скрипка Д.В.				АМГУ, гр. 641		