


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

Факультет энергетический
Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники
Направление подготовки 15.03.04 - Автоматизация технологических
процессов и производств
Профиль Автоматизация технологических процессов и производств в
энергетике

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

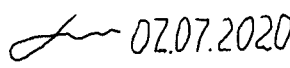
И.о.зав. кафедрой


 О.В. Скрипко
« 06 » июля 2020 г.


БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

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

Исполнитель
студент группы 64106  - 1.07.2020 г.
(подпись, дата) А.В. Фарзалиев

Руководитель
доцент, канд. техн. наук  02.07.2020
(подпись, дата) А.Н. Рыбалев

Консультант по безопасности
и экологичности
доцент, канд. физ.-мат. наук  02.07.2020
(подпись, дата) В.Н. Аверьянов

Нормоконтроль
профессор, д-р техн. наук  05.07.2020
(подпись, дата) О.В. Скрипко

Благовещенск 2020

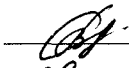
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение
высшего профессионального образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВПО «АмГУ»)

Факультет Энергетический

Кафедра автоматизации производственных процессов и электроники

УТВЕРЖДАЮ

И.о. заведующего кафедрой

 О.В. Скрипко
« 06 » мая 2020г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работы студента б41гр. Фарзалиева Ан-
дрея Вугаровича

1. Тема выпускной квалификационной работы: Исследование и модер-
низация лабораторного стенда «Гидропривод»
2. Срок сдачи студентом законченной работы 1.07.2020г.
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 Автома-
тизации технологических процессов и производств
 - 3) Техническое задание
 4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подле-
жащих разработке вопросов):
 - 1) Разработка структурной схемы лабораторного комплекса;
 - 2) Разработка методического обеспечения;
 - 3) Разработка принципиальной электрической схемы.
 5. Перечень материалов приложения (наличие чертежей, таблиц, графи-
ков, схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.):

Лист 1: Общий вид лабораторного комплекса «Гидропривод».

Лист 2: Структурная-функциональная схема силовой части стенда;

Лист 3: Подключение ПЛК


Лист 4: Электрическая схема блока БН-ПЛК

Лист 5: Электрическая схема блока БПЛК

Лист 6: Модели гидропривода в среде Matlab на базе Simulink

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  -

(подпись студента)

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 69 с., 45 рисунок, 1 таблицу, 14 источников.

ГИДРОПРИВОД, КОНТРОЛЛЕР, СИЛОВАЯ ЧАСТЬ, УПРАВЛЯЮЩАЯ ЧАСТЬ, МОДУЛЬ, РЕЛЕ FINDER, ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА, СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ, ВИЗУАЛИЗАЦИЯ, МОДЕЛЬ, TRACE MODE, MATLAB, ГИДРОЦИЛИНДР, НАСОС, КЛАПАН, SIMULINK, SIMSCAPE

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

Цель работы - разработка структурной схемы комплекса, разработка принципиальной электрической схемы, информация об изделиях, визуализация комплекса и модель комплекса.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	8
1 Лабораторный учебно-исследовательский комплекс «Гидропривод»	9
1.1 Описание лабораторного комплекса	9
1.1.1 Описание панелей	14
1.2 Принципиально-гидравлическая схема лабораторного стенда «Гидропривод»	20
2 Разработка структурной и принципиальной схем стенда	22
2.1 Структурная схема управляющей части стенда	22
2.2 Разработка полной принципиальной электрической схемы стенда	24
2.2.1 Разработка схемы блока БН-ПЛК	24
3. Общая информация об изделиях	29
3.1 Деформационный датчик давления мембранного типа	29
3.2 Устройство распределителя с пропорциональным управлением	31
4 Разработка технического задания	34
5 Проект по модернизации лабораторного комплекса «Гидропривод»	35
5.1 Simscape и Simulink	35
5.1.1 Язык Simscape	37
5.1.2 Передача моделей и использование режима редактирования	38
5.1.3 Конвертация моделей Simscape в C код	39
5.1.4 Интеграция с MATLAB и Simulink	39
5.2 Модель гидросистемы в Simulink/Simscape	41
5.3 Полная модель гидравлической части стенда	53
6 Безопасность жизнедеятельности. Разработка инструкции по технике безопасности при работе со стендом.	57
6.1 Безопасность	57
6.2 Подключение стенда к сети и подготовка к работе	57
6.3 Утилизация стенда	58
Заключение	59

Библиографический список	60
Приложение А	62
Приложение Б	65
Приложение В	66
Приложение Г	67
Приложение Д	68

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

Гидропривод – это совокупность устройств, предназначенных для приведения в движение машин и механизмов посредством гидравлической энергии.

Предназначен для проведения лабораторных работ по курсам изучения гидравлики и элементов гидроприводов с учебно-методическими материалами.

Целью модернизации указанных систем в большинстве случаев является: повышение надежности и точности их работы, удобства и безопасности обслуживания, что в конечном итоге должно способствовать повышению качества продукции, производимой на прессах, производительности прессов и сокращению простоев прессов, связанных с ремонтами [1].

Стенд содержит один электропривод электродвигатель, один гидронасос, фильтр, клапана предохранительные, аккумулятор, дроссели, систему трубопроводов и кранов.

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.

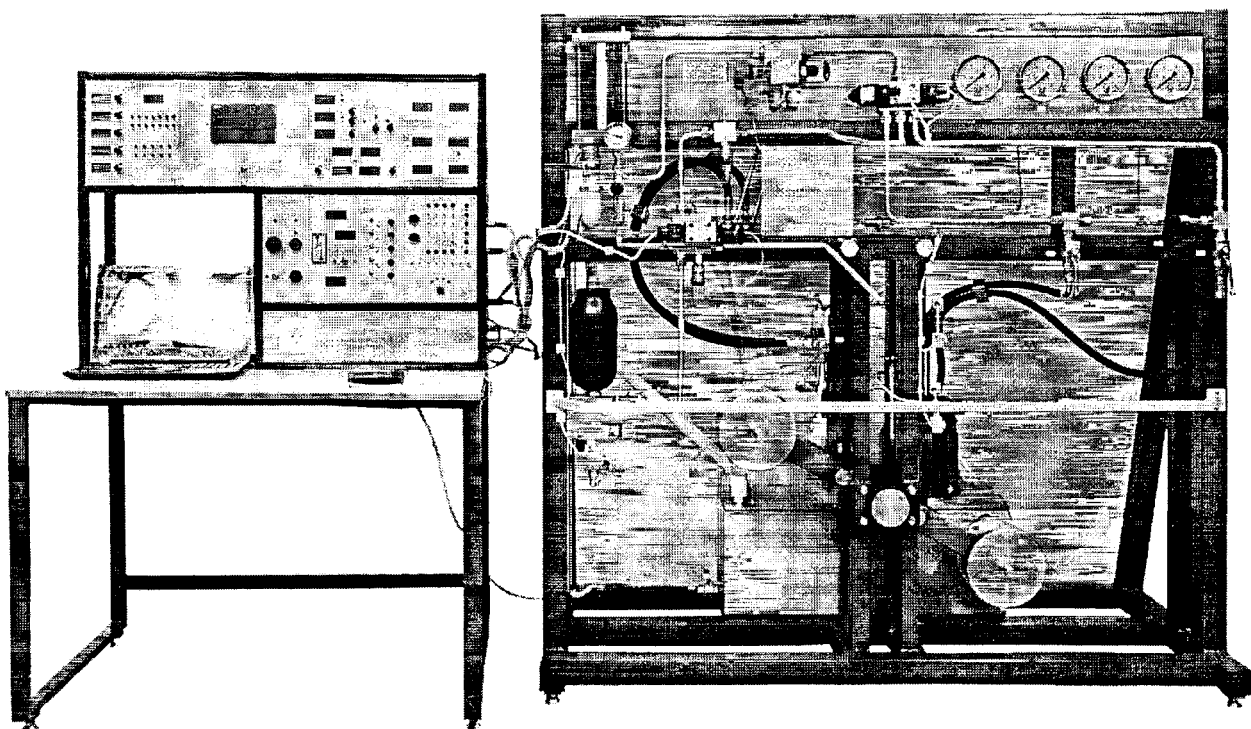


Рисунок 1 - Учебно-исследовательский комплекс СГУ-ЭГСП-ПЛК-
ЦПУ- 21ЛР

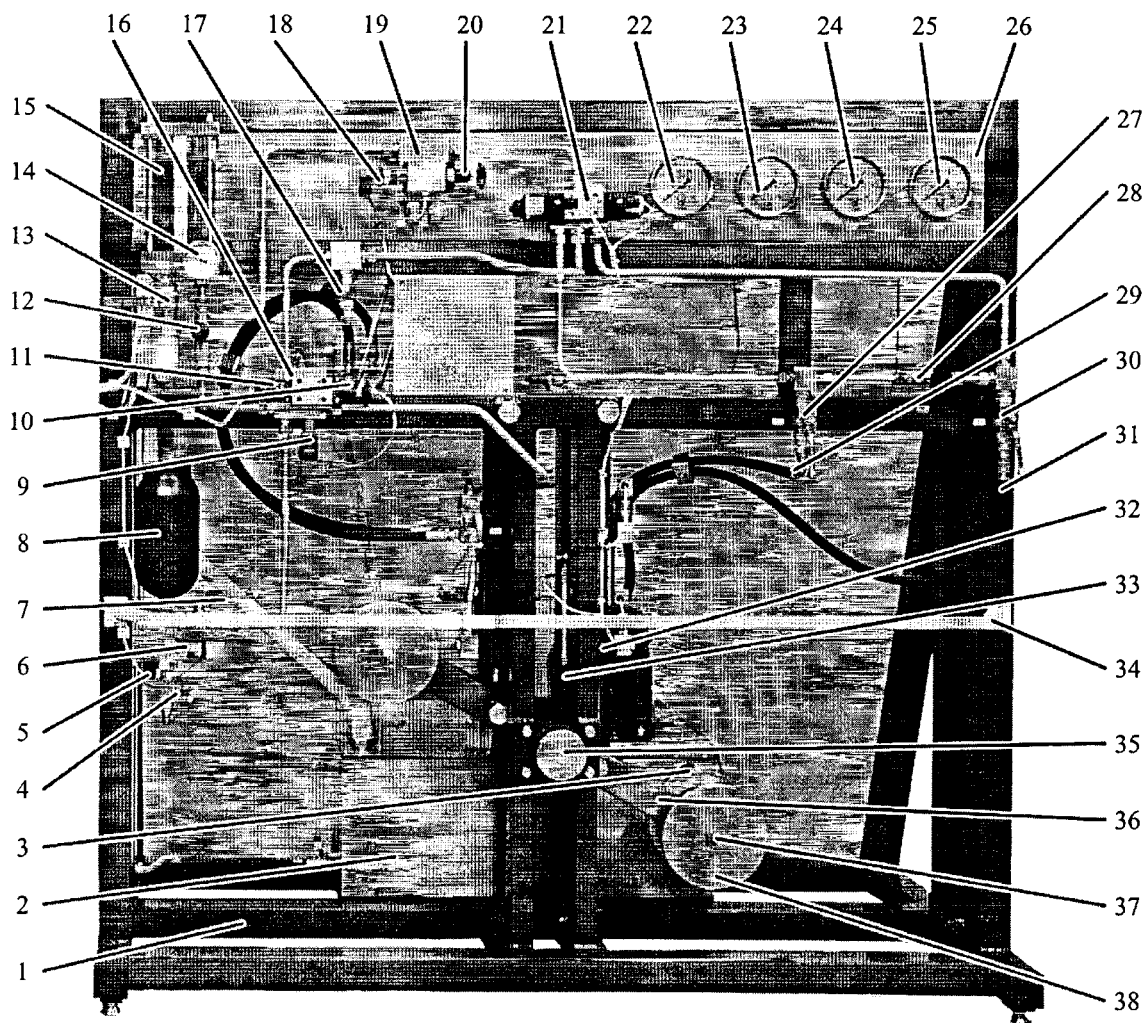


Рисунок 2 - Стенд СГУ-ЭГСП-ПЛК-ЦПУ-21ЛР «Электрогидравлический следящий привод с цифровым программным управлением». Силовая часть
Вид спереди.

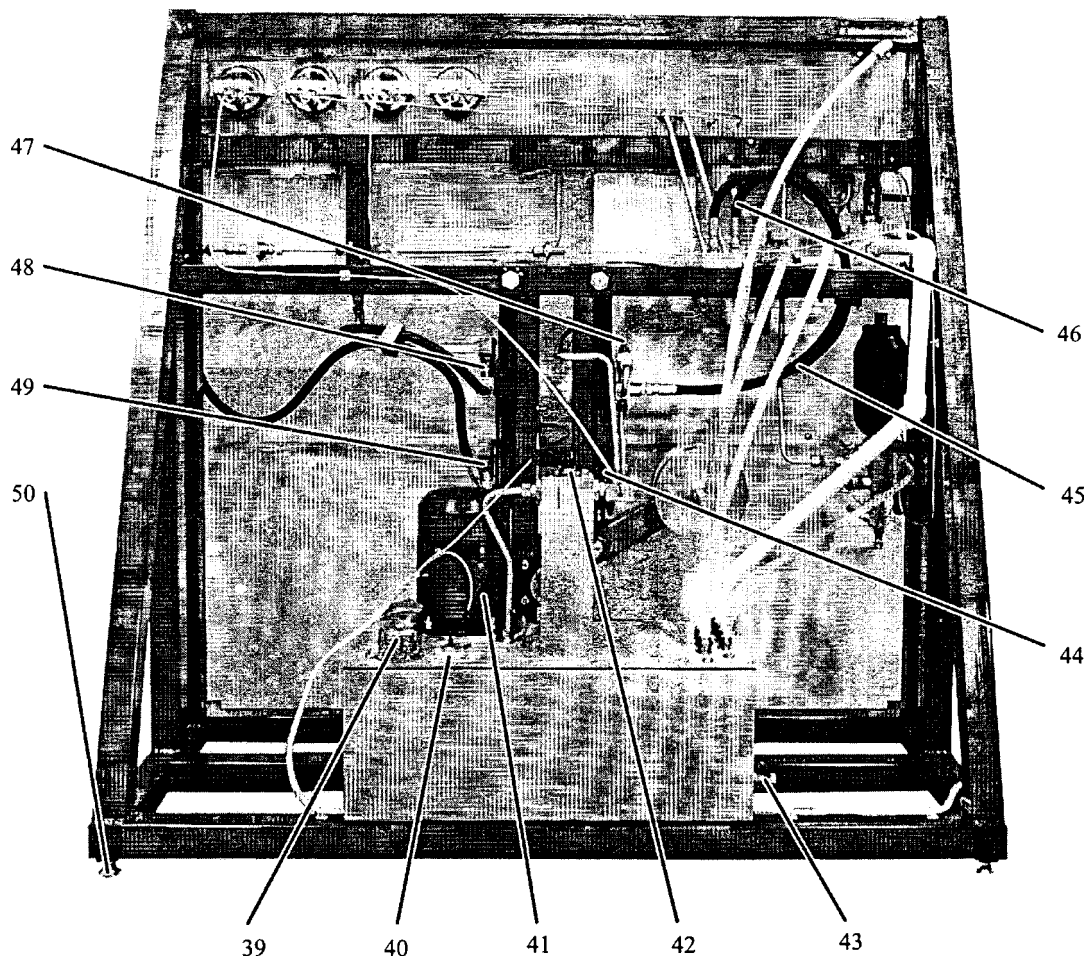


Рисунок 3 - Стенд СГУ-ЭГСП-ПЛК-ЦПУ-21ЛР «Электрогидравлический следящий привод с цифровым программным управлением». Силовая часть.
Вид сзади.

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; [2]

Конструкция управляющей части стенда показана на рисунке 4.

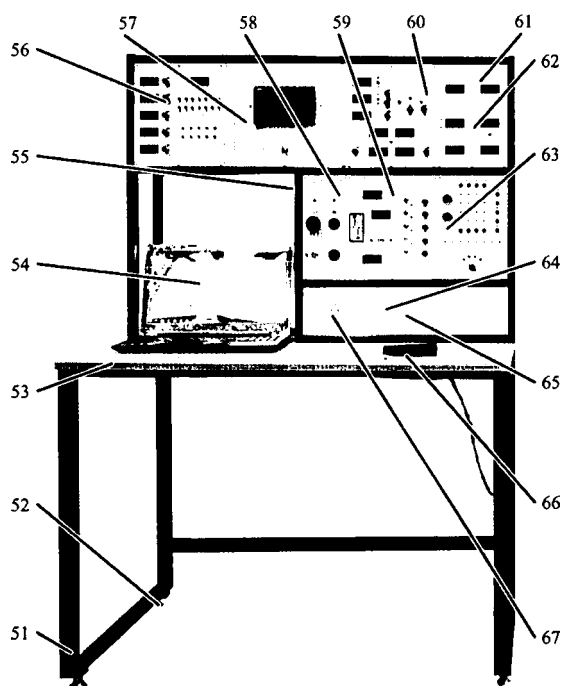


Рисунок 4 - Стенд СГУ-ЭГСП-ПЖ-ЦПУ-21ЛР «Электрогидравлический следящий привод с цифровым программным управлением». Управляющая часть.

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 1.1.1.

1.1.1 Описание панелей

Виды панелей электронных блоков управления позиции приведены на рисунках 5-7.

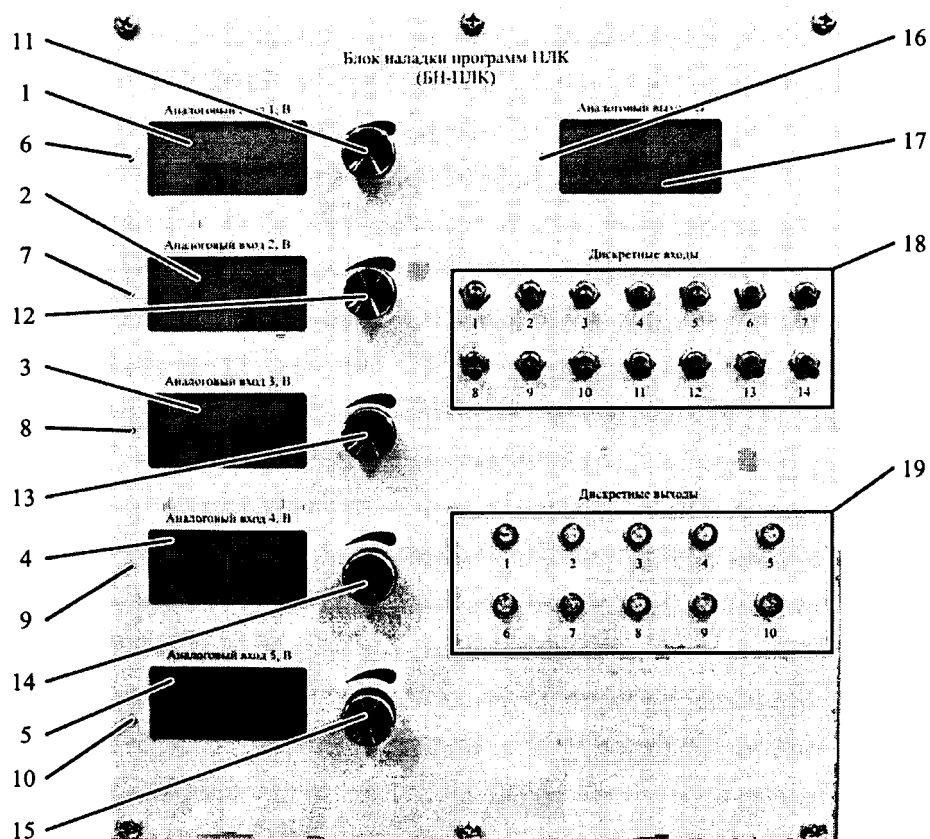


Рисунок 5 - Вид панели блока наладки программ ПЛК (БН-ПЛК)

На панели блока наладки программ ПЛК расположены:

- табло 1-5, отображающие величину напряжения аналоговых входов контроллера с 1-ого по 5-ый соответственно;
- светодиоды 6-10, загорающиеся, когда величина напряжения на табло справа от светодиода отрицательна (т.е. горящий светодиод представляет собой знак «-»);
- потенциометры 11-15, посредством которых задается входное напряжение, индицируемое табло слева и поступающее на соответствующий аналоговый вход контроллера;
- светодиод 16, индицирующий знак «-» величины напряжения на аналоговом выходе с контроллера; величина напряжения отображается на табло 17;
- блок тумблеров 18 (14 шт), переключение которых в положение «вверх» соответствует подаче сигнала на соответствующие дискретные входы контроллера при работе в режиме отладки программ (см. табл. 1.);

- блок светодиодов 19 (10 шт.), индицирующих наличие сигнала на соответствующем дискретном выходе контроллера (см. табл. 1.).

Соответствие используемых при проведении лабораторных работ дискретных и аналоговых входов/выходов контроллера адресам, используемым в программе, и физическим элементам конструкции стенда (датчикам и управляемым объектам), приведено в таблице 1.

Таблица 1- Дискретные и аналоговые входы/выходы контроллера

Адрес в программе	Канал контроллера	Режим управления гидроприводом	Режим наладки программы
IW64	AI (a.0)	Давление на выходе насосной станции (ДДЗ)	Потенциометр 1 (п.11, рис.1.2.1)
IW66	AI (a. 1)	Давление на выходе аккумуляторной станции (ДД4)	
IW96	AI (0)	Перемещение ГЦ	Потенциометр 2 (п.12, рис.1.2.1)
IW98	AI (1)	Сигнал с ЦАП-АЦП L-CARD	Потенциометр 3 (п.13, рис.1.2.1)
IW100	AI (2)	Давление в поршневой полости ГЦ(ДД1)	Потенциометр 4 (п.14, рис. 1.2.1)
IW102	AI (3)	Давление в штоковой полости ГЦ (ДД2)	Потенциометр 5 (п.15, рис.1.2.1)
QW 96	AQ (0)	Управляющий сигнал $U_{упр}$, поступающий на БКУ	Табло 17, рис. 1.2.1
10.0	DI (a.0)	Клемма 1	Тумблер 1
10.1	DI (a.1)	Клемма 2	Тумблер 2
10.2	DI (a.2)	Клемма 3	Тумблер 3
10.3	DI (a.3)	Клемма 4	Тумблер 4
10.4	DI (a.4)	Клемма 5	Тумблер 5
10.5	DI (a.5)	Клемма 6	Тумблер 6
10.6	DI (a.6)	Клемма 7	Тумблер 7
10.7	DI (a.7)	Клемма 8	Тумблер 8
11.0	DI (Б.0)	.	Тумблер 9
11.1	DI (Б.1)	.	Тумблер 10
11.2	DI (Б.2)	.	Тумблер 11
11.3	DI (Б.3)	.	Тумблер 12
11.4	DI (Б.4)	.	Тумблер 13
11.5	DI (Б.5)	.	Тумблер 14
Q0.0	DQ (a.0)	Распределитель нагрузки	Светодиод 1
Q0.1	DQ (a.1)	Реле БУПА 1 (поз. 17, рис.2.12.3)	Светодиод 2
Q0.2	DQ (a.2)	Реле БУПА 2 (поз. 18, рис.2.12.3)	Светодиод 3
Q0.3	DQ (a.3)	Реле БУПА 3 (поз. 19, рис.2.12.3)	Светодиод 4
Q0.4	DQ (a.4)	Реле БУПА 4 (поз.20, рис.2.12.3)	Светодиод 5
Q0.5	DQ (a.5)	Реле БУПА 5 (поз.21, рис.2.12.3)	Светодиод 6
Q0.6	DQ (a.6)	.	Светодиод 7
Q0.7	DQ (a.7)	.	Светодиод 8
Q1.0	DQ (Б.0)	.	Светодиод 9
Q1.1	DQ(b.1)	.	Светодиод 10

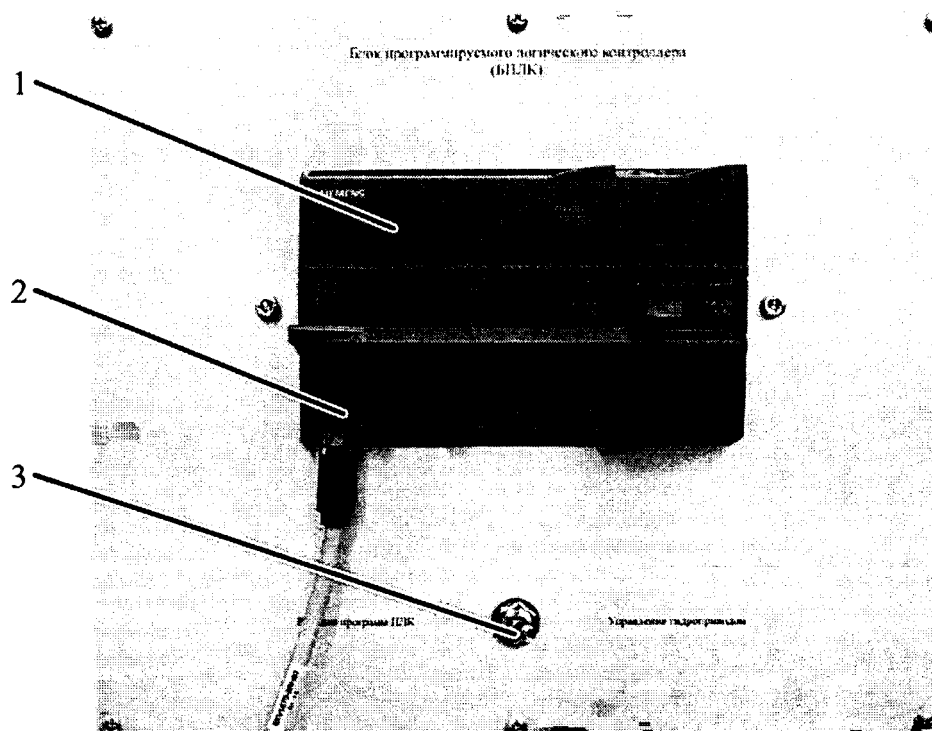


Рисунок 6 - Вид панели блока программируемого логического контроллера (БПЛК)

На панели блока программируемого логического контроллера (БПЛК) расположены:

- программируемый логический контроллер 1 Siemens Simatic S7-1200 с разъемом 2 для подключения к ПК посредством Ethernet-кабеля;
- тумблер 3 выбора режима работы контроллера.

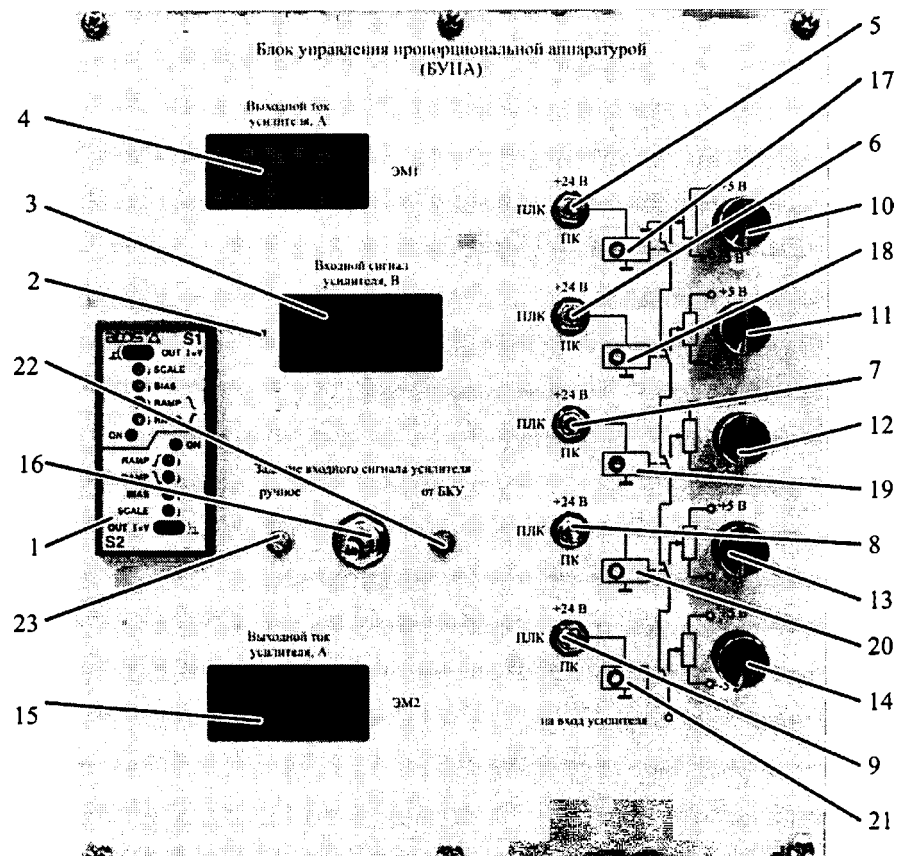


Рисунок 7 - Внешний вид панели блока управления пропорциональной аппаратурой (БУПА)

На панели блока управления пропорциональной аппаратурой (БУПА) расположены:

- электронный усилитель 1 пропорциональной гидроаппаратуры;
- светодиод 2, свечение которого обозначает, что величина входного сигнала усилителя отрицательна;
- табло 3 величины входного сигнала;
- табло 4 величины выходного тока $I_{ЭМ1}$ для канала S1 усилителя 1 (электромагнит ЭМ1);

трехпозиционные тумблеры 5... 9 управления реле 18... 21 соответственно для выбора источника входного сигнала на усилитель (выбор осуществляется между ручным управлением при помощи задания входного сигнала посредством настройки потенциометрами 10... 14 в режиме «+24 В»;

управлением от ПЛК (адреса выходов для программирования контроллера Q0.1...Q0.5 соответственно); управлением от ПК); [3]

- табло 15 величины выходного тока $I_{ЭМ2}$ для канала S2 усилителя 1;
- тумблер 16 переключения способа управления усилителем 1;
- светодиоды 22 и 23, загорающиеся при управлении пропорциональной аппаратурой блоком компьютерного управления или в ручном режиме.

1.2 Принципиально-гидравлическая схема лабораторного стенда «Гидропривод»

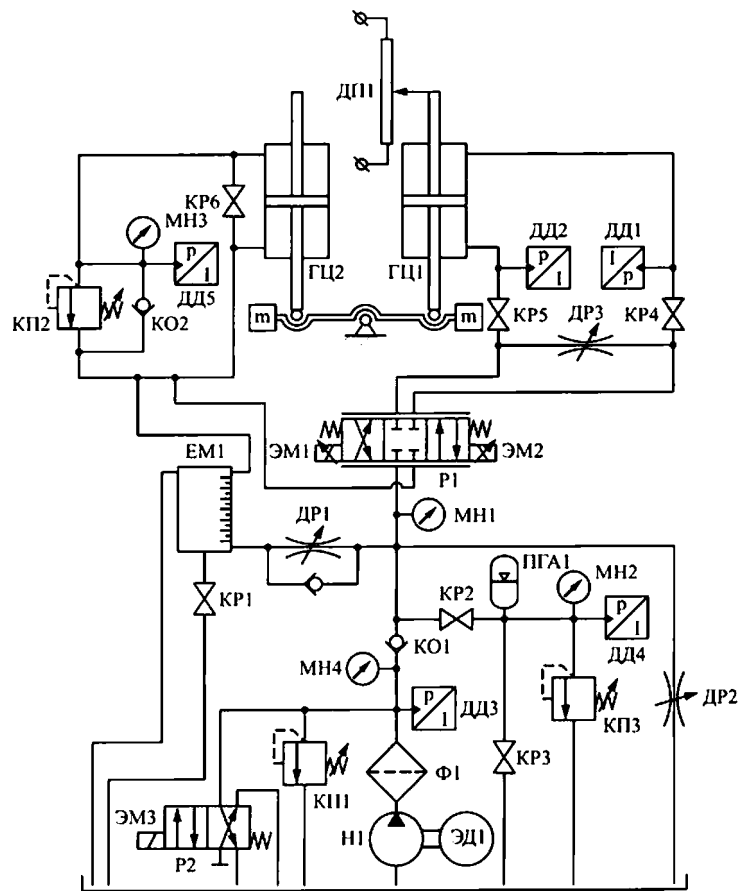


Рисунок 8 - Принципиально-гидравлическая схема силовой части стенда

КР1, КР2, КР3, КР4, КР5, КР6- кран;

ДР1, ДР2, ДР3- дроссель;

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

МН1, МН2, МН3, МН4- манометр;

ЭМ1- 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

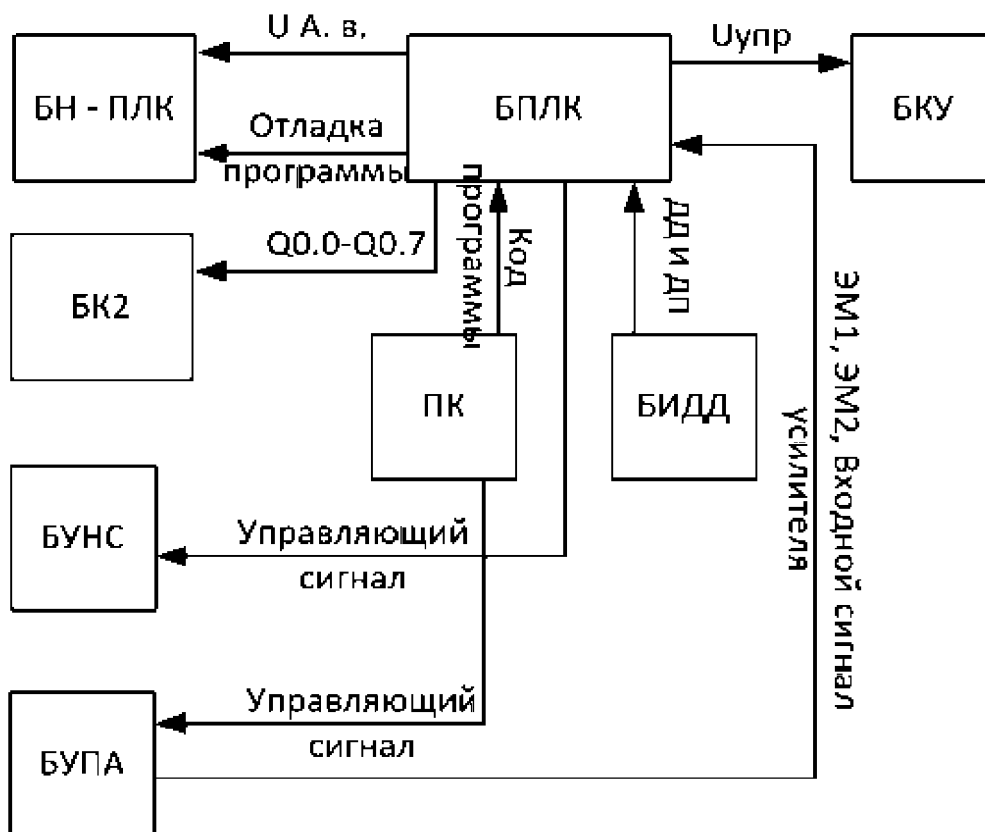


Рисунок 9 - Структурная схема

БН – ПЛК- блок наладки программ;

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

БУНС – блок управления насосной станцией;

БУПА – блок управления пропорциональной аппаратуры;

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;

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

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

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 БН-ПЛК

Для подключения контроллера используется источник постоянного тока с напряжением равным 24 Вольта.

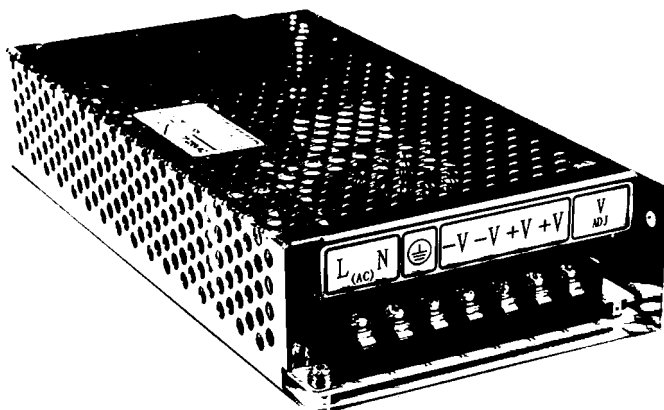


Рисунок 10 - БП на 24 В

Дискретные выходы контроллера предназначены для включения или выключения сигнала, к ним можно отнести светодиоды тумблеров дискретных входов.

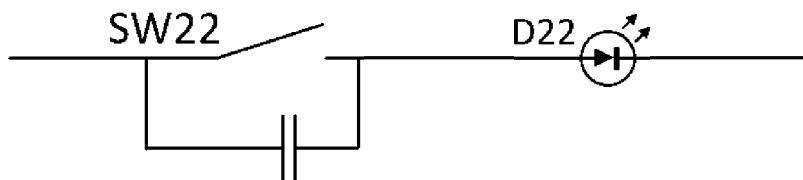


Рисунок 11 - Пример подключения тумблера к светодиоду через контроллер

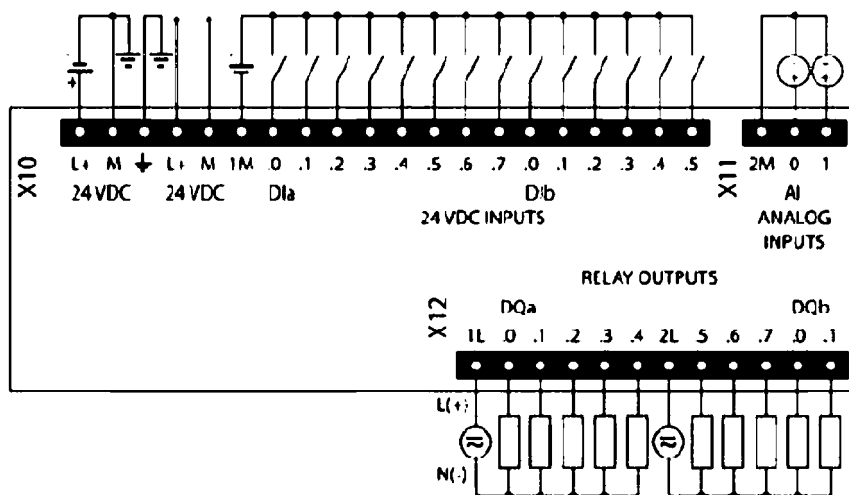


Рисунок 12 - Схема подключения цепей контроллера

В ходе составления недостающих материалов, в схеме так было выявлено восемь реле фирмы Finder. Реле универсальное показано на рисунке 13.



Рисунок 13 - Реле 7-10 А, 4 перекидных контакта

Реле предназначено замыкать или размыкать электрическую цепь по определенному сигналу. Реле используют, во-первых, для того, чтобы можно было управлять мощными потребителями электричества при помощи слабых элементов управления. Во-вторых, реле дает возможность включать несколько потребителей одной кнопкой.

В нашей схеме реле является управляющим элементом в системе станда, такие как управление при помощи тумблеров, которое получают сигнал от ПЛК.

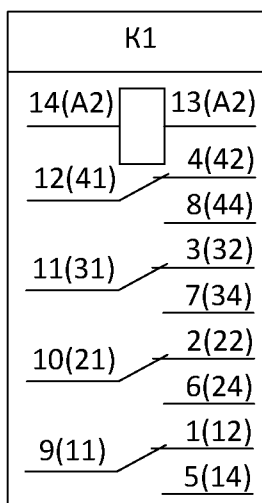


Рисунок 14 - Реле К1 изображенной на схеме

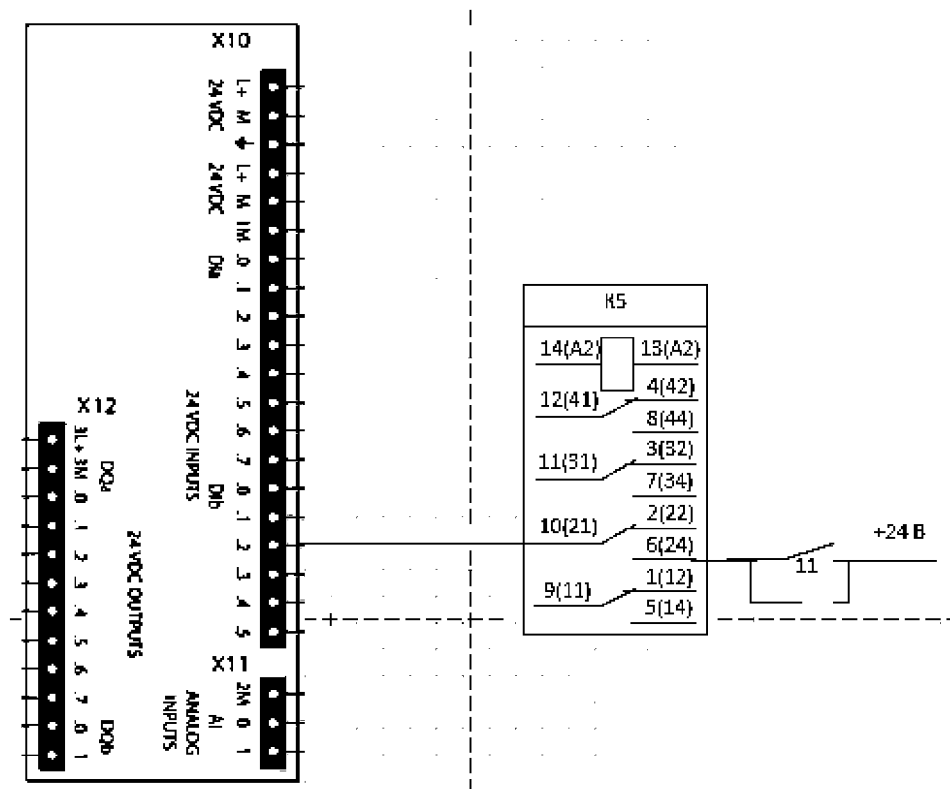


Рисунок 15 - Схема подключения реле через контроллер на тумблер 11

Конденсаторы, которые подключены параллельно являются защитой от помех или искрогашения контактов, которые расположены рядом с переключателями.

Для того чтобы проверить правильность работы дискретного входа в стенде предусмотрены светодиоды, которые отвечают за работу тумблера, который находится в включенном состоянии (замыкание контакта). Смотрите рисунок 20.

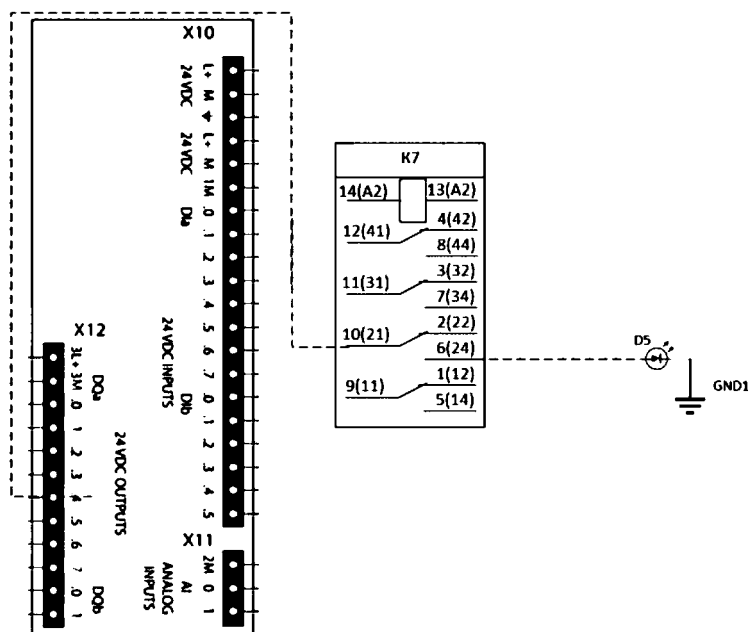


Рисунок 16 - Схема подключения светодиода через реле

Так же реле участвует в ходе подачи сигнала на аналоговые входы экранов в блоке наладки программ (БН- ПЛК). Смотрите рисунок 17.

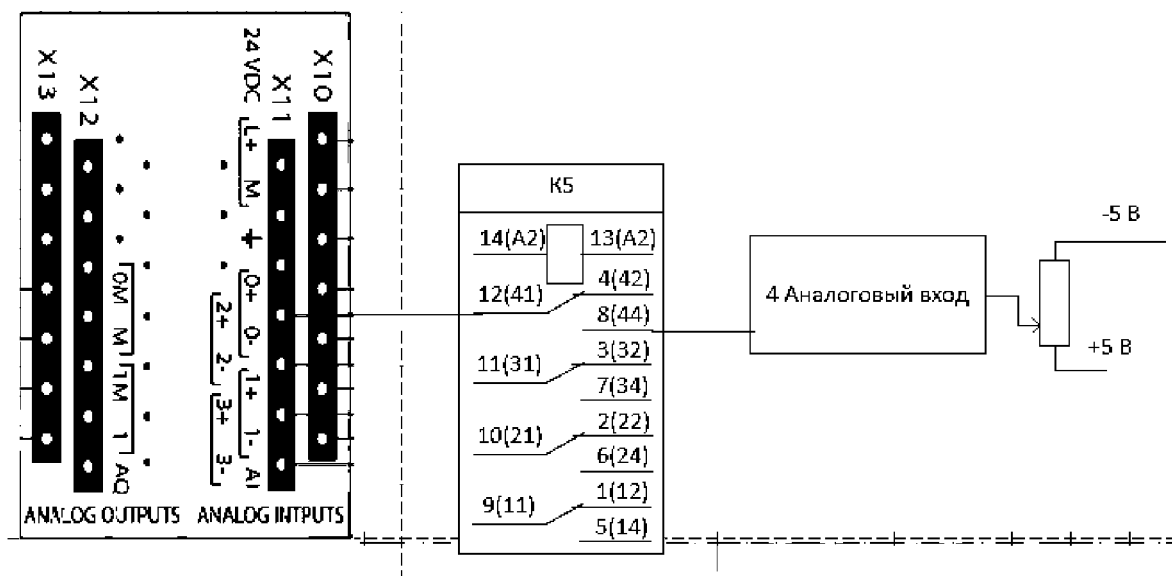


Рисунок 17 - Схема соединения аналогового входа через реле

Полная схема блока наладки программ представлена на рисунке 18.

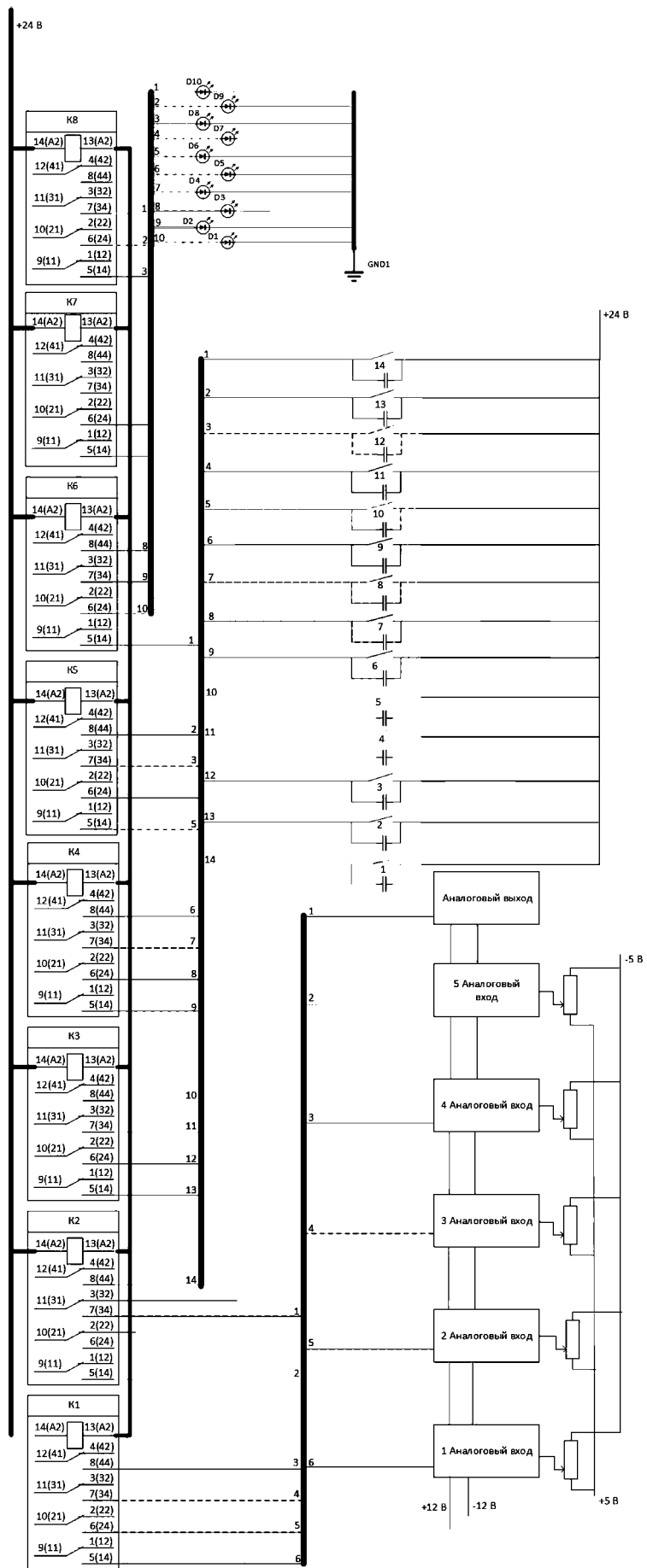


Рисунок 18 - Схема соединения блока БН-ПЛК

3. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ ОБ ИЗДЕЛИЯХ

3.1 Деформационный датчик давления мембранного типа

В датчиках давления рассматриваемого типа измеряемое давление преобразуется в аналоговый электрический сигнал. Преобразование величин осуществляется посредством измерения деформации упругого элемента (напр. мембраны) тензорезисторами, приклеенными к поверхности мембраны. Конструкция деформационного датчика давления представлена на рисунке 19.

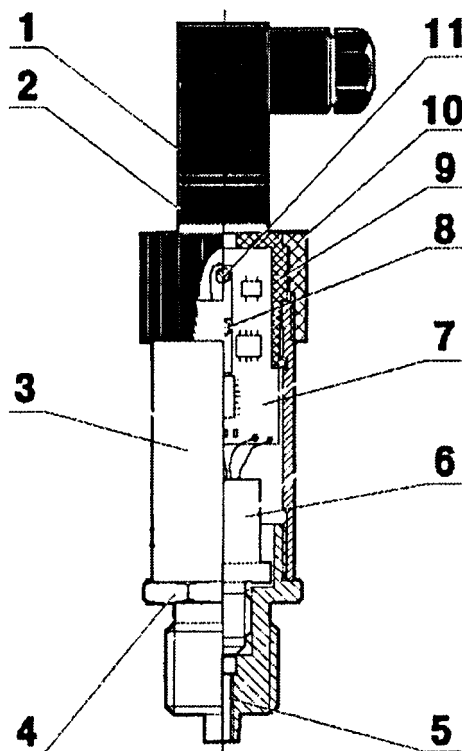


Рисунок 19 – Деформационный датчик давления мембранного типа

Преобразователь выполнен в цилиндрическом корпусе 3, в нижней части которого расположен штуцер 4, предназначенный для присоединения к линии измеряемого давления. В верхней части корпуса расположен обойма 9, которая крепится в корпусе с помощью специальных защелок, позволяющих ей вращаться вокруг своей оси (относительно корпуса 3). Для фиксации положения обоймы относительно корпуса служит крышка 10, которая навинчивается на наружную резьбу верхней части корпуса 3. На обойме установлена приборная часть 2 электрического соединителя типа DIN 43650C. В кабельной части 1 соединителя производится подсоединение проводов внешних электрических

цепей с помощью винтовых зажимов (клемм) без применения пайки.

Во входном отверстии 5 приемной полости штуцера преобразователя предусмотрена резьба для установки гидравлического дросселя, предназначенного для предотвращения повреждения мембраны чувствительного элемента преобразователя в случае возникновения гидроудара [4].

В штуцере преобразователя размещен чувствительный элемент 6. В качестве чувствительного элемента применен тензопреобразователь, на котором размещена тензочувствительная полупроводниковая схема из четырех тензорезисторов, соединенных в мост Уитсона (рис. 20).

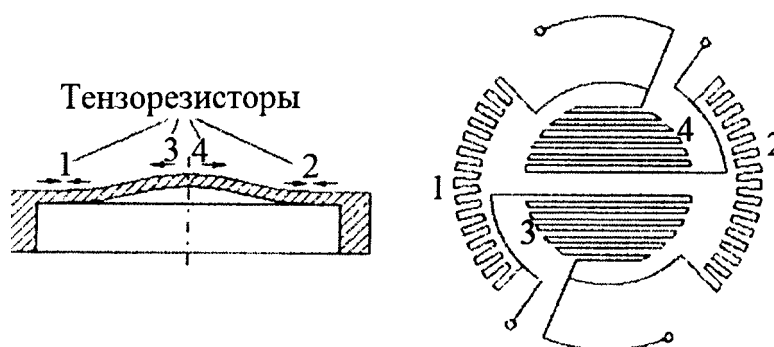


Рисунок 20 – Расположение тензорезисторов на деформируемой поверхности

Под действием давления измеряемой среды мембрана чувствительного элемента прогибается. Тензорезисторы, деформируясь, изменяют свое сопротивление. В результате происходит разбаланс моста пропорционально измеряемому давлению. Разбаланс в виде электрического сигнала преобразуется электронным блоком, расположенным в корпусе преобразователя, в выходной унифицированный сигнал постоянного тока 4...20 мА. В применяемом тензопреобразователе имеется термокомпенсация, что обеспечивает относительно высокую температурную стабильность его характеристик.

В обойме 9 преобразователя имеется специальное окно для доступа к подстроечному резистору корректора нуля. Корректор нуля предназначен для подстройки выходного сигнала преобразователя при давлении, равном атмосферному.

Для подстройки выходного сигнала преобразователя при верхнем предельном значении измеряемого давления предназначен подстроечный резистор 8 корректора диапазона.

К преобразователю давления присоединяется вторичный электронный прибор, измеряющий сигнал с преобразователя и переводящий его в значение давления. [4]

3.2 Устройство распределителя с пропорциональным управлением

Устройство распределителя с пропорциональным управлением приведено на рисунке 21.

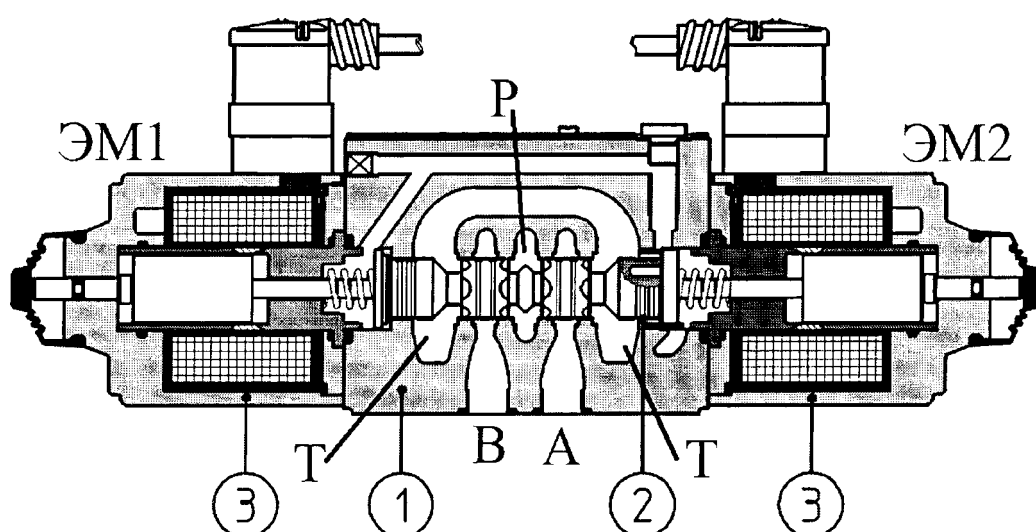


Рисунок 21- Устройство распределителя с пропорциональным управлением: 1 - корпус, 2 - золотник; 3 - пропорциональные магниты: ЭМ1, управляемый каналом S1 усилителя, ЭМ2, управляемый каналом S2 усилителя

Конструктивно распределитель с пропорциональным управлением отличается от дискретных распределителей наличием пропорциональных магнитов, меньшими величинами зазоров между втулкой и золотником, острыми кромками плунжеров золотника с проточками, задающими закон нарастания расхода при изменении координаты золотника, а также величиной положительного перекрытия дросселирующей щели плунжерами золотника (зоной нечувствительности), лежащей в строго определенном поле допуска.

В отличие от магнитов дискретных распределителей, имеющих гиперболическую функцию зависимости усилия, развиваемого якорем магнита, от его перемещения, усилие, генерируемое пропорциональными магнитами, стабильно в достаточно широком диапазоне перемещений (порядка 2...4,5 мм). Нарастание усилия от силы тока при фиксированном положении также линейно, что обеспечивает их широкую применяемость. Гистерезис, как правило, составляет не более 3-4%.

Паспортными характеристиками пропорционального распределителя является семейство зависимостей $Q(I)$ при фиксированном перепаде давления (как правило, 1 или 3 МПа) на паре дросселирующих щелей. Так, при подаче управляющего сигнала на электромагнит ЭМ1 (см. рис. 25), золотник начнет перемещаться вправо, сжимая центрирующую пружину и соединяя проточки полостей нагнетания Р и канала А. Одновременно с этим происходит соединение линий В и Т. В идеале ширина каждой из приоткрываемых дросселирующих щелей Р-А и В-Т (или Р-В и А-Т) должна быть одинаковой, что, однако, трудноосуществимо с точки зрения производства и контроля прецизионно обрабатываемых деталей, таких как золотники и втулки золотников. Для снижения стоимости производства гидроаппаратуры с пропорциональным управлением предусматривают большие допуски и величины перекрытий, нежели при производстве дорогостоящих сервоклапанов.

В зависимости от величины входного сигнала золотник будет перемещаться на некоторое расстояние, преодолевая зону нечувствительности и открывая пару дросселирующих щелей определенной проводимости. За счет осуществления схемы дросселирования жидкости и на сливе, и на нагнетании, происходит одновременное повышение давления в одной из полостей гидродвигателя и падение давления в другой полости, что при превышении величины сил трения побуждает движение исполнительного механизма.

При течении части расхода через гидродвигатель падает давление на выходе насосной станции, предохранительный (переливной) клапан частично прикрывается, пропуская на слив меньшее количество жидкости.

При дальнейшем увеличении входного сигнала на пропорциональный распределитель происходит увеличение проводимостей пары дросселирующих щелей, увеличение доли расхода через пропорциональный распределитель и гидродвигатель и уменьшение расхода через предохранительный клапан на слив [4].

Номинальные размеры распределителей стандартизованы, поэтому с целью обеспечения лучших динамических характеристик привода распределители выбираются переразмеренными по расходу (то есть рассчитанными на больший максимальный расход). Поэтому при некотором значении входного сигнала и определенном перепаде давления на распределителе произойдет полное закрытие предохранительного (переливного) клапана насосной станции и весь расход от насоса будет поступать в гидродвигатель. Таким образом, дальнейшее увеличение управляющего сигнала повлечет за собой увеличение открытия распределителя, однако существенного повышения расхода уже не произойдет (некоторое малое увеличение расхода может быть обусловлено снижением давления на выходе насоса и уменьшением доли внутренних протечек, обусловленных объемным КПД).

4 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.

5 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. Так же были варианты: создание 3d модели в программе SOLIDWORKS и управление модели при помощи программы CoDeSys.

Визуализация гидравлической системы в Trace Mode представлена в приложении Д.

5.1 Simscape и Simulink

Simulink – среда динамического междисциплинарного моделирования сложных технических систем и основной инструмент для модельно-ориентированного проектирования. Его основным интерфейсом является графический инструмент для построения диаграмм и настраиваемый набор библиотек блоков. Он предлагает тесную интеграцию с остальной средой MATLAB и может либо использовать MATLAB, либо создавать сценарии из него. Simulink широко используется в автоматическом управлении и цифровой обработке сигналов для многодоменного моделирования и проектирования на основе моделей.

В сочетании с другими своими продуктами Simulink может автоматически генерировать исходный код на языке C для реализации систем в режиме реального времени. Поскольку эффективность и гибкость кода улучшаются, он становится все более широко распространенным для производственных систем, в дополнение к тому, что является инструментом для разработки встроенных систем из-за его гибкости и способности к быстрой итерации, Встроенный кодер создает код, достаточно эффективный для использования во встроенных системах.

Simulink предназначен для моделирования и симуляций на системном уровне, что позволяет проводить всестороннее исследование разрабатываемой системы в единой среде проектирования.

Моделирование и симуляции позволяют провести проверку поведения системы в критических условиях или аварийных сценариях. Тем самым происходит снижение затрат на дорогостоящие физические прототипы. Проверка системы осуществляется с помощью полунатурного моделирования и быстрого прототипирования.

Модели Simulink поддерживают автоматическую генерацию кода промышленного качества на языках C, C++ и HDL. Результаты работы сгенерированного кода и модели идентичны. Следующим шагом является развертывание кода на целевом вычислителе или FPGA/ASIC.

Simscare предназначен для создания моделей физических систем в среде Simulink. Моделируются такие системы, как электродвигатели, мостовые выпрямители, гидроприводы и системы охлаждения. Дополнительные продукты Simscare предоставляют более сложные компоненты и инструменты анализа.

Simscare помогает разрабатывать системы управления и тестировать производительность на уровне системы. Доступно создание собственных моделей компонентов на языке Simscare, основанном на MATLAB. Язык Simscare позволяет создавать текстовые компоненты, домены и библиотеки для физического моделирования. Модели параметризуются при помощи переменных и выражений MATLAB. Системы управления для физической системы разрабатываются в Simulink. Simscare поддерживает генерацию C-кода для запуска физических моделей на машинах реального времени и проведения HiL-тестирования [14].

Ключевые особенности:

- 1) Единая среда для моделирования междисциплинарных физических систем с алгоритмами управления в Simulink;

2) Блоки физического моделирования, охватывающие более 10 физических областей, включая механику, электронику, гидравлику и двухфазные жидкости;

3) Язык Simscape, основанный на MATLAB, позволяющий создавать текстовые компоненты, домены и библиотеки физического моделирования;

4) Сокращение символьных уравнений и технология решения для систем дифференциальных алгебраических уравнений (DAE), включая обработку событий;

5) Специализированные решатели для моделирования в реальном времени и HIL-тестирования;

6) Физические единицы измерений для параметров и переменных и автоматическая обработка их преобразований;

7) Возможность симуляций моделей, в которых используются блоки из дополнительных продуктов Simscape, без покупки этих продуктов;

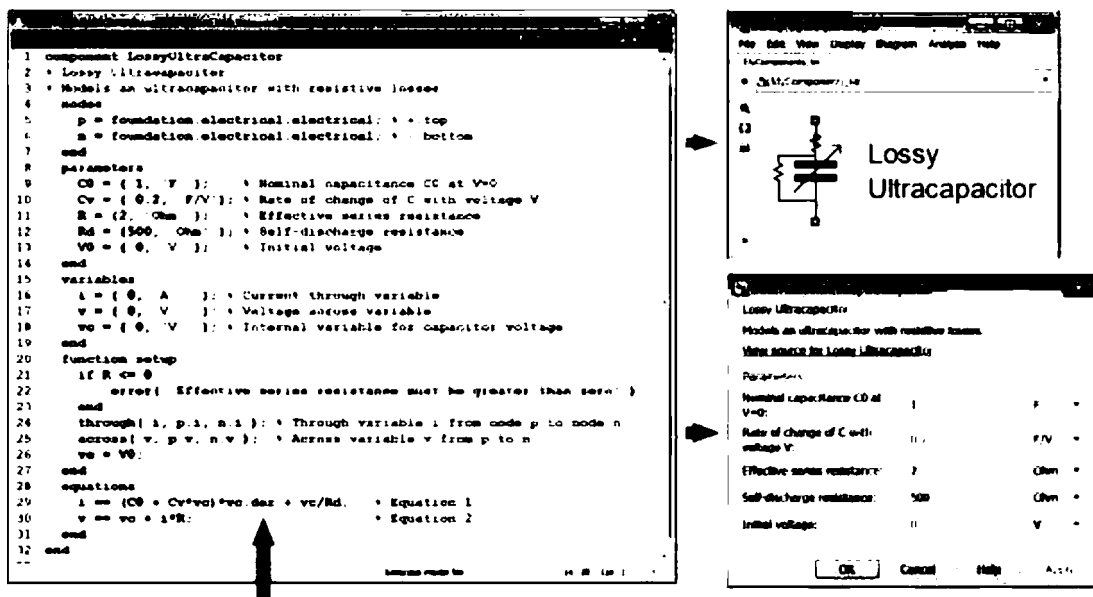
8) Поддержка генерации C-кода (с Simulink Coder) [14].

5.1.1 Язык Simscape

Язык Simscape позволяет вам добавлять новые физические домены и создавать ваши собственные компоненты и библиотеки для физического моделирования. Он основан на языке программирования MATLAB, который хорошо известен инженерам. Используя этот объектно-ориентированный язык, вы можете создавать собственные компоненты, определять их параметры и физические соединения, а также задавать их дифференциальные уравнения для акаузального моделирования. Вы также можете использовать MATLAB для анализа значений параметров, осуществления предварительных расчетов и инициализации системных переменных. Блоки Simulink с соответствующими диалоговыми окнами для компонентов создаются автоматически из файлов Simscape.

Компоненты, которые вы создаете, могут повторно использовать определения физических доменов, предоставляемые вместе со Simscape, для того, чтобы ваши компоненты были совместимы со стандартными

компонентами Simscape. Но вы также можете добавлять ваши собственные физические домены. Вы можете автоматически создавать и управлять библиотеками Simulink, содержащими ваши компоненты и домены Simscape, что позволяет вам передавать модели внутри организации. Вы также можете генерировать С код из моделей Simulink, содержащих ваши собственные компоненты [13].



$$i = (C_0 + C_v v) \frac{dv}{dt} + \frac{v}{r_d}$$

Рисунок 22 – Использование языка Simscape для создания собственной модели суперконденсатора с потерями. Приведенное уравнение (снизу) реализовано на языке (слева). Блок Simulink (сверху справа) и его диалоговое окно (посередине) создаются автоматически из файла Simscape.

5.1.2 Передача моделей и использование режима редактирования в Simscape

Режим редактирования позволяет вам осуществлять физическое моделирование и симуляцию с использованием Simscape и его расширений: SimDriveline, SimElectronics, SimHydraulics, SimMechanics и SimPowerSystems. Вы можете открывать, симулировать, настраивать параметры и сохранять модели, содержащие блоки из этих расширений с

одной только лицензией Simscape, в том случае, если на вашем компьютере установлены эти расширения. Вы можете передавать ваши модели внутри организации без покупки дополнительных лицензий.

5.1.3 Конвертация моделей Simscape в C код

При помощи Simscape вы можете конвертировать ваши модели в C код, что позволяет вам использовать режим Accelerator в Simulink для сокращения времени симуляции. Вы также можете конвертировать модели Simscape в C код при помощи Simulink Coder™, что позволяет вам:

- Запускать модели в реальном времени и осуществлять HiL тестирование
- Интегрировать вашу модель с другими средами симуляции
- Компилировать вашу модель Simscape в виде отдельного приложения, что позволяет ускорять такие задачи, как, например, подбор параметров и симуляции Монте-Карло

Запуск ваших моделей в реальном времени позволяет проводить полунатурное моделирование вместо использования дорогих прототипов для тестирования вашей системы. Вы можете находить ошибки на более ранних стадиях разработки, уменьшая расходы и сокращая цикл разработки.

5.1.4 Интеграция с MATLAB и Simulink

Simscape предоставляет расширенные возможности для моделирования физических систем. Вы можете создавать модели ваших объектов управления, используя физические соединения и подключать их непосредственно к вашим алгоритмам управления, разработанным при помощи Simulink. Модели Simscape также могут быть подключены напрямую к другим специфичным инструментам физического моделирования MathWorks, позволяя вам моделировать сложные взаимодействия в физической системе, содержащей компоненты из разных инженерных областей.

Вы можете использовать MATLAB для параметризации вашей модели, автоматизации тестирования и

симуляции, анализа выходных данных и оптимизации эффективности системы. В результате, вы можете тестировать вашу систему в целом (многодисциплинарный физический объект управления и алгоритмы управления) в среде MATLAB и Simulink [13].

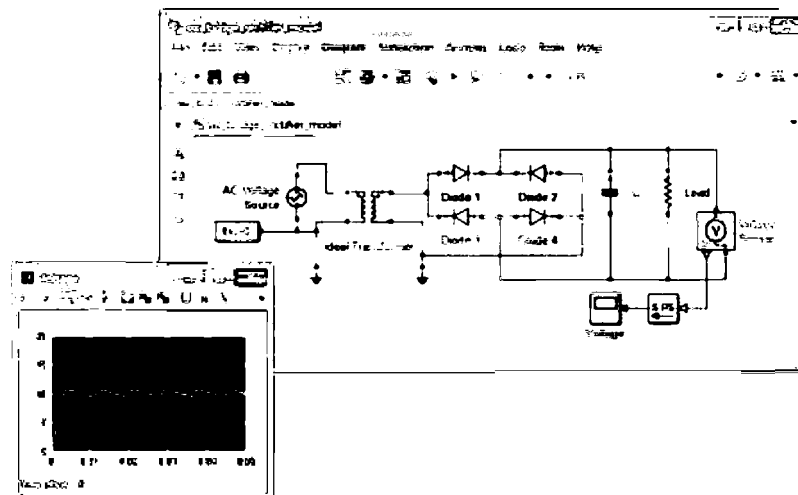


Рисунок 23 – Модель Simscape (сверху), представляющая двухполупериодный мостовой выпрямитель, который конвертирует 120 вольт AC в 12 вольт DC

Matlab, Simulink и Simscape используются во многих ведущих университетах. Преподаватели используют моделирование и симуляцию с 3D-визуализацией, чтобы продемонстрировать учащимся реальные примеры, демонстрирующие теорию. Используя симуляции, учащиеся могут создавать прототипы в виртуальной среде, что побуждает их опробовать новые разработки и исследовать все пространство параметров. Симуляции позволяют оптимизировать разработки в исследовательских проектах и студенческих конкурсах. Поскольку эти продукты также широко используются в таких отраслях, как автомобилестроение, аэрокосмическая промышленность и робототехника, выпускники, имеющие опыт работы с Matlab, Simulink и Simscape, пользуются спросом у работодателей [14].

5.2 Модель гидросистемы в Simulink/Simscape

Проектная модель гидросистемы с использованием простой механической нагрузки представлена на рисунке 24.

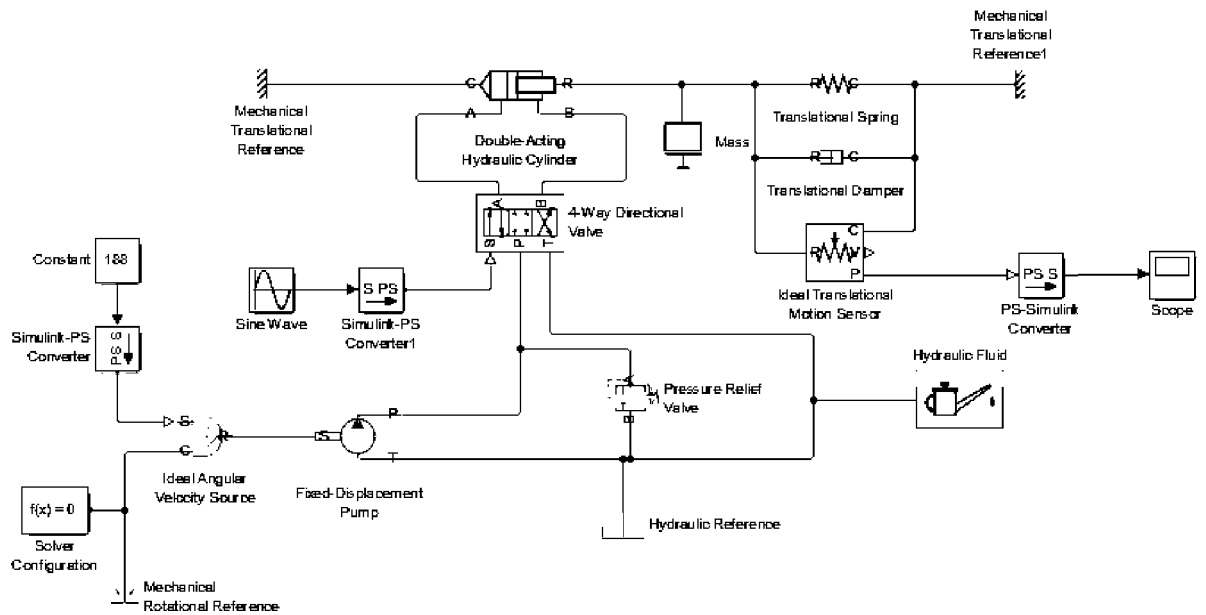


Рисунок 24 – Модель гидросистемы с использованием простой механической нагрузкой

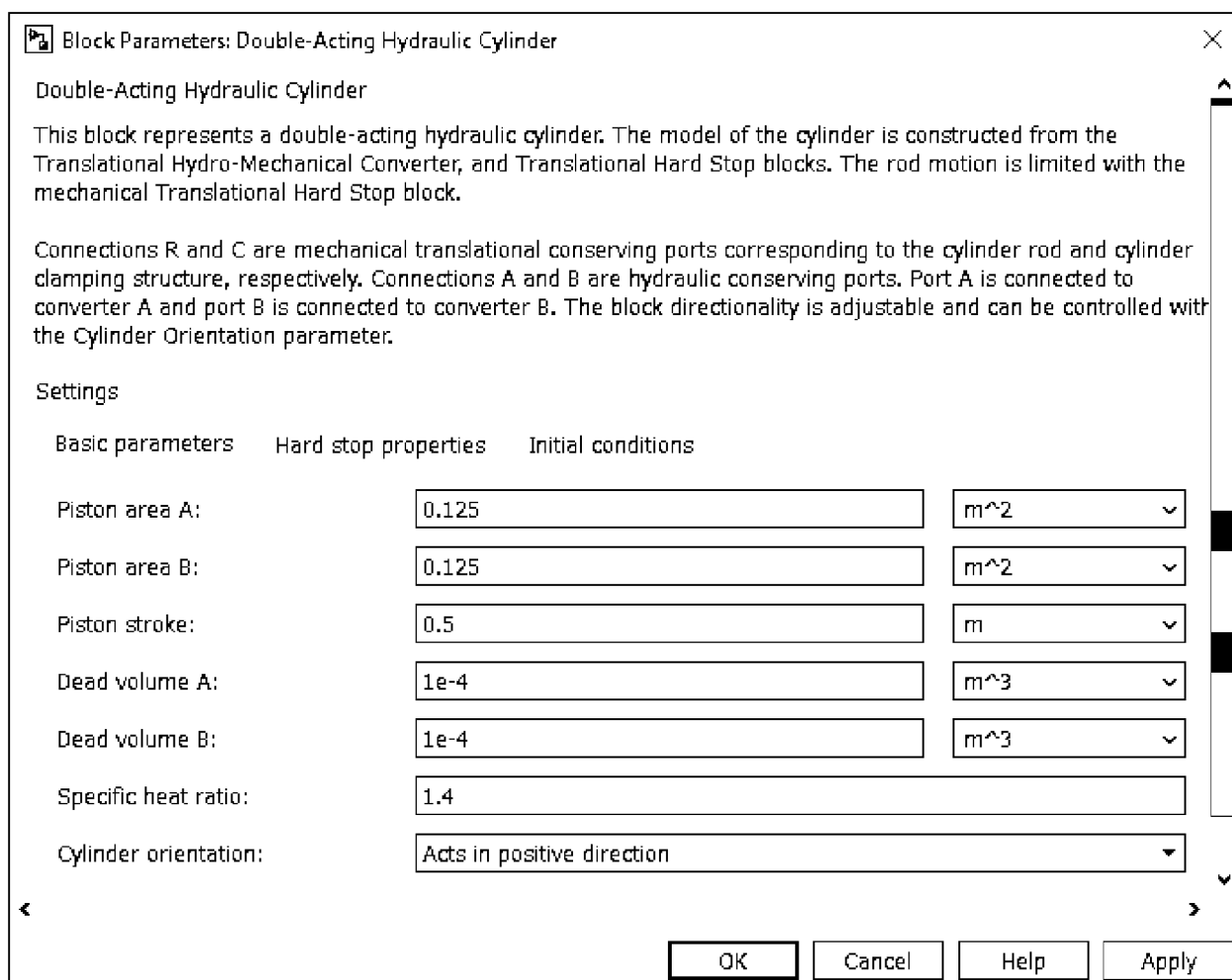


Рисунок 25 – Блок настройки гидроцилиндра

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 26 – 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"/>	

OK Cancel Help Apply

Рисунок 27 – 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 28 – Блок настройки насоса

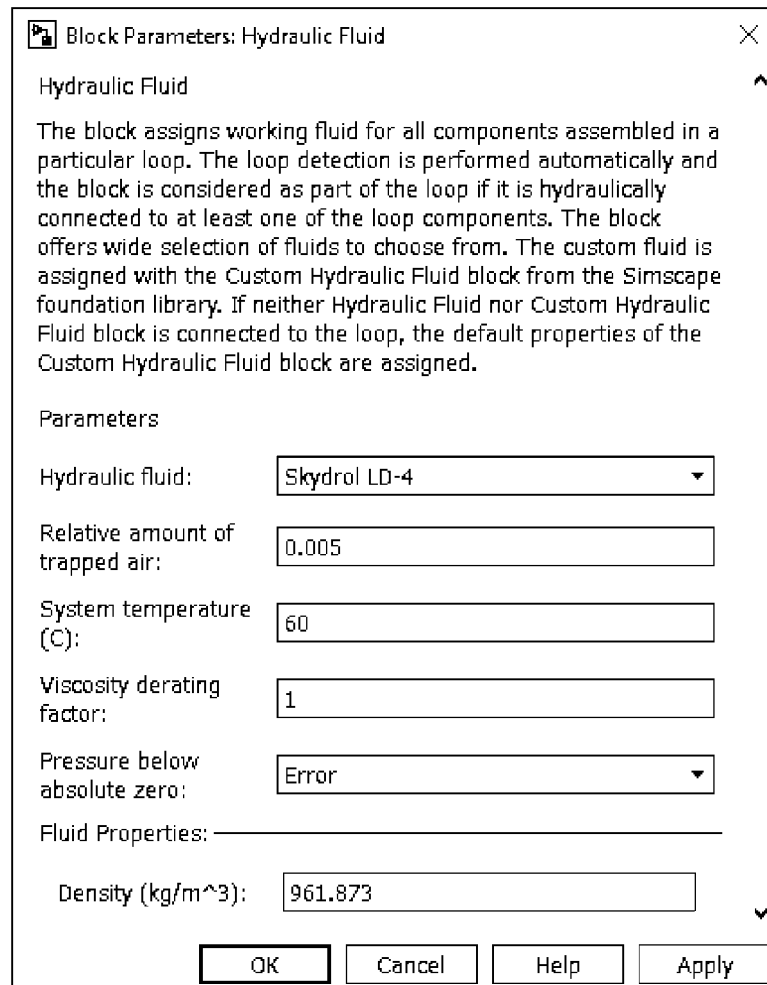


Рисунок 29 – Блок настройки подачи жидкости

Блок Sensor нужен для того чтобы знать о перемещении гидроцилиндра, значение которые будет показывать цилиндр должны отображаться в виртуальном осциллографе при помощи блока Scope, чтобы подавать на осциллограф значение его нужно преобразовать специальным сигналом симулинка, для этого используется блок PS-Simulink Converter. Модель соединений блоков с настройками показаны на рисунке 30 и 31.

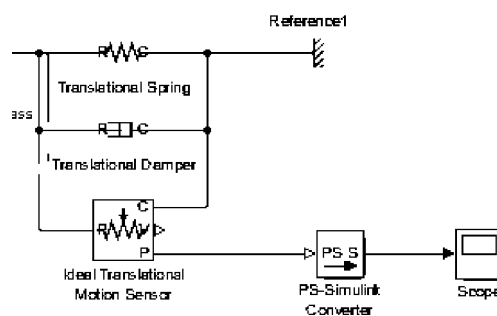


Рисунок 30 – Модель соединения с механической нагрузкой.

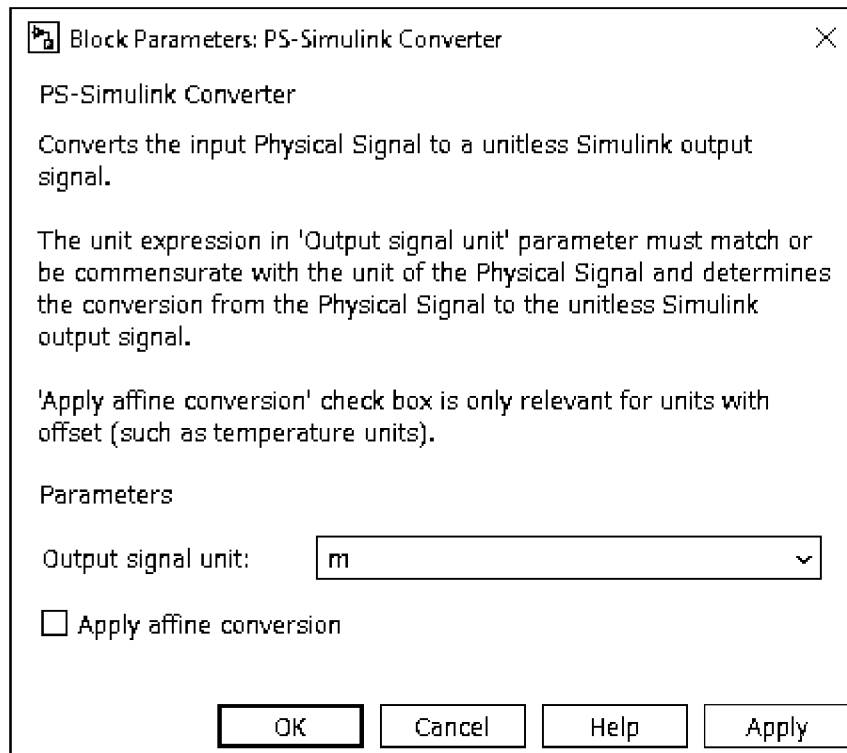
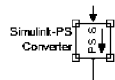


Рисунок 31 – Блок настройки преобразователя

Входное воздействие на систему задается при помощи блока идеального источника угловой скорости Ideal Angular Velocity Source, этот блок будет вращать вал с угловой заданной скорости, сам источник угловой скорости имеет точку опора её нужно подключить ко входу C, скорость вращения блока задается при помощи блока Constant, для того чтобы сигнал преобразовать в физическую величину нужно воспользоваться блоком обратного преобразования



Для того чтобы гидроцилиндры проходили весь допустимый диапазон, нужно задать синусоидальный воздействующий сигнал



на клапан . Смотрите рисунок 32.

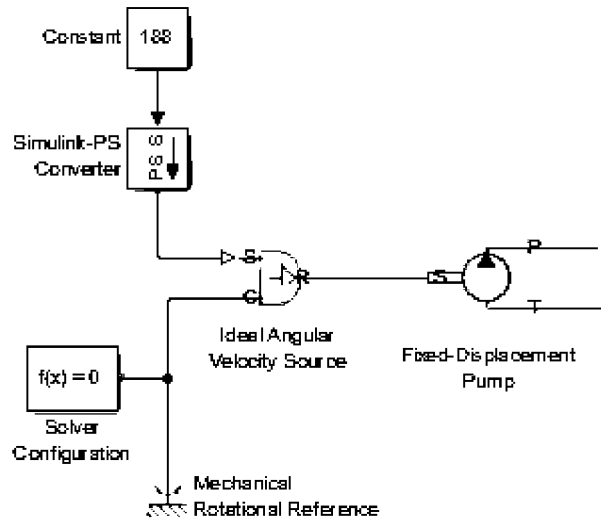


Рисунок 32 – Модель с источником угловой скорости.

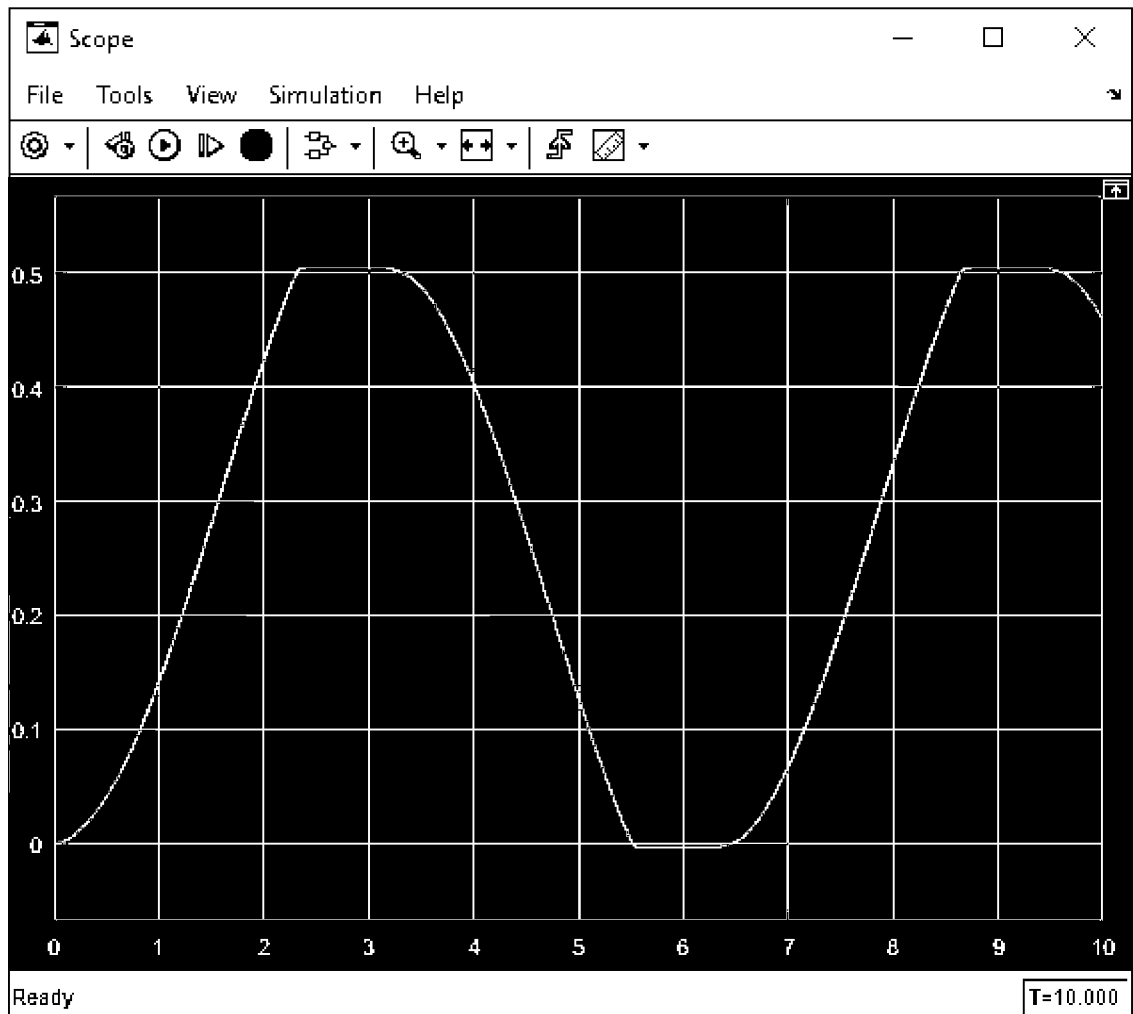


Рисунок 33 – Блок виртуального осциллографа

На рисунке 33 видно что цилиндр расширяется и сжимается во всех доступных и максимальных диапазонах до упора.

Тест модели с более реалистичной моделью нагрузки. Реалистичная модель нагрузки представлена на рисунке 34.

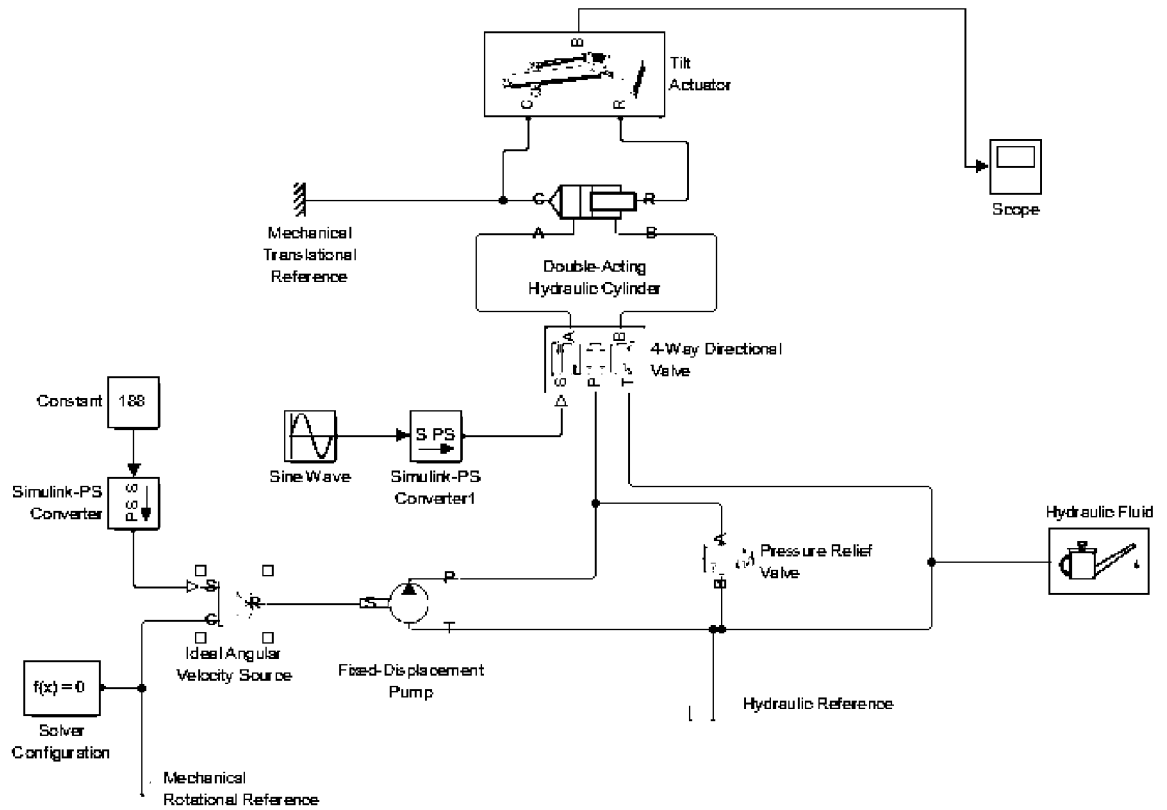


Рисунок 34 – Модель системы с более реалистичной нагрузкой

В качестве реалистичной нагрузки была взята модель из библиотеки механизм наклона эксковатора с обратной лопатой. Смотрите рисунок 35.

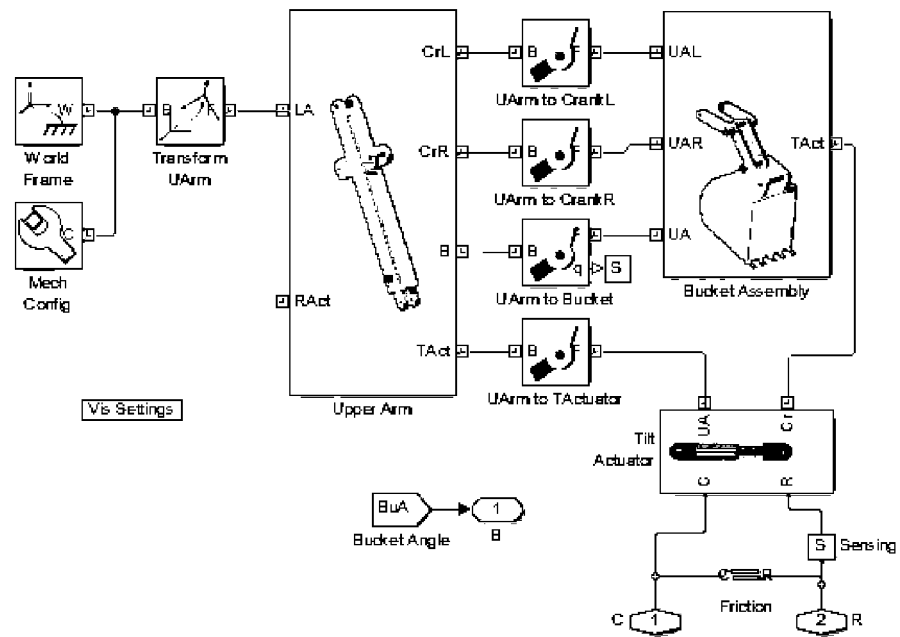


Рисунок 35 – Блок Tilt Actuator

Результаты измерения передаются на виртуальный осциллограф.

Трёхмерная визуализация механической модели представлена на рисунках 38-42. На модели видно что механическая нагрузка перемещается в максимальном диапазоне.

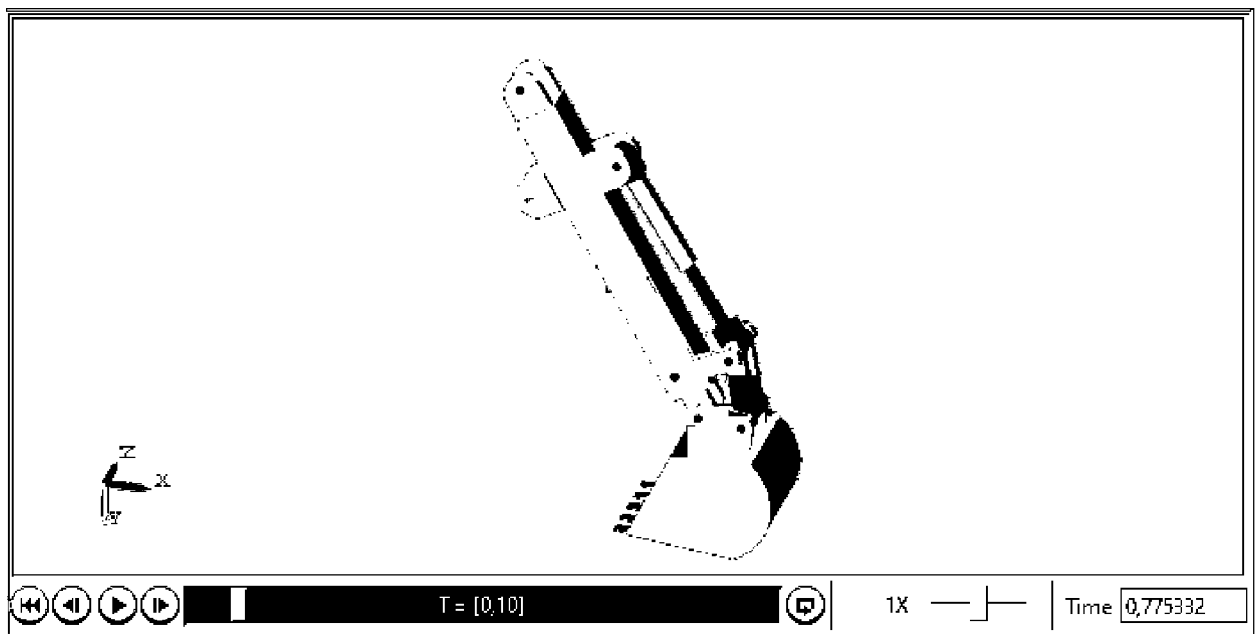


Рисунок 36 – Трёхмерная модель T=0.77

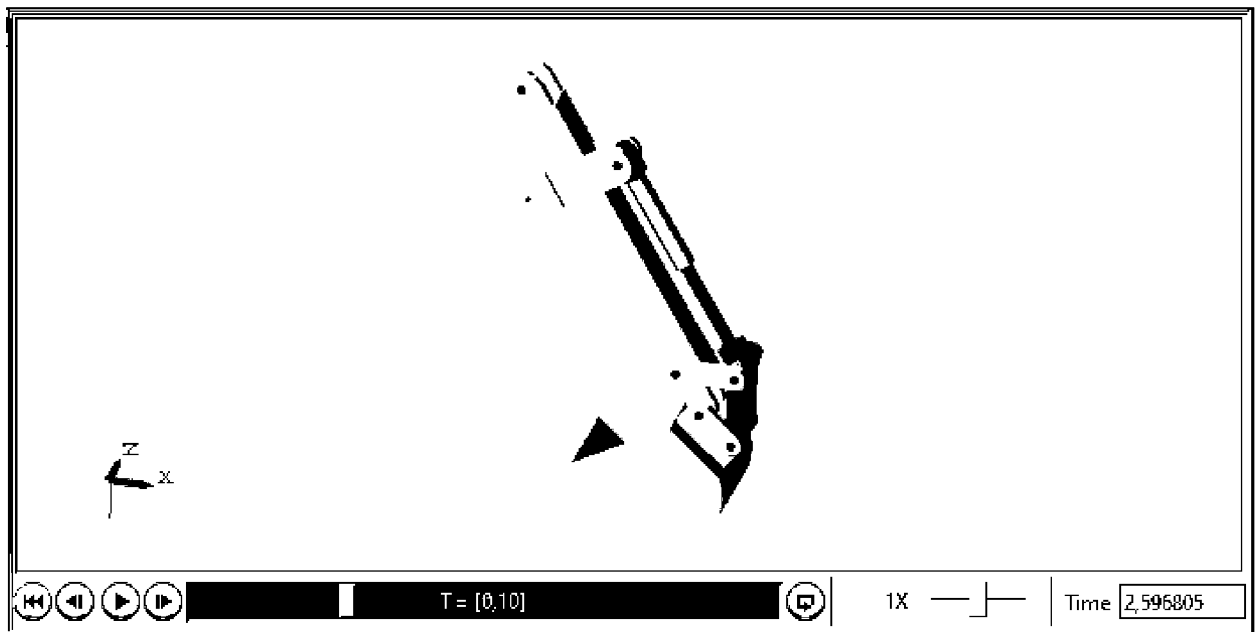


Рисунок 37 – Трехмерная модель $T=2.5$

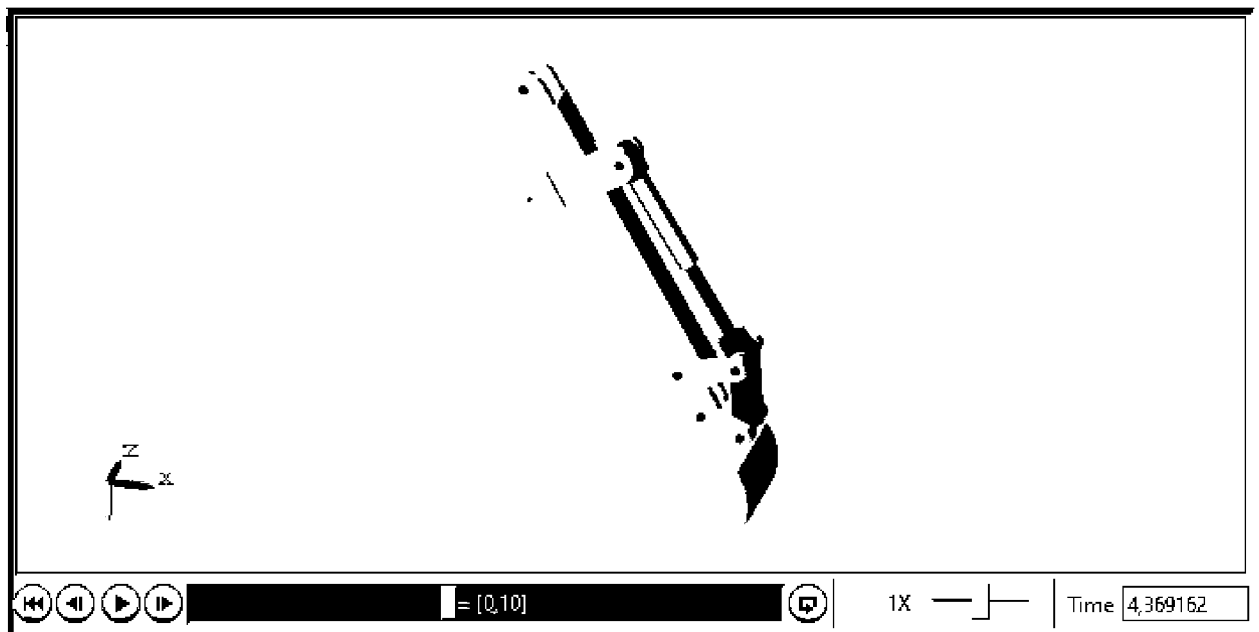


Рисунок 38 – Трехмерная модель $T=4.33$

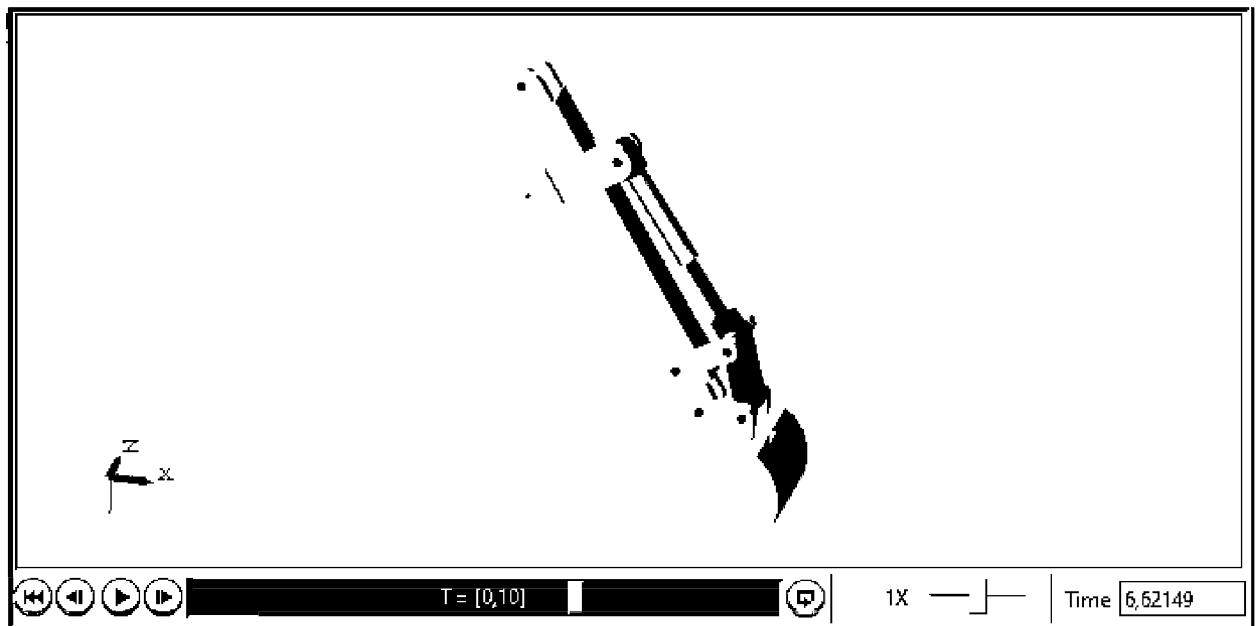


Рисунок 39 – Трехмерная модель T=6.62

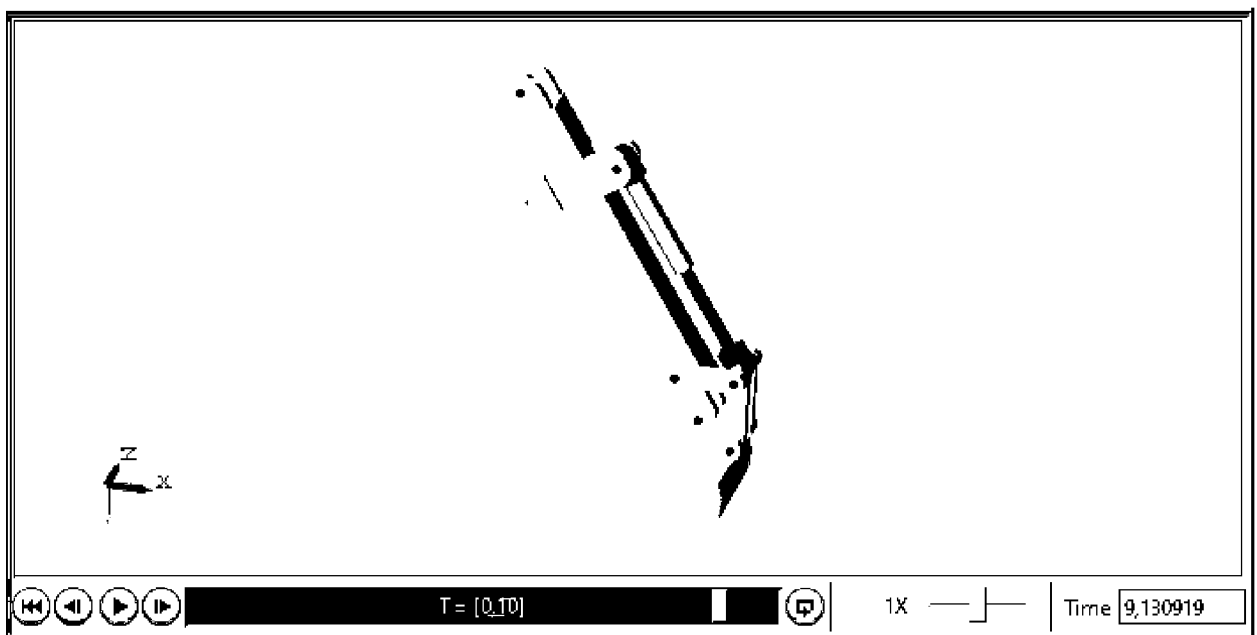


Рисунок 40 – Трехмерная модель T=9.13

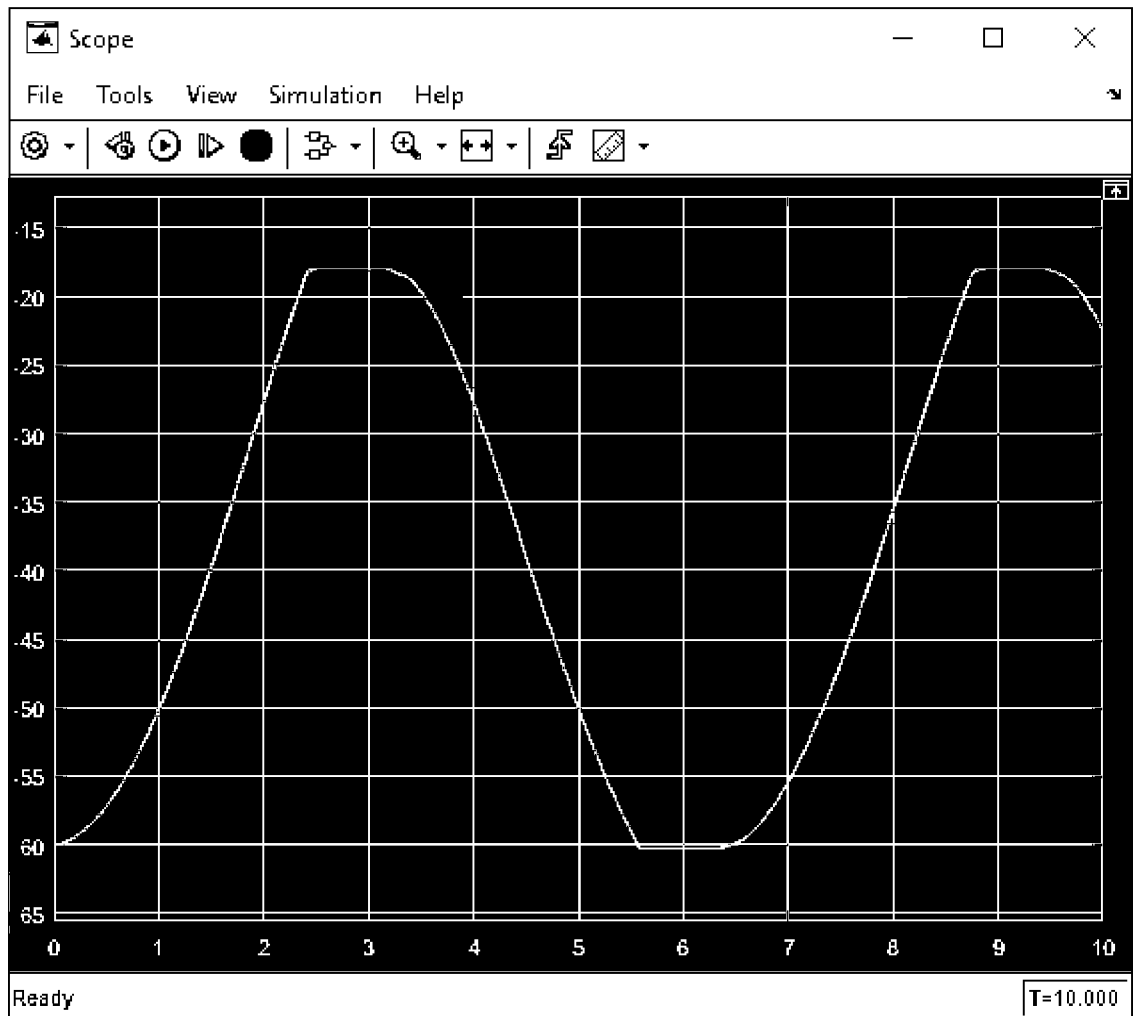


Рисунок 41 – Блок Scope

5.3 Полная модель гидравлической части стенда

Настройка полной гидравлической системы вышла не совсем правильная, ведь причина заключалась в отсутствие доступа к комплексу из надвинувшейся пандемией. Было решено произвести настройку компонентов более приближенных к реальными. Сама модель прекрасно работает, но нуждается в точной настройке.

Проектная модель полной гидросистемы представлена в приложении Е.

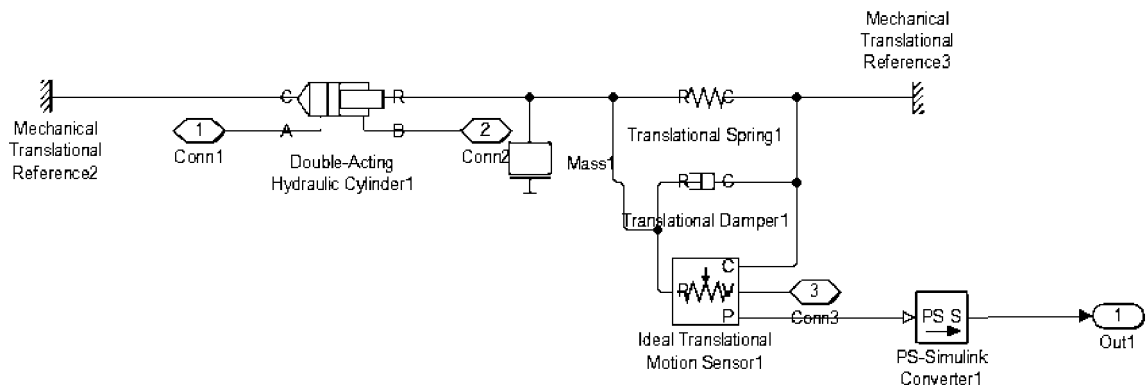


Рисунок 42 – Блок Subsystem1 (Гидроцилиндр)

Блок Subsystem1 состоит из компонента Double-Acting

Hydraulic Cylinder1 который представляет собой сам шток цилиндра, цилиндру нужна механическая нагрузка которая состоит из Translational Spring1, Translational Damper1, Ideal Translational Motion Sensor1, Mass1. Таких блоков в системе два. Конструкция второго блока индетична.

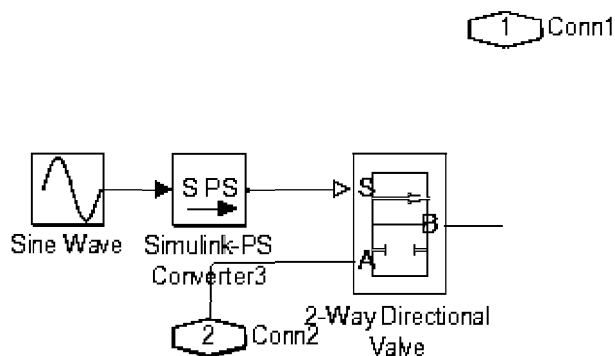


Рисунок 43 – Блок K5

Блок представляет собой синусоидальный сигнал который преобразовывается в сигнал Simulink и попадает на предохранительный клапан. Таких блоков в системе пять штук, все имеют аналогичную структуру.

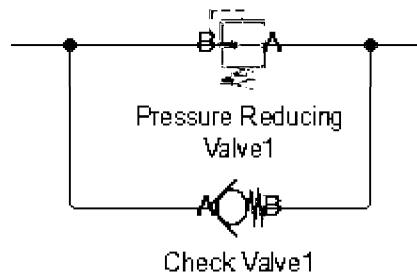


Рисунок 44 – Схема соединения обратного клапана и дросселя

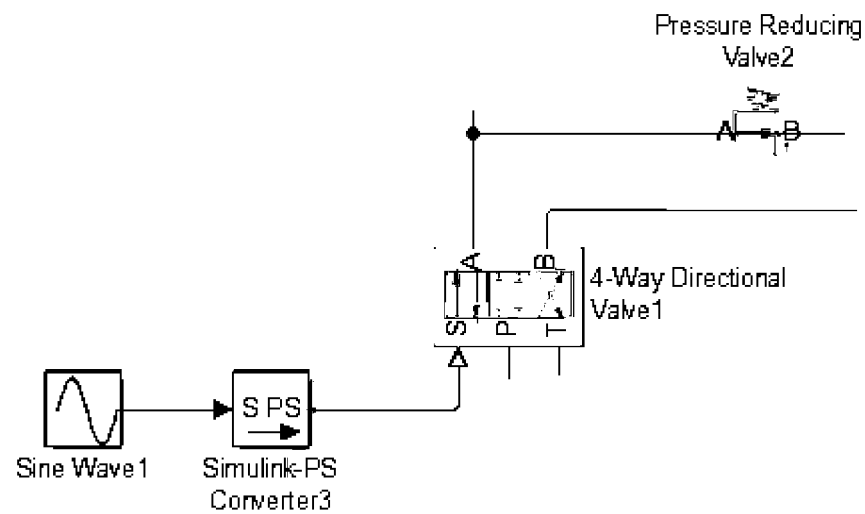


Рисунок 45 – Схема подключения Распределителя

Синусоида подается на преобразователь и на сам распределитель. В данном случае синусоида нужна для гидроцилиндра, что бы сам шток начал работать и двигаться в максимальных диапазонах.

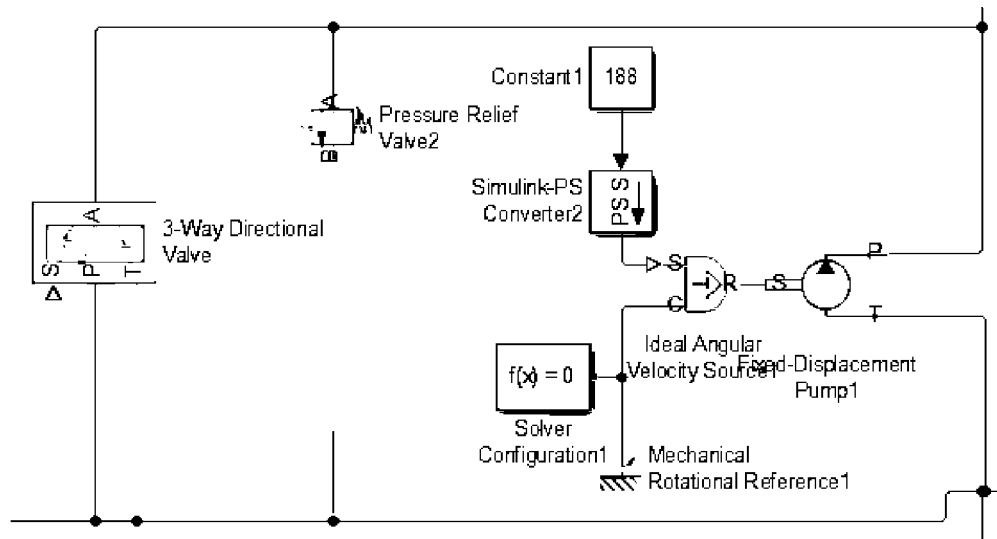
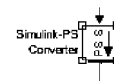


Рисунок 46 – Схема подключения 3-х позиционного распределителя и насоса

Как и в простой модели (см.рис.34) входное воздействие на систему задается при помощи блока идеального источника угловой скорости *Ideal Angular Velocity Source*, этот блок будет вращать вал с угловой заданной скорости, сам источник угловой скорости имеет точку опоры её нужно подключить ко входу С, скорость вращения блока задается при помощи блока *Constant*, для того чтобы сигнал преобразовать в физическую величину нужно

воспользоваться блоком обратного преобразования



Для того чтобы

гидроцилиндры проходили весь допустимый диапазон, нужно задать



синусоидальный воздействующий сигнал на клапан

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ. РАЗРАБОТКА ИНСТРУКЦИИ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ СО СТЕНДОМ.

6.1 Безопасность

1. Требования безопасности» и ГОСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

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

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

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

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

6. Запрещается производить монтажные работы при наличии давления в гидросистеме, или присутствии массовой нагрузки на балке 36.

6.2 Подключение стенда к сети и подготовка к работе

6.2.1 Перед началом работы необходимо осуществить заправку стенда рабочей жидкостью. Заправлять стенд необходимо через заливную горловину (поз. 39 рис. 3). Количество заливаемого масла 40 л. Заправку необходимо осуществлять постепенно, отслеживая уровень по уровнемеру.

6.2.2 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).

6.2.3 На управляющей части стенда установлены автоматические выключатели. Перед началом работы их необходимо включить.

6.2.4 Работы с грузами следует производить, руководствуясь правилами техники безопасности.

6.2.5 Для монтажа и демонтажа грузов необходимо:

- Выключить питание, обесточить стенд, открыть кран 4 на выходе гидроаккумулятора, открыть дроссель 17 в линии нагнетания насоса.
- Убедиться в отсутствии давления в системе по показаниям манометров 22-25.
- Осторожно надеть/снять грузы.
- Установить и затянуть гайки на осях 37, затяжку произвести вручную, установив гайку вплотную грузу, а затем повернув груз.

Запрещается располагать массу несимметрично относительно продольного сечения балки 36.

6.3 Утилизация стенда

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.
- 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 при работе с ним, было выявлено что к комплексу не хватало неких данных которые помогли бы дальше заниматься установкой в целом.

Остальные задачи, поставленные в ходе выполнения бакалаврской работы такие как: разработка структурной схемы комплекса, разработка принципиальной электрической схемы, информация об изделиях, визуализация комплекса и модель комплекса были успешно выполнены.

В ходе работы над проектом были изменены условия задачи, планировалось разработать модернизацию комплекса, замена оборудования и добавление в комплекс дополнительных функций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уральский инженерный центр: Опыт модернизации гидроприводов и систем управления прессов. [Электронный ресурс]: © 2011 ООО «Уральский Инженерный Центр». Режим доступа: <http://eng.cheltec.ru/Userfiles/Files/Experience%20in%20modernization.pdf> (Дата обращения-15.03.2020);
2. 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);
3. Учебная техника и наглядные пособия от производителя [Электронный ресурс]: © 2020 ООО НПП «Учтех-Профи». Режим доступа: http://labstand.ru/catalog/gidroprivod_i_gidromashiny/tipovoy_komplekt_uchebnogo_oborudovaniya_osnovy_gidravliki_i_gidroprivoda_sgu_ogg_8lr_09_3897 (Дата обращения - 16.03.2020);
4. 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);
5. 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.;
6. Datasheet. Программируемые контроллеры S7-1200. ООО «Сименс». 2014 – 162с.;
7. Datasheet. Программируемые контроллеры S7-1200 Центральные процессоры. ООО «Сименс». 2013 – 17с.;
8. 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);

9. Datasheet. [Электронный ресурс]: © 2013 ООО 55 Серия «Миниатюрные универсальные реле 7 - 10 А». Режим доступа: http://www.elektropole.ru/products_files/finder_S55RU.pdf (Дата обращения: 21.03.2020);

10. 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);

11. Data sheet. Электронные усилители типа E-BM-AC для аналогового управления, с быстросъемным разъемом UNDECAL, для пропорциональных клапанов без датчика положения золотника. [Электронный ресурс]: © 2019 Электронные усилители типа E-BM-AC. Режим доступа: <https://dmliefer.ru/sites/default/files/documents/ATOS/g025.pdf> (Дата обращения: 22.05.2020);

12. 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);

13. 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);

14. SIMSCAPE. [Электронный ресурс]: © 2020 Моделирование и симуляция многодисциплинарных физических систем. Режим доступа: <https://expenta.ru/simscape> (Дата обращения: 10.06.2020).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Техническое задание на разработку

Техническое задание разработано согласно с ГОСТ 19.201-78

4.1 Общие сведения

Разрабатываемое ТЗ относится к Лабораторному стенду «Гидропривод»

Плановые сроки начала работы по развитию и внедрению лабораторного комплекса «Гидропривод»: 10.10.2019

Плановые сроки окончания работы по развитию и внедрению лабораторного комплекса «Гидропривод»: 30.06.2020

4.2 Назначение и цели развития системы

4.2.1 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 гидропневмосистемах»;

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

4.2.2 Цели развития системы

Разработка недостающих данных о системе;

Разработка модернизации системы на базе ПЛК.

4.2.3 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,

Продолжение приложение А

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.

4.3 Требования к системе

4.3.1 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.

4.3.2 Требования к надежности

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

4.3.3 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.

4.3.4 Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов системы

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

Продолжение приложение А

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).

4.5 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.

4.6 Требования к документации

Структурная схема лабораторного комплекса;

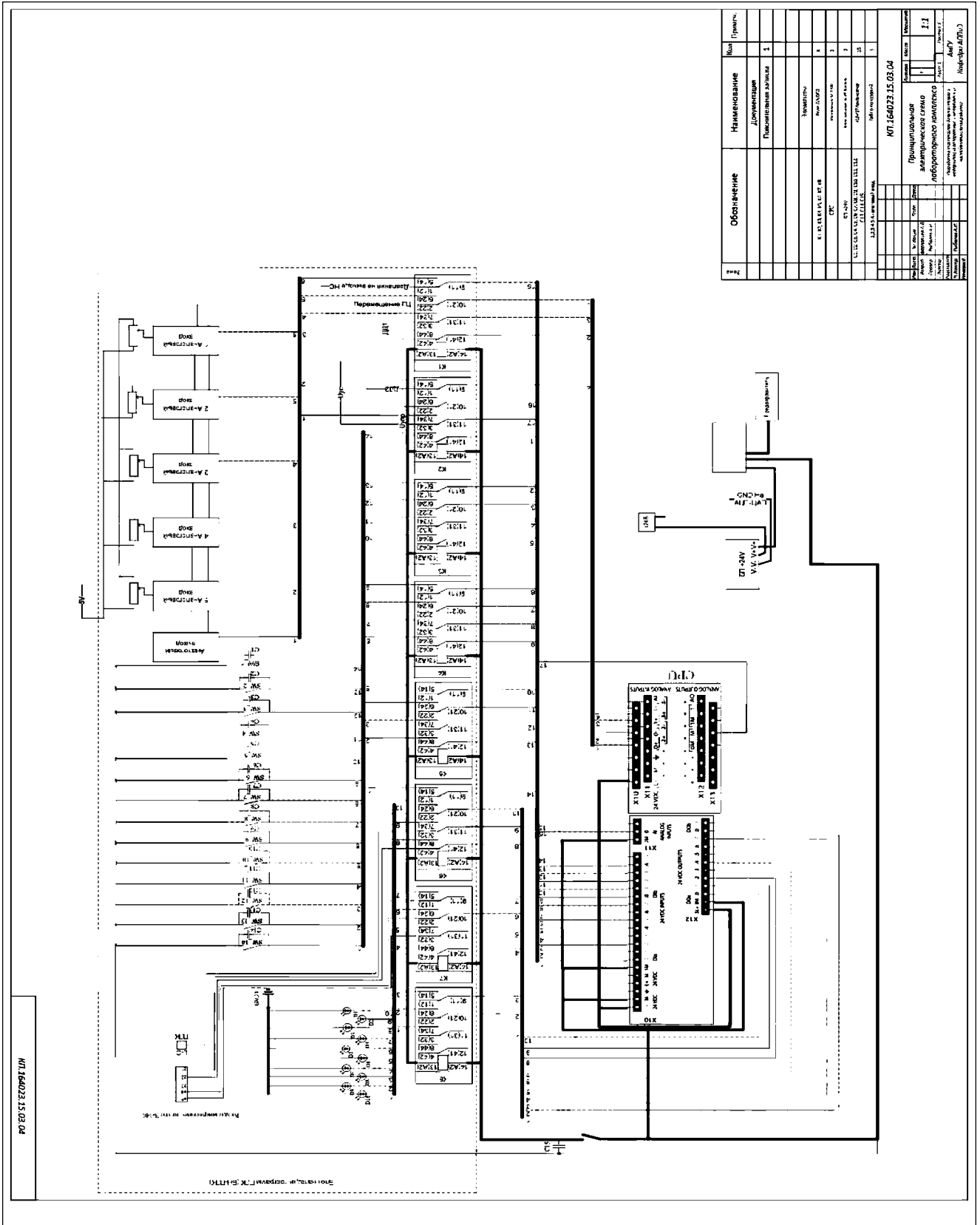
Принципиальная электрическая схема комплекса;

4.7 Источники разработки

Полный перечень используемой информацией приведено в разделе «БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК»

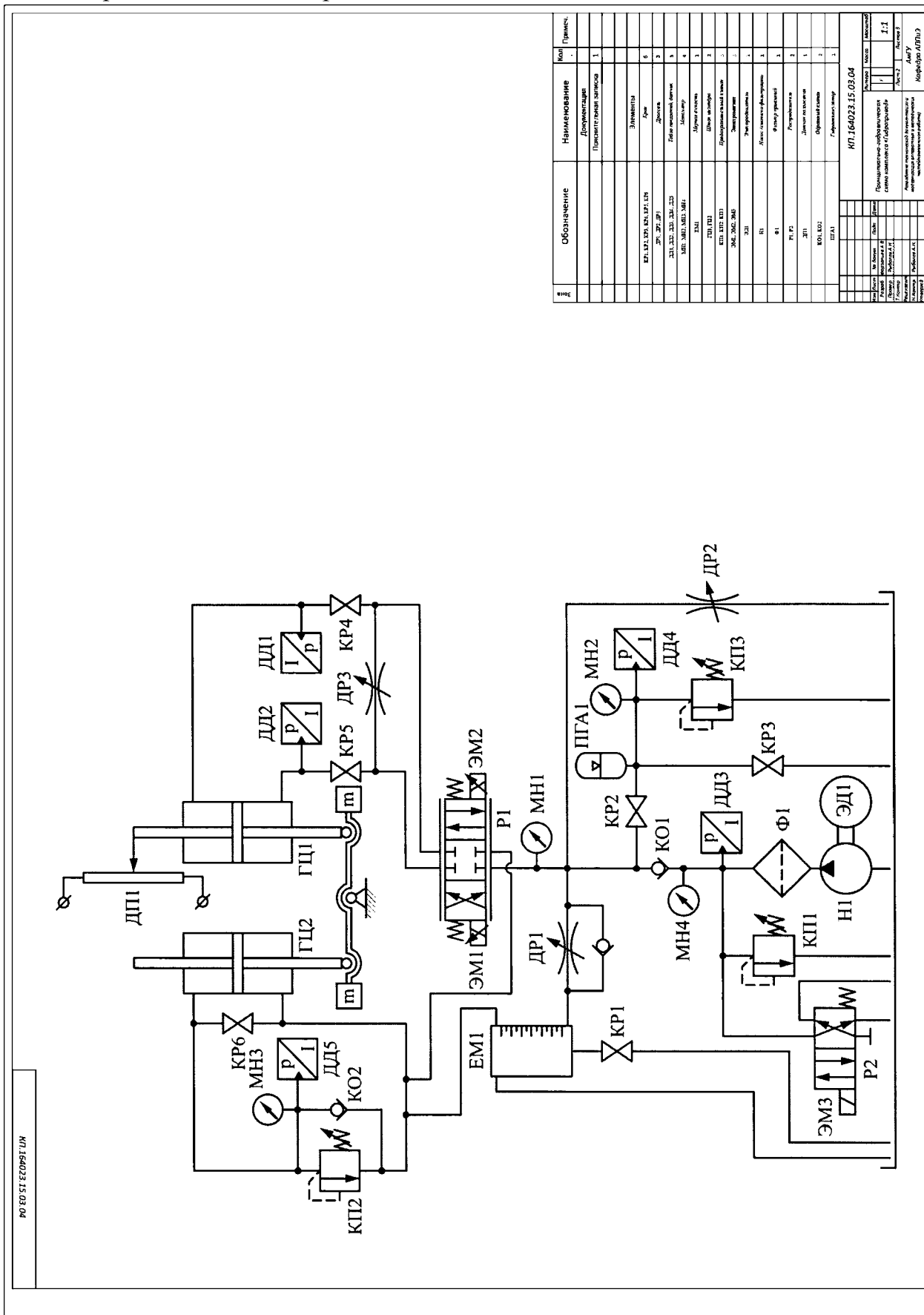
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Принципиальная схема комплекса «Гидропривод»



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Принципиально-гидравлическая схема силовой части комплекса



ИЛ 164023.15.03.04

Элемент	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примеч.
		Документация		
		Паспортная книжка	1	
		Элементы	6	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двиг.	3	
	EM1, EM2, EM3	Двиг.	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двиг. механич. насос	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Мотор	6	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Зубчатая насос	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двиг. электр.	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двигательный насос	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Электродвигатель	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двиг. механич. насос	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Фильтр грубой очистки	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Фильтр тонкой очистки	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двигатель насоса	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Обратный клапан	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Гидравлический стержень	3	

ИЛ 164023.15.03.04

Элемент	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примеч.
		Документация		
		Паспортная книжка	1	
		Элементы	6	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двиг.	3	
	EM1, EM2, EM3	Двиг.	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двиг. механич. насос	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Мотор	6	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Зубчатая насос	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двиг. электр.	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двигательный насос	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Электродвигатель	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двиг. механич. насос	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Фильтр грубой очистки	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Фильтр тонкой очистки	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двигатель насоса	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Обратный клапан	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Гидравлический стержень	3	

ИЛ 164023.15.03.04

Элемент	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примеч.
		Документация		
		Паспортная книжка	1	
		Элементы	6	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двиг.	3	
	EM1, EM2, EM3	Двиг.	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двиг. механич. насос	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Мотор	6	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Зубчатая насос	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двиг. электр.	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двигательный насос	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Электродвигатель	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двиг. механич. насос	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Фильтр грубой очистки	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Фильтр тонкой очистки	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двигатель насоса	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Обратный клапан	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Гидравлический стержень	3	

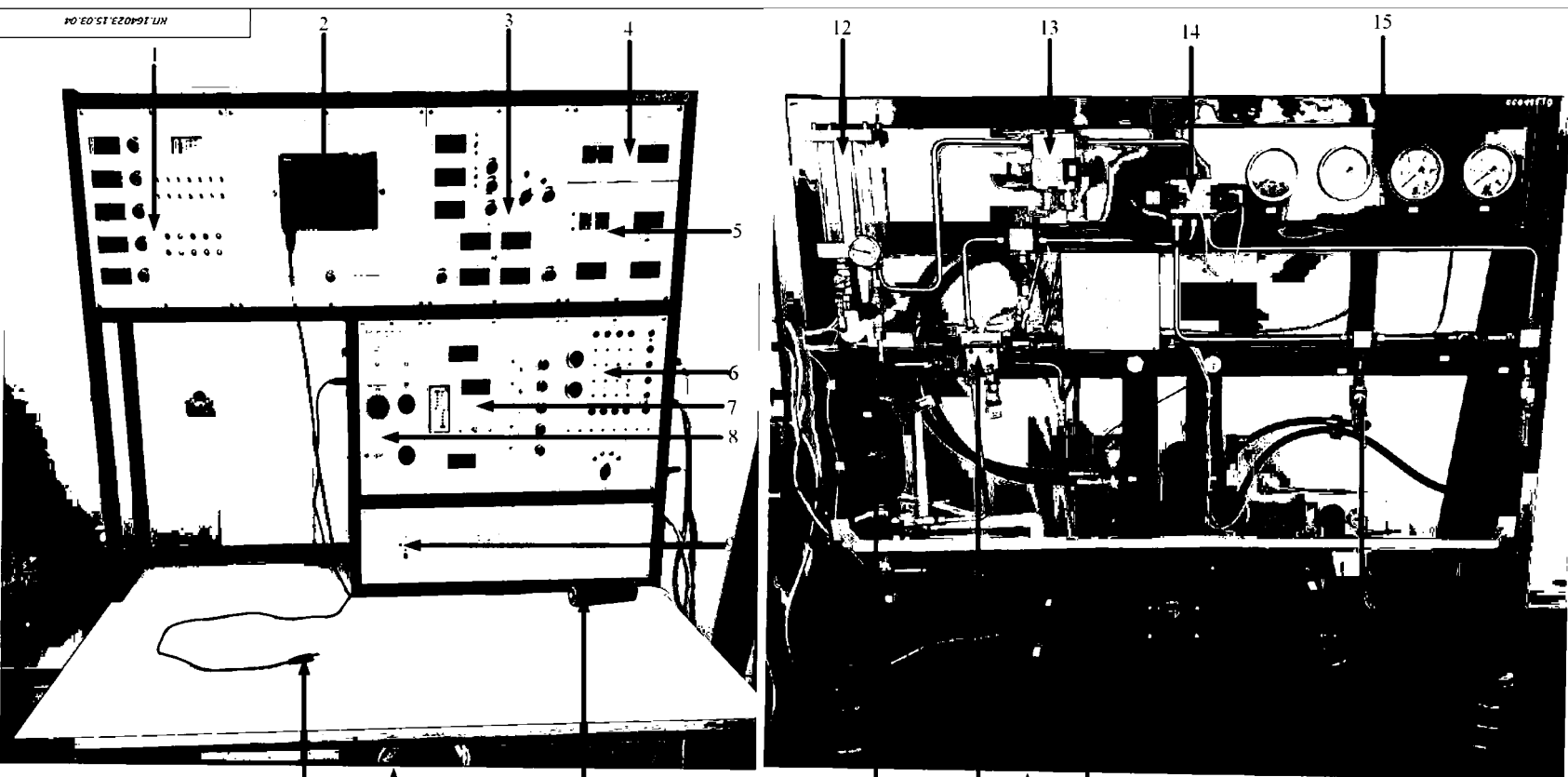
ИЛ 164023.15.03.04

Элемент	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примеч.
		Документация		
		Паспортная книжка	1	
		Элементы	6	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двиг.	3	
	EM1, EM2, EM3	Двиг.	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двиг. механич. насос	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Мотор	6	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Зубчатая насос	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двиг. электр.	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двигательный насос	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Электродвигатель	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двиг. механич. насос	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Фильтр грубой очистки	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Фильтр тонкой очистки	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Двигатель насоса	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Обратный клапан	3	
	EM1, EM2, EM3, EM4, EM5, EM6	Гидравлический стержень	3	

ИЛ 164023.15.03.04

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Общий вид лабораторного комплекса «Гидропривод»



Управляющая часть комплекса

Силовая часть комплекса

Управляющая часть

Поз.	Наименование
1	Блок выходы и входы (ВВХ - ВВХ-230)
2	Блок преобразования частоты инверторного типа (ИЧП)
3	Блок измерения скорости вращения (ИВЧ)
4	Блок электропривода сервопривода (СЭР)
5	Блок индикации давления датчики (ИЕД)
6	Электронный блок ДЭ-1
7	Блок управления пропорциональной станцией (БУС)
8	Блок управления насосной станцией (БС-ВЭВ)
9	Реле на 220В
10	СВЧ Провод для подключения ПК
11	Линия для отсчета давления сервопривода

Силовая часть

Поз.	Наименование
12	Мотор в частоте
13	Объемный клапан
14	Пропорциональный распределитель
15	Манометры (манометры) и датчики
16	Гидроприводы насос
17	Распределитель нагрузки насосов
18	Блок измерения расхода на насос
19	Штатные цепи для измерения температуры

ИП.164023.15.03.04

Исполн.	М. Давыд	Рис.	Д.И.И.	Дата	_____
Провер.	Варламова А.И.	Рисован.	А.И.	_____	_____
Сверст.	Рыбакова А.И.	_____	_____	_____	_____
Согласован.	_____	_____	_____	_____	_____
И.контр.	Рыбакова А.И.	_____	_____	_____	_____
Утвержден	_____	_____	_____	_____	_____

Общий вид лабораторного комплекса «Гидропривод»

Масштаб: 1:1

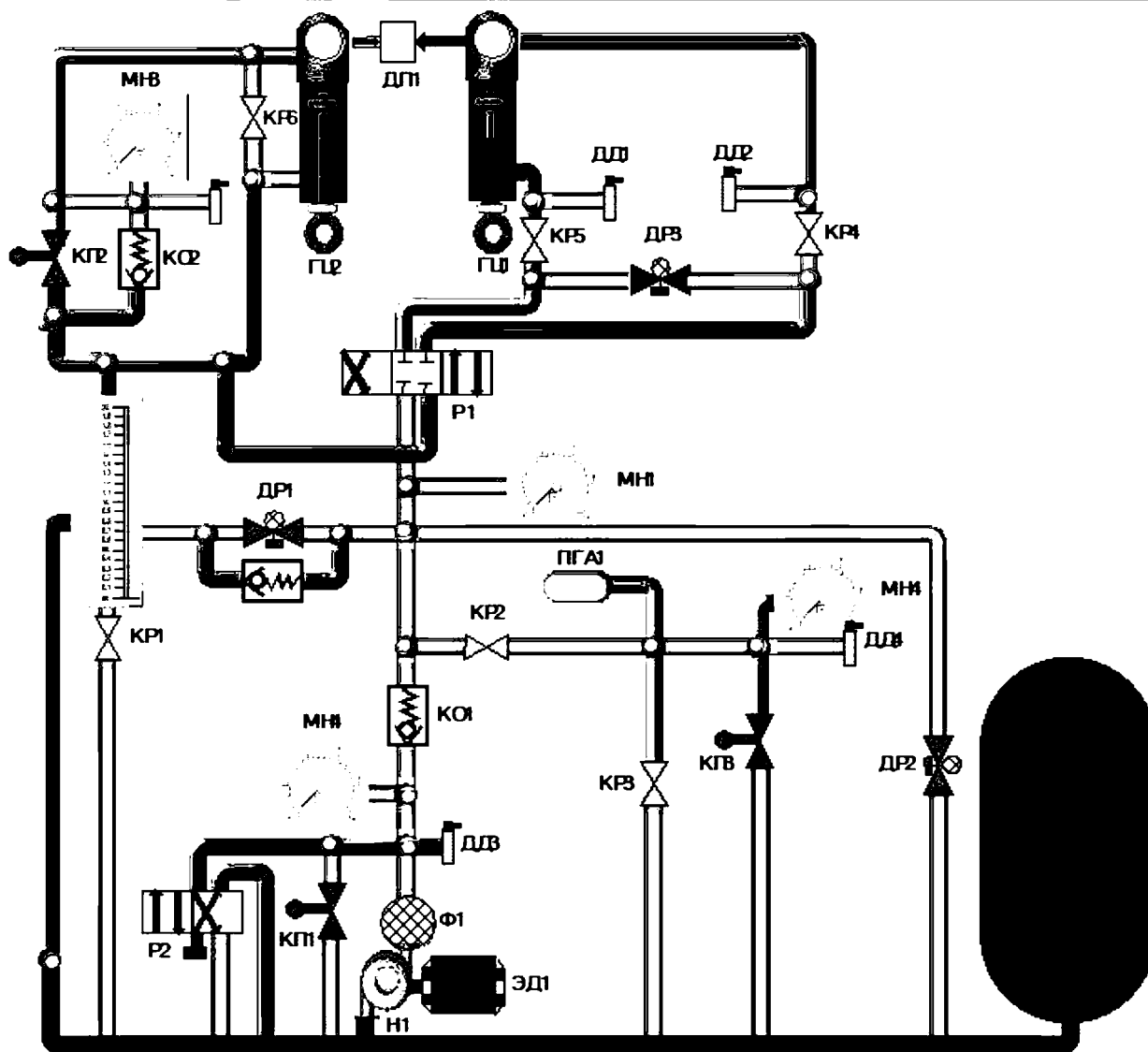
Лист 3 из 3

АвГУ

Кафедра АПГиЗ

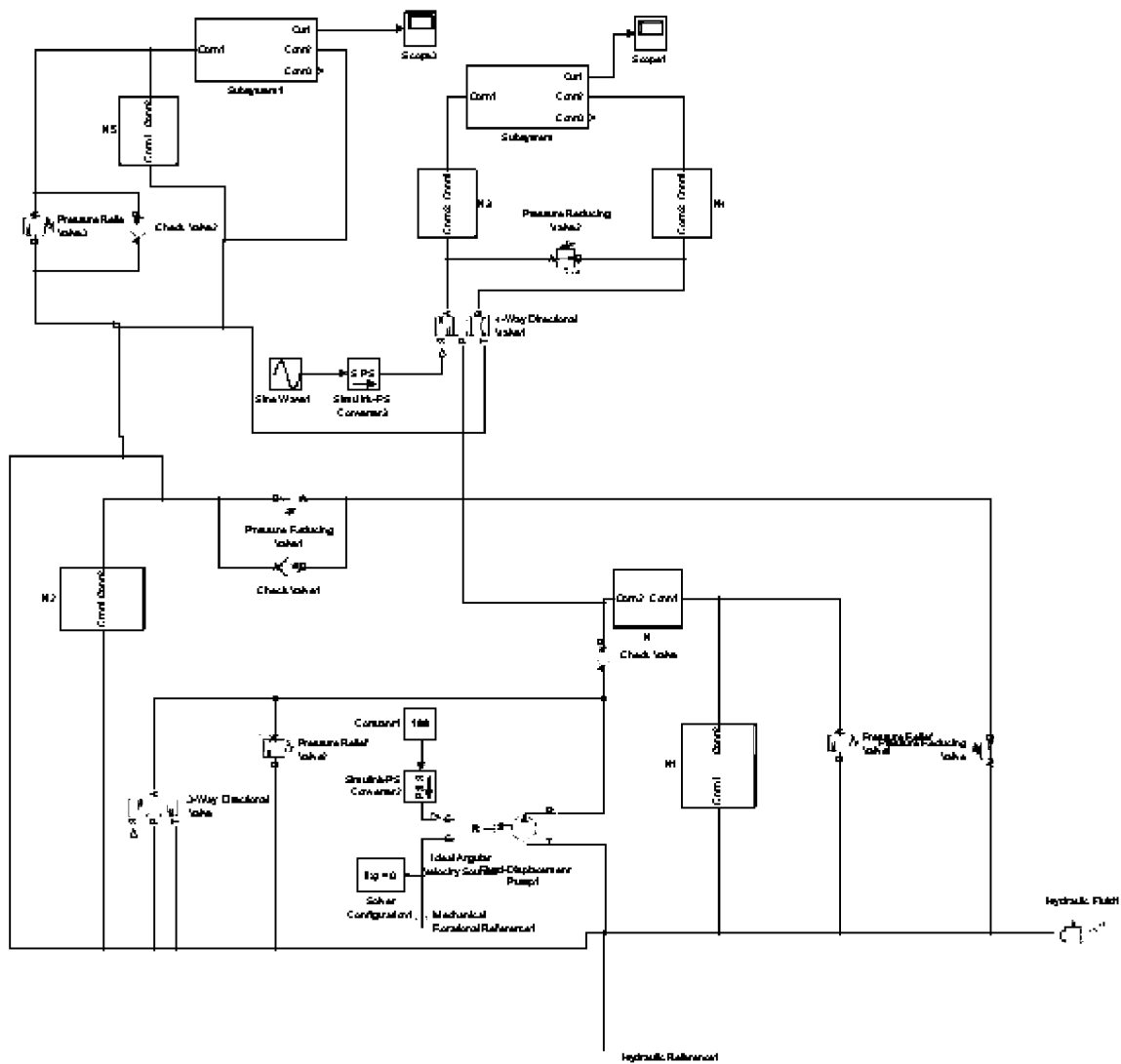
ПРИЛОЖЕНИЕ Д

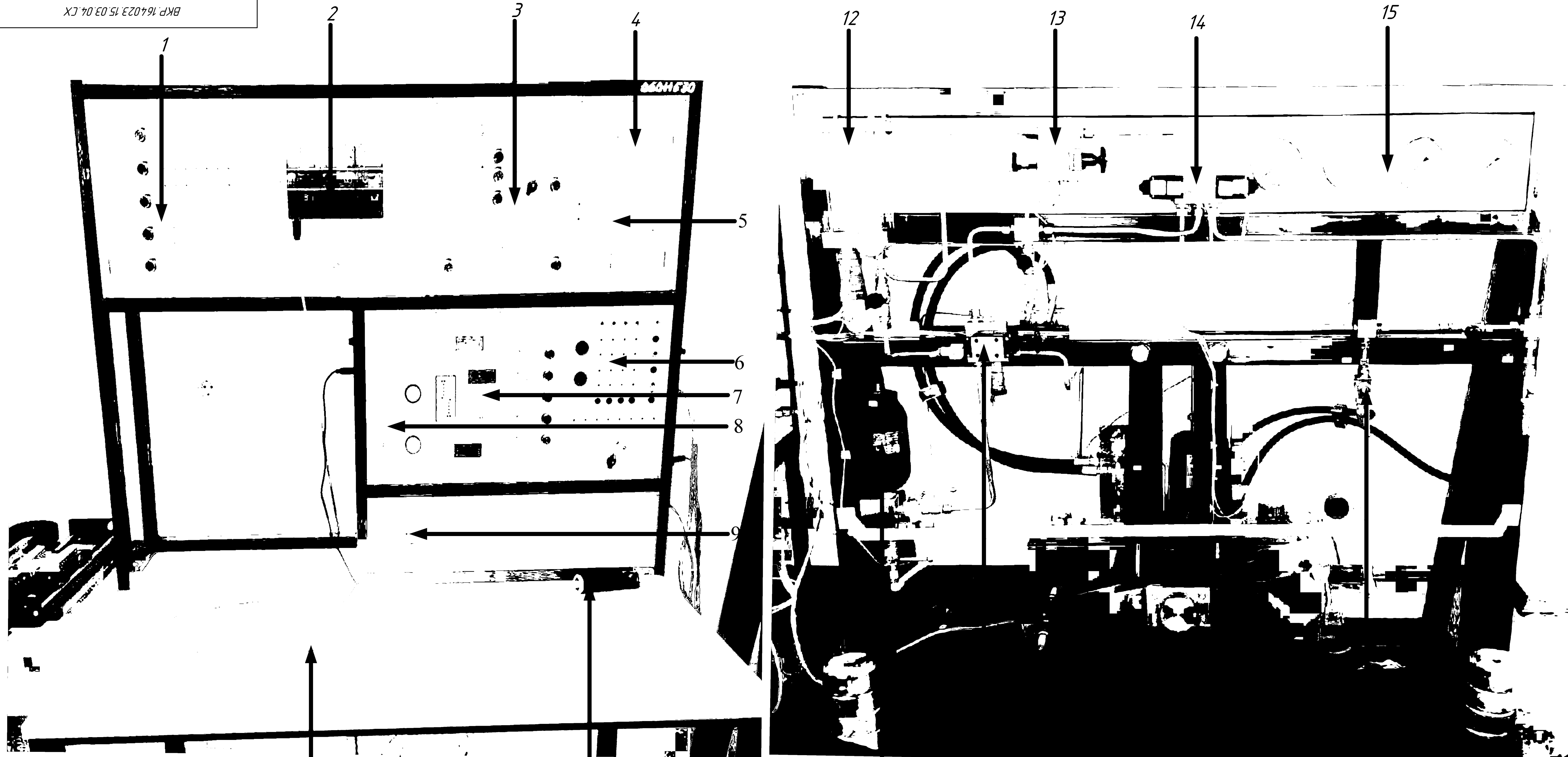
Визуализация гидравлической системы в Trace Mode



ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Полная модель гидросистемы комплекса «Гидропривод»



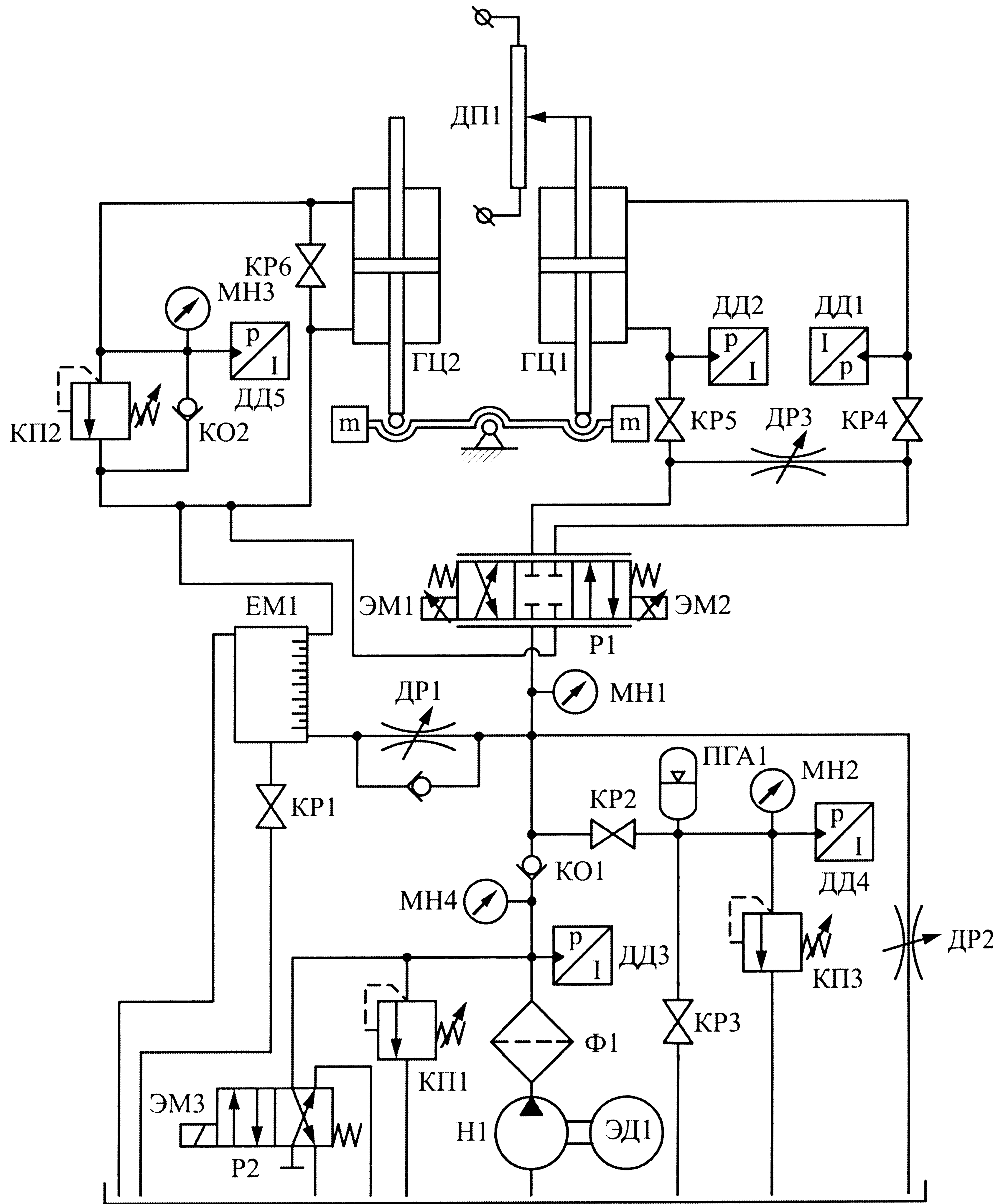


Управляющая часть комплекса

Силовая часть комплекса

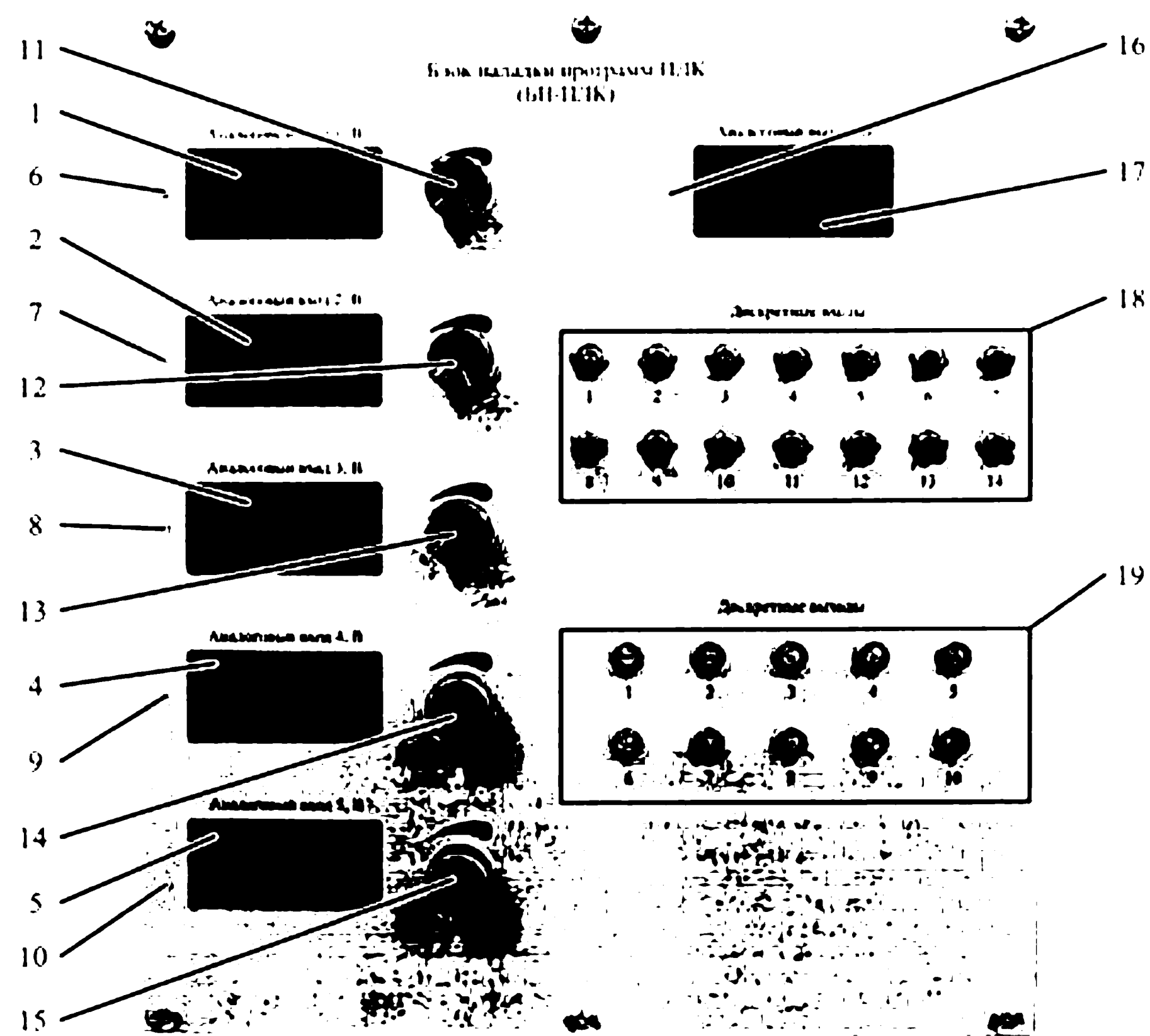
Поз	Наименование
1	Блок наладки программ ПЛК (БН-ПЛК)
2	Блок программируемого логического контроллера (БПЛК)
3	Блок компьютерного управления (БКУ)
4	Блок электронного секундомера (ЭСР)
5	Блок индикации датчиков давления (БИД)
6	Электронный блок БК-2
7	Блок управления пропорциональной аппаратурой (БУПА)
8	Блок управления насосной станцией (НС-БЗУ)
9	Розетка 220В
10	USB Провод для подключения ПК
11	Кнопка для отсчета времени секундомера
12	Мерная емкость
13	Обратный клапан
14	Пропорциональный распределитель
15	Манометры установленные в панели
16	Гидроаккумулятор
17	Распределитель разгрузки насоса
18	Балка установленная на валу
19	Шаровые краны для отключения гидроцилиндра

ВКР.164.023.15.03.04.СХ					Литера	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	у		1:1
Разраб.	Фарзалиев А.В.						
Провер.	Рыбалаев А.Н.						
Т.Контр.	Рыбалаев А.Н.				Лист 1	Листов 12	
Н.Контр.	Скрипко Д.В.				Исследование и модернизация лабораторного комплекса «Гидропривод» (комплексная выпускная квалификационная работа)		
Утвержд.	Скрипко Д.В.				АмГУ, гр. 641		



Элемент	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.				
		Документация						
		Пояснительная записка	1					
		Элементы						
	КР1, КР2, КР3, КР4, КР5, КР6	Кран	6					
	ДР1, ДР2, ДР3	Дроссель	3					
	ДД1, ДД2, ДД3, ДД4, ДД5	Табло показаний, датчик	5					
	МН1, МН2, МН3, МН4	Манометр	4					
	EM1	Мерная ёмкость	1					
	ГЦ1, ГЦ2	Шток цилиндра	2					
	КП1, КП2, КП3	Предохранительный клапан	3					
	ЭМ1, ЭМ2, ЭМ3	Электромагнит	3					
	ЭД1	Электродвигатель	1					
	Н1	Насос (система фильтрации)	1					
	Ф1	Фильтр приемный	1					
	Р1, Р2	Распределитель	2					
	ДП1	Датчик положения	1					
	КО1, КО2	Обратный клапан	2					
	ПГА1	Гидроаккумулятор	1					
ВКР.164023.15.03.04.СХ								
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Принципиально-гидравлическая схема комплекса «Гидропривод»	Литера	Масса	Масштаб
Разраб.	Фаразиев А.В.					у		1:1
Провер.	Рыбалев А.Н.					Лист 2	Листов 6	
Т.Контр.	Рыбалев А.Н.							
Н.Контр.	Скрипко Д.В.				Исследование и модернизация лабораторного комплекса «Гидропривод» (комплексная выпускная квалификационная работа)			АМГУ, гр 641
Изд.версия	Скрипко Д.В.							

Блок наладки программ ПЛК
(БН-ПЛК)



На панели блока наладки программ ПЛК расположены:
1-5- табло, отображающие величину напряжения аналоговых входов контроллера с 1-ого по 5-ый соответственно;

6-10- светодиоды, загорающиеся, когда величина напряжения на табло справа от светодиода отрицательна (т.е. горящий светодиод представляет собой знак «-»);

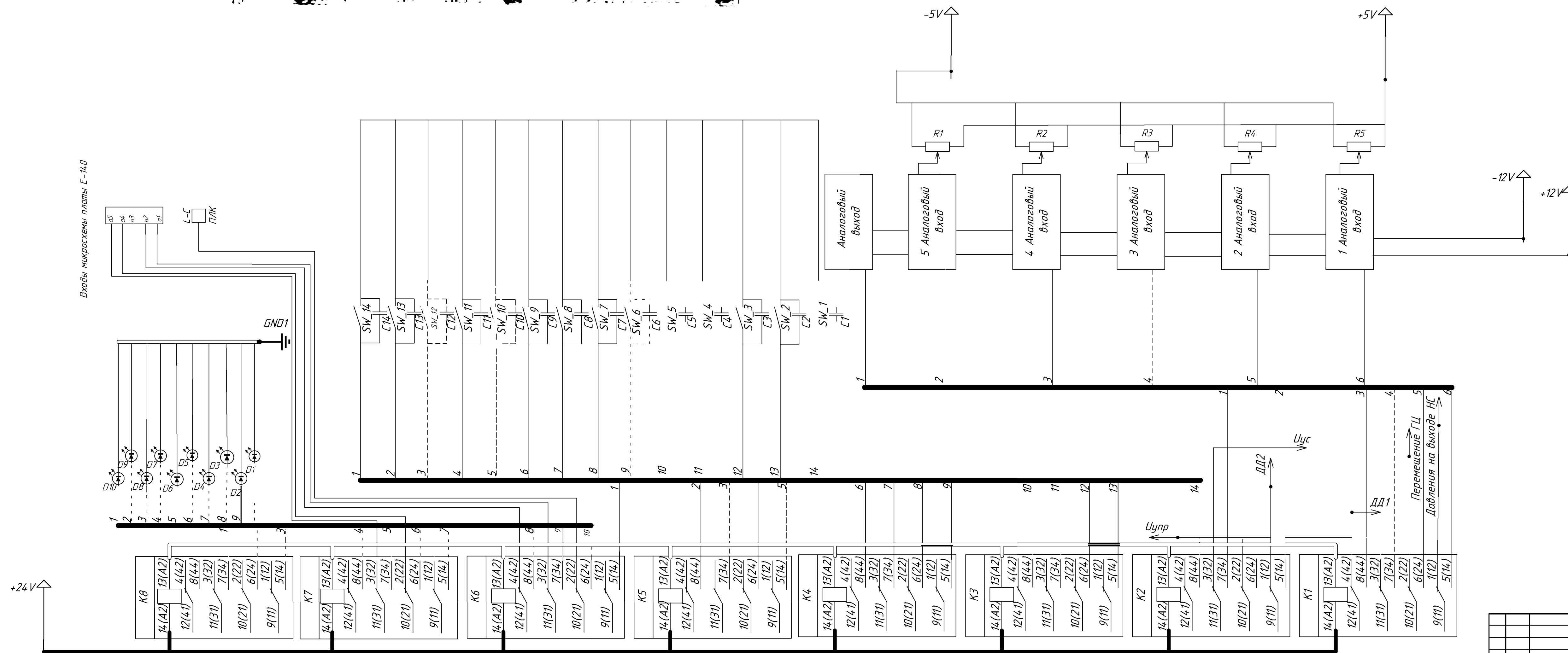
11-15- потенциометры, посредством которых задается входное напряжение, индицируемое табло слева и поступающее на соответствующий аналоговый вход контроллера;

16- светодиод, индицирующий знак «-» величины напряжения на аналоговом выходе с контроллера; величина напряжения отображается на табло 17;

18- блок тумблеров (14 шт), переключение которых в положение «вверх» соответствует подаче сигнала на соответствующие дискретные входы контроллера при работе в режиме отладки программ;

19- блок светодиодов (10 шт), индицирующих наличие сигнала на соответствующем дискретном выходе контроллера (см. табл. 1).

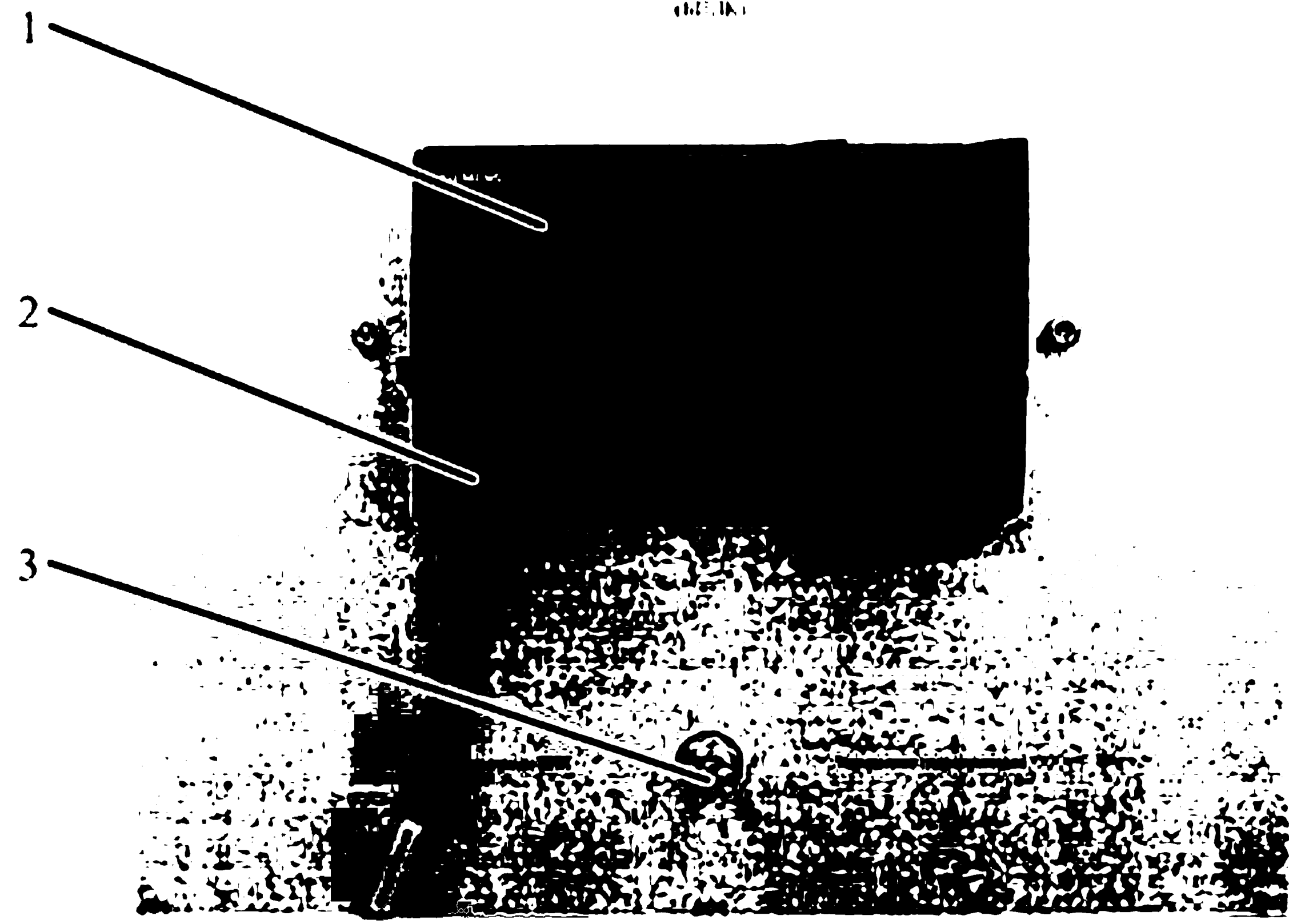
Соответствие используемых при проведении лабораторных работ дискретных и аналоговых входов/ выходов контроллера адресам, используемым в программе, и физическим элементам конструкции стенда (датчикам и управляемым объектам).



				ВКР 164.023.15.03.04.СХ			
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Электрическая схема блока БН-ПЛК		
Разработ	Фарзалиев А.В.						
Проектиров	Рыбаков А.Н.				Литера	Масштаб	
Т.Контр.	Рыбаков А.Н.				у	1:1	
					Лист 6	Листов 12	
Н.Контр.	Скрипка О.В.	Исследование и модернизация лабораторного комплекса «Гидропривод» (комплексная выпускная квалификационная работа)				АМГУ, гр 641	
Утвержда	Скрипка О.В.						

Блок программируемого логического контроллера (БПЛК)

Блок программируемого логического контроллера (БПЛК)

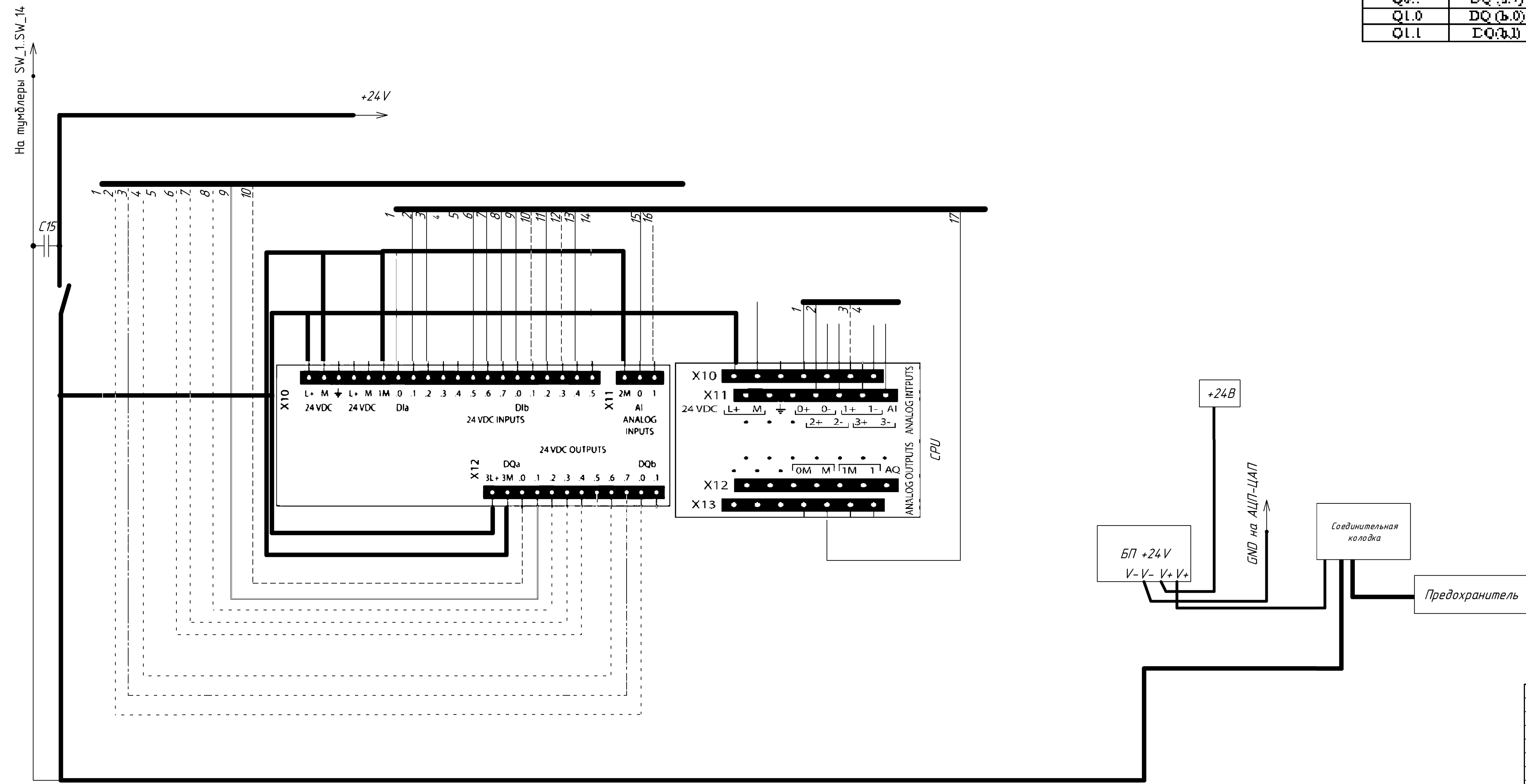


На панели блока программируемого логического контроллера (БПЛК) расположены:

- 1- программируемый логический контроллер Siemens Simatic S7-1200
- 2- разъемом для подключения к ПК посредством Ethernet-кабеля;
- 3- тумблер выбора режима работы контроллера.

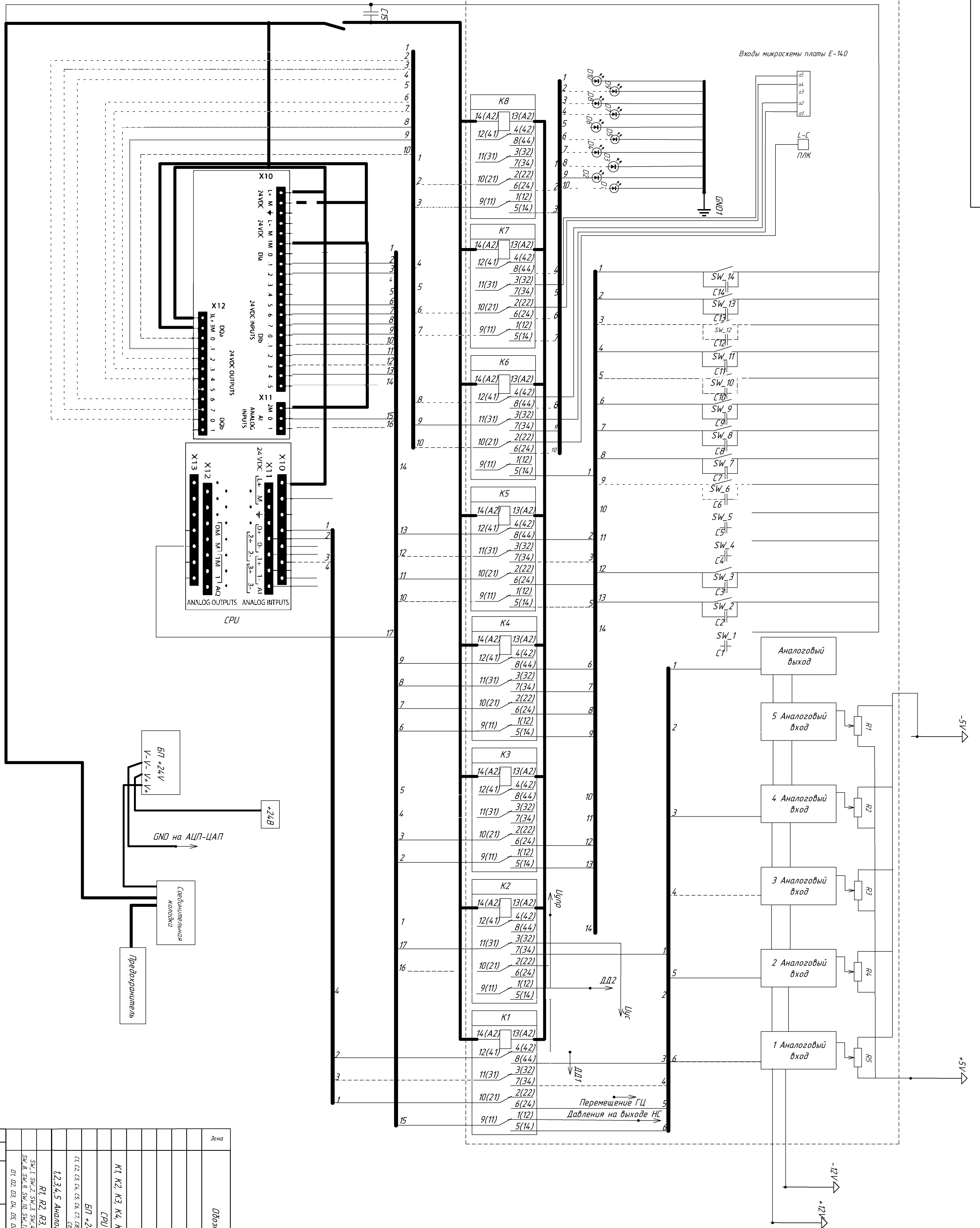
Дискретные и аналоговые входы/выходы контроллера

Адрес в программе	Канал контроллера	Режим управления гидротрансформатором	Режим индикации программы
IW64	AI (а.0)	Давление на входе насосной станции (Д13)	Потенциометр 1 (п.11, рис.1.2.1)
IW66	AI (а.1)	Давление на выходе вакууматорной станции (Д14)	
IW68	AI (0)	Перемещение ГЦ	Потенциометр 2 (п.12, рис.1.2.1)
IW68	AI (1)	Сигнал с ЦАП-АЦП1-САД	Потенциометр 3 (п.13, рис.1.2.1)
IW102	AI (2)	Давление в поршневой полости ГЦ (Д11)	Потенциометр 4 (п.14, рис.1.2.1)
IW102	AI (3)	Давление в цилиндрной полости ГЦ (Д12)	Потенциометр 5 (п.15, рис.1.2.1)
QW56	AQ (0)	Управляющий сигнал U _{уп} , поступающий на БКУ	Табло 17, рис.1.2.1
10.0	EI (а.0)	Кнопка 1	Тумблер 1
10.1	EI (а.1)	Кнопка 2	Тумблер 2
10.2	EI (а.2)	Кнопка 3	Тумблер 3
10.3	EI (а.3)	Кнопка 4	Тумблер 4
10.4	EI (а.4)	Кнопка 5	Тумблер 5
10.5	EI (а.5)	Кнопка 6	Тумблер 6
10.6	EI (а.6)	Кнопка 7	Тумблер 7
10.7	EI (а.7)	Кнопка 8	Тумблер 8
11.0	EI (б.0)		Тумблер 9
11.1	EI (б.1)		Тумблер 10
11.2	EI (б.2)		Тумблер 11
11.3	EI (б.3)		Тумблер 12
11.4	EI (б.4)		Тумблер 13
11.5	EI (б.5)		Тумблер 14
Q0.0	DQ (а.0)	Распределить нагрузку	Светодиод 1
Q0.1	DQ (а.1)	Реле БУПА 1 (поз.17, рис.2.11.3)	Светодиод 2
Q0.2	DQ (а.2)	Реле БУПА 2 (поз.18, рис.2.11.3)	Светодиод 3
Q0.3	DQ (а.3)	Реле БУПА 3 (поз.19, рис.2.11.3)	Светодиод 4
Q0.4	DQ (а.4)	Реле БУПА 4 (поз.20, рис.2.11.3)	Светодиод 5
Q0.5	DQ (а.5)	Реле БУПА 5 (поз.21, рис.2.11.3)	Светодиод 6
Q0.6	DQ (а.6)		Светодиод 7
Q0.7	DQ (а.7)		Светодиод 8
Q1.0	DQ (б.0)		Светодиод 9
Q1.1	DQ (б.1)		Светодиод 10



				ВКР.164.023.15.03.04.СХ		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Электрическая схема блока БПЛК	
Разраб.	Фарзалиев А.В.				Литера	Масштаб
Пробир.	Рыбаков А.И.				у	1:1
Т.Контр.	Рыбаков А.И.				Лист 8	Листов 12
И.Контр.	Скрипко Д.В.				Исследование и модернизация лабораторного комплекса «Гибридный» (комплексная выпускная квалификационная работа)	
Утвержда	Скрипко Д.В.				АМГУ, зр. 641	

Блок наладки программ ПЛК (БН-ПЛК)



Зна	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		Дочувствительность	1	
		Элементы	8	
		Реле РИВЕР	1	
		Кнопка	2	
		Кнопка	1	
		Кнопка	15	
		Такти индикатор	5	
		Правильные датчики, потенциометры	5	
		Линейные входы, переменные	14	
		Дисcretные входы, дискретные	10	

Имя	№ докум.	Наим.	Датум.	Статус
Блок	Физический А.В.			
Блок	Рабочий А.В.			
Контр.	Рабочий А.В.			
Исполн.	Сергей О.В.			
Утвержд.	Сергей О.В.			

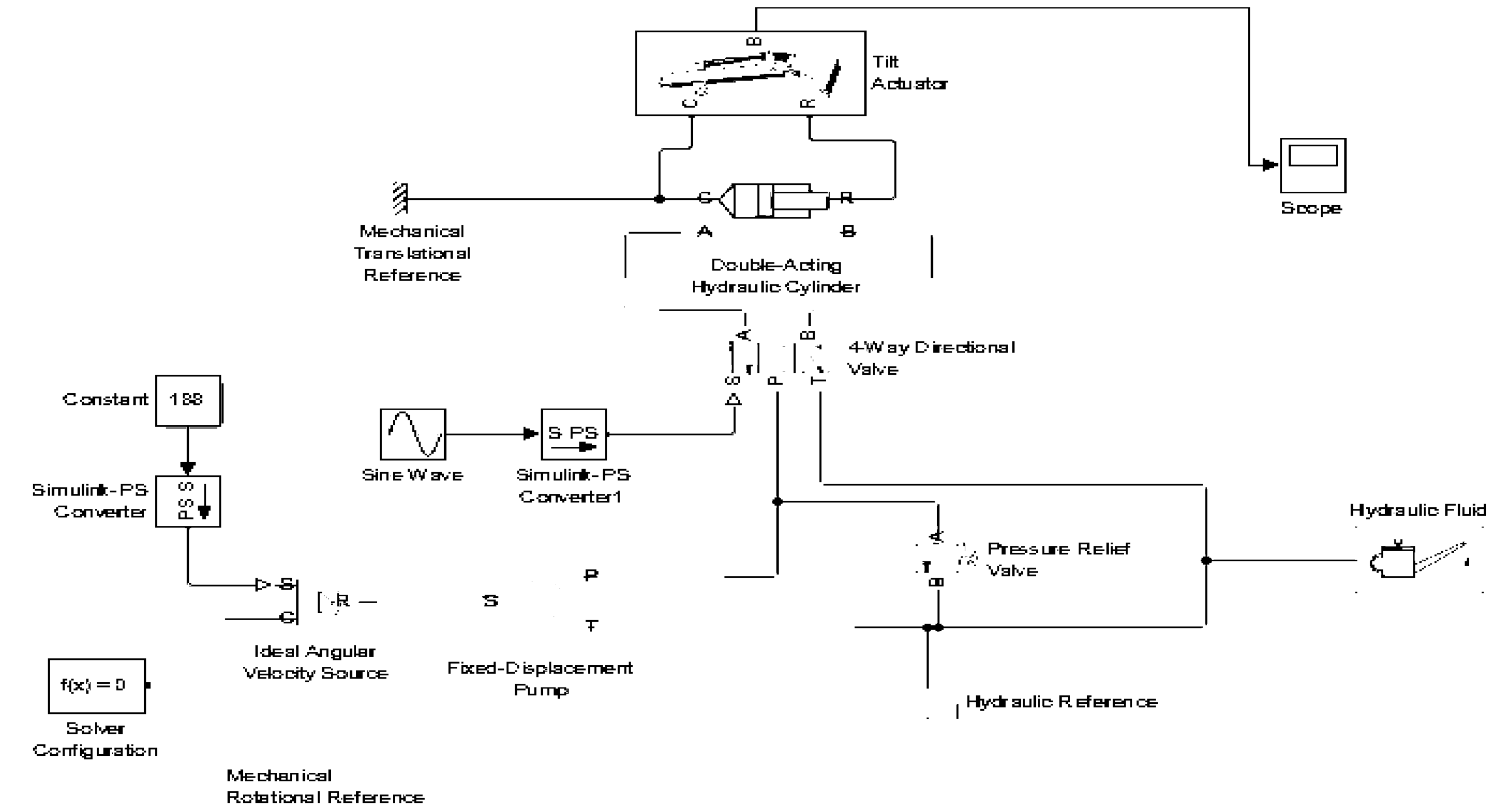
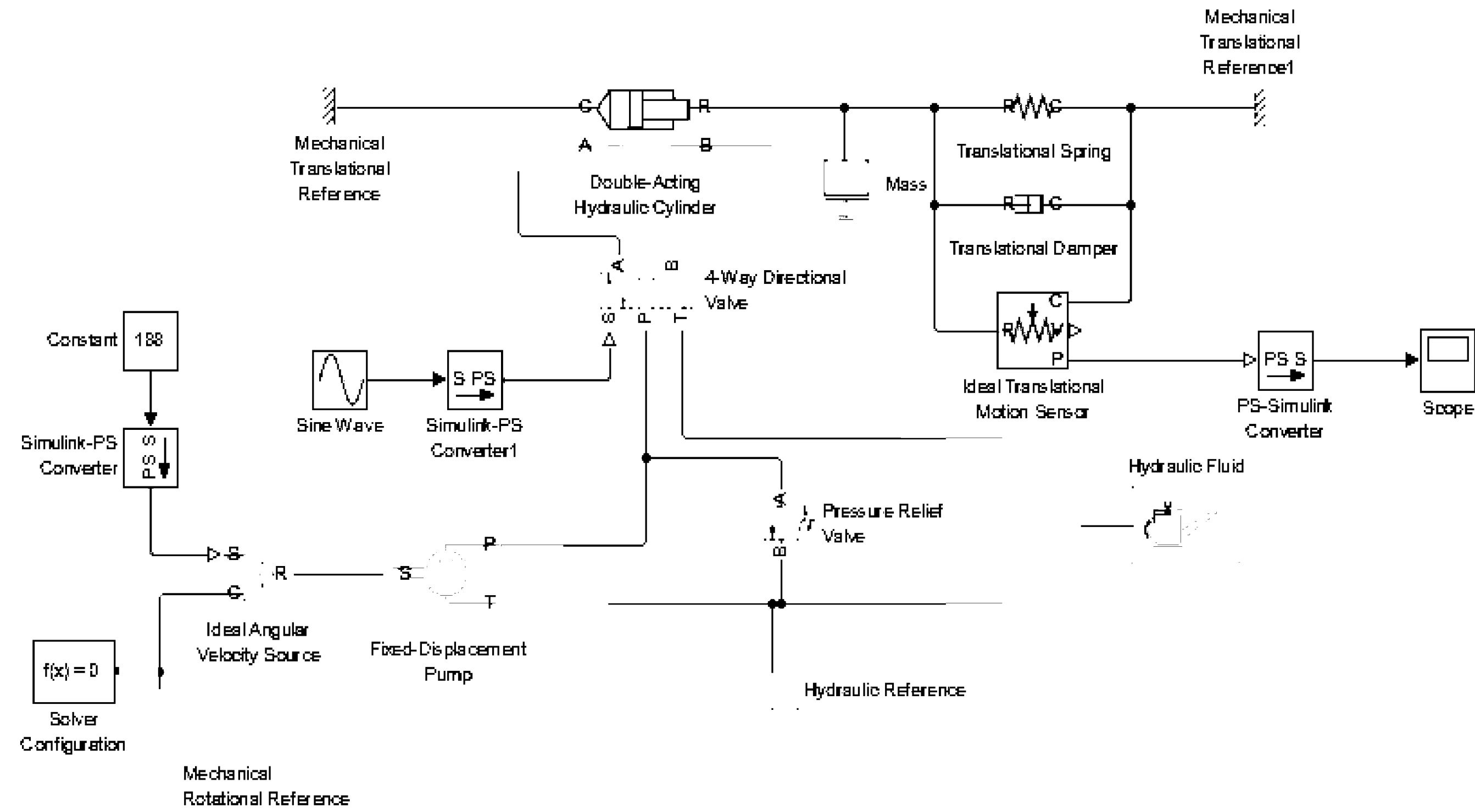
Подключение ПЛК	Лист №	Итого
	11	
	12	

ВКР 164.023.15.03.04.СХ

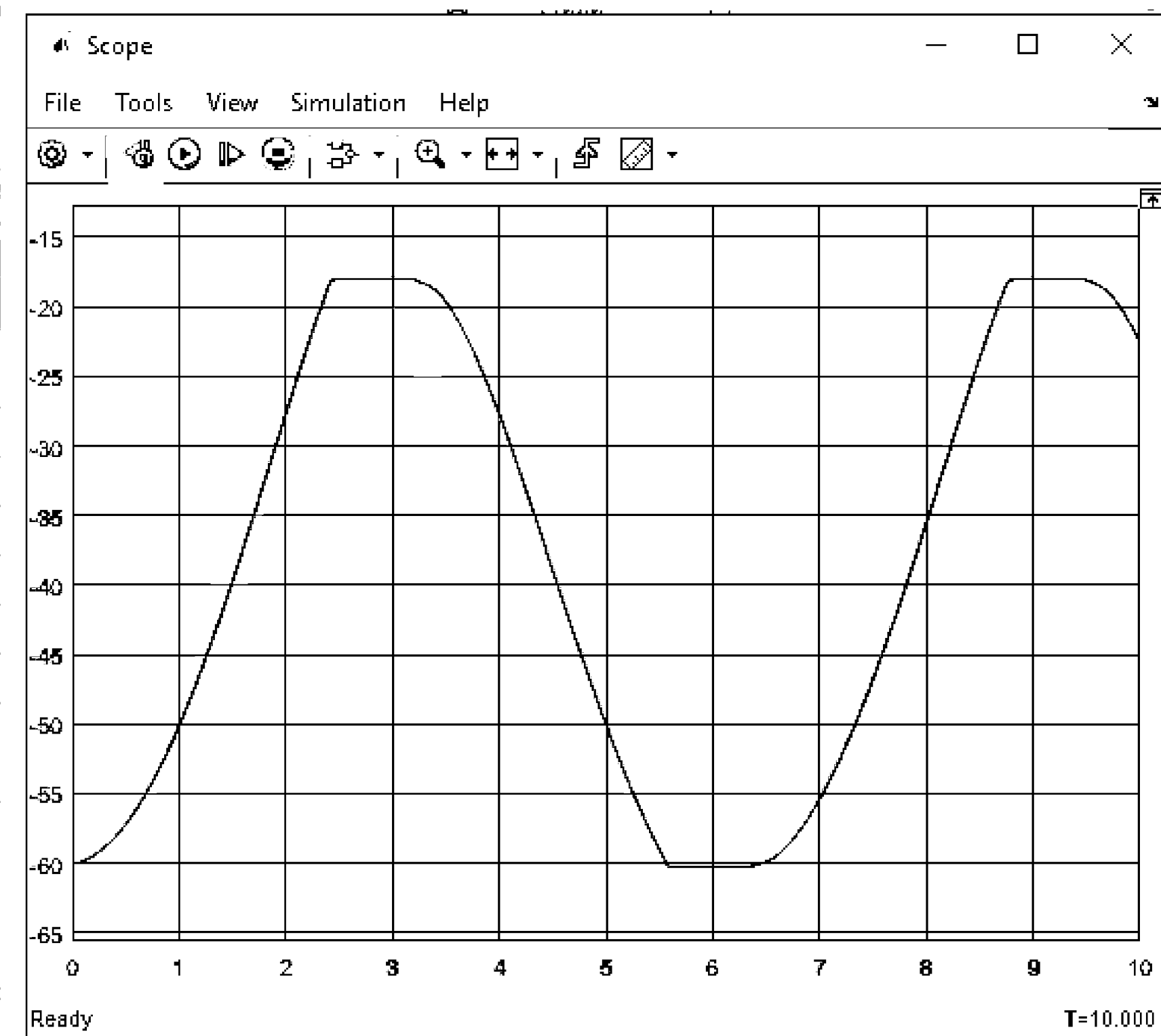
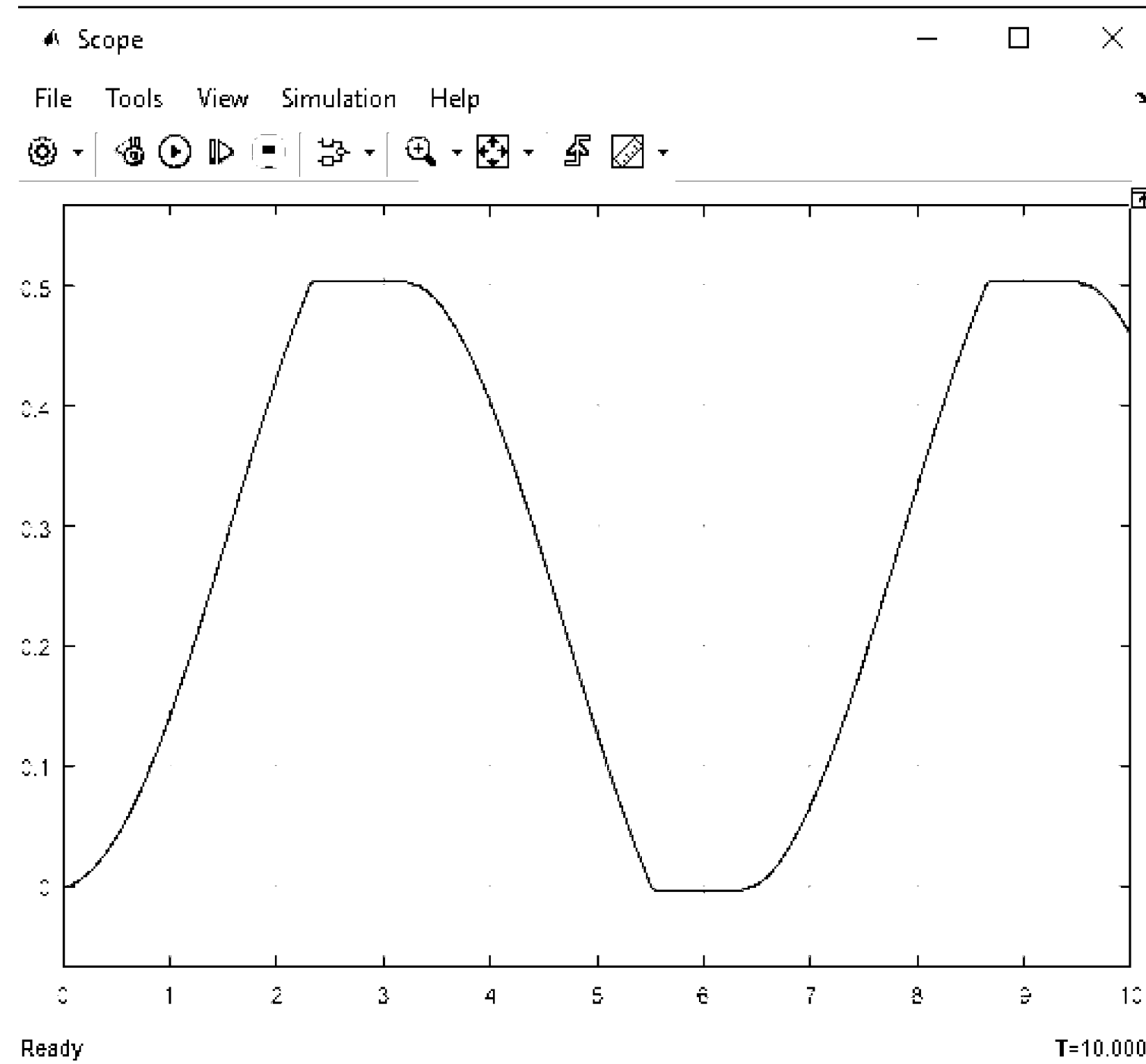
АмТ-Упр 641

Модель гидропривода с простой механической нагрузкой

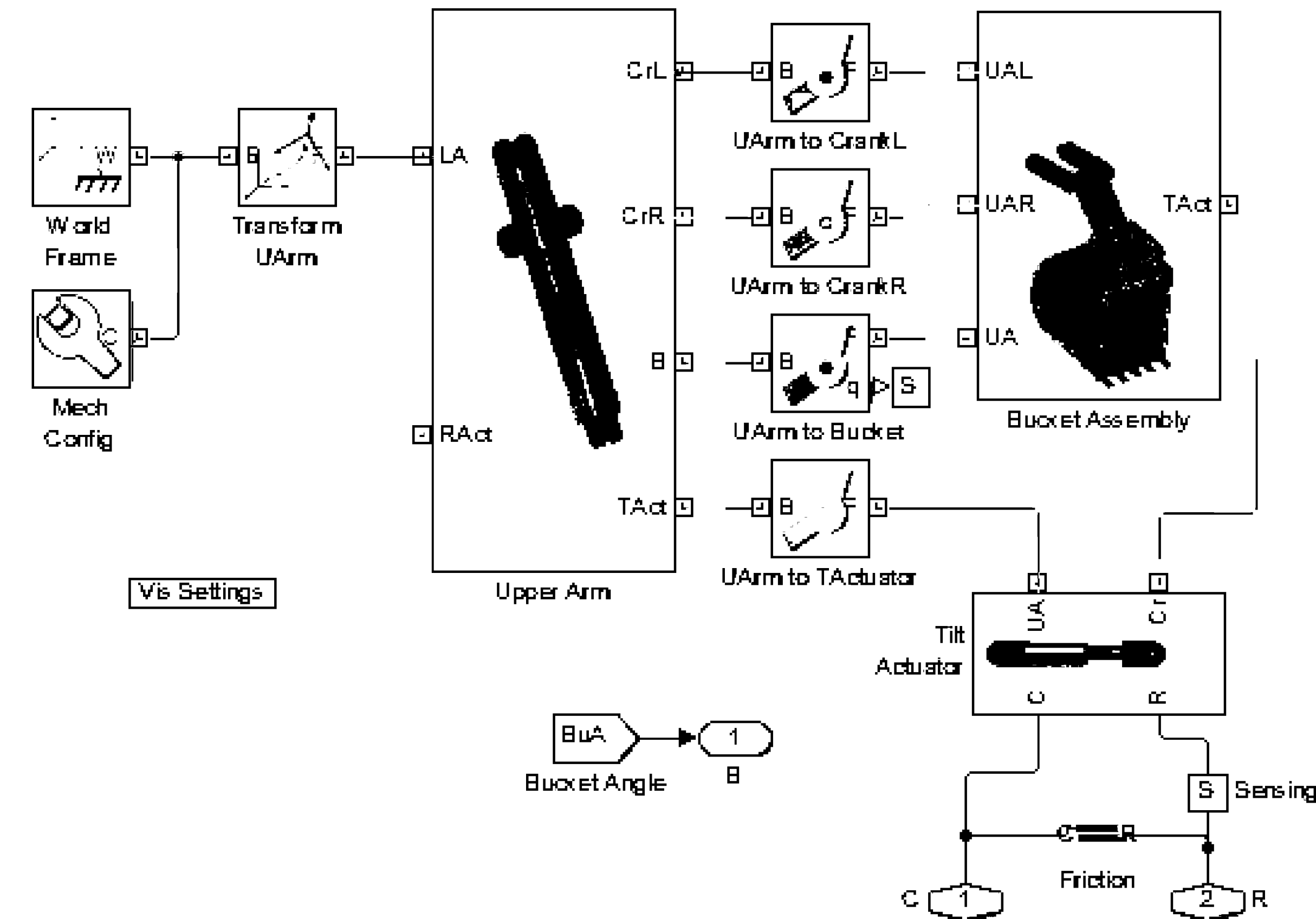
Модель гидропривода с более реалистичной механической нагрузкой



Блоки виртуального осциллографа



Блок экскаватора с обратной лопатой



ВКР.164.023.15.03.04.СХ					Литера	Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Модель гидропривода в среде Matlab на базе Simulink	1:1	
Разраб.	Фархадов А.В.						
Пробир.	Рыбаков А.И.						
Т.Контр.	Рыбаков А.И.						
И.Контр.	Скрипка Д.В.				Исследование и модернизация лабораторного комплекса «Гидропривод» (комплексная выпускная квалификационная работа)	Лист 11	
Утвержда.	Скрипка Д.В.						Листов 12
						АМГУ, зр. 641	