

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

**РАЗРАБОТКА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫМ  
БЛОКА КОНЦЕВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ**

Выпускная квалификационная работа бакалавра  
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение  
(по отраслям)

Идентификационный код ВКР: 537

Екатеринбург 2017

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра электрооборудования и энергоснабжения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующая кафедрой ЭС  
\_\_\_\_\_ А.О. Прокубовская  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

## **РАЗРАБОТКА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫМ БЛОКА КОНЦЕВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ**

Выпускная квалификационная работа бакалавра  
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение  
(по отраслям)  
профиля подготовки «Энергетика»  
специализации «Энергохозяйство предприятий, организаций, учреждений и  
энергосберегающие технологии»

Идентификационный код ВКР: 537

Исполнитель:

студент группы ЗЭС-403С

Е.А. Этвиш

Руководитель:

канд. тех. наук, доцент

В.И. Зеленцов

Нормоконтролер:

ст. преподаватель

Т.В. Лискова

Екатеринбург 2017

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 62 страницах, содержит 19 рисунков, 5 таблиц, 20 источников литературы, а также 4 приложения на 5 страницах.

Ключевые слова

*Объектом исследования* является электронный блок концевых выключателей приводов запорной арматуры.

*Предметом исследования* является пульт входной проверки электронных блоков концевых выключателей.

*Цель работы:* выполнить разработку пульта входной проверки электронного блока концевых выключателей приводов запорной арматуры.

Пульт входной проверки ЭБКВ ЭП4 предназначен для проведения входного контроля всех комплектов ЭБКВ-ЭП4 на соответствие ТУ перед установкой данных комплектов на изделие. Проверка комплектов ЭБКВ-ЭП4 производится при помощи пульта входного контроля согласно инструкции входного контроля.

В процессе работы разработан и произведен пульт входной проверки. Подобраны оптимальные комплектующие покупные изделия, компоновка и расположение основных органов управления пульта отвечает требованиям технического задания.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1.ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК КОНЦЕВЫХВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ.....	7
1.1.Назначение.....	7
1.2. Технические характеристики .....	8
1.3. Устройство и назначение составных частей .....	11
2.РАЗРАБОТКА ПУЛЬТА ВХОДНОЙ ПРОВЕРКИ.....	19
2.1.Постановка задачи и определение технических требований.....	19
2.2.Структурная схема пульта и обоснование элементной базы.....	20
2.3.Конструкция, состав и назначение элементов пульта.....	25
3.МЕТОДЫРАБОТЫ НА ПУЛЬТЕ.....	27
3.1.Автономнаяпроверкапульта.....	27
3.2.Методыпроверок и настроек .....	29
4.ИНСТРУКЦИЯ ПО МОНТАЖУ И НАСТРОЙКЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ .....	42
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	48
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	50
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	52
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	55

## **ВВЕДЕНИЕ**

Предприятие освоило выпуск изделия, электронного блока концевых выключателей(ЭБКВ) для электроприводов серии ЭП. Изначально производством выполнялись работы по монтажу и сборке электронных блоков, без настройки и контроля параметров. При согласовании очередной годовой заявки, одним из условий заказчика стало, проведение на предприятии изготовителе работ по проверке работоспособности комплекта ЭБКВ. Эти условия потребовали в кратчайшие сроки создание пульта для контроля параметров электронных блоков. Наличие пульта и программы проверки ЭБКВ исключит передачу потребителю изделий не соответствующих техническим требованиям. Также позволит в кратчайшие сроки проводить работы с рекламационными изделиями.

Область применения прибора – системы автоматического управления трубопроводами. По способу защиты человека от поражения электрическим током прибор соответствует классу защиты 01 по ГОСТ 12.2.007.0. Номинальные значения климатических факторов – согласно ГОСТ 15150 для вида климатического исполнения У2, тип атмосферы II (промышленная).

Целью разработки является создание пульта входной проверки ЭБКВ ЭП4 для электронного блока концевых выключателей приводов запорной арматуры. Пульт входной проверки ЭБКВ ЭП4 предназначен для проведения входного контроля всех получаемых с предприятия изготовителя комплектов ЭБКВ-ЭП4 на соответствия ТУ перед установкой данных комплектов на изделие. Проверка комплектов ЭБКВ-ЭП4 производится при помощи пульта входного контроля согласно инструкции входного контроля.

По техническому заданию начались работы по выполнению опытно-конструкторской работы по разработке пульта.

Пульт проверки должен обеспечивать легкую снятие/установку входящих в комплект ЭБКВ электронных блоков для проведения проверки. Блок электроники, МПС, датчик пути, датчик момента устанавливаются на стенд отдельно, их совместная коммутация производится путем подключения кабелей к соответствующим разъемам. Это позволяет в случае неисправности одного из

блоков произвести быструю его замену для скорейшей проверки комплекта с другим входящим.

*Объектом исследования* является электронный блок концевых выключателей приводов запорной арматуры.

*Предметом исследования* является пульт входной проверки электронных блоков концевых выключателей.

*Цель работы:* выполнить разработку пульта входной проверки электронного блока концевых выключателей приводов запорной арматуры.

*Задачи работы:*

- разработка схемы электрической принципиальной;
- подборка и обоснование элементной базы пульта;
- проработка конструкции и назначения элементов пульта;
- разработка методов проверки;

В данной работе представлена программа разработки и исполнения изделия на основе технического задания. Тема работы относится к производственно-технологической, т.к. исполнитель принимал участие в технологической проработке, проектировании и конструировании, монтаже и испытании изделия.

## **1. ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК КОНЦЕВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ**

## 1.1. Назначение

Электронный блок концевых выключателей (далее – прибор, ЭБКВ) с вынесенным на модуль процессора и индикации элементом питания, предназначен для комплектации электропривода (ЭП) производимого ЗАО «Тулаэлектропривод». Конструктивно прибор устанавливают на штатные места крепления в ЭП.

На рисунке 1 приведен сборочный чертеж и перечень обозначений и сокращений, установленных в конструкторской документации:

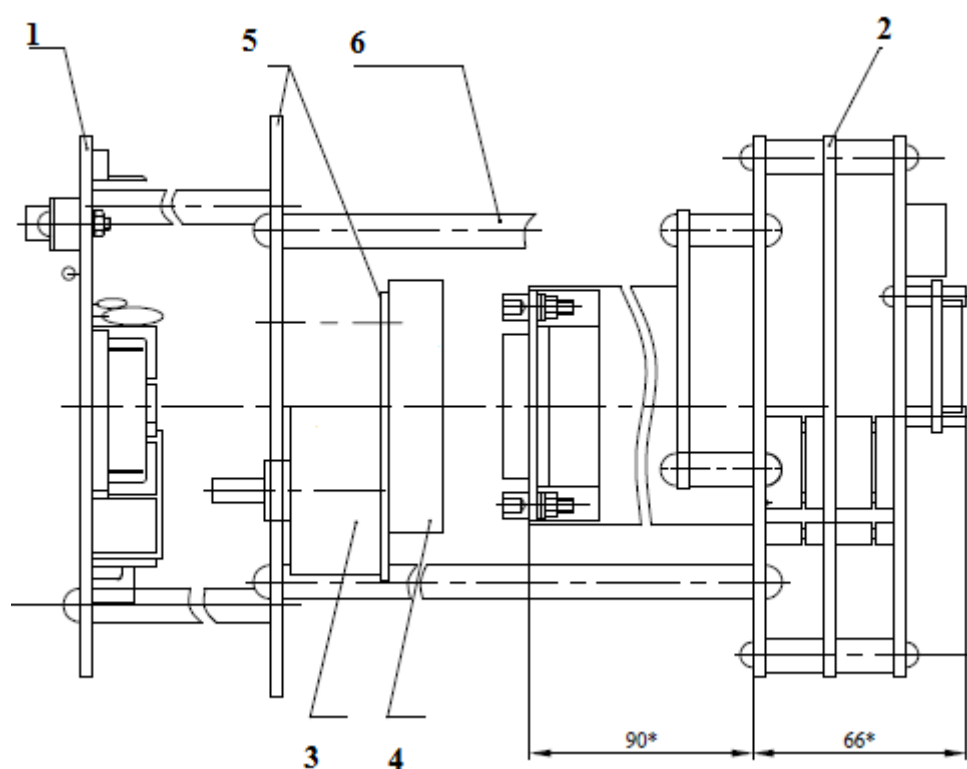


Рисунок 1 - Комплект ЭБКВ готовый к установке в ЭП:  
1 – МПС; 2 - БЭ; 3 – ДМ; 4 – ДП; 5 – пластина; 6 – стойка

Прибор предназначен для управления, контроля параметров и отображения текущего состояния электропривода серии ЭП41, производимого ЗАО «Тулаэлектропривод» и используемого для комплектации запорной промышленной трубопроводной арматуры.[17]

Область применения прибора – системы автоматического управления трубопроводами. По способу защиты человека от поражения электрическим током

прибор соответствует классу защиты 01 по ГОСТ 12.2.007.0.Номинальные значения климатических факторов – согласно ГОСТ 15150 для вида климатического исполнения У2, тип атмосферы II (промышленная).

Прибор устойчив к воздействию внешних климатических факторов в соответствии с группой 5 по ГОСТ 21552:

- температура окружающего воздуха в диапазоне от минус 40°С до плюс 50°С;
- относительная влажность от 40 до 80 % при 80°С;
- атмосферное давление от 84 до 107 кПа (630-800 мм рт.ст.).

Конструктивно прибор устанавливаются на штатные места крепления в ЭП, поэтому необходимо строго выдерживать габаритные размеры блоков:

- |                                 |                   |
|---------------------------------|-------------------|
| - модуль процессора и индикации | - диаметр 125×32; |
| - модуль интерфейсный           | - диаметр 125×27; |
| - модуль питания и сигнализации | - диаметр 125×45; |
| - плата-удлиннитель             | - 89×61×20;       |
| - модуль «Токовая петля»        | - 66×30×21;       |
| - модуль RS485                  | - 66×30×21;       |
| - датчик моментов               | - диаметр 50×43;  |
| - датчик пути                   | - 51×49×13.       |

Масса прибора должна быть не более 1,2 кг.

## **1.2. Технические характеристики**

Электропитание прибора осуществляется от источника переменного тока промышленной частоты (50±1) Гц номинальным напряжением 220 В с допускаемыми отклонениями в пределах от 187 В до 242 В. Мощность, потребляемая прибором, не превышает 16 Вт. При отсутствии силового питания для работы прибора используется автономный источник питания постоянного тока напряжением в пределах от 22 В до 27 В. Потребляемый ток от автономного



источника питания не превышает 350 мА. В качестве автономного источника питания допускается использовать аккумуляторную батарею.

Прибор коммутирует следующие величины токов:

- в цепях переменного тока с напряжением 220В ток через замкнутые контакты - от 20 до 3000мА;
- в цепях постоянного тока с напряжением 24/48В ток через замкнутые контакты от 1,0 до 4000,0мА, при этом падение напряжения на замкнутых контактах реле не превышает 0,25В.

Угловая погрешность отслеживания хода задвижки и остановки привода по путевому датчику (в конечном или промежуточном положении) – не хуже 30° угла поворота вала ДП. Диапазон настройки путевого датчика - от 1 до 5460 оборотов вала. Дискретность установки порога срабатывания муфты ограничения крутящего момента – 1% в разрешенном диапазоне от 30% до 100%. Погрешность установки моментного датчика – не хуже 5% от диапазона настройки.

Прибор обладает свойством энергонезависимости: при пропадании питания все настройки и расчетные данные сохраняются, и при возобновлении питания прибор продолжает нормальное функционирование.

Прибор реализует следующие основные режимы работы:

- проверка индикации;
- работа;
- настройка;
- регулирование контрастности одним нажатием кнопки;
- тестирование.

Прибор обеспечивает:

1. Энергонезависимое отслеживание перемещений путевого и моментного датчиков в т. ч. при отсутствии силового питания (например, при работе с ручным дублером).

2. Сигнализацию путем коммутации контактов соответствующих исполнительных (концевых и путевых) реле конечных положений «Открыто»

«Закрыто» арматуры, а также промежуточных положений, в соответствии с настройками указанных положений в приборе.

3. Сигнализацию путем коммутации контактов соответствующих исполнительных (моментных) реле достижения требуемого крутящего момента нагрузки на выходном валу привода при движении в направлении закрывания и открывания.

4. Блокировка сигнала моментного отключения.

5. Индикацию состояния привода в режиме «РАБОТА» и, а также аварийных состояний.

6. Выдачу сигналов индикации «О», «З», «М» (Муфта) на светодиоды МПИ.

7. Выдачу унифицированного токового сигнала 4-20мА или 0-5мА (20/5мА – «О», 4/0мА – «З», 24/7мА – «Ошибка»). Сигнал «Ошибка» должен выдаваться при превышении конечного положения арматуры «О» или «З» более чем на 12.5% рабочего хода.

8. Автоматический учет числа циклов работы ЭП (один цикл соответствует последовательному изменению состояний ЭП «З»-«О»-«З»).

9. Настройку режимов и параметров прибора с помощью местного пульта управления.

10. Возможность остановки ЭП путем кратковременного приведения в активное состояние всех сигнальных реле по нажатию кнопки местного пульта управления.

11. Возможность остановки ЭП путем кратковременного (0,5 секунды) или длительного приведения в активное состояние всех сигнальных реле в предусмотренных аварийных случаях:

- прекращение вращения вала привода в промежуточном положении (например, заклинивание арматуры, в том числе и при заблокированной моментной муфте), – кратковременной активацией (0.5 секунды) всех сигнальных реле;

- момент на валу привода не достиг значения момента отключения в течение заданного времени после пересечения положений ОТКРЫТО или ЗАКРЫТО, – кратковременной активацией (0.5 секунды) всех сигнальных реле;

- при перегреве двигателя – сигнальные реле переводятся в активное положение в течение времени наличия сигнала перегрева двигателя;

- при возникновении ошибки чтения параметров из энергонезависимой памяти, сигнальные реле переводятся в активное положение до того момента, когда по команде пользователя будет произведена запись и последующее успешное считывание параметров из энергонезависимой памяти.

12. Просмотр текущих настроек прибора.

13. Выключение отслеживания конечных положений.

14. Поддержку протокола Modbus при обмене данными по каналу связи RS-485 с системой верхнего.

15. Антиконденсатный подогрев блока управления.

### 1.3. Устройство и назначение составных частей прибора

Прибор поставляют заказчику в виде комплекта, включающего следующие, перечисленные в таблице 1, составные части базового исполнения. Для обеспечения дополнительных функций работы прибора отдельно поставляются следующие составные части:

- модуль «Токовая петля» - АГБР.069.03.00.00;
- модуль RS 485 - АГБР.069.04.00.00;
- модуль RS 485 - АГБР.069.04.00.00.

Таблица 1 – Составные части базового исполнения

Название	Децимальный номер
блок электроники с дисплеем ЖКИ	АГБР.069.01.00.00.00;
блок электроники с дисплеем ВЛД	АГБР.069.01.00.00.00-10;
модуль питания и сигнализации	АГБР.069.02.00.00;
датчик момента	АГБР.094.00.00.00;
датчик пути	АГБР.005.02.00.00-01;

Прибор выполнен в виде комплекта, состоящего, блока электроники, датчиков момента и пути и модуля МПС, которые устанавливаются в ЭП.

Установку прибора в электропривод, проверку и тарировку с ЭП обеспечивает изготовитель ЭП.

Блок электроники полной комплектации показан на рисунке2.

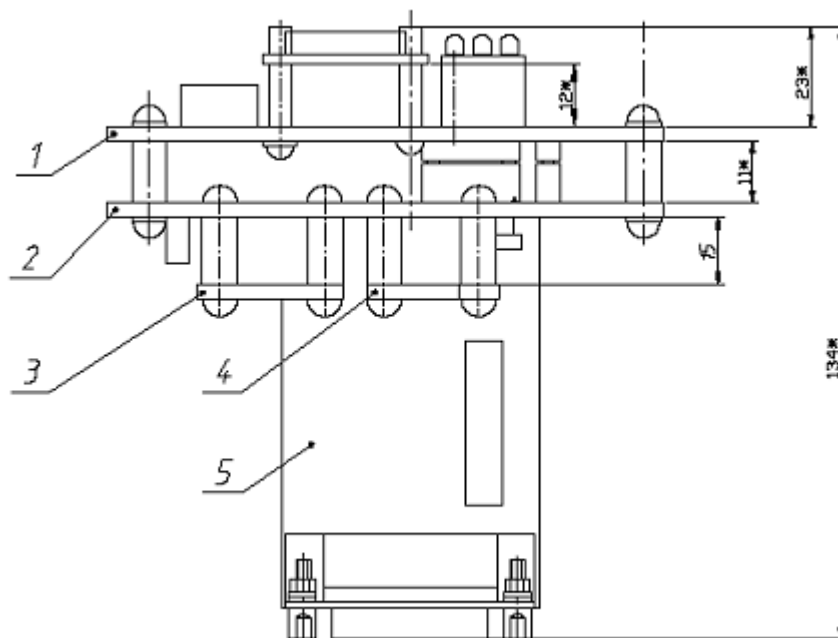


Рисунок 2 - Блок электроники полной комплектации в сборе:  
1 – модуль МПИ; 2 – модуль МИН; 3 - модуль MRS485; 4 – модуль МТП;  
5 – плата-удлиннитель

Рассмотрим более подробно назначение электронных плат, входящих в блок электроники. Модуль МПИ (рисунок 3) содержит следующие органы управления и индикации:

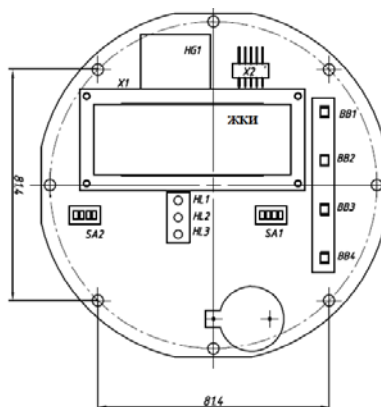



Рисунок 3 - Модуль МПИ

Многофункциональные кнопки программирования и местного управления: ВВ1 - ▲; ВВ2 - ▼; ВВ3 - ↵; ВВ4 - , предназначены для настройки прибора, обеспечивая установку крайних и промежуточных положений арматуры при движении в сторону открытия/закрытия, установку необходимого крутящего момента на валу привода для уплотнения в положении «О»/«З», ввод пароля для изменения настроек прибора и другие операции.

Дисплей ЖКИ предназначен для вывода информации о состоянии привода, режиме работы, развиваемом моменте, проценте открытия. В режиме настройки ЭБКВ на дисплее отображается необходимая информация о проводимых проверках и уровень контролируемых величин.

Двухпозиционный сегментный значоиндикатор НГ1, индицирующий процент перекрытия арматуры (далее – цифровой индикатор).

Светодиоды НЛ1, НЛ2, НЛ3 соответственно желтого, красного, зеленого цветов. НЛ1 имеет два режима работы: пульсирующий режим указывает на то, что движение происходит в сторону закрытия, постоянно горит НЛ1 при закрытой задвижке. Красный светодиод НЛ2, индицирует аварийное превышение необходимого момента на валу двигателя. Зеленый светодиод НЛ3, имеет противоположный алгоритм индикации чем у НЛ1 и указывает на движение в сторону открытия.

Переключатели SA1 и SA2 и их назначение:

SA1 – 1 – ON – уровень доступа «Полный» в режиме НАСТРОЙКА;

SA1 – 2 – ON – режим ТЕСТИРОВАНИЯ;

SA1 – 3 – ON – программирование процессоров МПИ;

SA1 – 4 – ON – резерв;

SA2 – 1 – ON – дисплей ВЛД / OFF – дисплей ЖКИ;

SA2 – 2 – ON – резерв;

SA2 – 3 – ON – для цифрового индикатора;

SA2 – 4 – ON – для цифрового индикатора (резерв);

Исходное положение переключателей SA1, SA2-1 и SA2-2 нижнее (OFF), а SA2-3 и SA2-4 верхнее (ON);

Разъём X2, используется для программирования микропроцессоров с помощью программатора, X5 и X6(не показаны на рисунке 3) используется для передачи сигналов на другие платы прибора[16].

Датчик пути(ДП), показанный на рисунке4 и датчик момента(ДМ), представленный на рисунке5, входящие в состав ЭБКВ, предназначены для преобразования угловых перемещений путевого и моментного вспомогательных валов ЭП в электронные сигналы, считываемые и обрабатываемые в МПИ.

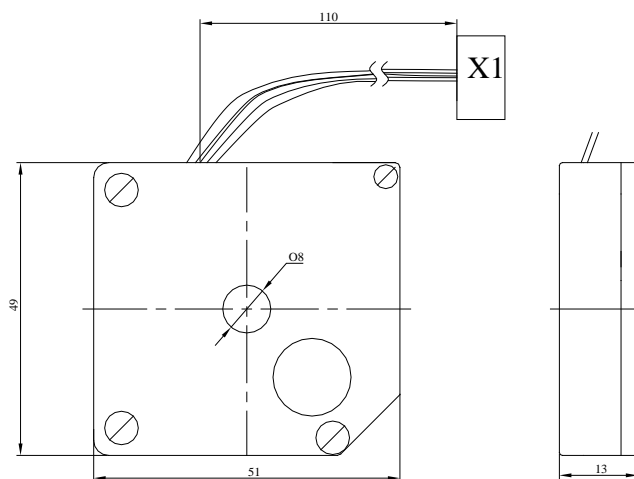


Рисунок 4 - Датчик пути

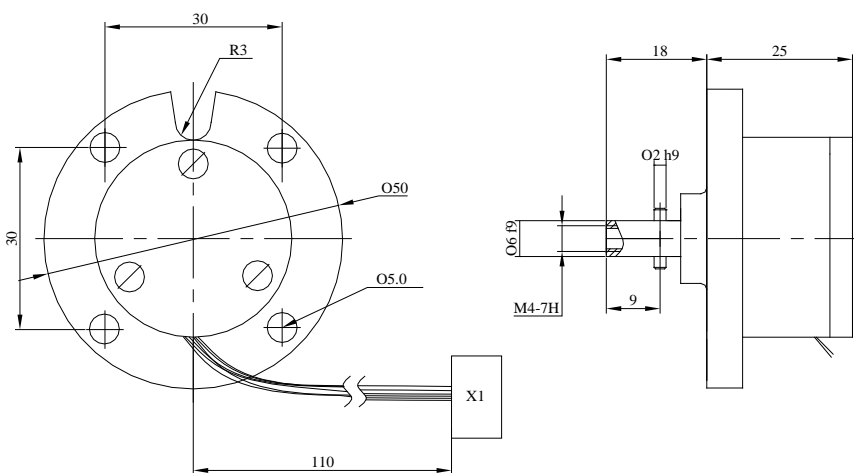


Рисунок 5 - Датчик момента

Модуль интерфейсный(МИН) показан на рисунке 6 и предназначен для преобразования постоянного напряжения 24В в постоянное напряжение 5В, которое поступает на плату МПИ.Также МИН необходим для коммутации

нагревательного резистора в зависимости от температуры электронного блока и установки опционных модулей: модуль МТП и модуль MRS485. МИН соединяется через плату-удлиннитель со шлейфом к модулю питания и сигнализации(МПС), плата-удлиннитель соединена пайкой с МИН.

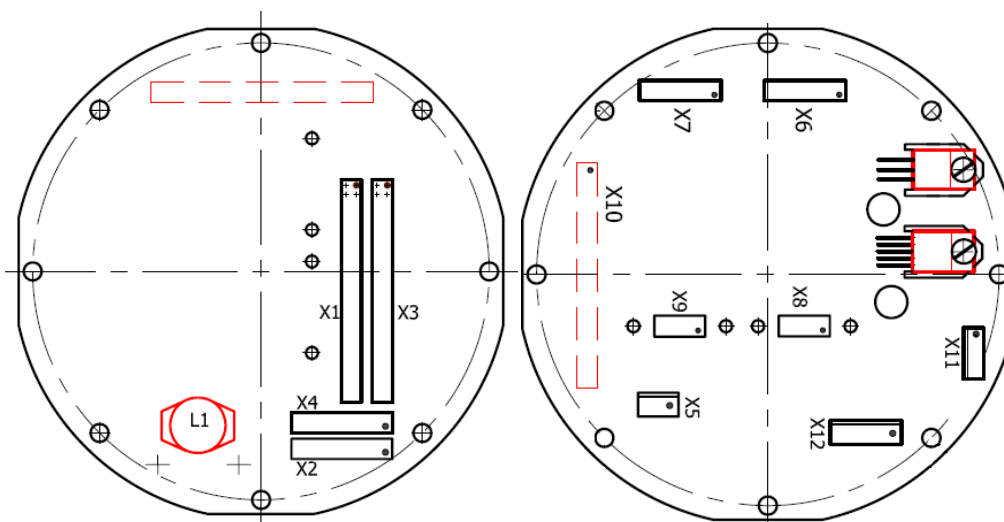


Рисунок 6 - Модуль интерфейсный(МИН)

Модуль интерфейсный содержит следующие элементы:

- разъёмы X1 и X4, используется для передачи сигналов с модуля МПИ без модуля МПР;
- разъёмы X2 и X3, используется для передачи сигналов с модуля МПИ через модуль МПР;
- разъёмы X6 и X8, X7 и X9 используется для установки модулей MRS485 или модулей МТП;
- разъёмы X5, используется для подключения нагревательного резистора;
- разъёмы X10, используется для подключения через плату-удлиннитель со шлейфом к модулю МПС;
- разъёмы X11, используется для подключения датчика ДП;
- разъёмы X12, используется для подключения датчика ДМ.

Модуль питания и сигнализации (МПС) показан на рисунке 7 и предназначен для снижения переменного напряжения питания с 220 В до 24В

и последующего его выпрямления. Также МПС используется для коммутации силовыми реле (K1 – K7) внешних устройств.

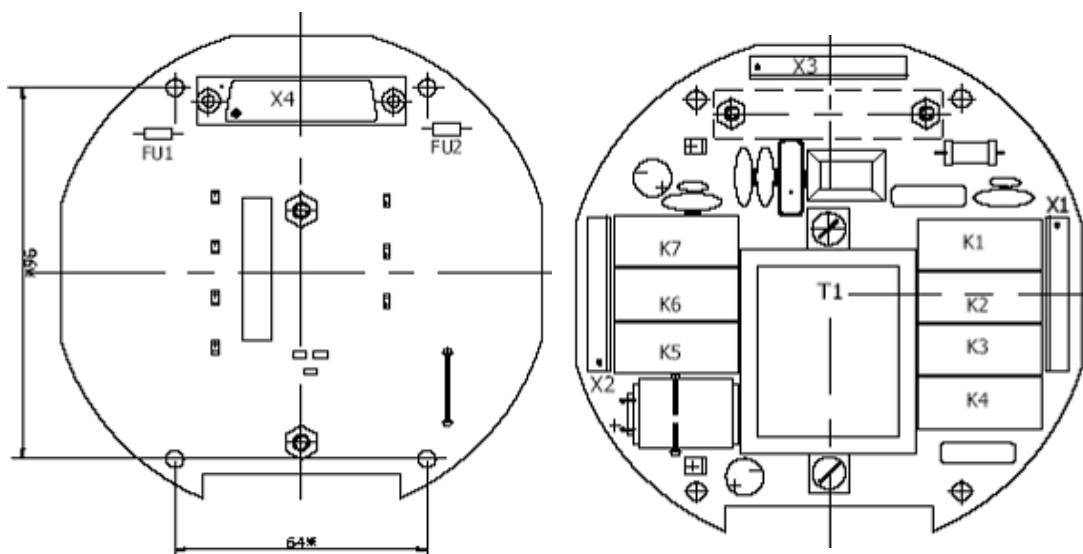


Рисунок 7 - Модуль питания и сигнализации (МПС)

Модуль питания и сигнализации содержит следующие элементы:

- разъёмы X1, X2 и X3, используется для передачи сигналов на выходные разъёмы ЭП4. Распределение выходных сигналов на этих разъёмах показано в таблице 3, значение сигналов разъемов X1 и X2 заданы для пассивного состояния реле 1-6 (при запитанной обмотке реле);
- разъёмы X4, используется для передачи сигналов с модуля МИН через плату-удлиннитель со шлейфом;
- сигнальные реле K1-K7, используется для внешнего управления и предназначены:
  - K1 – концевое реле открытия;
  - K2 – концевое реле закрытия;
  - K3 – моментное реле открытия;
  - K4 – моментное реле закрытия;
  - K5 – путевое реле открытия;
  - K6 – путевое реле закрытия;
  - K7 – реле нагревательного резистора.



Модуль RS485 предназначен для организации физической линии связи и формирования протокола информационного обмена по кодовой линии связи между ЭП4 и системой верхнего уровня (протокол ModBus) используется модуль RS485(рисунок 8).

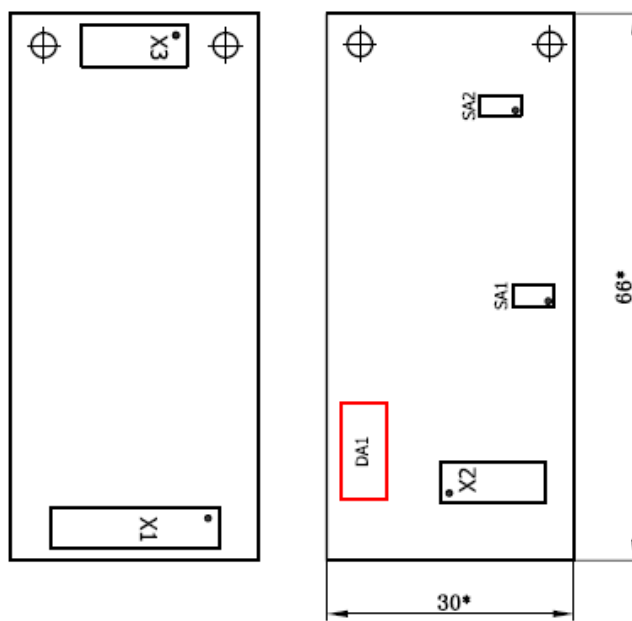


Рисунок 8 - Модуль RS485

Модуль MRS485 содержит следующие элементы:

- разъём X1, используется для передачи напряжения питания и SPI сигналов с модуля МПИ;
- разъём X2, используется для программирования связанного микропроцессора модуля MRS485;
- разъём X3, используется для выдачи на внешний порт сигналов RS485 1-ого канала или 2-ого каналов;
- переключатели SA1 и SA2 и их назначение:
  - SA1 – 1 – ON – установка адреса 001 устройства для автономной проверки обмена по RS485;
  - SA1 – 2 – ON – резерв;
  - SA2 – 1 – ON – параллельного включение согласующего резистора 120 Ом к линии связи;

SA2 – 2 – ON – параллельного включение согласующего резистора 120 Ом к линии связи.

Исходное положение переключателей SA1, SA2 нижнее (OFF)[8].

Модультоковой петли(МТП), изображенный на рисунке 9, предназначен для формирования аналогового сигнала положения выходного вала ЭП в виде электрического тока.

Модуль МТП содержит следующие элементы:

- разъём X1, используется для передачи напряжения питания и сигнала PWM1В с модуля МПИ;
- разъём X2, используется для выдачи на внешний порт аналогового сигнала в виде электрического тока.

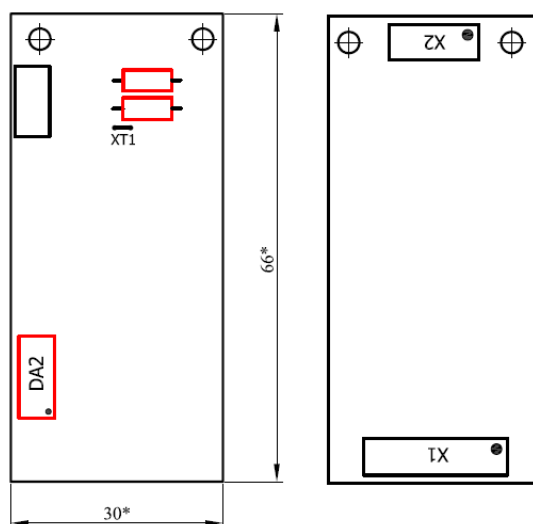


Рисунок 9 - Модуль МТП

## **2. РАЗРАБОТКА ПУЛЬТА ВХОДНОЙ ПРОВЕРКИ ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА КОНЦЕВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ**

### **2.1. Постановка задачи и определение технических требований**

Целью разработки является создание пульта входной проверки ЭБКВ ЭП4 для электронного блока концевых выключателей приводов запорной арматуры. Пульт входной проверки ЭБКВ ЭП4 предназначен для проведения входного контроля всех получаемых с предприятия изготовителя комплектов ЭБКВ-ЭП4 на соответствия ТУ перед установкой данных комплектов на изделие. Проверка комплектов ЭБКВ-ЭП4 производится при помощи пульта входного контроля согласно инструкции входного контроля.

Пульт входной проверки ЭБКВ ЭП4 должен обеспечивать выполнение следующих функций:

- проверку включения и работы прибора в соответствии с ТУ при питании от сети и от аварийного источника питания;
- проверку работы датчика пути с включенным питанием прибора и без питания прибора;
- проверку работы датчика момента;
- проверку целостности цепей коммутации всех реле прибора;
- проверку работы цепи токовой петли (опционально);
- проверку работы цепи RS485 (опционально);
- замену проверяемых модулей с последующей полной проверкой [18].

Пульт входной проверки ЭБКВ ЭП4 должен состоять из следующих узлов:

- стандартный покупной источник питания для пульта- (24В, 1А) - БП-98-25-24 или аналог;
- стандартный покупной источник питания для «Токовой цепи» и адаптера RS485- RS232 (ADAM-4520) – (2 канала +24В, от 0,1А до 0,5А) - БП-98-7-24 или аналог;
- адаптер RS485- RS232 - ADAM-4520;

- электрическая схема пульта, обеспечивающая выполнения требуемых функций.

Требования по надежности и стойкости к внешним воздействиям

Надежность пульта входной проверки ЭБКВ ЭП4 должна характеризоваться следующими параметрами.

Средняя наработка на отказ - 2000 часов.

Полный средний ресурс - 6000 часов.

Полный средний срок службы - не менее 10 лет.

Отказом считается несоответствие пульт входной проверки ЭБКВ ЭП4 указанным требованиям.

Пульт входной проверки ЭБКВ ЭП4 должен обеспечивать выполнение возлагаемых на него функций в диапазоне температур 0°С +70°С.

Пульт входной проверки ЭБКВ ЭП4 должен быть стойким, прочным и устойчивым к механическим воздействиям.

## 2.2. Разработка структурной схемы и обоснование элементной базы

Схема соединения пульта с узлами комплекта ЭБКВ-ЭП4 представлена на рисунке 10.

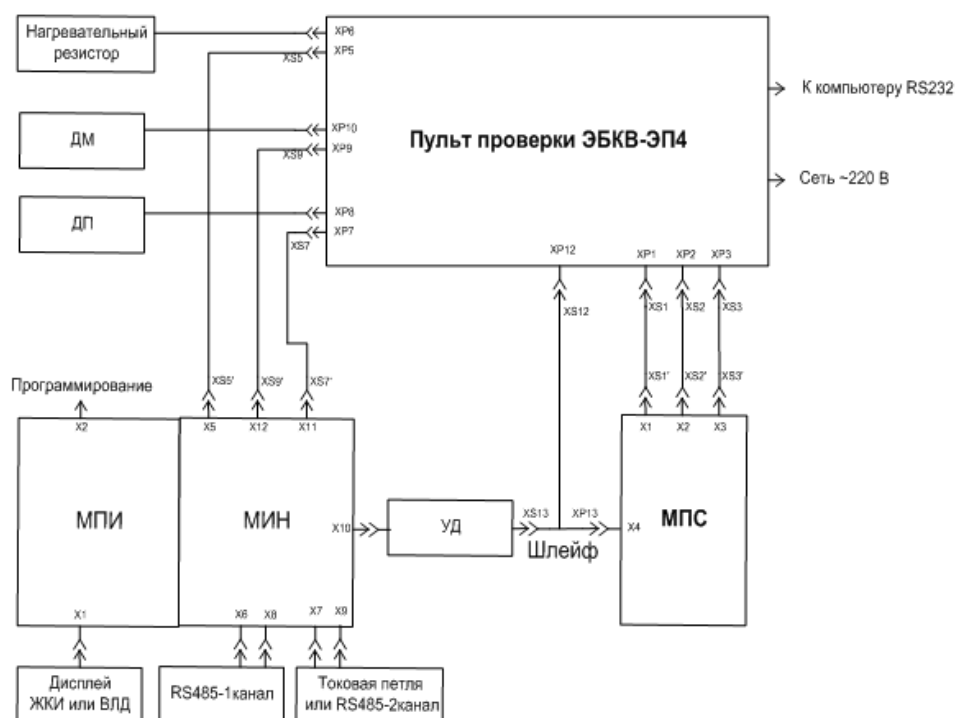


Рисунок 10 -Схема соединения пульта с узлами комплекта ЭБКВ-ЭП4

Пульт проверки должен обеспечивать легкую снятие/установку входящих в комплект ЭБКВ электронных блоков для проведения проверки. Блок электроники, МПС, датчик пути, датчик момента устанавливаются на стенд отдельно, их совместная коммутация производится путем подключения кабелей к соответствующим разъемам. Это позволяет в случае неисправности одного из блоков произвести быструю его замену для скорейшей проверки комплекта с другим входящим [18].

Для удобства использования в состав пульта введены платы, отвечающие за световую индикацию. Модуль светодиодов работает с основными тумблерами управляющими питанием. В состав стенда также входит плата коммутации. Плата коммутации оснащена разъемами для подключения электронных блоков в единый комплект. Светодиоды на плате коммутации выполняют функцию индикатора состояний путевых и моментных реле и реле обогрева на блоке МПС. Плата коммутации обеспечивает электрически правильное соединение всех входящих в комплект ЭБКВ изделий согласно электрической принципиальной схеме.

Учитывая все входящие в состав пульта изделия, как покупные, так и собственного производства, структурную схему можно представить в виде блоков (рисунок 11).

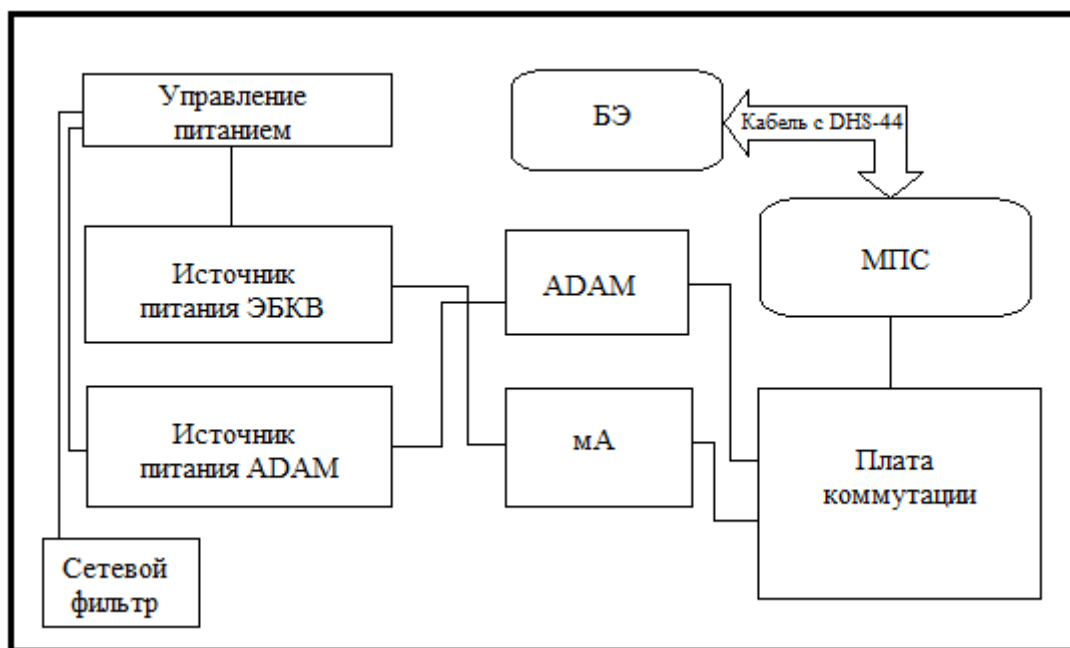


Рисунок 11 - Структурная схема пульта

По ТЗ пульт входной проверки ЭБКВ ЭП4 должен быть стойким, прочным и устойчивым к механическим воздействиям. Рекомендуемые габаритные размеры пульта также были указаны заказчиком. Учитывая это, было решено использовать в качестве корпуса пульта шкаф № АЕ 1034.500 фирмы «Rittal». В монтажной панели были выполнены технологические отверстия для крепления входящих изделий.

Для питания пульта использовался источник питания БП-98-25-24-(24В, 1А)[14]. Блок питания импульсного типа постоянного тока БП-98-25-24 предназначен для преобразования сетевого напряжения ~100...250В в стабилизированное постоянное напряжение 24В. Источник питания имеет 1 канал с независимыми схемами стабилизации, схему защиты от перегрузки и перегрева, светодиодную индикацию включения питания и исправности канала.

Особенности: защита от перегрузок и токов КЗ с индикацией режима, автоматическое восстановление выходного напряжения после устранения аварии.

Основные технические характеристики:

Корпус Д2 (для монтажа на DIN-рейку).

Выходных каналов 1.

Напряжение питания = / ~ 100...240В частотой 47...63Гц.

Максимальная выходная мощность 25Вт.

Выходное напряжение, ток нагрузки 24 В, 1 А.

Выбран стандартный покупной источник питания для «Токовой цепи» и адаптера RS485- RS232 (ADAM-4520) - БП-98-7-24. Источник питания БП98-7-24 предназначен для преобразования сетевого напряжения в стабилизированное постоянное напряжение 24В мощностью 7 Вт. Основные характеристики источника представлены в таблице 2.

Для подавления помех питания используем сетевой фильтр FN9260-1 с следующими характеристиками:

- номинальная индуктивность: 10.6 мН(2х);
- номинальное напряжение: 250 VAC;

- номинальный ток: 1 А;
- размеры В x Ш x Г: 36 x 46 x 41 mm;
- тип подключения: Ножевая клемма 6,3 x 0,8 mm; поддающийся пайке;
- затухание при 150 МГц: 35 dB;
- затухание при 10 МГц: 45 dB.

Таблица 2– Основные характеристики источника питания БП-98-7-24

Параметр	Значение
Количество каналов	2
Выходное напряжение	=24 В
Амплитуда пульсаций выходного напряжения	≤ 50 мВ
Выходная мощность	7 Вт
Питание	≅100...250 В, 47...63 Гц
Условия эксплуатации	5...50°C 45...80%RH
Габаритные размеры	75×45×145

Для связи с ПК используем преобразователь интерфейса ADAM-4520. ADAM-4520 – это конвертер с гальванической развязкой, предназначенный для систем, оснащённых последовательным портом RS-232. Он достоверно конвертирует данные интерфейса RS-232 в RS-422илиRS-485[14]. Стандарт RS-485 поддерживает полудуплексную передачу данных. Это означает, что и передача и приём данных ведётся всего по двум проводам. Управляющие сигналы (такие, как RTS – сигнал готовности к передаче данных) используются для контроля направления потока данных. Встроенная в ADAM-4520 цепь ввода-вывода автоматически распознаёт направление потока данных и переключает приёмник-передатчик. В сигналах готовности к передаче данных больше нет необходимости. Таким образом, можно построить связь по интерфейсуRS-485,проложиввсегодвапровода. ADAM-4520 имеет встроенную защиту от

высоковольтных импульсов по линиям данных. Встроенные быстродействующие ограничители импульсных помех по каждой линии данных защищают модули от опасных уровней и бросков напряжения.

Для коммутации цепей постоянного и переменного тока используем тумблер МТДЗ. Технические характеристики тумблера приведены в таблице 3.

Таблица 3 -Технические характеристики тумблера МТДЗ

Характеристика	Наличие
Фиксация	есть
Подсветка	Нет
Количество контактных групп	2
Количество контактов в контактной группе	3
Алгоритм работы	2хON-ON
Сопротивление изолятора не менее,МОм	1000
Сопротивление контактов не более,Ом	0.05
Рабочее напряжение,В	250
Предельное напряжение,В	750 В перем. тока в теч. 1 мин.
Рабочий ток,А	3
Рабочая температура,С	-60...100
Способ монтажа	на панель

Для индикации состояний включения – выключения используем светодиоды. Так в плате светодиодов, которая работает совместно с основными тумблерами управления применяется светодиод L-53SGC(зел.). В плате коммутации используем светодиоды L-934S(RC,GC,YC)трех различных цветов, для упрощения контроля за состоянием различных групп реле. Для ограничения тока питания светодиодов используем токоограничивающие резисторы 3кОм.

При настройке модуля «Токовая петля» необходимо контролировать ток по показаниям амперметра. Для этого установим на стенд миллиамперметр М42300,



который предназначен для измерений в цепях постоянного тока. Корпусные детали миллиамперметра изготовлены из высококачественной пластмассы и защищают измерительный механизм от загрязнений, повреждений и попадания внутрь пыли и брызг. Установка указателя производится с помощью корректора на лицевой панели. Также прибор выдерживает длительную перегрузку током или напряжением, равным 120% от верхнего предела диапазона измерений в течении 2 часов.

В кабельных изделиях входящих в стенд используются провод МГШВ-0,2 или МГТФ-0,2. Для обеспечения устойчивости к возможным механическим повреждениям все провода кабелей помещаются в трубку 305 ТВ-40 из поливинилхлоридного пластика.

### **2.3. Конструкция, состав и назначение элементов пульта**

Конструктивно пульт состоит из металлического корпуса, внутри которого установлены сетевой фильтр FN9260-1, два источника питания БП-98-25-24, БП-98-7-24 и адаптер ADAM-4520. На верхнем уровне в корпусе закреплена рабочая панель пульта (рисунок 12).

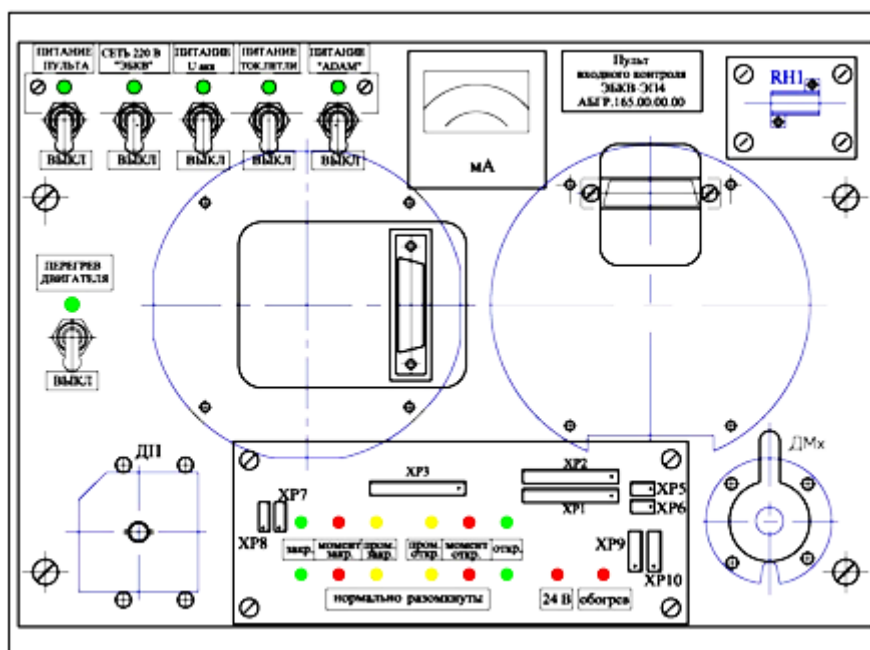


Рисунок 12 - Рабочая панель пульта

На рабочей панели пульта находятся органы управления и индикации:

1. Тумблеры:

- S1 - «ПИТАНИЕ ПУЛЬТА» - для подачи напряжения +24 В на пульт;
- S2 - «СЕТЬ 220 В ЭБКВ» - для подачи напряжения ~220 В на ЭБКВ-ЭП4;
- S3 - «ПИТАНИЕ  $U_{акк}$ » - для подачи напряжения автономного питания на ЭБКВ-ЭП4;
- S4 - «ПИТАНИЕ ТОК, ПЕТЛИ» - для подачи напряжения +24 В, питающего цепь токовой петли;
- S5 - «ПИТАНИЕ «ADAM»» - для подачи напряжения +24 В на адаптер RS232-RS485 ADAM-4520;
- S6 - «ПЕРЕГРЕВ ДВИГАТЕЛЯ» - для имитации срабатывания термopедохранителя при перегреве электродвигателя.

2. Светодиодные индикаторы:

- индицирующие включение соответствующих тумблеров;

- индицирующие наличие напряжения +24В и состояние реле комплекта ЭБКВ-ЭП4.

3. Стрелочный индикатор тока в токовой петле.

4. Разъемы для подключения узлов комплекта ЭБКВ-ЭП4:

- ХР1, ХР2, ХР3 – для подключения к модулю МПС;
- ХР5, ХР6 – для подключения нагревательного резистора;
- ХР7, ХР8 – для подключения датчика пути;
- ХР9, ХР10 – для подключения датчика момента.

5. Места установки узлов комплекта ЭБКВ-ЭП4 для проведения проверочных работ.

6. Схема электрическая принципиальная пульта входной проверки ЭБКВ-ЭП4 приведена в приложении А.

### **3. МЕТОДЫ РАБОТЫ НА ПУЛЬТЕ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА КОНЦЕВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ**

#### **3.1. Автономная проверка пульта**

Для обеспечения своевременной и полной проверки комплектов ЭБКВ-ЭП4 необходимо не менее одного раза в год проводить автономную и полную проверку работоспособности пульта. Автономная проверка проводится без использования комплекта ЭБКВ-ЭП4 и включает в себя:

- проверку источников питания;
- проверку цепей реле;
- проверку цепи токовой петли.

Полная проверка проводится с использованием полного работающего комплекта ЭБКВ-ЭП4 и включает в себя полный объем проверок комплекта ЭБКВ-ЭП4.

Для проверки источника БП-98-25-24 питания необходимо:

1. Убедиться, что тумблеры S1 - “ПИТАНИЕ ПУЛЬТА”, S2 - “СЕТЬ 220 В ЭБКВ”, S3 - “ПИТАНИЕ U акк”, S4 - “ПИТАНИЕ ТОК. ПЕТЛИ”, S5 - “ПИТАНИЕ “ADAM”, S6 - “ПЕРЕГРЕВ ДВИГАТЕЛЯ” находятся в нижнем положении “ВЫКЛ”.

2. Открутить верхнюю платы пульта и сместить ее, освободив доступ к источнику питания.

3. Включить питание +24 В на пульте проверки, установив тумблер S1 - “ПИТАНИЕ ПУЛЬТА” в верхнее положение, должен загореться светодиод над включенным тумблером.

4. Замерить напряжение на выходе источника питания. Напряжение должно быть  $+24 В \pm 2 В$ .

5. Выключить питание +24 В на пульте проверки, установив тумблер S1 - “ПИТАНИЕ ПУЛЬТА” в нижнее положение “ВЫКЛ”, должен погаснуть светодиод над выключенным тумблером.

Для проверки источника питания БП-98-7-24, необходимо чтобы тумблеры S1 - “ПИТАНИЕ ПУЛЬТА”, S2 - “СЕТЬ 220 В ЭБКВ”, S3 - “ПИТАНИЕ U акк”, S4 - “ПИТАНИЕ ТОК. ПЕТЛИ”, S5 - “ПИТАНИЕ “ADAM””, S6 - “ПЕРЕГРЕВ ДВИГАТЕЛЯ” находятся в нижнем положении “ВЫКЛ”. Затем выполните следующие действия:

1. Включить питание «Токовой цепи» на пульте проверки, установив тумблер S4 - “ПИТАНИЕ ТОК. ПЕТЛИ” в верхнее положение, должен загореться светодиод над включенным тумблером.

2. Замерить напряжение на выходе обоих каналов источника питания. Напряжение должно быть  $+24 В \pm 2 В$ .

3. Выключить питание «Токовой цепи» на пульте проверки, установив тумблер S4 - «ПИТАНИЕ ТОК. ПЕТЛИ» в нижнее положение «ВЫКЛ», должен погаснуть светодиод над выключенным тумблером.

4. Установить верхнюю платы пульта и закрутить ее.

Для проверки цепей реле управления необходимо, включить питание +24 В на пульте проверки, установив тумблер S1 - «ПИТАНИЕ ПУЛЬТА» в верхнее положение, должен загореться светодиод над включенным тумблером.

В соответствии с таблицей 4 на разъемах пульта джемпером или перемычкой закорачивать контакты и при переключении наблюдать за загоранием светодиодов.

Таблица 4 - Проверка цепей реле управления

№ п/п	Наименование цепи	Разъем	Контакты	Светодиод
1	Открыто К1 НЗ	XP1	1-2	HL1
2	Открыто К1 НР	XP1	3-4	HL2
3	Закрыто К2 НЗ	XP1	5-6	HL3
4	Закрыто К2 НР	XP1	7-8	HL4
5	Момент Открыто К3 НЗ	XP1	9-10	HL5
6	Момент Открыто К3 НР	XP1	11-12	HL6
7	Момент Закрыто К4 НЗ	XP1	13-14	HL7
8	Момент Закрыто К4 НР	XP1	15-1	HL8
9	Пром. Открыто К5 НЗ	XP2	2-3	HL9
10	Пром. Открыто К5 НР	XP2	4-5	HL10
11	Пром. Закрыто К6 НЗ	XP2	6-7	HL11
12	Пром. Закрыто К6 НР	XP2	8-9	HL12

5. Выключить питание +24 В на пульте проверки, установив тумблер S1 - «ПИТАНИЕ ПУЛЬТА» в нижнее положение «ВЫКЛ», должен погаснуть светодиод над выключенным тумблером.

6. Для проверки цепи токовой петли, включить питание +24 В на пульте проверки, установив тумблер S1 - «ПИТАНИЕ ПУЛЬТА» в верхнее положение, должен загореться светодиод над включенным тумблером.

7. Подключить резистор 2100 Ом (можно переменный 10 кОм) между контактами 3-4 разъема XP3.

8. Включить питание «Токовой цепи» на пульте проверки, установив тумблер SA4 - «ПИТАНИЕ ТОК. ПЕТЛИ» в верхнее положение, должен загореться светодиод над включенным тумблером.

9. На миллиамперметре должно быть показано около 10 мА (вращая переменный резистор можно изменять показания миллиамперметра от 0 до 24 мА).

10. Выключить питание «Токовой цепи» на пульте проверки, установив тумблер S1 - «ПИТАНИЕ ТОК. ПЕТЛИ» в нижнее положение «ВЫКЛ», должен погаснуть светодиод над выключенным тумблером.

11. Выключить питание +24 В на пульте проверки, установив тумблер S1 - «ПИТАНИЕ ПУЛЬТА» в нижнее положение «ВЫКЛ», должен погаснуть светодиод над выключенным тумблером.

### **3.2. Методы проверок и настроек**

1. Проверка включения ЭБКВ-ЭП4, режима «Проверка индикации» и регулировки контрастности.

Включить сетевое питание ~220В на ЭБКВ-ЭП4, установив на пульте тумблер S2 - «СЕТЬ 220 В ЭБКВ» в верхнее положение, должен загореться светодиод над включенным тумблером. Проконтролировать прохождение проверки индикации. После прохождения режима «Проверка индикации» проконтролировать наличие на дисплее ЭБКВ информации соответствующей рисунку 13[8].

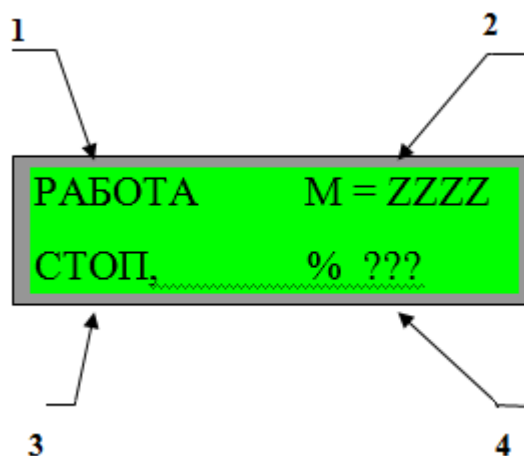


Рисунок 13 - Индикация после прохождения режима проверки:  
 1 – режим работы; 2 – развиваемый момент; 3 – состояние привода; 4 – процент открытия

В соответствии с РЭ произвести регулировку контрастности во всем диапазоне. Установить контраст, обеспечивающий наилучшую читаемость текста на дисплее. Для ЭБКВ-ЭП4 с дисплеем ВЛД по 5.2.1.4 производится регулировка яркости.

Выключить сетевое питание, установив на пульте тумблер S2 - “СЕТЬ 220 В ЭБКВ” в положение “ВЫКЛ”, должен погаснуть светодиод над выключенным тумблером.

Выключить питание +24 В на пульте, установив тумблер S1 - “ ПИТАНИЕ ПУЛЬТА ” в нижнее положение “ВЫКЛ”, должен погаснуть светодиод над выключенным тумблером.

## 2. Проверка работоспособности канала батарейного питания ЭБКВ.

Включить аварийное питание ЭБКВ-ЭП4, установив на пульте тумблер S3 - “ПИТАНИЕ U акк” в верхнее положение, должен загореться светодиод над включенным тумблером. Проконтролировать прохождение проверки индикации в соответствии с РЭ. После прохождения режима «Проверка индикации» проконтролировать наличие на дисплее ЭБКВ информации, соответствующей рисунку 13.

Выключить аварийное питание ЭБКВ-ЭП4, установив на пульте тумблер S3 - “ПИТАНИЕ U акк” в положение “ВЫКЛ”, должен погаснуть светодиод над выключенным тумблером. Выключить питание +24 В на пульте, установив

тумблер S1 - “ ПИТАНИЕ ПУЛЬТА ” в нижнее положение “ВЫКЛ”, должен погаснуть светодиод над выключенным тумблером.

3. Проверка функционирования путевых и моментных реле и реле обогрева.

На пульте проверить состояние светодиодной индикации в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 - Состояние светодиодной индикации при отключенном питании ЭБКВ-ЭП4

Проверяемые реле	К1 ОТКР	К2 ЗАКР	К3 МОМ. ОТКР.	К4 МОМ. ЗАКР.	К5 ОТКР. 2	К6 ЗАКР. 2	К7 ОБОГРЕВ
Наименование светодиода	ПВ Откр НЗ	ПВ Закр НЗ	М Откр НЗ	М Закр НЗ	ПВ Откр-2 НЗ	ПВ Закр-2 НЗ	Обогрев НЗ
Обозначение светодиода	HL1	HL3	HL5	HL7	HL9	HL11	HL13
Состояние светодиода	выкл	выкл	выкл	выкл	выкл	выкл	вкл
Наименование светодиода	ПВ Откр НР	ПВ Закр НР	М Откр НР	М Закр НР	ПВ Откр-2 НР	ПВ Закр-2 НР	
Обозначение светодиода	HL2	HL4	HL6	HL8	HL10	HL12	
Состояние светодиода	вкл	вкл	вкл	вкл	вкл	вкл	

В состоянии отсутствия сигнализации под НЗ контактом следует понимать замкнутый контакт при запитанной обмотке реле, под НР контактом следует понимать разомкнутый контакт при запитанной обмотке реле.

На модуле МПИ переключатель SA1 - 2 установить в верхнее положение «ON» - режим ТЕСТИРОВАНИЯ. Включить сетевое питание ~220В на ЭБКВ-ЭП4, установив на пульте тумблер S2 - “СЕТЬ 220 В ЭБКВ” в верхнее положение, должен загореться светодиод над включенным тумблером. Проконтролировать прохождение проверки индикации в соответствии с РЭ. После прохождения режима «Проверка индикации» проконтролировать наличие на дисплее ЭБКВ следующей информации соответствующей рисунку 14.



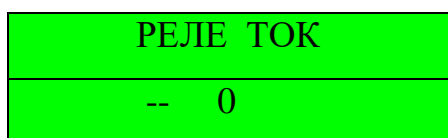


Рисунок 14 – Индикация в режиме проверки путевых и моментных реле и реле обогрева

Проконтролировать состояние реле по светодиодам на пульте:

- все светодиоды контроля НЗ контактов светятся;
- все светодиоды контроля НР контактов погашены.

Нажать однократно кнопку ▼(ВВ2), на дисплее индицируется ОТКР и срабатывает реле ОТКРЫТО. При этом светодиод HL1 “ПВ Откр НЗ” погаснет, а светодиод HL2 “ПВ Откр НР” включится.

Нажать однократно кнопку ▼(ВВ2), на дисплее индицируется ЗАКР и срабатывает реле ЗАКРЫТО и отпускается реле ОТКРЫТО. При этом светодиод HL1 “ПВ Откр НЗ” включится, а светодиод HL2 “ПВ Откр НР” погаснет, а светодиод HL3 “ПВ Закр НЗ” погаснет, а светодиод HL4 “ПВ Закр НР” включится.

Нажать однократно кнопку ▼(ВВ2), на дисплее индицируется МОТКР и срабатывает реле МОМ. ОТКР и отпускается реле ЗАКРЫТО. При этом светодиод HL3 “ПВ Закр НЗ” включится, а светодиод HL4 “ПВ Закр НР” погаснет, а светодиод HL5 “ М Откр НЗ” погаснет, а светодиод HL6 “ М Откр НР” включится.

Нажать однократно кнопку ▼(ВВ2), на дисплее индицируется МЗАКР и срабатывает реле МОМ. ЗАКР и отпускается реле МОМ. ОТКР. При этом светодиод HL5 “ М Откр НЗ” включится, а светодиод HL6 “ М Откр НР” погаснет, а светодиод HL7 “ М Закр НЗ” погаснет, а светодиод HL8 “ М Закр НР” включится.

Нажать однократно кнопку ▼(ВВ2), на дисплее индицируется ОТКР2 и срабатывает реле ОТКР. 2 и отпускается реле МОМ. ЗАКР. При этом светодиод HL7 “ М Закр НЗ” включится, а светодиод HL8 “ М Закр НР” погаснет, а

светодиод HL9 “ПВ Откр-2 НЗ” погаснет, а светодиод HL10 “ПВ Откр-2 НР” включится.

Нажать однократно кнопку ▼(BB2), на дисплее индицируется ЗАКР2 и срабатывает реле ЗАКР. 2 и отпускается реле ОТКР. 2. При этом светодиод HL9 “ПВ Откр-2 НЗ” включится, а светодиод HL10 “ПВ Откр-2 НР” погаснет, а светодиод HL11 “ПВ Закр-2 НЗ” погаснет, а светодиод HL12 “ПВ Закр-2 НР” включится.

Нажать однократно кнопку ▼(BB2), на дисплее индицируется ОБОГР и срабатывает реле ОБОГРЕВ и отпускается реле ЗАКР. 2. При этом светодиод HL11 “ПВ Закр-2 НЗ” включится, а светодиод HL12 “ПВ Закр-2 НР” погаснет, а светодиод HL13 “Обогрев НЗ” погаснет.

Нажать однократно кнопку ▼(BB2), на дисплее индицируется -- и отпускается реле ОБОГРЕВ. При этом светодиод HL13 “Обогрев НЗ” включится.

Выключить сетевое питание, установив на пульте тумблер S2 - “СЕТЬ 220 В ЭБКВ” в нижнее положение “ВЫКЛ”, должен погаснуть светодиод над выключенным тумблером.

Выключить питание +24 В на пульте, установив тумблер S1 - “ПИТАНИЕ ПУЛЬТА ” в нижнее положение “ВЫКЛ”, должен погаснуть светодиод над выключенным тумблером. На модуле МПИ переключатель SA1 - 2 установить в нижнее положение «OFF».

#### 4. Проверка функционирования тракта «Токовой петли».

Проверить наличие в ЭБКВ-ЭП4 модуля МТП. На модуле МПИ переключатель SA1 - 2 установить в верхнее положение «ON» - режим ТЕСТИРОВАНИЯ. Включить питание токовой цепи, установив на пульте тумблер S4 – “ПИТАНИЕ ТОК, ПЕТЛИ” в верхнее положение, должен загореться светодиод над включенным тумблером. Включить сетевое питание ~220В на ЭБКВ-ЭП4, установив на пульте тумблер S2 - “СЕТЬ 220 В ЭБКВ” в верхнее положение, должен загореться светодиод над включенным тумблером. Проконтролировать прохождение проверки индикации в соответствии с РЭ. После

прохождения режима «Проверка индикации» проконтролировать наличие на дисплее ЭБКВ информации соответствующей рисунку 14.

Стрелочным индикатором проконтролировать ток в цепи токовой петли. Сила тока должна быть 0мА или 4мА, в зависимости от установленного типа токовой петли 0-5 мА или 4-20 мА.





Нажать однократно кнопку  (ВВ4), на дисплее индицируется «25» и сила тока будет соответствовать 25% от диапазона токовой петли в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6 - Величина тока в «Токовой петле» в зависимости от типа и индикации дисплея

Индикация дисплея	Тип токовой петли		
	0 – 5 мА	0 – 20 мА	4 – 20 мА.
ТОК	0 – 5 мА	0 – 20 мА	4 – 20 мА.
0	0±0,01мА	0±0,01мА	4±0,01мА
25	1,25±0,01мА	5±0,01мА	8±0,01мА
50	2,5±0,01мА	10±0,01мА	12±0,01мА
75	3,75±0,01мА	15±0,01мА	16±0,01мА
100	5±0,01мА	20±0,01мА	20±0,01мА
--	7±0,01мА	24±0,01мА	24±0,01мА

Нажать однократно кнопку  (ВВ4), на дисплее индицируется «50» и сила тока будет соответствовать 50% от диапазона токовой петли, при повторном нажатии кнопки  (ВВ4) сила тока будет увеличиваться, как показано в таблице 5. Если на дисплее индицируется «--» и сила тока будет соответствовать состоянию ОШИБКА 7 мА или 24 мА, в зависимости от установленного типа токовой петли 0-5 мА или 4-20 мА.

Нажать однократно кнопку  (ВВ4), на дисплее индицируется «0» и сила тока должна быть 0 мА или 4 мА, в зависимости от установленного типа токовой петли 0-5 мА или 4-20 мА.

Выключить сетевое питание, установив на пульте тумблер S2 - “СЕТЬ 220 В ЭБКВ” в положение “ВЫКЛ”, должен погаснуть светодиод над выключенным тумблером.

Выключить питание токовой цепи, установив тумблер S4 - “ПИТАНИЕ ТОК, ПЕТЛИ” в нижнее положение “ВЫКЛ”, должен погаснуть светодиод над выключенным тумблером.

На модуле МПИ переключатель SA1 - 2 установить в нижнее положение «OFF».

5. Проверка функционирования датчиков положения и момента (в составе ЭБКВ-ЭП4).

На пульте проверить состояние светодиодной индикации в соответствии с таблицей 2. На модуле МПИ переключатель SA1 - 1 установить в верхнее положение «ON» - режим полного допуска.

Включить сетевое питание ~220В на ЭБКВ-ЭП4, установив на пульте тумблер S2 - “СЕТЬ 220 В ЭБКВ” в верхнее положение, должен загореться светодиод над включенным тумблером. Проконтролировать прохождение проверки индикации в соответствии с РЭ.

В соответствии с РЭ перевести ЭБКВ-ЭП4 в режим НАСТРОЙКА и в режим чтения датчиков положения и момента ЭБКВ-ЭП4.

Проконтролировать наличие на дисплее ЭБКВ следующей информации соответствующей рисунку 15.

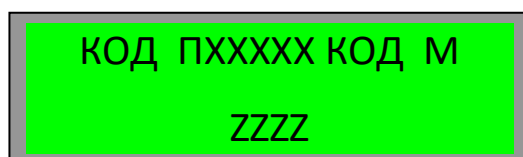


Рисунок 15 – Индикация в режиме проверки функционирования датчиков положения и момента

Вращая ось датчика момента по часовой стрелке проконтролировать изменение показания значения кода от 0 до 1023 с переходом в одной и той же точке. Выполнить то же вращая ось датчика момента против часовой стрелке.

Вращая ось датчика пути со стороны пазов по часовой стрелке проконтролировать изменение показания значения кода в сторону увеличения на 12 за каждый полный оборот оси в диапазоне от 0 до 65535. Запомнить значение кода датчика пути. Выключить сетевое питание, установив на пульте тумблер S2 - “СЕТЬ 220 В ЭБКВ” в положение “ВЫКЛ”, должен погаснуть светодиод над выключенным тумблером. Вращая ось датчика пути со стороны пазов по часовой стрелке сделать 10 полных оборота. К запомненному значению кода датчика пути добавить 120. Сравнить полученное значение со значением на дисплее. Разница при точной фиксации положения оси датчика не должна превышать  $\pm 2$ .

Выключить сетевое питание, установив на пульте тумблер S2 - “СЕТЬ 220 В ЭБКВ” в положение “ВЫКЛ”, должен погаснуть светодиод над выключенным тумблером. На модуле МПИ переключатель SA1 - 1 установить в нижнее положение «OFF». Выключить питание +24 В на пульте, установив тумблер S1 - “ПИТАНИЕ ПУЛЬТА ” в нижнее положение “ВЫКЛ”, должен погаснуть светодиод над выключенным тумблером.

6. Проверка работоспособности канала перегрева электродвигателя.

На пульте проверить состояние светодиодной индикации в соответствии с таблицей 2. Включить сетевое питание ~220В на ЭБКВ-ЭП4, установив на пульте тумблер S2 - “СЕТЬ 220 В ЭБКВ” в верхнее положение, должен загореться светодиод над включенным тумблером. Проконтролировать прохождение проверки индикации в соответствии с РЭ. После прохождения режима «Проверка индикации» проконтролировать наличие на дисплее ЭБКВ следующей информации соответствующей рисунку 16.

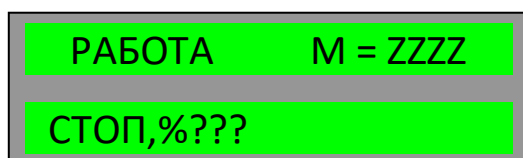


Рисунок 16 – Индикация в режиме проверки работоспособности канала перегрева электродвигателя

Проконтролировать состояние реле по светодиодам на пульте и состояние светодиодов на модуле МПИ:

- все светодиоды контроля НЗ контактов светятся;
- все светодиоды контроля НР контактов погашены;
- все светодиоды на модуле МПИ погашены.

При включенных красном светодиоде на модуле МПИ и светодиодах HL5 «М Откр НЗ» и HL7 «М Закр НЗ» на пульте, вращая ось датчика момента установить показания значения кода около 0. И поворачивая по и против часовой стрелки ось датчика пути выключить красный светодиод на модуле МПИ и светодиоды HL5 «М Откр НЗ» и HL7 «М Закр НЗ» на пульте.

Поставить тумблер S6 - “ПЕРЕГРЕВ ДВИГАТЕЛЯ” в верхнее положение “ВКЛ”, должен загореться светодиод над включенным тумблером. Проконтролировать состояние реле по светодиодам на пульте:

- все светодиоды контроля НЗ контактов реле погашены;
- все светодиоды контроля НР контактов реле светятся.

Поставить тумблер S6 - “ПЕРЕГРЕВ ДВИГАТЕЛЯ” в нижнее положение “ВЫКЛ”, должен погаснуть светодиод над выключенным тумблером. Проконтролировать состояние реле по светодиодам на пульте и состояние светодиодов на модуле МПИ:

- все светодиоды контроля НЗ контактов светятся;
- все светодиоды контроля НР контактов погашены.

Выключить сетевое питание, установив на пульте тумблер S2 - “СЕТЬ 220 В ЭБКВ” в положение “ВЫКЛ”, должен погаснуть светодиод над выключенным тумблером. Выключить питание +24 В на пульте, установив тумблер S1 - “ПИТАНИЕ ПУЛЬТА” в нижнее положение “ВЫКЛ”, должен погаснуть светодиод над выключенным тумблером.

## 7. Проверка функционирования канала MODBUS

На пульте проверить состояние светодиодной индикации в соответствии с таблицей 2. Проверить наличие в ЭБКВ-ЭП4 модуля RS485. Подключить пульт кабелем к порту COM1 или COM2 компьютера. Включить питание адаптера ADAM-4520, установив на пульте тумблер S5 - “ПИТАНИЕ “ADAM”” в верхнее положение, должен загореться светодиод над включенным тумблером. Включить

сетевое питание ~220В на ЭБКВ-ЭП4, установив на пульте тумблер S2 - “СЕТЬ 220 В ЭБКВ” в верхнее положение, должен загореться светодиод над включенным тумблером. Проконтролировать прохождение проверки индикации в соответствии с РЭ.

Запустить на компьютере программу «Монитор ЭБКВ-ЭП4» и проконтролировать наличие на дисплее компьютера следующей информации, соответствующей рисунку 17.

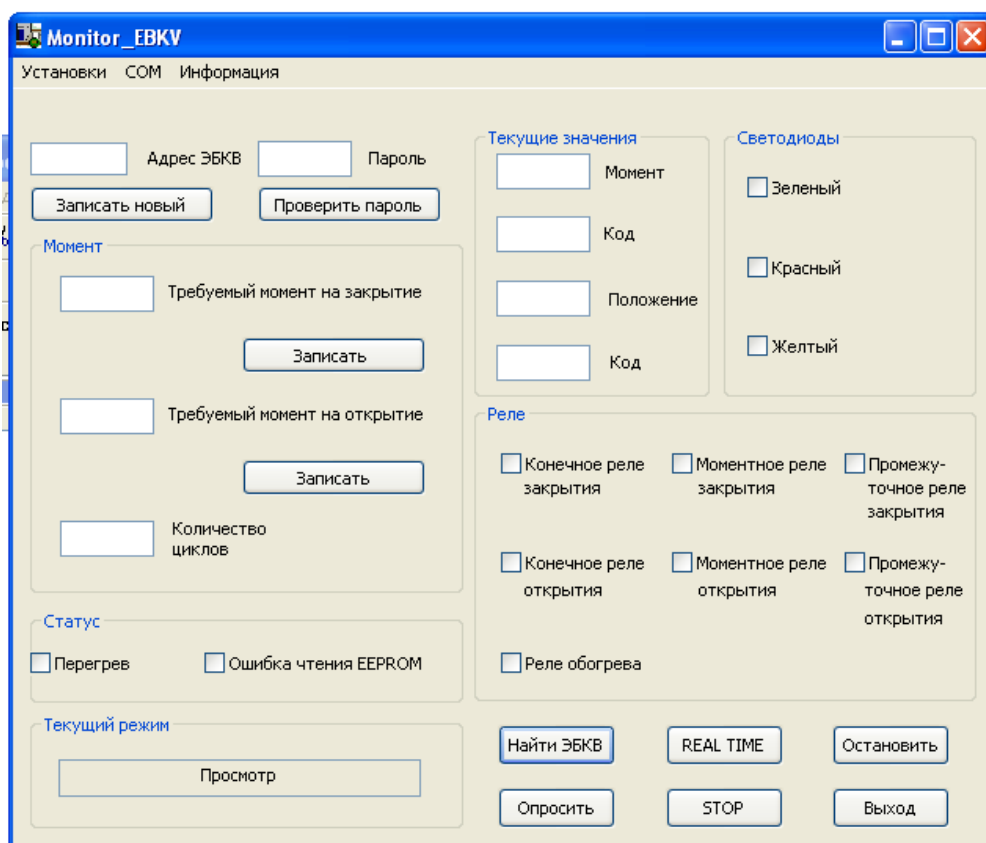


Рисунок 17 – Рабочий стол программы «Монитор ЭБКВ-ЭП4»

Настроить «Монитор ЭБКВ-ЭП4» в соответствии с настройками ЭБКВ-ЭП4, нажав на кнопку «СОМ» и проконтролировав наличие на дисплее компьютера следующей информации, соответствующей рисунку 18.

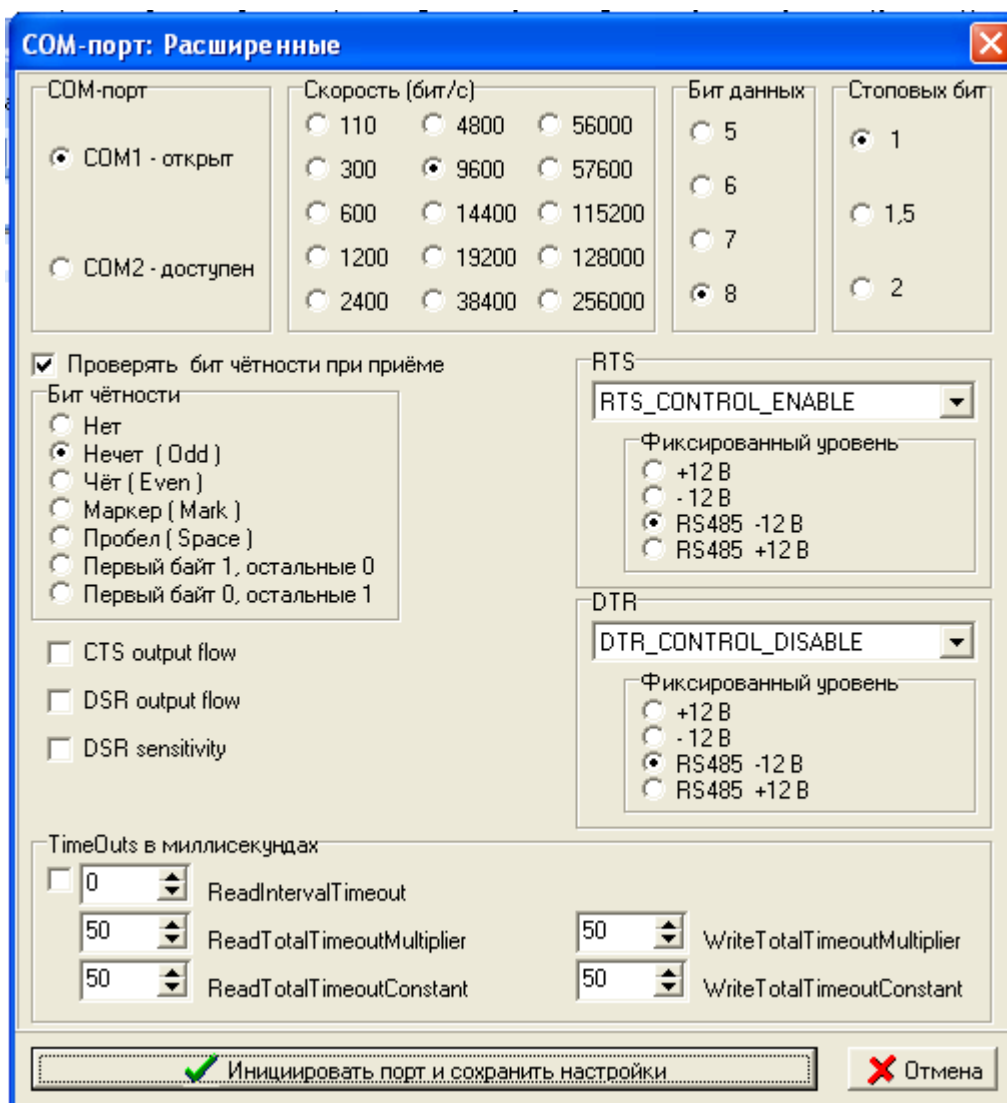


Рисунок 18 – Настройки ЭБКВ-ЭП4

Нажать кнопку «Инициализировать порт и сохранить настройки» и выйти в монитор ЭБКВ-ЭП4.

Нажать на кнопку «Найти ЭБКВ» два раза, после второго опроса появится адрес ЭБКВ который находится на линии связи.

Нажать на кнопку «Опросить». На дисплее монитора компьютера экран монитора ЭБКВ-ЭП4 изменит состояние индикаторов в соответствии с индикацией на модуле МПИ, пример показан на рисунке 19.



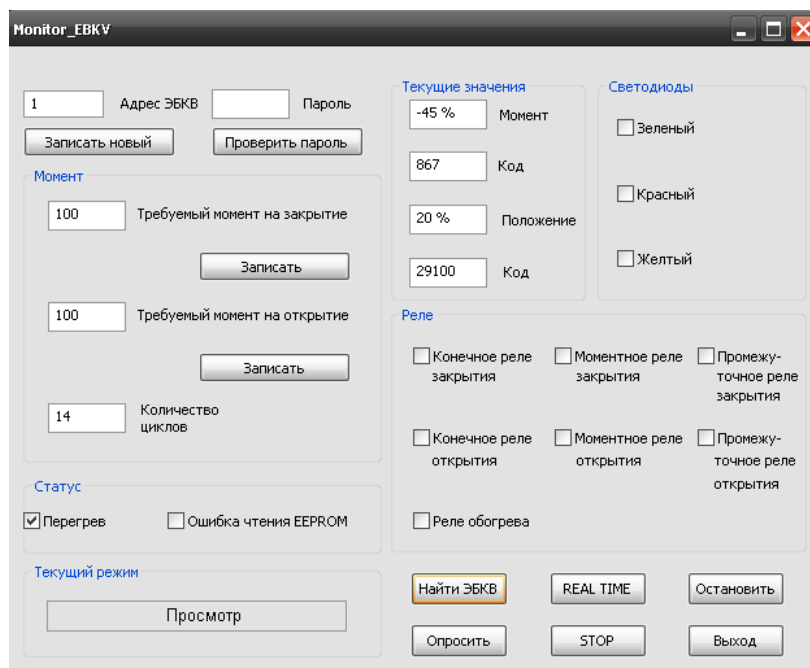



Рисунок 19 – Пример состояние индикаторов.

Закрывать «Монитор ЭБКВ-ЭП4» нажав на кнопку «». Выключить сетевое питание, установив на пульте тумблер S2 - «СЕТЬ 220 В ЭБКВ» в положение «ВЫКЛ», должен погаснуть светодиод над выключенным тумблером. Выключить питание +24 В на пульте, установив тумблер S1 - « ПИТАНИЕ ПУЛЬТА » в нижнее положение «ВЫКЛ», должен погаснуть светодиод над выключенным тумблером.

## **4. ИНСТРУКЦИЯ ПО МОНТАЖУ И НАСТРОЙКЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ**

Настоящая инструкция по монтажу предназначена для изучения и использования персоналом, работающим с электроприводами запорной арматуры, и содержит общетехнические и организационные указания по проведению работ, меры безопасности при проведении работ, подготовку к монтажу и монтаж и настройку перед эксплуатацией.

### **Общие указания**

Электропривод запорной арматуры предназначен для автоматического дистанционного управления открыванием и закрыванием трубопроводной магистрали, в которой он установлен. Данные электроприводы широко применяются в промышленных трубопроводных технологических системах, а также и в системах трубопроводов жилищно-коммунального хозяйства.

Настоящая инструкция по монтажу и настройке электропривода запорной арматуры является руководящим документом при выполнении монтажа и проверке технического состояния электропривода.

Инструкция является типовой и содержит общие сведения по монтажу и проверке технического состояния электропривода.

Монтаж и ввод в эксплуатацию электропривода запорной арматуры должны производить аттестованные лица, знакомые с их устройством, принципом действия и прошедшие соответствующий инструктаж по вопросам техники безопасности, а также имеющие допуск на обслуживание электроустановок напряжением до 1000В. Также к монтажу электропривода допускаются лица, изучившие комплект эксплуатационной документации на электропривод и нормативную документацию, обязательную на месте применения.

### **Меры безопасности**

Работы по монтажу и настройке электропривода запорной арматуры должны производиться с соблюдением «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок».

Работы, выполняемые с применением грузоподъемных механизмов, должны производиться в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов».

Измерительные системы должны быть аттестованы метрологической службой на соответствие ГОСТ 17512-82.

#### Подготовка изделия к монтажу

При монтаже и настройке электропривода необходимо руководствоваться настоящей инструкцией, «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок», а также «Правилами эксплуатации электроустановок потребителей и Правилами безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

При получении контейнера с электроприводом необходимо проверить следующее:

- не повреждены ли какие-либо части упаковки;
- не вытаскивались ли гвозди и (или) шурупы, соединяющие между собой детали упаковки.

Если что-либо подобное будет обнаружено, то должен быть составлен соответствующий акт, содержащий, по возможности, фотографии обнаруженных недостатков.

#### Распаковка электропривода запорной арматуры:

- снять верхнюю и одну из боковых стенок упаковочного ящика;
- удалить все деревянные детали, фиксирующие электропривод внутри ящика;
- вынуть электропривод из ящика.

Перед монтажом электропривода необходимо произвести его внешний осмотр.

Приступая к монтажу электропривода следует убедиться, что он отключен от сети, а на автоматическом выключателе ввешена табличка с надписью: «Не включать, работают люди»; электропривод должен быть заземлен; установку и настройку электропривода производить только исправным штатным

инструментом.

## Монтаж

Электропривод запорной арматуры (рисунок 1) состоит из следующих основных частей: 1 – блок управления; 2 – асинхронный электродвигатель; 3 – механический модуль; 4 – маховик привода ручного дублера.



Рисунок 1 – Состав электропривода

Установить электропривод фланцем 1 (рисунок 2а) на трубопроводную арматуру 2 (рисунок 2б) и закрепить крепежными элементами 1 (рисунок 2б) из комплекта ЗИП.

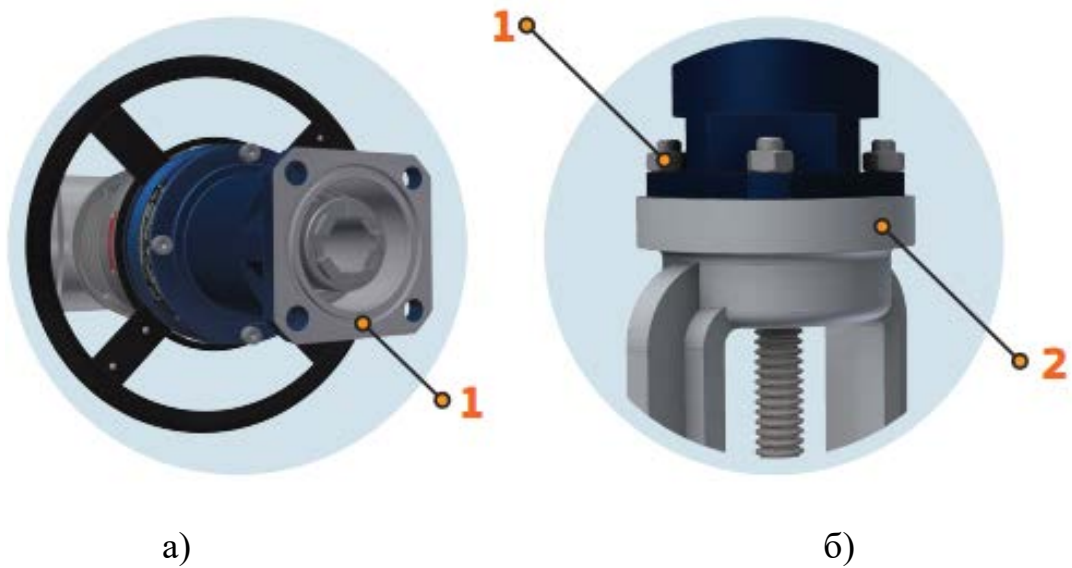


Рисунок 2 - К монтажу электропривода запорной арматуры

Далее следует выполнить подключение и монтаж блока управления. Демонтировать заглушки резьбовых отверстий кабельных вводов 4 (рисунок 3), в соответствии с количеством устанавливаемых кабельных вводов из комплекта ЗИП. Открыть бокс внешних подключений блока управления, для этого:

- вывернуть при помощи шестигранного ключа из комплекта ЗИП винты 1 крышки бокса внешних подключений 2;
- потянуть крышку бокса внешних подключений на себя до упора в борт шарнира 3;
- повернуть крышку корпуса на шарнирах против часовой стрелки на угол 90...130° (рисунок 3);



Рисунок 3 - Демонтаж бокса внешних подключений блока

- установить кабельные вводы 1.1 и 1.2 (рисунок 4), застопорив их герметиком-прокладкой из комплекта ЗИП;



Рисунок 4 - Установка кабельных выводов

- ввести кабели, с сигнальными и управляющими цепями в кабельные вводы бокса внешних подключений из комплекта эксплуатационной документации;

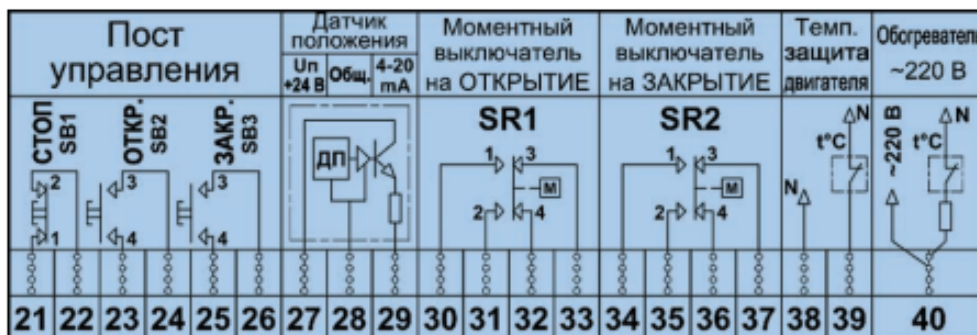
- уплотнить кабельные вводы согласно инструкции по установке кабельных вводов;

- застопорить контргайками нажимные штуцеры кабельных вводов;

- присоединить провода кабелей и необходимые перемычки к клеммной колодке и внутреннему заземляющему зажиму, согласно примеру подключения (рисунок 5).



**XT1.1**



**XT1.2**

Рисунок 5 - Схема подключения электропривода запорной арматуры

### Ввод в эксплуатацию

Перед вводом в эксплуатацию электропривода запорной арматуры необходимо проверить правильность чередования фаз и правильную настройку механизма концевых выключателей электропривода.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы основные усилия были направлены на разработку схемотехнических решений пульта входной проверки. При постановке данной задачи основной упор делался на практичность и простоту исполнения, а также на высокую производительность и надежность разрабатываемого изделия.

В работе была рассмотрена область применения прибора, даны технические характеристики, а также устройство и назначение составных частей прибора.

Подробно рассмотрено назначение электронных плат, входящих в блок электроники, определены технические требования, разработана структурная схема и дано обоснование элементной базы.

Для удобства использования в состав пульта введены платы, отвечающие за световую индикацию. Модуль светодиодов работает с основными тумблерами управляющими питанием. В состав стенда также входит плата коммутации. Плата коммутации оснащена разъемами для подключения электронных блоков в единый комплект. Светодиоды на плате коммутации выполняют функцию индикатора состояний путевых и моментных реле и реле обогрева на блоке МПС. Плата коммутации обеспечивает электрически правильное соединение всех входящих в комплект ЭБКВ изделий согласно электрической принципиальной схеме.

Для питания пульта использовался источник питания БП-98-25-24-(24В, 1А). Блок питания импульсного типа постоянного тока БП-98-25-24 предназначен для преобразования сетевого напряжения  $\sim 100...250В$  в стабилизированное постоянное напряжение 24В. Источник питания имеет 1 канал с независимыми схемами стабилизации, схему защиты от перегрузки и перегрева, светодиодную индикацию включения питания и исправности канала.

Выбран стандартный покупной источник питания для «Токовой цепи» и адаптера RS485- RS232 (ADAM-4520) - БП-98-7-24. Источник питания БП98-7-24 предназначен для преобразования сетевого напряжения в стабилизированное постоянное напряжение 24В мощностью 7 Вт.



На этапе разработки применялись современные технологии и решения. Выбранные комплектующие полностью удовлетворяют требованиям технического задания. Эргономика и простота использования пульта входной проверки, позволили увеличить пропускную способность на участке.

На этапе тестирования, были проверены все требуемые параметры и характеристики. Протоколы испытаний пульта отправлены в ЗАО «Тулаэлектропривод». В итоге разработанное изделие полностью удовлетворяет требованиям заказчика по проведению входного контроля. Выпущено извещение о решении использовать пульт входной проверки ЭБКВ ЭП4 для контроля всех изготавливаемых комплектов ЭБКВ ЭП4 на соответствие ТУ перед отгрузкой заказчику.

В работе была разработана инструкция по монтажу и настройке электропривода запорной арматуры.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Афонин А.М. Теоретические основы разработки и моделирования систем автоматизации: Учебное пособие / А.М. Афонин, Ю.Н. Царегородцев, А.М. Петрова, Ю.Е. Ефремова. – Москва: Форум, 2014. – 192 с.
2. АЦП последовательного приближения (SAR ADC) [Электронный ресурс]: - Режим доступа: [http://digteh.ru/digital/sar\\_adc.php/](http://digteh.ru/digital/sar_adc.php/) (Дата обращения 15.01.2017).
3. Белов М.П., Новиков В.А. Оптимизация интегрированных электроприводных систем механизмов, агрегатов, машин и комплексов: Монография. – Санкт-Петербург: СПбГЭТУ (ЛЭТИ), 2015. – 320 с.
4. Бердышев В.Ф. Основы автоматизации технологических процессов: Курс лекций / В.Ф. Бердышев, К.С. Шатохин. – Москва: МИСиС, 2013. – 136 с.
5. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в среде MatLab 6.5: Учебник для высш. и средн. учеб. заведений – Санкт-Петербург: КОРОНА-век, 2012. – 385 с.
6. Готтлиб И.М. Источники питания. Инверторы, конверторы, линейные и импульсные стабилизаторы / И.М. Готтлиб. – Москва: Постмаркет, 2000. – 552с.
7. Доступная библиотека FreeModbus разработчика [Электронный ресурс]: - Режим доступа:[https://github.com/armink/FreeModbus\\_Slave-Master-RTT-STM32/tree/master/FreeModbus/](https://github.com/armink/FreeModbus_Slave-Master-RTT-STM32/tree/master/FreeModbus/) (Дата обращения 25.12.2016).
8. Евтушенко С.И. Автоматизация и роботизация: Учебное пособие / С.И. Евтушенко, А.Г. Булгаков, В.А. Воробьев, Д.Я. Паршин. – Москва: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 452 с.
9. Лапин А.А. Интерфейсы. Выбор и реализация / А.А. Лапин. – Москва: Техносфера, 2005. – 168с.
10. Медианный фильтр на службе разработчика [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://tqfp.org/programming/mediannyu-filtr-na-sluzhbe-razrabotchika.html/> (Дата обращения 15.01.2017).

11. Микроконтроллеры STM32 “с нуля” [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://www.compel.ru/lib/ne/2011/2/4-mikrokontrolleryi-stm32-s-nulya/>(Дата обращения 18.01.2017).
12. Милешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника / В.И. Милешин. – Москва: Техносфера, 2005. – 632с.
13. Обзор семейства STM32 [Электронный ресурс]: - Режим доступа: [http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/doc/micros/arm/cortex\\_arh/1\\_2.htm/](http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/doc/micros/arm/cortex_arh/1_2.htm/) (Дата обращения 10.01.2017).
14. Обзорное описание STM32 [Электронный ресурс]: - Режим доступа: [http://easyelectronics.ru/img/ARM\\_kurs/CMSIS/stm32.pdf/](http://easyelectronics.ru/img/ARM_kurs/CMSIS/stm32.pdf/) (Дата обращения 15.01.2017).
15. Официальный сайт STMicroelectronics [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://www.st.com/web/en/home.html/>(Дата обращения 15.01.2017).
16. Официальный сайт промэлектроники [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://www.promelec.ru/>(Дата обращения 15.01.2017).
17. Поиск электронных компонентов [Электронный ресурс]: - Режим доступа:[http://www.efind.ru/?is\\_from\\_passport=1](http://www.efind.ru/?is_from_passport=1) (Дата обращения 18.12.2016).
18. Программа Coocox CoIDE [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://сhem.net/software/coide.php/> (Дата обращения 15.01.2017).
19. Устройство связи USB-RS485 [Электронный ресурс]: - Режим доступа: [http://www.moxa.com/product/UPort\\_1130\\_1130I.htm/](http://www.moxa.com/product/UPort_1130_1130I.htm/)(Дата обращения 21.01.2017).
20. Чепранов А.С., Новиков В.А. Проектирование электротехнических устройств: учеб. для студентов вузов. – Санкт-Петербург: ПбГЭТУ (ЛЭТИ), 2015. – 330 с.