

Проект «Инженерные кадры Зауралья»

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
Высшего профессионального образования  
«Курганский государственный университет»

Кафедра автоматизации производственных процессов

## **ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО УСТРОЙСТВА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Методические указания  
к выполнению лабораторной работы  
по дисциплине «Средства автоматизации и управления»  
для студентов очной и заочной форм обучения направления  
220700.62 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Курган 2014

Кафедра автоматизации производственных процессов

Дисциплина: «Средства автоматизации и управления»

Составил: канд. техн. наук, доцент Н.Б.Сбродов

Утверждены на заседании кафедры «14» ноября 2013 г.

Рекомендованы методическим советом университета в рамках проекта «Инженерные кадры Зауралья» «22» ноября 2013 г.

## ВВЕДЕНИЕ

**Цель лабораторной работы** - Изучить принцип работы и методику программирования универсального микропроцессорного блока управления и защиты асинхронного двигателя УБЗ-301М [1 - 3].

### 1 ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

В состав стенд входят ( рисунок 1):

- 1 Шкаф управления.
- 2 Двухскоростной асинхронный электродвигатель с маховиком.
- 3 Лицевая панель с мнемосхемой (рисунок 2).
- 4 Автоматический выключатель «Ввод» типа ВА47-29/3р/10А, характеристика С.
- 5 Автоматический выключатель QF1 типа ВА47-29/3р/6А, характеристика С.
- 6 Контакторы (магнитные пускатели) КМ1, КМ2, КМ3 и КМ4 типа КМИ-10910/9А/230В/АС-3/1НО.
- 7 Электротепловые реле РТ1 и РТ2 типа РТИ-1305.
- 8 Контактная приставка для контакторов КМИ типа ПКИ-22, дополнительные контакты 2з+2р.
- 9 Универсальный блок защиты асинхронных электродвигателей типа УБЗ-301М.
- 10 Кнопки управления и световые индикаторы.
- 11 Пакетный переключатель.
- 12 Блок моделирования неисправностей.



Рисунок 1 – Общий вид стенда

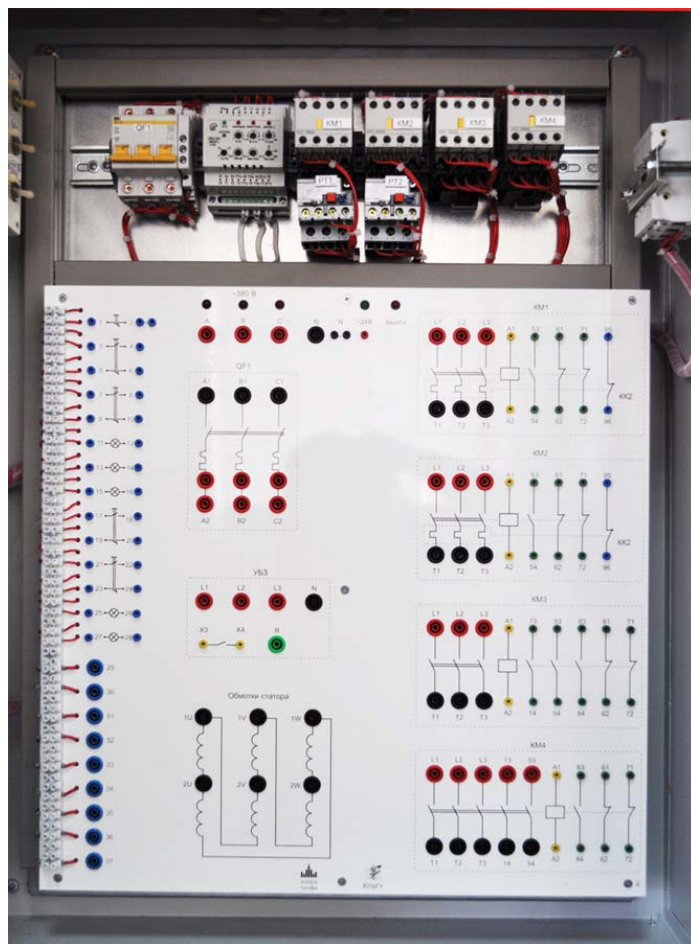


Рисунок 2 – Общий вид лицевой панели стенда

## 2 МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ И УПРАВЛЕНИЯ УБЗ-301М

### 2.1 Назначение и технические характеристики

Универсальный блок защиты электродвигателей (УБЗ) предназначен для постоянного контроля параметров сетевого напряжения, действующих значений фазных и линейных токов электродвигателя. УБЗ осуществляет полную и эффективную защиту электрооборудования путем отключения его от сети или блокированием пуска в следующих случаях:

- при некачественном сетевом напряжении (недопустимые скачки напряжения, обрыв фаз, нарушение чередования и слипание фаз, перекос фазных/линейных напряжений);
- при механических перегрузках (симметричная перегрузка по фазным/линейным токам) - защита от перегрузки с зависимой выдержкой времени;
- при несимметричных перегрузках по фазным/линейным токам, связанных с повреждениями внутри двигателя - защита от перекосов фазных токов с последующим запретом автоматического повторного включения (АПВ);

- при несимметрии фазных токов без перегрузки, связанной с нарушением изоляции внутри двигателя и подводящего кабеля;
- для защиты по минимальному пусковому и рабочему току;
- при недопустимо низком уровне изоляции на корпус - проверка перед включением с блокировкой пуска при плохой изоляции;
- при замыкании на «землю» обмотки статора во время работы - защита по токам утечки на «землю».

Внешний вид блока УБЗ-301М представлен на рисунке 3.

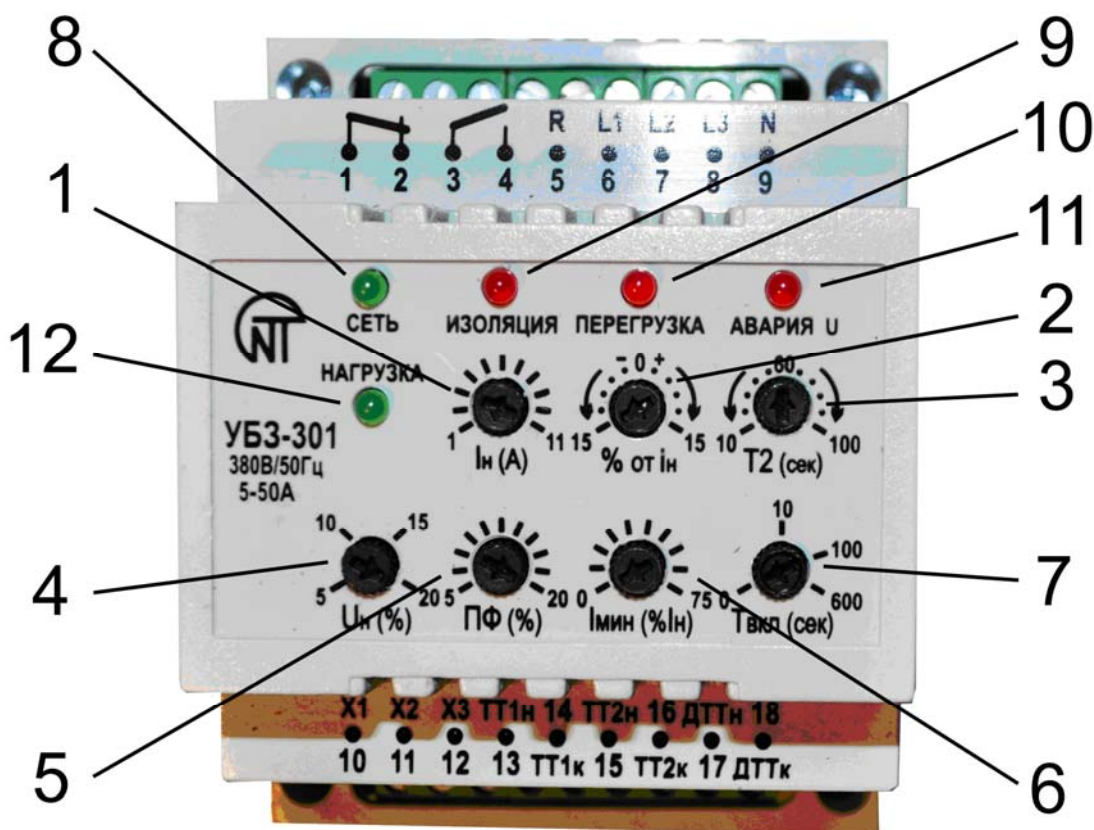


Рисунок 3 – Внешний вид блока УБЗ-301М

На лицевой панели блока защиты и управления расположены регулировочные элементы и элементы светодиодной индикации:

- 1 – потенциометр установки номинального тока;
- 2 – потенциометр установки рабочего тока (в % от  $I_n$ );
- 3 – потенциометр установки T2 (время отключения при двухкратной перегрузке);
- 4 – потенциометр совмещенной регулировки срабатывания по  $U_{\min}/U_{\max}$ ;
- 5 – потенциометр регулировки по перекосу фаз;
- 6 – потенциометр установки срабатывания по  $I_{\min}$ ;
- 7 – потенциометр установки времени автоматического повторного включения;
- 8 — зеленый светодиод наличия напряжения в сети/указатель

установленного номинального тока;

9, 10, 11 - красные светодиоды индикации аварий;

12 — зеленый светодиод включения нагрузки.

Технические характеристики блока защиты и управления приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики блока УБЗ-301М

Наименование характеристики	Значение
Номинальное линейное напряжение, В	380
Частота сети, Гц	45 - 55
Диапазон номинальных токов, А	0,5 - 5
Диапазон выставления рабочего тока, в % от номинального	±15
Диапазон регулирования времени при двухкратной перегрузке, с	10 - 100
Диапазон регулирования порога по напряжению, в % от номинального	±5-20
Диапазон регулирования по перекосу фаз, %	5 - 20
Диапазон регулирования порога срабатывания по минимальному току, в % от номинального	0 - 75
Время первого включения нагрузки при $T_{вкл} = 0$ , с	0 - 600

## 2.2 Регулировка блока защиты и управления

Блок имеет семь независимых регулировок, выполняемых потенциометрами:

1) « $I_n$  (А)» – установка номинального тока. Потенциометр имеет одиннадцать положений, каждое из которых соответствует конкретному значению току (таблица 2).

Каждое положение потенциометра характеризуется конкретным количеством миганий зеленого светодиода «СЕТЬ». Для выставления номинального тока необходимо установить ручку потенциометра в соответствующее положение, количество миганий светодиода «СЕТЬ» после подачи напряжения на блок должно соответствовать таблице 2. Необходимо учитывать, что между положениями имеются «мертвые» зоны, в которых светодиод «СЕТЬ» горит без миганий, а номинальный ток считается неопределенным

**Рекомендации.** Если требуется установить рабочий ток, отличный от номинального, указанного в таблице номинальных токов, потенциометром №1 установить в положение, соответствующее ближайшему значению из шкалы номинальных токов, а потенциометром 2 - добавить или уменьшить в % от выставленного номинального тока на необходимую величину.

Постоянное свечение зеленого светодиода «СЕТЬ» говорит о том, что потенциометр установлен в «мертвой» зоне. Необходимо устанавливать потенциометр так, чтобы этот светодиод мигал, а количество миганий

соответствует выставленному номинальному току.

Таблица 2 – Значения токов уставки

Деление потенциометра 1	$I_n$ , А	Количество миганий зеленого светодиода «СЕТЬ»
1	0,50	1 миг. – пауза
2	0,63	2 миг. – пауза
3	0,80	3 миг. – пауза
4	1,00	4 миг. – пауза
5	1,25	5 миг. – пауза
6	1,60	6 миг. – пауза
7	2,00	7 миг. – пауза
8	2,50	8 миг. – пауза
9	3,20	9 миг. – пауза
10	4,00	10 миг. – пауза
11	5,00	11 миг. – пауза

2) «% от  $I_n$ » - рабочий ток, в % от номинального, десять делений  $\pm 15\%$ ; в среднем положении потенциометра - 0%, т. е. рабочий ток равен номинальному;

3) «Т2 (с)» - время срабатывания по перегрузке при двукратной перегрузке от выставленного рабочего тока; в среднем положении соответствует 58-60с; вращением против часовой стрелки - уменьшается, по часовой - увеличивается. Минимальное время - 10 с, максимальное - 100 с;

4) « $U_n$  (%)» - совмещенная регулировка порога по максимальному /минимальному напряжению в % от номинального. В соответствии с этой уставкой перед включением нагрузки блок проверяет уровень сетевого напряжения и, в зависимости от его значения, разрешает или не разрешает включение нагрузки. После включения нагрузки контроль по напряжению сохраняется, но решение на отключение принимается по токам;

5) «ПФ(%)» - регулировка порога срабатывания по току обратной последовательности, десять делений. Параметр рассчитывается как отношение тока обратной последовательности к току прямой. Если отношение последовательностей токов в два раза превышает отношение обратной и прямой последовательности напряжений - считается, что переком вызван повреждениями внутри двигателя, а не перекомом в сети. При такой аварии запрещается АПВ, включается блокировка;

6) « $I_{\text{мин}}$  (%  $I_n$ )» - регулировка порога срабатывания по минимальному рабочему току, в % от установленного рабочего (номинального). Десять делений от 0 до 75%;

7) « $T_{\text{вкл}}$  (с)» - время автоматического повторного включения в секундах, от 0 до 600с.

### 2.3 Светодиодная индикация блока УБЗ-301М

Назначение элементов светодиодной индикации следующее:

1) зеленый светодиод «СЕТЬ», сигнализирует о наличии напряжения в сети. В мигающем режиме свечения количество миганий между паузами соответствует конкретному номинальному току из таблицы 2, "мертвая" зона - постоянное свечение. При выставлении номинального тока нужно добиться мигающего режима;

2) зеленый светодиод «НАГРУЗКА», сигнализирует о включении нагрузки (замыкании клемм ХЗ - Х4);

3) красный светодиод «ИЗОЛЯЦИЯ», загорается постоянным свечением перед пуском в случае недопустимо низкого уровня изоляции обмотки статора или подводящего кабеля (менее 500 кОм), а также во время работы при срабатывании по дифференциальному току;

красный светодиод U - «АВАРИЯ» по сетевому напряжению. Мигающий режим включатся при: недопустимом понижении/повышении напряжения, перекосе фаз по сетевому напряжению, неполнофазном режиме; при неправильном чередовании или слипании фаз - мигают поочередно все три красных светодиода;

красный светодиод «ПЕРЕГРУЗКА» - мигающий режим - при превышении среднего фазного тока над номинальным. После срабатывания по перегрузке - постоянное свечение в течение 0,9 от времени АПВ (автоматическое повторное включение).

## **2.4 Алгоритм работы блока защиты и управления**

1 После подачи напряжения на блок перед включением выходного реле проверяется:

- уровень изоляции обмотки статора на корпус. При сопротивлении изоляции ниже  $500 \pm 20$  кОм нагрузка не включается, загорается постоянным свечением красный светодиод «ИЗОЛЯЦИЯ»;

- качество сетевого напряжения: полнофазность, симметричность, величину действующего линейного напряжения - при наличии любого из запрещающих факторов нагрузка не включается, красный светодиод «АВАРИЯ U» мигает;

- правильное чередование фаз, отсутствие их слипания - при наличии любого из запрещающих факторов нагрузка не включается, все красные светодиоды поочередно мигают.

Если все параметры в норме, то через время  $T_{\text{вкл}}$  включается выходное реле блока - загорается зеленый светодиод «НАГРУЗКА». Если при этом токи нагрузки не появились (меньше 2% номинала), считается, что нагрузка не включена, контроль и принятие решения по качеству напряжения и уровню изоляции сохраняется. В случае, если во время бестоковой паузы появились запрещающие факторы, выходное реле блока отключается.

2 После включения нагрузки (появления токов больше 2% номинала) блок осуществляет контроль по напряжению и токам. Решение на отключение нагрузки принимается по следующим факторам:

- превышение действующего значения тока над номинальным (рабочим, установка потенциометров 1, 2, 3); если перегрузка возникла по току, но



тепловой перегрузки нет – красный светодиод «ПЕРЕГРУЗКА» мигает, нагрузка не отключается; если токовая перегрузка привела к тепловой - нагрузка отключается, красный светодиод «ПЕРЕГРУЗКА» загорается постоянным свечением, горит в течение 0,9 от времени  $T_{вкл}$ , АПВ разрешается;

- относительное значение обратной последовательности токов в два раза превышает относительное значение обратной последовательности напряжений (установка потенциометра 5) - нагрузка отключается, все красные светодиоды загораются постоянным свечением, блок блокируется, АПВ запрещается. Для разблокирования необходимо снять напряжение с блока. Предполагается, что такой вид аварии связан с повреждением внутри двигателя;

- относительная обратная последовательность токов (установка потенциометра 5), превышающая обратную последовательность напряжений менее, чем в 2 раза - нагрузка отключается, загорается постоянным свечением красный светодиод «АВАРИЯ U», АПВ разрешено;

- относительное значение обратной последовательности токов (установка потенциометра 5) меньше двойного относительного значения обратной последовательности напряжений - нагрузка отключается, мигает красный светодиод «АВАРИЯ U», АПВ разрешено;

- среднее значение тока меньше  $I_{мин}$  (установка потенциометра 6) - нагрузка отключается, все красные светодиоды одновременно мигают, блок блокируется, АПВ запрещено. Для разблокирования необходимо снять напряжение с блока.

## 2.5 Методика программирования блока УБЗ-301М

Установка параметров блока осуществляется в следующей последовательности:

1 Потенциометр 7 « $T_{вкл}$ » установить в нулевое положение.

2 Подать напряжение на стенд включением вводного автоматического выключателя;

3 Включить автоматический выключатель QF1.

4 После подачи напряжения питания на блок защиты автоматически проверяются следующие параметры:

- уровень изоляции обмотки статора на корпус. При сопротивлении изоляции ниже  $500 \pm 20$  кОм нагрузка не включается, загорается постоянным свечением красный светодиод «ИЗОЛЯЦИЯ»;

- качество сетевого напряжения: полнофазность, симметричность, величину действующего линейного напряжения - при наличии любого из запрещающих факторов нагрузка не включается, красный светодиод «АВАРИЯ U» мигает;

- правильное чередование фаз, отсутствие их слипания - при наличии любого из запрещающих факторов нагрузка не включается, все красные светодиоды поочередно мигают;

Если все параметры в норме, то через время  $T_{вкл}$  включается выходное реле блока - загорается зеленый светодиод «НАГРУЗКА». Если при этом токи

нагрузки не появились (меньше 2% номинала), считается, что нагрузка не включена, контроль и принятие решения по качеству напряжения и уровню изоляции сохраняется. В случае если в бестоковую паузу появились запрещающие факторы - выходное реле блока отключается.

4 Установить номинальный ток. Выставление номинального тока производится потенциометром 1 « $I_{\text{мин}}$ ». Потенциометр имеет одиннадцать положений. Каждое положение соответствует конкретному стандартному значению шкалы номинальных токов. Шкала номинальных токов приведена в таблице 2. Каждое положение характеризуется конкретным количеством миганий зеленого светодиода «СЕТЬ». Для выставления номинального тока необходимо установить ручку потенциометра в соответствующее положение, количество миганий светодиода «СЕТЬ» после подачи напряжения на блок должно соответствовать таблице. Необходимо учитывать, что между положениями имеются «мертвые» зоны, в которых светодиод «СЕТЬ» горит без миганий, а номинальный ток считается неопределенным

**Рекомендации.** Если требуется установить рабочий ток, отличный от номинального, указанного в таблице номинальных токов, потенциометром 1 « $I_{\text{н}}$ » установить в положение, соответствующее ближайшему значению из шкалы номинальных токов, а потенциометром 2 «% от  $I_{\text{н}}$ » - добавить или уменьшить в % от выставленного номинального тока на необходимую величину.

Постоянное свечение зеленого светодиода «СЕТЬ» говорит о том, что потенциометр установлен в «мертвой» зоне. Необходимо устанавливать потенциометр так, чтобы этот светодиод мигал, а количество миганий соответствует выставленному номинальному току.

5 Потенциометром 3 «Т2» установить время срабатывания по перегрузке.

6 Потенциометром 4 « $U_{\text{н}}$ » выставить в необходимое положение. « $U_{\text{н}}$ » - совмещенная регулировка порога по максимальному/минимальному напряжению в % от номинального. В соответствии с этой уставкой перед включением нагрузки блок проверяет уровень сетевого напряжения и, в зависимости от его значения, разрешает либо не разрешает включение нагрузки. После включения нагрузки контроль по напряжению сохраняется, но решение на отключение принимается по токам.

7 Потенциометром 5 «ПФ» отрегулировать порог срабатывания по перекосу линейных напряжений и действующих значений фазных токов. Параметр рассчитывается как отношение тока обратной последовательности к току прямой. Если отношение последовательностей токов в два раза превышает отношение обратной и прямой последовательности напряжений - считается, что перекося вызван повреждениями внутри двигателя, а не перекосом в сети.

8 Потенциометром 6 « $I_{\text{мин}}$ » отрегулировать порог срабатывания по минимальному рабочему току в % от установленного рабочего.

Если все параметры в норме, то блок переходит в режим готовности пуска двигателя, при этом загорается зеленый светодиод «НАГРУЗКА».

### 3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

#### 3.1 Схемы системы управления с микропроцессорным блоком защиты

В лабораторной работе используются следующие элементы:

- автоматический выключатель QF1;
- микропроцессорный блок управления и защиты асинхронных электродвигателей УБЗ-301М;
- контактор КМ1 с тепловым реле РТ1;
- кнопки «Вперед», «Стоп»;
- световые индикаторы «Вперед», «Стоп»;
- асинхронный электродвигатель М1.

В данной работе исследуется система управления асинхронным двигателем без возможности реверса и регулирования частоты вращения. Электродвигатель работает как односкоростной двигатель.

Электрическая схема силового контура для исследования микропроцессорного блока защиты асинхронного электродвигателя представлена на рисунке 4.

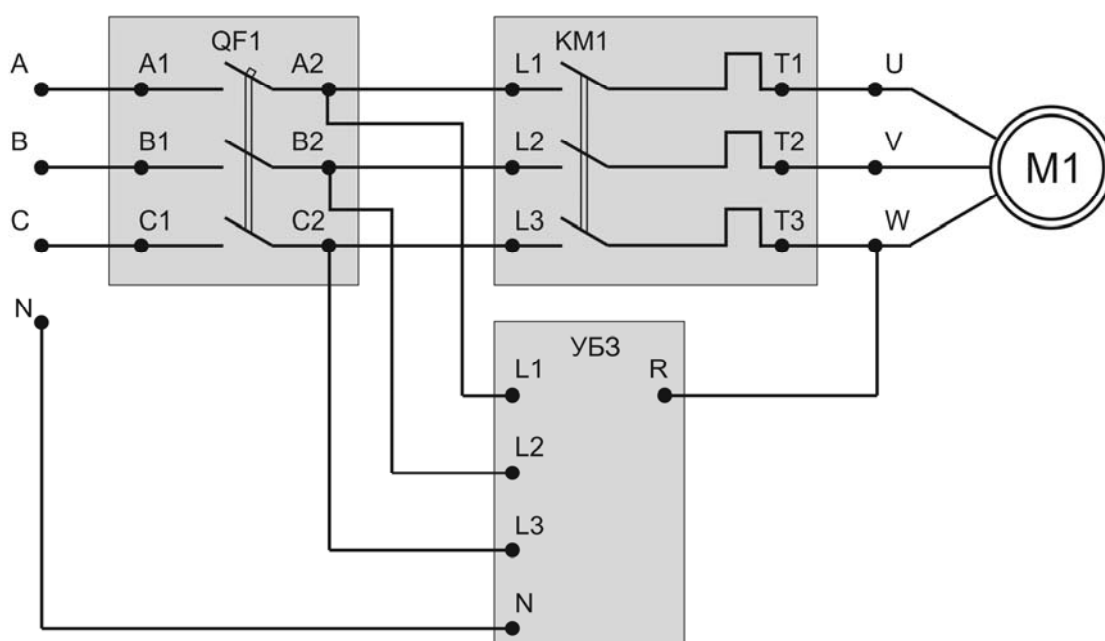


Рисунок 4 – Электрическая схема силового контура системы управления

На рисунке 4 выделены элементы автоматического выключателя QF1, контактора КМ1 и микропроцессорного блока защиты (УБЗ). Буквами и цифрами обозначены клеммы, соответствующие обозначениям на лицевой панели.

Электрическая схема контура управления асинхронным электродвигателем представлена на рисунке 5.

На рисунке 5 выделены элементы контактора КМ1 и микропроцессорного блока УБЗ.

Для контроля параметров двигателя в устройстве защиты используются трансформаторы тока, которые на рисунке не показаны.

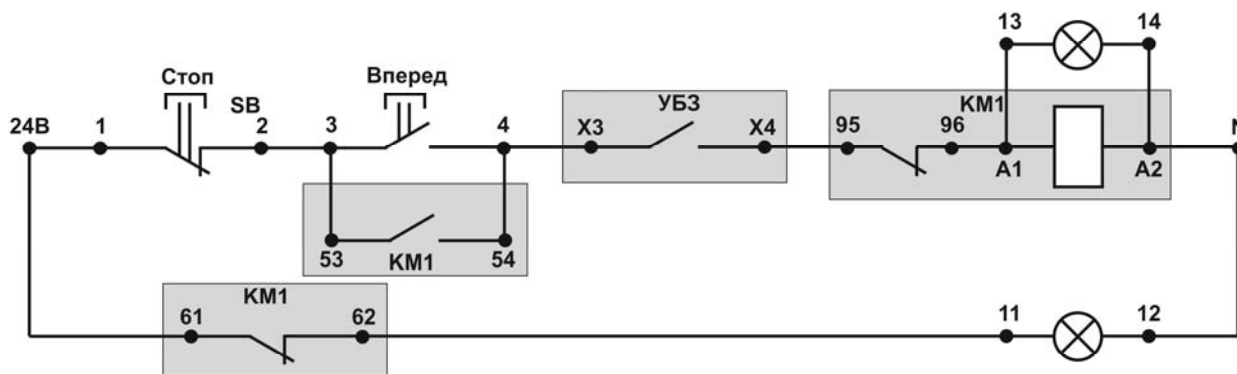


Рисунок 5 – Электрическая схема контура управления

При нажатии кнопки «Вперед» подается напряжение на управляющую обмотку контактора КМ1. Контакты КМ1 замыкаются и на двигатель подается напряжение. При срабатывании тепловой защиты размыкаются контакты «Х3-Х4» блока защиты УБЗ. С управляющей обмотки контактора КМ1 снимается напряжение, размыкаются контакты контактора КМ1 и электродвигатель останавливается.

### 3.2 Исследование работы микропроцессорного устройства в схеме тепловой защиты

Исследование работы микропроцессорного устройства в схеме тепловой защиты асинхронного электродвигателя выполняется в следующем порядке:

1 Используя комплект соединительных проводов, собрать электрические схемы в соответствии с рисунками 4 и 5.

2 На тепловом реле контактора КМ1 установить максимальный ток срабатывания 1А.

3 Включить автоматический выключатель «Ввод».

4 Включить автоматический выключатель QF1.

5 В соответствии с разделом 2.5 настоящих методических указаний запрограммировать микропроцессорный блок защиты блока УБЗ-301М.

6 Потенциометр 1 на блоке защиты установить в крайнее левое положение.

7 Нажав кнопку «Вперед», включить электродвигатель.

8 Через установленное время T2 контакт микропроцессорного блока Х3 - Х4 разомкнётся, с обмотки контактора КМ1 снимется напряжение, его контакты разомкнутся и электродвигатель отключится от сети. При перегрузке по току мигает светодиодный индикатор «ПЕРЕГРУЗКА»;

9 Повторить опыт для различных значений уставки тока срабатывания (регулируется потенциометром 1), заданных преподавателем.

10 Определить величину тока, при котором тепловая защита перестанет срабатывать.

11 После срабатывания тепловой защиты необходимо снять и затем вновь подать питание на микропроцессорный блок защиты.

12 После проведения опытов установить ток срабатывания микропроцессорного блока, при котором защита не срабатывает.

13 Отключить автоматические выключатели.

### **3.3 Исследование работы микропроцессорного устройства в схеме защиты от обрыва фазы**

Исследование работы микропроцессорного устройства в схеме защиты от обрыва фазы выполняется в следующем порядке:

1 Используя комплект соединительных проводов, собрать электрические схемы в соответствии с рисунками 4 и 5.

2 На блоке имитации неисправностей тумблер SA6 перевести в верхнее положение (обрыв фазы).

3 Нажав кнопку «Вперед», включить электродвигатель.

4 При срабатывании защиты от обрыва фазы контакт микропроцессорного блока X3 – X4 разомкнется, загорятся постоянным красным свечением все светодиоды блока защиты, с обмотки контактора KM1 снимается напряжение, его контакты разомкнутся и двигатель отключится от сети.

5 После срабатывания защиты необходимо снять и затем вновь подать питание на микропроцессорный блок защиты.

6 После окончания опыта отключить автоматические выключатели стенда.

## **4 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

1 Технические характеристики исследуемого микропроцессорного блока защиты и управления.

2 Электрические принципиальные схемы силового контура и контура управления.

3 Экспериментальные данные.

4 Выводы о проделанной работе.

## **5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1 Каково назначение микропроцессорного блока защиты и управления УБЗ-301М?

2 Какие виды защит обеспечивает блок УБЗ-301М?

3 Какие параметры системы управления проверяются блоком УБЗ-301М перед включением асинхронного электродвигателя?

4 Как реагирует микропроцессорный блок на токовую перегрузку в защищаемом электрооборудовании?

5 Каким образом при программировании устройства задают номинальный ток нагрузки?

6 Каким образом при программировании устройства задают время его срабатывания при перегрузке?

7 Какой тип измерительных преобразователей используется в системе для контроля величины тока нагрузки?

8 Как реагирует микропроцессорный блок защиты на обрыв фазы?

9 Объяснить работу системы управления при включении асинхронного электродвигателя.

10 Объяснить работу системы управления при выключении асинхронного электродвигателя.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1 Алиев И.И. Электрические аппараты: Справочник. – М.:РадиоСофт, 2004. – 256 с.

2 Электрические и электронные аппараты: Учебник для вузов / Под ред. Ю.К.Розонова.– М.:Информэлекто, 2001.– 412 с.

3 Лабораторный стенд «Электромонтаж и наладка релейно-контакторной схемы управления двухскоростным асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором»: Техническое описание.- Челябинск: Учтех-Профи, 2011. –18 с.

Сбродов Николай Борисович

**ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО УСТРОЙСТВА  
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Методические указания  
к выполнению лабораторной работы  
по дисциплине «Средства автоматизации и управления»  
для студентов очной и заочной форм обучения направления  
220700.62 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Авторская редакция

---

Подписано к печати 03.02.14	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. №1
Печать цифровая	Усл.печ.л. 1,0	Уч.-изд.л. 1,0
Заказ 43	Тираж 50	Цена свободная

---

Редакционно-издательский центр КГУ  
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.  
Курганский государственный университет.