

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»**
Институт «Политехнический», факультет «Энергетический»
Кафедра «Автоматизированный электропривод»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой, к.т.н., доцент

_____/А.Н. Шишков/

“ ____ ” _____ 2018 г.

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ВОРОТАМИ ГАРАЖА

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

ЮУрГУ-13.03.02.2018.189 ВКР

Руководитель проекта:
Доцент, к.т.н.

_____/А.Н. Горожанкин/

“ ____ ” _____ 2018 г.

Автор проекта
студент группы _____ П-476 _____

_____/И.А. Коротких/

“ ____ ” _____ 2018 г.

Нормоконтролер
Доцент, к.т.н.

_____/А.Е. Бычков/

“ ____ ” _____ 2018 г.

Челябинск
2018 г.

АННОТАЦИЯ

Коротких И.А. Автоматизация управления воротами гаража. – Челябинск: ЮУрГУ, Э; 2018, 43 с., 11 ил., 11 табл., библиографический список – 7 наим., 1 листов чертежей ф. А3

В проекте производится разработка автоматизации системы управления воротами гаража.

В ходе работы произведено описание процесса, выбор электродвигателя и выбора преобразователя частоты для регулирования скорости передвижения ворот. Исходя из последовательности пуска оборудования и требований к автоматизации, были составлены логические уравнения. Произведен выбор элементной базы с учетом условий эксплуатации. Исходя из выбранных устройств автоматизации и алгоритма работы, составлена функциональная схема автоматизации. Опираясь на функциональную схему и выбранную элементную базу, составлена электрическая принципиальная схема. Исходя из алгоритма работы системы и составленных логических уравнений, составлено программное обеспечение.

					ЮУрГУ-13.03.02.2018.189.01ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>				
<i>Разраб.</i>		Коротких И.А.			Автоматизация управления воротами гаража	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Горожанкина А.Н.					4	
<i>Реценз</i>						ЮУрГУ Кафедра «АЭП»		
<i>Н. Контр.</i>		Бычков А.Е.						
<i>Утверд.</i>		Шишков А.Н.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	7
2 РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ.....	9
3 ВЫБОР РОДА ТОКА, ТИПА ДВИГАТЕЛЯ, РЕДУКТОРА И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА.....	12
3.1 Выбор типа двигателя.....	12
3.2 Выбор редуктора.....	12
3.3 Выбор преобразователя частоты.....	13
4 СОСТАВЛЕНИЕ СИГНАЛОВ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ.....	14
5 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЗМАМИ ОБЪЕКТА.....	18
6 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ.....	21
7 ВЫБОР ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ АВТОМАТИЗАЦИИ.....	24
7.1 Выбор контроллера.....	24
7.2 Выбор датчиков технологической информации.....	26
7.3 Выбор блока питания.....	32
8 РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ.....	33
9 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	34
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	42
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	43

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день уровень автоматизации систем управления стоит на одной из первых позиций, это важно не только для производственных, но и для домашних условий. Это связано в первую очередь со значительным упрощением жизни людей и улучшением качества жизни.

Тема выпускного квалификационного проекта автоматизация системы управления воротами гаража. Автоматизация этого процесса позволяет значительно упростить жизнь и управлять открытием и закрытием ворот дистанционно.

В ходе проекта было произведен расчет и выбор электродвигателя для передвижения ворот. В нашем случае был выбран асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором 4АМ63А2. Для регулирования скорости вращения выбранного электродвигателя был выбран преобразователь частоты от производителя Schneider Electric.

Для организации системы автоматизации была выбрана элементная база. Для каждого элемента приведены технические характеристики. В качестве программируемого устройства был выбран контроллер фирмы Siemens типа LOGO!8. Для контроллера так же был выбран дополнительный модуль расширения входных/выходных сигналов, а так же блок питания.

Для контроля за внешними физическими процессами были выбраны датчики: пара фотоэлектрических элементов CAME DIR 10, индуктивные датчики ISAB A41A-32P-5-P.

Опираясь на разработанный алгоритм автоматизации и составленные логические уравнения выходных сигналов, составлены функциональная и принципиальная схемы. Так же разработано программное обеспечение для контроллера и произведена его отладка.

Отладка на микроконтроллере Siemens LOGO!8 была произведена путем составления лестничных диаграмм и с помощью встроенного симулятора контроллера в программном обеспечении Logo Soft Comfort. Для построения и отладки программы была использована демо-версия программного обеспечения, т.к. обычная версия является платной.

					ЮУрГУ-13.03.02.2018.189.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

В данном дипломном проекте рассматривается автоматизация системы управления воротами гаража. Конструктивно макет ворот гаража (фото на рисунке 1) включает основание 1, на котором установлен каркас ворот 2 с открывающимися воротами 5. Движение открытие или закрытие ворот обеспечивается при помощи зубчатой рейки с двигателем, которые на рисунке 1 не видны.

Положение открытых или закрытых ворот контролируется индуктивными датчиками положения 3 и 4.

Так же в системе предусмотрен фотоэлектрический датчик контроля помехи в створе ворот при их закрывании (на рисунке 1 он не виден).

В автоматическом режиме ворота управляются по сигналу с брелока. Нажатие кнопки брелока при закрытых воротах должно восприниматься как команда на открытие ворот, а при открытых воротах – как команда на закрытие ворот.

Исходное положение ворот – закрытое. При поступлении кратковременной команды брелока происходит открытие ворот, сопровождающееся прерывистым звучанием звонка и горением светодиода. При движении ворот нажатие кнопки брелока не воспринимается системой до полного открытия ворот.

Для закрытия ворот нажимается та же кнопка брелока. Происходит закрытие ворот, сопровождающееся звучанием звонка и горением светодиода до полного закрытия ворот. Если же при закрытии появляется сигнал помехи в створе ворот, то привод реверсируется и происходит открытие ворот. В открытом положении ворот сохраняется световой сигнал, а звуковой сигнал изменяет прерывистость звучания. При исчезновении сигнала «Помеха в створе ворот» автоматически возникает команда на закрытие ворот. Ворота закрываются, звуковой и световой сигналы отключаются.

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-13.03.02.2018.189.01ПЗ				

При ручном управлении движение на открытие ворот происходит при кратковременном нажатии кнопки «Открыть» и прекращается при полном открытии ворот. Нажатие той же кнопки при открытой двери приводит к закрытию двери.



Рисунок 1.1 – Макет ворот гаража

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ-13.03.02.2018.189.01ПЗ

Лист

9

2 РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Привод механизма реверсивный. Вращение от электродвигателя через редуктор передается на шестерню.

Для расчета электропривода и редуктора нам понадобятся данные приведенные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технические данные

Наименование показателя	Обозначение	Размерность	Величина
Масса ворот гаража	m_b	кг	2,5
Диаметр реечной шестерни	D	м	0,1
Момент инерции вала	J_p	кгм ²	18
Коэффициент трения скольжение в подшипниках	$\mu_{п}$	-	0.02
Коэффициент трения скольжения ворот	μ_c	-	0.2
Длина перемещения	L	м	10
Скорость рабочего хода	V_p	м/с	0,2
Скорость возвратного движения	V_b	м/с	0.2
Допустимое ускорение	a	м/с ²	1
Диаметр шейки ролика	$d_{ш}$	м	0.25D

Рассчитаем время пуска и торможения прямого и обратного хода:

$$t_{пт} = \frac{v_p}{a}. \quad (2.1)$$

Тогда получим:

$$t_{пт} = \frac{0.2}{1} = 0.2 \text{ с.}$$

Далее рассчитаем путь, пройденный за пуск и торможение прямого и обратного хода:

$$L_{пт} = \frac{v_p^2}{2 \cdot a}. \quad (2.2)$$

Тогда получим:

$$L_{пт} = \frac{0.2^2}{2 \cdot 1} = 0.02 \text{ м.}$$

Рассчитаем время установившегося режима перемещения прямого и обратного хода:

$$t_y = \frac{L-2 \cdot L_{\text{шт}}}{V_p}. \quad (2.3)$$

Тогда получим:

$$t_y = \frac{10 - 2 \cdot 0.02}{0.2} = 49.8 \text{ с.}$$

Рассчитаем момент сил трения в подшипниках:

$$M_{\text{ТП}} = \frac{m_B \cdot d_{\text{ш}} \cdot \mu_{\text{п}} \cdot 9.8}{2}. \quad (2.4)$$

Получим:

$$M_{\text{ТП}} = \frac{300 \cdot 0.025 \cdot 0.02 \cdot 9.8}{2} = 0.735 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Рассчитаем момент сил трения скольжения тела по горизонтальной плоскости:

$$M_{\text{ТС}} = \frac{m_B \cdot \mu_c \cdot D \cdot 9.8}{2}. \quad (2.5)$$

Получим:

$$M_{\text{ТС}} = \frac{300 \cdot 0.2 \cdot 0.1 \cdot 9.8}{2} = 29.4 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Рассчитаем статический момент:

$$M_{\text{ТП}} = M_{\text{ТП}} + M_{\text{ТС}}. \quad (2.6)$$

Получим:

$$M_{\text{ТС}} = 0.739 + 29.4 = 30.135 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Рассчитаем момент инерции:

$$J_{\text{ро}} = J_p \frac{m_B \cdot D^2}{4}. \quad (2.7)$$

Получим:

$$J_{\text{ро}} = 18 \cdot \frac{300 \cdot 0.1^2}{4} = 18.75 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Рассчитаем динамический момент:

$$M_{\text{родин}} = J_{\text{ро}} \cdot 2 \cdot \frac{a}{D}. \quad (2.8)$$

Получим:

$$M_{\text{родин}} = 18.75 \cdot 2 \cdot \frac{1}{0.1} = 375 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Рассчитаем полный момент рабочей машины:

$$M_{\text{ро}} = M_{\text{рост}} + M_{\text{родин}}. \quad (2.9)$$

Получим:

Рабочий ход:

$$M_{\text{ро1}} = 30.135 + 375 = 405.135 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{ро2}} = 30.135 + 0 = 30.135 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{ро3}} = 30.135 - 375 = -344.865 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Обратный ход:

$$M_{\text{ро11}} = -30.135 - 375 = -405.135 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{ро22}} = -30.135 - 0 = -30.135 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{ро33}} = -30.135 + 375 = 344.865 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Рассчитаем среднеквадратичное значение момента:

$$M_{\text{сркв}} = \sqrt{\frac{\sum M_K^2 \cdot t_K}{\sum t_K}}. \quad (2.10)$$

Расчетная мощность двигателя:

$$P_{\text{дв}} = k_1 \cdot M_{\text{сркв}} \cdot \frac{2 \cdot V_p}{D}, \quad (2.11)$$

где, $k_1=1.3 \dots 1.5$ – коэффициент, учитывающий динамические нагрузки, обусловленные вращающимися элементами электропривода, то есть двигателем, редуктором, а также потери в редукторе.

Получим:

$$P_{\text{дв}} = 1.5 \cdot 45 \cdot \frac{2 \cdot 0.2}{0.1} = 270 \text{ Вт}.$$

3 ВЫБОР РОДА ТОКА, ТИПА ДВИГАТЕЛЯ, РЕДУКТОРА И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА

3.1 Выборы типа двигателя

Для привода нашего механизма выберем асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором. Данный двигатель обладает простотой и повышенной надежностью по сравнению с двигателем постоянного тока. Так же правильное функционирование системы возможно будет реализовать путем подключения преобразователя частоты.

Необходимая мощность двигателя была рассчитана ранее. Подберем двигатель, который будет удовлетворять данному условию:

$$P_{\text{РАСЧ}} < P_{\text{ДВ}}, \quad (3.1)$$

где $P_{\text{ДВ}}$ – мощность двигателя, взятого из каталога.

Данным условиям отвечает двигатель 4АМ63А2. Данные двигателя сведены в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Технические характеристики двигателя 4АМ63А2

Двигатель	Мощность, Вт	КПД, %	Коэф. мощн.	n_n , об/мин	M_n/M_n	I_n , А
4АМ63А2	370	70	0.86	3000	2	1.4

3.2 Выбор редуктора

Передаточное число редуктора определим по известной номинальной скорости вращения выбранного электродвигателя и по основной скорости рабочего органа:

$$j_p = \frac{n_n \cdot D}{2 \cdot v_p}. \quad (3.2)$$

Получим:

$$j_p = \frac{3000 \cdot 0.1}{9.55 \cdot 2 \cdot 0.2} = 78.$$

Исходя из расчетов, выберем червячный редуктор Ч-80, данные которого сведены в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Технические характеристики редуктора Ч-80

№	Обозначения	Наименования показателя	Размерность	Данные
1	n	Частота вращения	об/мин	750
2	M _н	Крутящий момент	Н · м	200
3	η _р	КПД	%	0.55
4	J _р	Передаточное число	кг · м ²	78

3.3 Выбор преобразователя частоты

Выбор частотного преобразователя производим по следующим параметрам:

$$U_{\text{НПЧ}} \geq U_{\text{ДВ}}; \quad (3.3)$$

$$I_{\text{НПЧ}} \geq I_{\text{ДВ}}, \quad (3.1)$$

где $U_{\text{НПЧ}}$, $I_{\text{НПЧ}}$ – номинальные напряжения и ток нагрузки частотного преобразователя.

Для нашей системы выберем частотный преобразователь Altivar 312 от фирмы Schneider Electric. Данные частотного преобразователя сведены в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Данные частотного преобразователя Altivar 312

Размерность	Данные
Номинальное напряжение питания, В	380...500
Номинальная мощность, кВт	0.37
Максимальный ток на выходе, А	2.2
Число фаз, шт.	3

4 СОСТАВЛЕНИЕ СИГНАЛОВ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

4.1 Из представленного описания технологического процесса и последовательности работы механизмом следует, что система автоматизации должна обеспечить работу в ручном и автоматическом режимах.

4.2 Система автоматизации должна формировать следующие выходные команды:

- включение привода на открытие ворот (O1);
- включение привода на открытие ворот при наличии препятствия (O2);
- включение привода на закрытие ворот (З1);
- включение привода на закрытие ворот после исчезновения сигнала о препятствии (З2).

4.3 Также необходимо задействовать выходные сигналы на индикацию и сигнализацию состояния системы, для удобства эксплуатации и устранения неполадок в системе. В нашем случае будут выводиться следующие сигналы:

- сигнал «Питание» (Пит);
- сигнал «Автоматический режим» (ИндАвт);
- сигнал «Ручной режим» (ИндРуч);
- сигнал «Открытие/Закрытие» (OЗ);
- сигнал «Помеха» (Помеха);
- сигнал «Датчики неисправны» (АврД);
- сигнал «Авария» (Авария);
- звуковой сигнал (Зв).

4.4 Для управления открытием/закрытием ворот используется пульт управления с блоками кнопок, либо пульт для дистанционного управления. Данные пульты формируют следующие выходные сигналы:

- сигнал «Питание» (кнПит);

										Лист
										15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-13.03.02.2018.189.01ПЗ					

- сигнал «Ручной режим» (РучР);
- сигнал «Автоматический режим» (АвтР);
- сигнал «Открытие/закрытие» (кнОЗ).

4.5 Для автоматизации работы системы необходимо иметь информацию о состоянии системы, поэтому необходимо использовать следующие датчики:

- датчик, сигнализирующий о положении открытых ворот (ОВ);
- датчик, сигнализирующий о положении закрытых ворот (ЗВ);
- датчик, сигнализирующий о наличии препятствия в створе ворот (ПС).

В таблице 4.1 сведены все сигналы и команды, используемые в системе. В этой же таблице выражено соответствие действий сигналов и команд дискретным значениям этих переменных.

Таблица 4.1 – Сигналы и команды, используемые в системе автоматизации

Переменные	Обозначение	Наименование	Значение
Входные сигналы пульта управления	Пит	Лампа индикации «Питание»	Есть
	ИндАвт	Лампа индикации «Автоматический режим»	Есть
	ИндРуч	Лампа индикации «Ручной режим»	Есть
	ОЗ	Лампа индикации «Открытие/Закрытие»	Есть
	Помеха	Лампа индикации «Помеха»	Есть
	АврД	Лампа индикации «Датчики неисправны»	Есть
	Зв	Звуковой сигнал	Есть

Продолжение таблицы 4.1

Переменные	Обозначение	Наименование	Значение
Выходные сигналы пульта управления	кнПит	Ключ-бирка «Питание»	Ключ повернут
	АвТР	Переключатель «Автоматический/ручной режим»	Повернут влево
Выходные сигналы пульта управления	РучР	Переключатель «Автоматический/ручной режим»	Повернут вправо
	кнОЗ	Кнопка «Открыть/Заккрыть»	Нажать один раз
Входные сигналы контроллера	ОВ	Датчик положения открытых ворот	Есть
	ЗВ	Датчик положения закрытых ворот	Есть
	ПС	Датчик наличия препятствия в створе ворот	Есть
Выходные сигналы контроллера	О1	Открытие ворот	Есть
	О2	Открытие ворот при наличии препятствия	Есть
	З1	Заккрытие ворот	Есть
	З2	Заккрытие ворот при пропадании сигнала препятствия	Есть
	Св	Световой сигнал	Есть
	Зв	Звуковой сигнал	Есть

4.7 Пульт управления воротами гаража

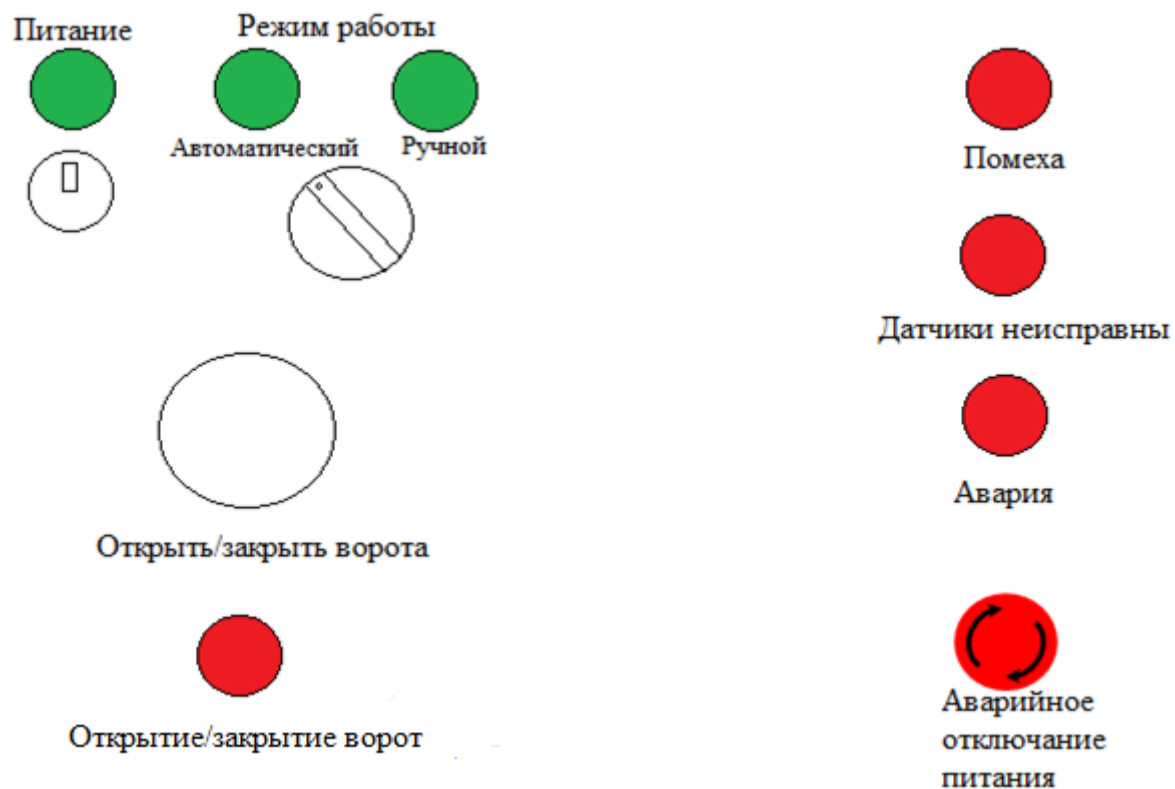


Рисунок 4.1 – Пульт управления

5 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЗМАМИ ОБЪЕКТА

Программу для контроллера для контроллера разделим на четыре блока: «блок автоматического цикла», «блок ручного управления», «блок выходных символов», и «блок аварийных сигналов».

5.1 Блок автоматического цикла

5.1.1 Вводим промежуточные переменные P_K о нажатии кнопки управления воротами кнОЗ, P_{Π} о появлении препятствия в створе ворот и $P_{ЗВ}$ о звуковом сигнале при открытых воротах:

$$P_K = (кнОЗ + P_K) \cdot \overline{O1} \cdot \overline{З1}; \quad (5.1)$$

$$P_{\Pi} = (ПС + P_{\Pi}) \cdot \overline{ЗВ} \cdot \overline{Авария}; \quad (5.2)$$

$$P_{ЗВ} = (O1 + P_{ЗВ}) \cdot \overline{ЗВ} \cdot \overline{ПС} \cdot \overline{Авария}. \quad (5.3)$$

5.1.2 Сигнал автоматический режим возникает при повороте переключателя в «Автоматический режим», и сохраняется, пока переключатель находится в данном положении, пока переключатель не будет повернут на «Ручной режим», пока отсутствует сигнал об аварии:

$$Авт = (АвтР + Авт) \cdot \overline{РучР} \cdot \overline{Авария}. \quad (5.4)$$

5.1.3 Первым этапом автоматического режима работы после поворота переключателя в положение «Автоматический режим» и нажатии кнопки на брелоке «Открыть/Закрыть», является подъем ворот с сопровождением этого процесса звуковым сигналом и горением светодиода. Команда O_1 возникает при закрытом положении ворот и наличии памяти P_K и отпускания кнопки. Команда O_2 возникает при наличии препятствия в створе ворот. Возникшие команды сохраняются до полного открытия ворот. Этому соответствуют следующие логические уравнения:

$$O_1 = (ЗВ \cdot P_K \cdot \overline{кНОЗ} + O_1) \cdot \overline{ОВ} \cdot \overline{Авария}; \quad (5.5)$$

$$O_2 = (ПС + O_2) \cdot \overline{ОВ} \cdot \overline{Авария}. \quad (5.6)$$

5.1.4 Команда Z_1 возникает при открытом положении ворот и при отсутствии помехи в створе ворот, наличии памяти P_K и отпущания кнопки, возникшая команда сохраняется до полного закрытия ворот или до тех пор пока не сработает фотоэлектрический датчик. Команда Z_2 возникает автоматически после исчезновения препятствия в створе ворот и сохраняется до полного закрытия ворот.

$$Z_1 = (ОВ \cdot P_K \cdot \overline{кНОЗ} + Z_1) \cdot \overline{ЗВ} \cdot \overline{ПС} \cdot \overline{Авария}; \quad (5.7)$$

$$Z_2 = (\overline{ПС} + Z_2) \cdot P_{П} \cdot \overline{ЗВ} \cdot \overline{Авария}. \quad (5.8)$$

5.1.5 Команды на включение звонка и светодиода возникают при появлении команды O_1 и сохраняются до полного закрытия ворот. Так же звуковой сигнал меняет прерывистость звучания, если в створе ворот появляется препятствие и сохраняется до полного закрытия ворот:

$$ЗВ = \overline{ЗВ}^{\uparrow 2c} \cdot P_{ЗВ} \cdot \overline{Авария} + \overline{ЗВ}^{\uparrow 1c} \cdot P_{ЗВ} \cdot \overline{Авария}; \quad (5.9)$$

$$СВ = (O_1 + СВ) \cdot \overline{ЗВ} \cdot \overline{Авария}. \quad (5.10)$$

5.2 Сигнал ручного режима возникает при повороте переключателя в положение ручного режима и сохраняется, пока не переключатель не переключен в положение автоматического режима:

$$Руч = РучР \cdot \overline{Авт} \cdot \overline{Авария}. \quad (5.11)$$

5.3 Блок аварийных сигналов

Данный блок представляет собой перечень различных команд контроллера, описывающих аварийные ситуации разного рода, которые выводятся на пульт управления.

Сигнал аварии в работе системы возникает при ошибке в работе датчиков:

$$\text{Авария} = \text{ОВ} \cdot \text{ЗВ} + \text{ЗВ} \cdot \text{ПС} + \text{ПС} \cdot \text{ОС}. \quad (5.12)$$

Руководствуясь данными уравнениями можно построить систему автоматизации гаражных ворот. Дальнейшая разработка будет основываться на программируемом логическом модуле Siemens LOGO!8.

6 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

6.1 На основе описания технологического процесса, автоматизируемого объекта, определенных входных и выходных команд составлена схема электрическая функциональная, представленная на рисунке 6.1.

6.2 В рассматриваемой системе автоматизации можно выделить следующие функциональные элементы:

- пульт управления (ПУ);
- блок управления (БУ);
- системы управления двигателем (СУД);
- приводной двигатель передвижения ворот гаража (М);
- датчики технологической информации (ОВ, ЗВ, ПС);
- блок питания (БП).

6.3 На функциональной схеме показана взаимосвязь отдельных элементов системы автоматизации. Основным связующим элементом является программируемый контроллер Siemens LOGO!8.

					ЮУрГУ-13.03.02.2018.189.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

6.4 На пульте управления предусмотрены:

– индикационные светодиодные лампы с целью индикации состояния системы (режима работы): «Питание», «Автоматический режим», «Ручной режим», «Авария» и все возможные неисправности;

– кнопка управления «Открыть/закрыть»;

– переключатель положений автоматического и ручного режимов;

– ключ-бирка для подачи питания на пульт управления;

– кнопка «Аварийное отключение питания», предназначенная для ручной аварийной остановки всей линии и размыкания главного контактора.

Питание контроллера, пульта управления и датчиков осуществляется от блока питания, преобразующего переменный ток напряжением 220В в постоянный ток с напряжением 24В.

					ЮУрГУ-13.03.02.2018.189.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

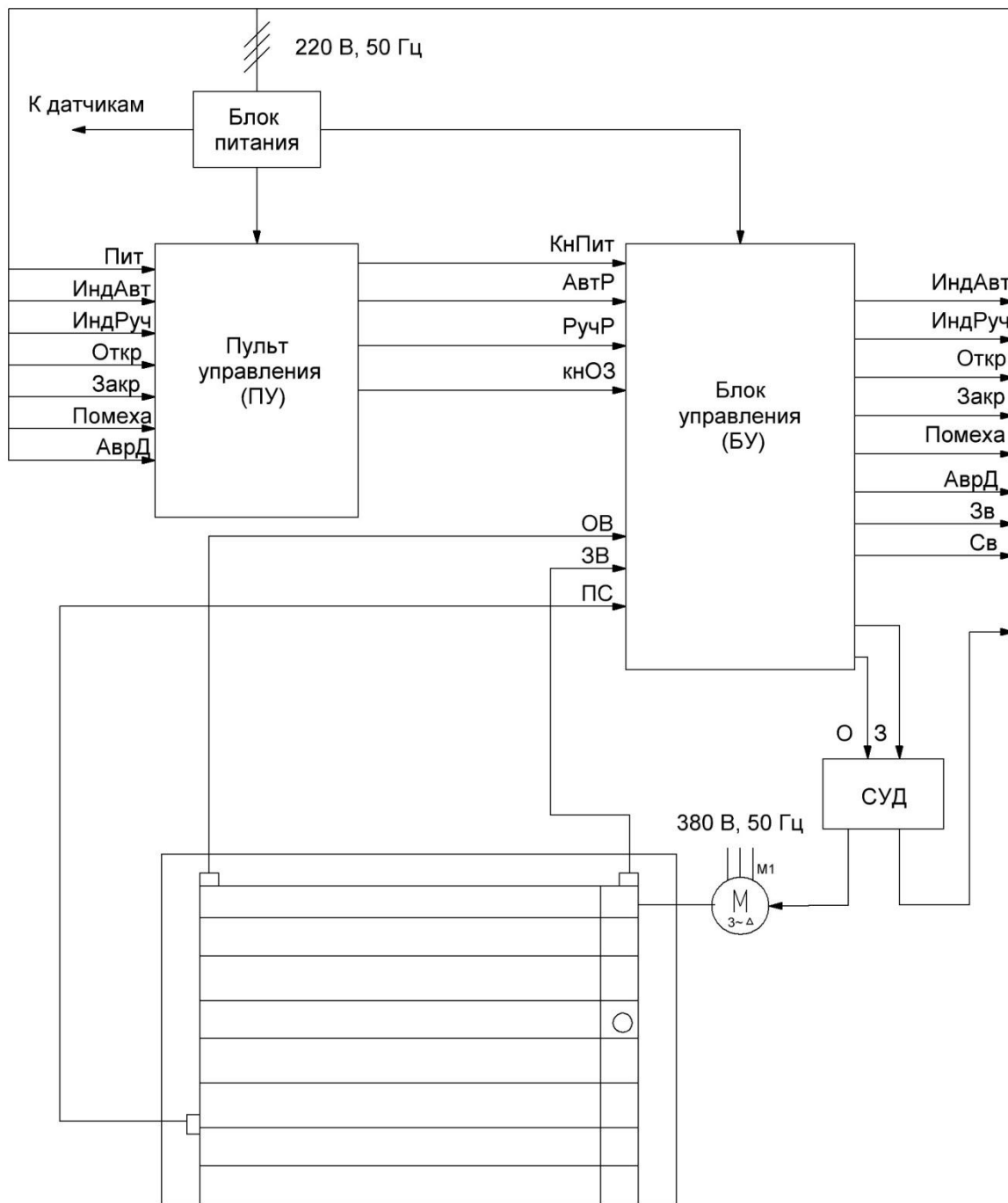


Рисунок 6.1 – Функциональная схема системы автоматизации

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ-13.03.02.2018.189.01ПЗ

Лист

24

7 ВЫБОР ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

7.1.1 Контроллер Siemens LOGO!8 Pure 12/24RCEo

LOGO! восьмого поколения являются компактными функционально универсальными изделиями, предназначенными для построения простейших устройств автоматики с логической обработкой информации. Алгоритм функционирования модулей задается программой, составленной из набора встроенных логических функций.



Рисунок 7.1 – Контроллер Siemens LOGO!8 PURE 12/24RCEo

Данный контроллер характеризуется следующими показателями:

- 8 дискретных входов или 4 аналоговых входа, 4 релейных выхода
- Объем программы до 400 программных блоков
- 27 внутренних флагов
- Слот для Micro SD карты
- Ethernet интерфейс
- Напряжение питания 12...24В DC

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ-13.03.02.2018.189.01ПЗ

Лист

25

7.1.2 Дополнительный модуль входов-выходов

В ходе проектирования системы автоматизации гаражных ворот, программируемому контроллеру необходимо иметь 7 входных и 6 выходных сигналов.

Контроллер Siemens LOGO!8 имеет всего 8 входных и 4 выходных сигналов, в связи с этим необходимо выбрать модуль дополнительных входов/выходов.

Выбираем дискретный модуль расширения LOGO DM8 12/24R, который имеет:

- 4 дискретных входа, 4 релейных выхода
- Напряжение питания 12...24В DC



Рисунок 7.2 – Модуль расширения LOGO DM8 12/24R

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

7.2 Выбор датчиков технологической информации

7.2.1 Комплект фотоэлементов

Из задания необходимо выбрать фотоэлемент для того, чтобы обезопасить ворота от столкновения с препятствием, находящимся в створе ворот. Выбор был сделан в пользу комплекта фотоэлементов CAME DIR10.

Принцип работы устройства «DIR» заключается в синхронизации инфракрасного луча между передатчиком и приемником, эта операция выполняется в момент подсоединения устройств. Таким образом, каждый установленный приемник может работать, будучи согласованным только со своим передатчиком, что исключает ложные срабатывания в работе командных и исполнительных устройств. Кроме используемых инновационных технологий, DIR отличается современным дизайном и небольшими размерами.



Рисунок 7.3 – Комплект фотоэлементов CAME DIR10

Таблица 7.1 – Технические характеристики САМЕ DIR10

Технические данные	Значение
Дальность действия, м	10
Напряжение питания, В	12...24
Потребляемый ток, мА	60
Нагрузочная способность контактов реле	24В;1А
Степень защиты	IP54
Диапазон рабочих температур, °С	-20...+70
Габаритные размеры, мм	46x108x23

7.2.2 Внешний радиоприемник

Для дистанционного управления воротами от брелока нам необходим радиоприемник, который будет принимать сигнал.

Для этого мы возьмем универсальный внешний радиоприемник САМЕ RE432М с памятью до 50 пультов дистанционного управления и декодером в корпусе IP54. Радиоприемник укомплектован картой памяти для копирования запрограммированных кодов. Совместим с другими брелоками-передатчиками, помимо фирмы САМЕ. Приемник имеет два независимых канала с релейными выходами. Выходы приемника работают в моностабильном режиме. При этом второй канал может работать в бистабильном режиме. Бистабильный режим может быть использован, например, для дистанционного управления освещением.



Рисунок 7.4 – Внешний радиоприемник CAME RE432M

Таблица 7.2 – Технические характеристики CAME RE432M

Технические данные	Значение
Рабочая частота, МГц	433.92
Напряжение питания, В	12.24 DC
Количество брелоков в системе	не более 50
Количество каналов	2
Диапазон рабочих температур, °С	-20...+55
Габаритные размеры, мм	108x46x23

7.2.3 Брелок передатчик

Двухканальные пульты ДУ CAME TW2EE – это инновационное решение компании CAME, предназначенное для защиты кода системы радиоуправления от несанкционированного копирования. Новые пульты ДУ серии Twin предусматривают возможность установки специального пароля, связанного с уже имеющимся в приемнике радиокодом, или могут использоваться в качестве

брелоков в обычном режиме с возможностью копирования. Защитный радиокод активируется с помощью кнопок. После этого посредством микропереключателей вводится специальный пароль, который будет «невидим» после выполнения процедуры. С его помощью можно блокировать любую попытку несанкционированного копирования радиокода посторонними.



Рисунок 7.5 – Брелок-передатчик CAME TW2EE

Таблица 7.3 – Технические характеристики CAME TW2EE

Технические данные	Значение
Рабочая частота, МГц	433.92
Дальность действия, м	50...150
Количество каналов	2
Тип элемента питания	CR2016 (3В)
Диапазон рабочих температур, °С	-20...+55
Габаритные размеры, мм	30x72x12

7.2.4 Индуктивный датчик перемещения

Для определения положения ворот используем индуктивный датчик ISAB A41A-32P-5-P.

Индуктивный датчик перемещения ISAB A41A-32P-5-P предназначен для преобразования бесконтактного воздействия объекта в аналоговый электрический сигнал для управления исполнительным устройством. Приближение металлического объекта к чувствительной поверхности датчика вызывает плавное уменьшение выходного тока датчика.



Рисунок 7.6 – Индуктивный датчик ISAB A41A-32P-5-P

Таблица 7.4 – Технические характеристики ISAB A41A-32P-5-P

Технические данные	Значение
Рабочие напряжения, В	15...30 DC
Рабочие температуры, °С	-15...+70
Материал корпуса	Д16Т
Размер корпуса	M18x1x76

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ЮУрГУ-13.03.02.2018.189.01ПЗ

Лист

31

Продолжение таблицы 7.4

Технические данные	Значение
Световая индикация	Есть
Схема подключения	3х проводный
Способ установки в металл	Встраиваемый
Рабочий зазор, мм	0.8...5
Максимальный рабочий ток, мА	21

7.3 Выбор блока питания

Выбор блока питания необходимо произвести с учетом мощности всех потребителей, питающихся от него (контроллер, датчики, пульт управления).

Рассчитаем эту мощность:

$$P_{\text{ПОТР}} = U_{\text{КОНТР}} \cdot I_{\text{КОНТР}} + U_{\text{МОД}} \cdot I_{\text{МОД}} + U_{\text{ПР}} \cdot I_{\text{ПР}} + U_{\text{ДАТЧ1}} \cdot I_{\text{ДАТЧ1}} + 2 \cdot U_{\text{ДАТЧ2}} \cdot I_{\text{ДАТЧ2}}$$

$$P_{\text{ПОТР}} = 24 \cdot 0.1 + 24 \cdot 0.1 + 24 \cdot 0.026 + 24 \cdot 0.06 + 24 \cdot 0.021 = 7.4 \text{ Вт.}$$

По полученной мощности выберем блок питания Siemens LOGO! Power.



Рисунок 7.7 – Блок питания Siemens LOGO! Power

Таблица 7.5 – Характеристики блока питания Siemens LOGO! Power

Технические данные	Значение
Мощность, Вт	30
Выходное напряжение, В	24 DC
Выходной ток, А	0...1.3
Входное напряжение, В	100...240
Габариты, мм	54x90x55
Диапазон рабочих температур, °С	-20...55

8 РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ

8.1 В соответствии с выбранной элементной базой и разработанной функциональной схемой системы автоматизации была составлена принципиальная схема.

8.2 Автоматический выключатель QF1 обеспечивает питание всей системы, а также осуществляет защиту от токов короткого замыкания.

С помощью контактора KM1 реализована нулевая защита двигателей, которая исключает самозапуск электродвигателей при исчезновении или резком снижении напряжения питающей сети. При повороте ключ-бирки SA1 подается питание на силовые цепи и на пульт управления, после ее отпускания происходит самоподхват. А после нажатия кнопки SB1 силовые цепи разрываются.

Автоматический выключатель QF2 обеспечивает питание системы управления двигателем и защищает его от тока короткого замыкания.

8.3 Блок питания G1 с выходным напряжением 24В подает питание на основные низковольтные элементы.

8.4 Пульт А1 обеспечивает управление всем технологическим процессом в ручном и автоматическом режиме, а также индикацию сигналов готовности и аварийных режимов.

8.5 Автоматизация процесса реализуется программируемым контроллером А2.1. Входные сигналы поступают с пульта управления и датчиков.

8.6 Для фиксации положения, определения наличия препятствия и приема радиосигнала используются датчики SQ1-SQ5.

8.7 Управление двигателем M1 осуществляется с помощью преобразователя частоты UZ1

										Лист
										34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-13.03.02.2018.189.01ПЗ					

9 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 На основе приведенных ранее логических уравнений, а также с учетом подключения входных и выходных цепей к программируемому контроллеру, создадим программу. Программа в дальнейшем предназначена для записи в ПЛК Siemens LOGO!8, так же в процессе написания дипломного проекта будет производиться отладка программы в режиме симуляции в программном обеспечении Logo Soft Comfort.

9.2 Прежде, чем записывать программу, присвоим переменным логических уравнений адреса ПЛК. Результаты представления переменных в адресах ПЛК для входных, выходных и промежуточных сигналов представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Адреса переменных контроллера

№	Наименование сигнала, таймера, счетчиков или переменной	Обозначение переменной	Адрес
	Входные сигналы		
1	Кнопка «Открыть/закрыть»	кнОЗ	I1
2	Переключатель «Автоматический режим»	АвтР	I2
3	Переключатель «Ручной режим»	РучР	I3
4	Датчик «Закрытые ворота»	ЗВ	I4
5	Датчик «Открытые ворота»	ОВ	I5
6	Датчик «Препятствие в створе ворот»	ПС	I6
	Выходные переменные		
7	Открытие дверей	O ₁	Q1
8	Открытие дверей при наличии препятствия	O ₂	Q2
9	Закрытие дверей	З ₁	Q3
10	Закрытие дверей при исчезновении препятствия	З ₂	Q4
11	Звуковой сигнал	Зв	Q5

Продолжение таблицы 9.1

№	Наименование сигнала, таймера, счетчиков или переменной	Обозначение переменной	Адрес
12	Световой сигнал	Св	Q6
	Промежуточные переменные		
14	Память кнопки	Р _к	М1
15	Память препятствия	Р _п	М2
16	Память звука	Р _{зв}	М3
17	Автоматический режим	Авт	М4
18	Ручной режим	Руч	М5
19	Авария	Авария	М6

9.3 Составим уравнения с учетом адресации контроллера.

– Память кнопки:

$$M1 = (I1 + M1) \cdot \overline{Q1} \cdot \overline{Q3}. \quad (9.1)$$

– Память препятствия:

$$M2 = (I6 + M2) \cdot \overline{I4} \cdot \overline{M6}. \quad (9.2)$$

– Память звука:

$$M3 = (Q1 + M3) \cdot \overline{I4} \cdot \overline{I6} \cdot \overline{M6}. \quad (9.3)$$

– Автоматический режим работы:

$$M4 = (I2 + M4) \cdot \overline{I3} \cdot \overline{M6}. \quad (9.4)$$

– Ручной режим работы:

$$M5 = I3 \cdot \overline{M4} \cdot \overline{M6}. \quad (9.5)$$

– Открытие ворот:

$$Q1 = (I4 \cdot M1 \cdot \overline{I1} + Q1) \cdot \overline{I5} \cdot \overline{M6}. \quad (9.6)$$

– Открытие ворот при наличии препятствия:

$$Q2 = (I6 + Q2) \cdot \overline{I5} \cdot \overline{M6}. \quad (9.7)$$

– Закрытие ворот:

$$Q3 = (I5 \cdot M1 \cdot I1 + Q3) \cdot \overline{I4} \cdot \overline{I6} \cdot \overline{M6}. \quad (9.8)$$

– Закрытие ворот при исчезновении препятствия:

$$Q4 = (\overline{I6} + Q4) \cdot M2 \cdot \overline{I4} \cdot \overline{M6}. \quad (9.10)$$

– Звуковой сигнал:

$$T001 = M3 \cdot \overline{M6}; \quad (9.11)$$

$$T002 = M2 \cdot \overline{M6}; \quad (9.12)$$

$$Q5 = T001 \cdot T002. \quad (9.13)$$

– Световой сигнал:

$$Q6 = (Q1 + Q6) \cdot \overline{I4} \cdot \overline{M6}. \quad (9.14)$$

– Авария:

$$M6 = I5 \cdot I4 + I4 \cdot I6. \quad (9.15)$$

9.4 Листинг программы на языке лестничных диаграмм

Листинг программы на языке лестничных диаграмм приведен на рисунке 9.1

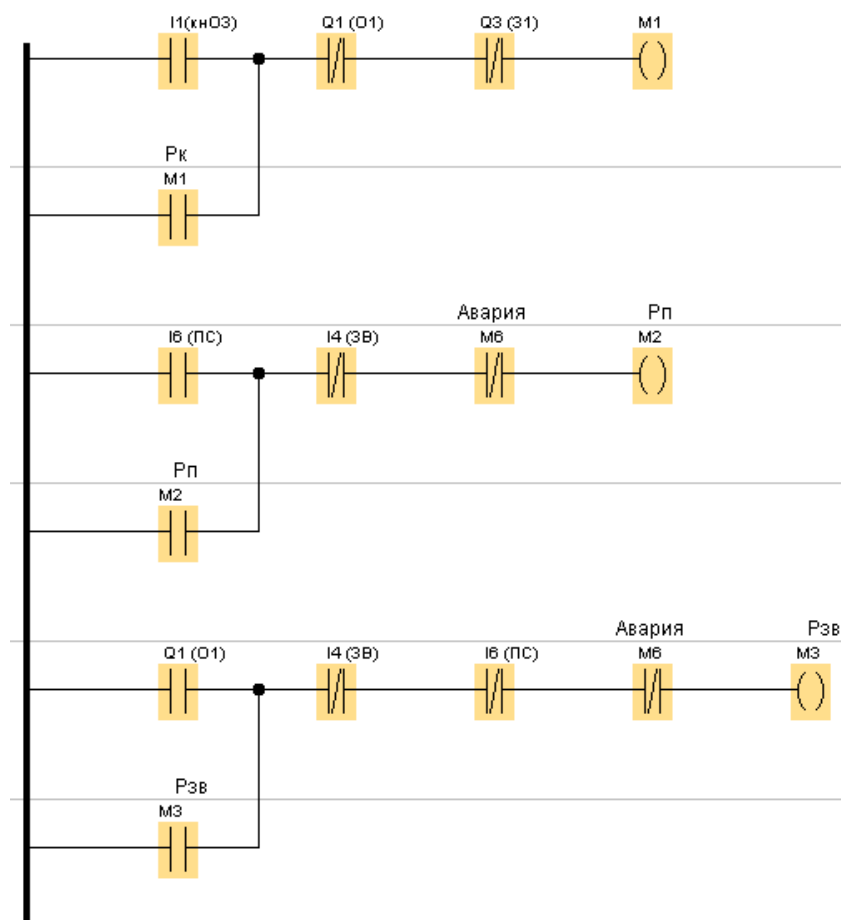


Рисунок 9.1 – Листинг программы на языке лестничных диаграмм

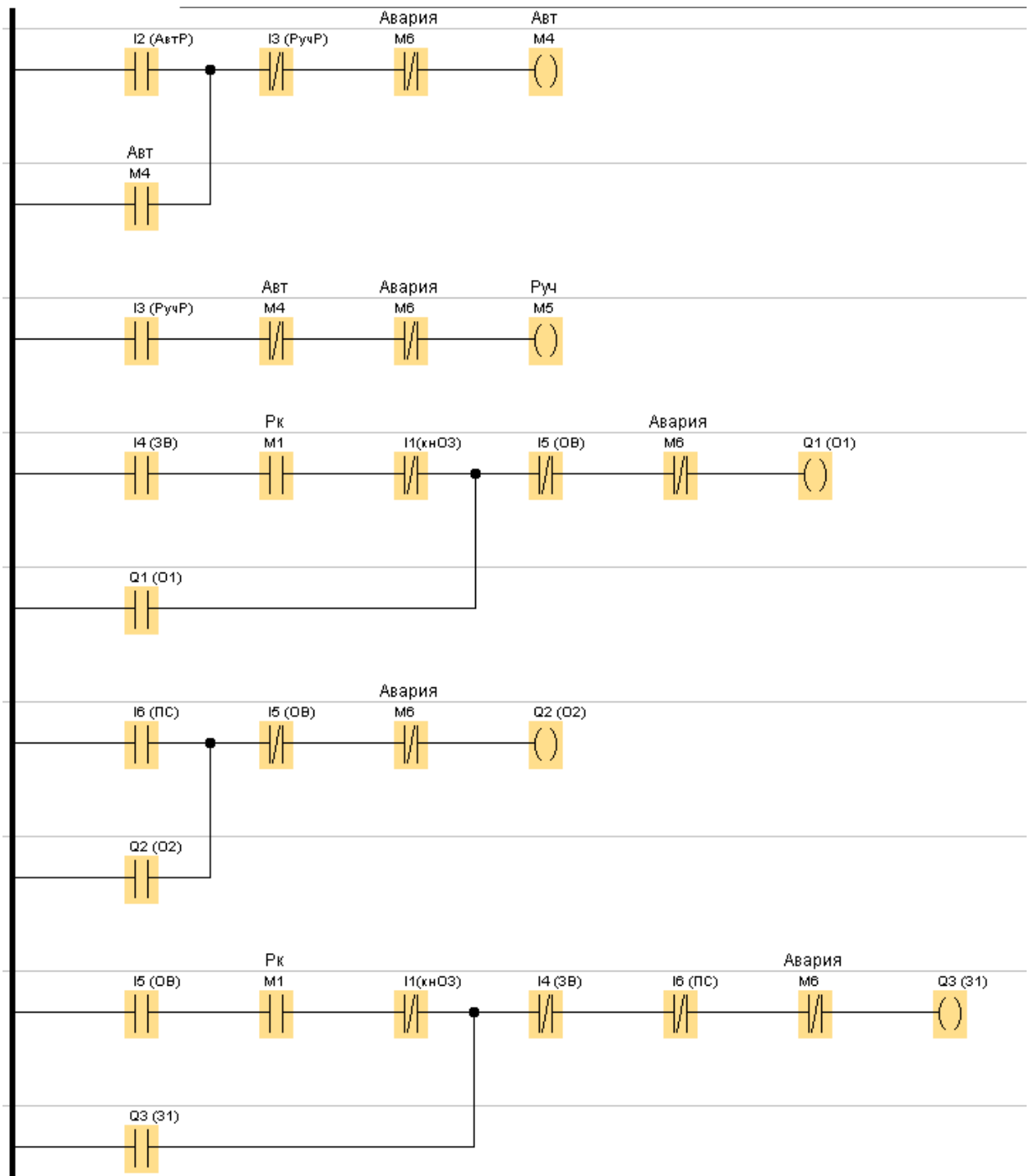


Рисунок 9.1 – Продолжение

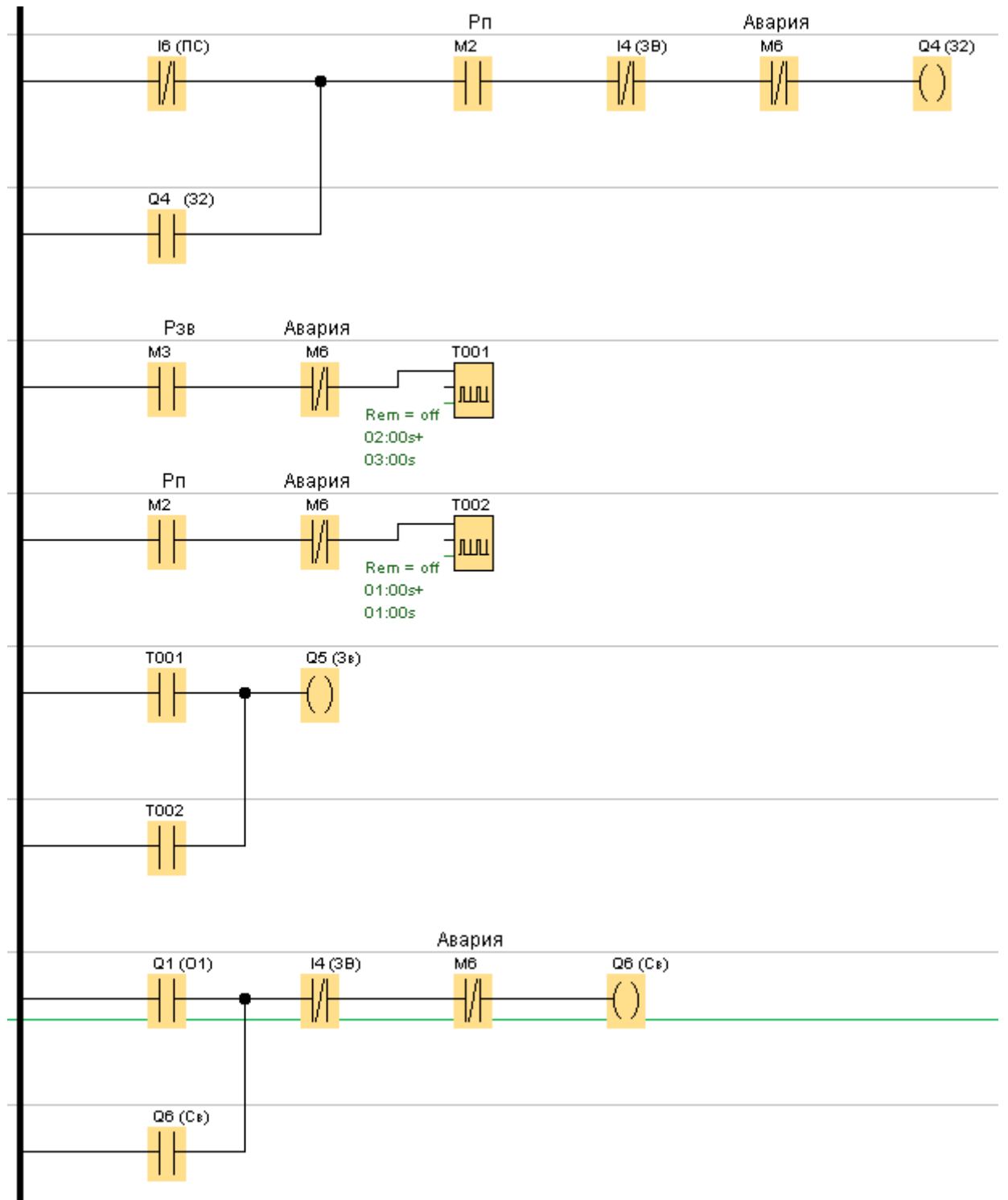


Рисунок 9.1 – Продолжение

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

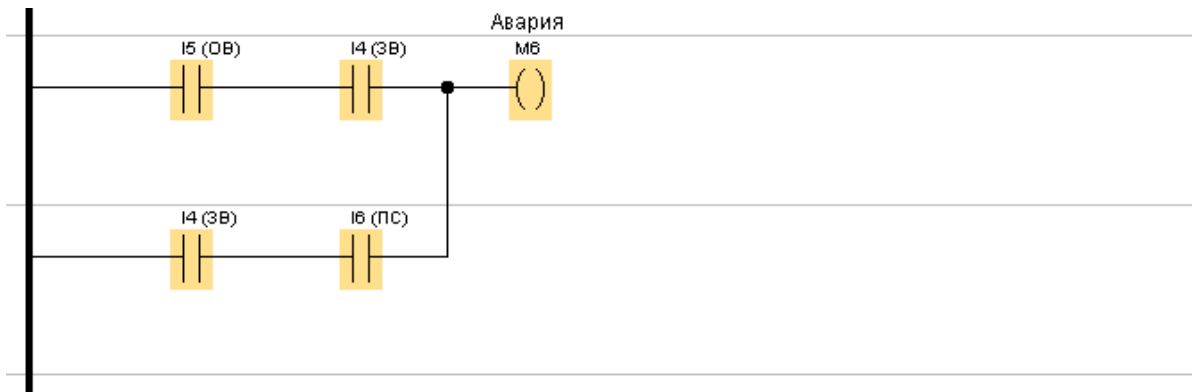


Рисунок 9.1 – Продолжение

<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>

ЮУрГУ-13.03.02.2018.189.01ПЗ

Лист

41

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном выпускном квалификационном проекте рассматривался процесс автоматизации системы управления воротами гаража.

В работе подробно описаны основные положения по проектированию системы электропривода для управления воротами, произведен расчет, выбор двигателя и выбор преобразователя частоты.

В ходе проектирования выбран контроллер фирмы Siemens типа LOGO!8. Выбраны датчики положения ворот ISAB A41A-32P-5-P, фотоэлементы CAME DIR10, внешний радиоприемник CAME RE432M.

Опираясь на разработанный алгоритм автоматизации и составленные логические уравнения выходных сигналов, составлены функциональная и принципиальная схемы. Так же разработано программное обеспечение для контроллера.

					ЮУрГУ-13.03.02.2018.189.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Борисов, А.М. Автоматизация технологических процессов (технологические средства, проектирование, лабораторный практикум): учебное пособие в 2 ч. / А.М. Борисов, Н.Е. Лях. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001. – Ч.1. – 404 с.

2 Борисов, А.М. Программируемые устройства автоматизации: учебное пособие / А.М. Борисов, А.С. Нестеров, Н.А. Логинова – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 186 с.

3 Стандарт предприятия: курсовые и дипломные проекты. Общие требования к содержанию и оформлению. СТО ЮУрГУ 04 – 2008. – Челябинск: издательский центр ЮУрГУ, 2008. – 56 с.

4 Драчев, Г.И. Теория электропривода: учебное пособие к курсовому и дипломному проектированию. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2012. – 168 с.

5 Микроконтроллеры Siemens LOGO!8 - <https://electroguru.ru/modulnie-kontrolleri/siemens/logo-8>

6 Индуктивные датчики - <https://teko-com.ru/katalog/induktivnye-datchiki/induktivnye-preobrazovateli-peremeshhenija>

7 Каталог продукции фирмы CAMЕ - <http://www.tinko.ru/catalog/product>

					ЮУрГУ-13.03.02.2018.189.01ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43