

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте

Факультет техники и технологии

Кафедра электрооборудования и автоматизации производственных процессов

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой

_____ Ю.С. Сергеев
_____ 2020 г.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ БЕТОННЫХ
ЗАВОДОВ СЕРИИ РБ-25

ПОЯНТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ– 13.03.02.2020.203.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты

Безопасность жизнедеятельности
доцент

_____ С.Н. Трофимова
_____ 2020 г.

Руководитель работы
доцент

_____ В.М. Сандалов
_____ 2020 г.

Экономическая часть
доцент

_____ В.М. Сандалов
_____ 2020 г.

Автор работы
студент группы ФТТ-403

_____ Е.В. Водолеева
_____ 2020 г.

Нормоконтролер
ст. преподаватель

_____ О.В. Терентьев
_____ 2020 г.

Златоуст 2020

АННОТАЦИЯ

Водолеева В.В. Модернизация систем автоматизации бетонных заводов серии РБ-25 – г. Златоуст: филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте, кафедра ЭАПП; 2020 г., 60 с., 18 ил., библиогр. список – 22 наим., 8 листов чертежей ф. А1.

В работе рассмотрены вопросы анализа технологического процесса бетонного завода, разработки его системы автоматического управления, выбора электрооборудования и разработки принципиальной электрической схемы управления заводом, составления сметы затрат на оборудование системы автоматизации завода.

Выбранное оборудование системы автоматического управления, в нормальном режиме работы, обеспечивает непрерывное функционирование бетонного завода в течении трудового дня, а также обеспечивает минимальное вмешательство человека в рабочий цикл, следовательно, повышается производительность завода.

Затраты на оборудование системы автоматического управления бетонного завода составили 193509 руб.

В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрены вопросы обеспечения нормативных факторов рабочей среды, охраны труда на рабочем месте производственной санитарии, противопожарной и экологической безопасности, безопасности при угрозе ЧС.

					13.03.02.2020.203.00.00 ПЗ ВКР		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Водолеева Е.В.				Лит.	Лист	Листов
Провер.	Сандалов В.М.				Д	4	59
Т.контр.	Вигриянов П.Г.				Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоуст Кафедра ЭАПП		
Н. Контр.	Терентьев О.В.						
Утверд.	Сергеев Ю.С.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ.....	7
1.1 Классификация контроллеров	7
1.2 ПЛК ОВЕН	8
1.3 ПЛК Delta Electronics.....	9
1.4 ПЛК Simens.....	9
1.5 ПЛК Mitsubishi Electric.....	9
1.6 Сравнение программируемых логических контроллеров	10
2 СОСТАВ КОМПЛЕКСА И ЕГО ПРИНЦИП РАБОТЫ	11
2.1 Устройство комплекса.....	11
2.2 Состав электрооборудования комплекса.....	13
2.3 Принцип работы комплекса.....	15
2.4 Состав системы управления	15
3 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ	18
3.1 Разработка функциональной схемы системы управления	18
3.2 Разработка алгоритмов работы системы управления	20
4 ВЫБОР ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.....	37
4.1 Выбор контроллера и модулей расширения	37
4.2 Выбор панели оператора.....	40
4.3 Выбор промежуточных реле.....	41
4.4 Выбор магнитных пускателей, рубильника и теплового реле	42
4.5 Выбор автоматических выключателей	44
4.6 Выбор блока питания	46
4.7 Выбор сечения проводов.....	47
5 СМЕТА ЗАТРАТ НА ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ..	48
6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	50
6.1 Краткое описание производственного участка.....	50
6.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов.....	50
6.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса	51
6.4 Охрана труда	51
6.5 Производственная санитария	53
6.6 Эргономика и производственная эстетика.....	56
6.7 Противопожарная и взрывобезопасность	56
6.8 Экологическая безопасность	56
6.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	58
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	59

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире требования к технике и производству возрастают все выше. Больше внимание уделяется таким показателям, как производительности, скорости, с которой они выполняют работу, а также мобильности производственных комплексов. Помимо прочего, нужно понизить роль человеческого фактора в процессе производства, за счет автоматизации основных производственных циклов, что в свою очередь позволит улучшить качество продукции, снизить ее себестоимость, и повысить эффективность производства.

Автоматизация производственных процессов повышает эффективность работы больше, чем ранее используемые методы модернизации и рационализации. Она включает в себя комплекс мер, которые направлены на изготовление продукции с минимальным участием человека.

Автоматизации производственных процессов присущи следующие достоинства: повышение производительности оборудования; улучшение качества продукции; сокращение энергопотребления и расходования сырья; возможность работы в неблагоприятных условиях; непрерывность рабочего процесса.

С помощью повышения скорости взаимодействия всех автоматических механизмов, увеличится производительность. Снижение энергозатрат и качество продукции обуславливается точностью и стабильностью управления. Оборудование с автоматизированными процессами может работать без остановки от нескольких часов до нескольких месяцев, следовательно, на качество продукции человеческий фактор абсолютно не влияет. На вредных производствах использование автоматики позволяет оградить людей от контакта с опасной средой.

Завод «Стройтехника», основанный в 1990 году и ориентированный на производство вибропрессов и бетонных заводов [2], неукооснительно развивается и он, так же, нацелен на модернизацию систем автоматики своего оборудования, в том числе и бетонных заводов (далее - комплексов).

Целью выпускной квалификационной работы является повышение производительности комплексов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть процесс работы комплекса;
- разработать структурную схему работы комплекса;
- разработать структурную схему работы комплекса;
- разработать алгоритмы работы комплекса;
- произвести подбор оборудования;
- разработать электрическую принципиальную схему системы автоматизации комплекса;
- составить смету затрат на электрооборудование системы автоматизации комплекса;
- рассмотреть вопросы безопасности жизнедеятельности.

Объект: бетонные заводы серии РБ-25.

Предмет: системы автоматики бетонных заводов.

					13.03.02.2020.203.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

Программируемые логические контроллеры – это микропроцессорные устройства, служащие для сбора, обработки, преобразования, хранения информации и выработки команд управления, имеющий конечное количество входов и выходов, к которым подключаются датчики, ключи, исполнительные механизмы, и которые предназначены для работы в режимах реального времени. Основным показателем ПЛК является количество каналов ввода-вывода. Приблизительная схема работы контроллера показана на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Работа контроллера

1.1 Классификация контроллеров

Логические контроллеры классифицируют:

а) по расположению модулей ввода-вывода:

- моноблочные ПЛК – представляют собой цельный корпус со встроенными устройствами ввода-вывода, которые невозможно заменить;
- модульные ПЛК – представляют собой модуль центрального процессора со сменными модулями ввода-вывода;
- распределенные ПЛК – представляют собой контроллер, модули ввода-вывода которого вынесены за его пределы и имеют соединение с контроллером с помощью промышленной сети и интерфейсов.

б) по способу крепления и конструктивному исполнению промышленные контроллеры классифицируются на:

- DIN-реечные - крепятся внутри шкафа на DIN-рейку;
- панельные – крепятся на дверце шкафа или на панели;
- стоечные – крепятся в стойке;
- бескорпусные – представляют собой модуль центрального процессора, который можно установить в нужный корпус;

в) в зависимости от области возможного применения:

- общепромышленные;
- коммуникационные;
- управления роботами;
- спецназначения;
- управления перемещением и позиционированием;

г) по числу каналов ввода-вывода;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

- нано контроллеры (до 16 каналов);
- малые контроллеры (от 16 до 100 каналов);
- средние контроллеры (от 100 до 300 каналов);
- большие контроллеры (от 300 до 2000 каналов);
- сверхбольшие (от 2000 и более каналов).

ПЛК имеют ряд особенностей, отличающих их от прочих электронных приборов, применяемых в промышленности:

- в сравнении с микроконтроллером, ПЛК являются самостоятельным устройством, а не отдельной микросхемой.

- в сравнении с компьютером, ориентированным на принятие решений и управление оператором, ПЛК предназначены для работы с машинами через сигналы с датчиков и исполнительных механизмов;

- в сравнении со встраиваемыми системами, ПЛК являются самостоятельными изделиями.

Рабочий цикл ПЛК включает с себя четыре фазы:

- опрос входов;
- выполнение пользовательской программы;
- установку значений выходов;
- вспомогательные операции (диагностика, подготовка данных для отладчика, визуализация и т.п.).

Рассмотрим ПЛК четырех разных производителей с аналогичными характеристиками и выберем оптимальный контроллер [3]. Критериями выбора будут являться потребляемая мощность, количество вводов-выводов, условия работы ПЛК (температурный режим), цена.

1.2 ПЛК ОВЕН

ПЛК160-24.А-М производства ОВЕН - это моноблочный контроллер с дискретными и аналоговыми входами/выходами на борту для автоматизации средних систем. Он является оптимальным решением для построения систем автоматизации среднего уровня и распределенных систем управления [4].

Его особенности:

- наличие встроенных дискретных и аналоговых входов/выходов на борту.
- скоростные входы для обработки энкодеров.
- ведение архива работы оборудования или работа по заранее оговоренным сценариям при подключении к контроллеру USB-накопителей.
- передача данных на верхний уровень через Ethernet или GSM-сети (GPRS).
- 3 последовательных порта (RS-232, RS-485):
- увеличение количества входов-выходов;
- управление частотными преобразователями;
- подключение панелей операторов, GSM-модемов, считывателей штрих-кодов и т.д.
- наличие двух исполнений по питанию (220 В и 24 В).

					13.03.02.2020.203.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

1.3 ПЛК Delta Electronics

Контроллеры DVP12SE11T/R производства Delta Electronics является идеальным средством для построения высокоэффективных систем автоматического управления при минимальных затратах на приобретение оборудования и разработку системы. К особенностям контроллера можно отнести:

- расширение до 480 входов/выходов 2 шины расширения.
- высокоскоростные импульсные выходы: 2 канала (Y0, Y2) – до 100 кГц, 2 канала (Y1, Y3) – до 10 кГц.
- память: программа – 16 К шагов, регистры – 12 К слов.
- высокая скорость обработки инструкций: базовая (LD) – 0,64 мкс; прикладная (MOV) – 2 мкс.
- функция фильтрации IP-адресов работает как первый барьер защиты против вредоносных программ и сетевых угроз.

- функция удаленного ввода/вывода подходит для программ распределенного последовательного управления, например, в системах автоматизации зданий.

1.4 ПЛК Simens

Simatic S7-1500 производства Simens является эффективным решение для систем автоматизации циклических производств. Контроллер характеризуется высокими показателями производительности и максимальным удобством в эксплуатации.

К особенностям данного ПЛК относят:

- высокая производительность (высокая скорость выполнение команд, минимальное время реакции);
- мощные коммуникационные возможности: (PROFINET IO IRT с встроенным 2-канальным коммутатором в качестве стандартного интерфейса, опциональная установка OPC UA сервера на центральные процессоры от V2.0 и выше);
- встроенная системная диагностика
- защита информации (парольная защита, защита от копирования и тиражирования программных блоков, четыре уровня прав доступа к системе автоматизации);
- встроенные технологические функции

1.5 ПЛК Mitsubishi Electric

MELSEC System Q производства Mitsubishi Electric являются самыми мощными и высокопроизводительными ПЛК Mitsubishi с модульной структурой и мультипроцессорной технологией. Модульная структура контроллера позволяет подобрать оптимальное сочетание процессорных модулей, модулей коммуникации, специальных модулей и модулей ввода/вывода в соответствии с конкретными требованиями. Комбинируя модули, можно получить платформу, с помощью которой можно решить любую задачу автоматизации. В распоряжении разработчика 16 типов процессоров.

					13.03.02.2020.203.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

2 СОСТАВ КОМПЛЕКСА И ЕГО ПРИНЦИП РАБОТЫ

Бетонный завод – это комплекс для производства подвижных бетонных смесей и выгрузки их в бетоновозы. Бетонные заводы могут работать как в закрытых помещениях, так и под навесом.

2.1 Устройство комплекса

Состав бетонного завода «Рефей Бетон-25» [5] представлен на рисунке 2.1.

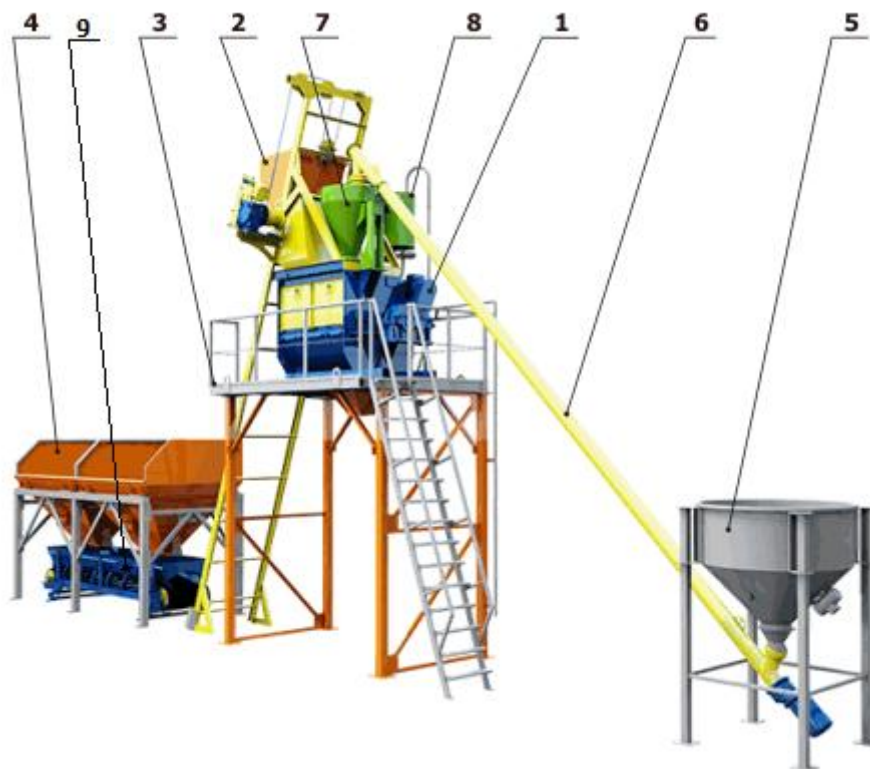


Рисунок 2.1 – Общий вид бетонного завода

Смеситель (1) – представляет собой камеру, внутри которой располагается вал, вращающийся на опорах. Лопатки на валу расположены на полуспиралях, которые направлены попарно на встречу друг другу, что позволяет обеспечить большее качество и скорость перемешивания. Смеситель служит для изготовления разнообразных бетонных смесей.

Смесь готовится из сыпучих материалов (щебень, песок), цемента, воды и химических добавок, причем чаще всего химдобавки заблаговременно добавляются к воде.

Эстакада (3) представляет собой металлическую конструкцию, на которой располагаются: смеситель, дозатор воды и цемента, воронка для выгрузки готовой смеси.

Эстакада сконструирована для обеспечения загрузки и свободного проезда любого автомобиля.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2020.203.00.00 ПЗ ВКР

Лист

11

Для большей устойчивости эстакады предусмотрены четыре троса, которые закрепляются к фундаменту.

Дозатор инертных (4) – конструкция, состоящая из каркаса и двух бункеров, предназначенная для временного хранения сыпучих материалов (песок, щебень и т. д.). Объем бункера составляет 10 м³. Также бункера снабжены пневматическими затворами и вибраторами для сводообрушения сырья.

Конвейер (9), установленный на четырех тензодатчиках, предназначен для взвешивания заполнителей и их выгрузки в скиповый подъемник.

Скиповый подъемник (2) состоит из бункера, который перемещается по наклонным направляющим с помощью троса и привода. Он служит для подачи заполнителей (песок, щебень) в смеситель.

Силос (5) представляет собой металлический цилиндр, сверху закрытый крышкой оснащенный вентиляционными отверстиями с фильтрами, снизу заканчивающийся конусом с отверстием и вибратором. Устанавливается он на вертикальных на опорах и служит для временного хранения цемента и подачи его в шнековый конвейер.

Шнековый конвейер (6) служит для подачи цемента в дозатор цемента и состоит из корпуса в форме цилиндра, внутри которого вращается винтообразный шнек, приёмной воронки и привода. В воронку цемент попадает из силоса.

Дозатор цемента (7) состоит из ёмкости в виде конуса, сверху которой располагается входное отверстие, для подачи цемента, а снизу располагается выходное отверстие, на котором есть пневматическая заслонка и тензодатчик. При открытии верхней заслонки необходимая доза цемента засыпается в смеситель, а точность обеспечивает тензодатчик.

Дозатор воды (8) служит для взвешивания воды или водного раствора. Он состоит из ёмкости воды, тензодатчика и пневматической заслонки.

Технические показатели комплекса приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технические характеристики комплекса «Рифей Бетон–25»

Показатели	Значения
Производительность	от 20 до 25 куб.м в час
Объем по загрузке	750 л
Объем по выгрузке	500 л
Количество циклов в час	40
Количество бункеров	2
Объем бункеров	10 куб.м
Точность дозирования	±1%
Рабочее напряжения/Частота	380 В/50 Гц
Установленная мощность	33,5 кВт
Габариты -длина	16,43 м
Габариты - ширина	2,74 м
Габариты - высота	8,25 м
Масса	8597 кг

2.2 Состав электрооборудования комплекса

Работа основных узлов комплекса осуществляется, преимущественно, двигателями общепромышленного исполнения АИР. Особенности таких двигателей заключаются в простоте конструкции, отсутствии подвижных контактов, высокой ремонтпригодности и невысокой цене, а также такие двигатели применяются почти во всех отраслях промышленности и сельского хозяйства. Они применяются для привода насосного, вентиляционного, компрессорного оборудования, станков и многих других электромашин.

В комплексе на смесителе установлен двигатель АИР160М4 IM1001, работу скипа осуществляет двигатель АИР123S4 IM1081, на шнековом конвейере установлен АИР132М6 IM1001, а перемещение ленты конвейера осуществляет мотор-редуктор NMRV130-30-47-5.5-V5. Характеристики установленных машин приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Характеристики асинхронных машин

Двигатель	Rном, кВт	Iном, А	S, об/мин	η, %	Cosφ
АИР 123S4 IM1081	7,5	15,6	1450	87	0,84
АИР 160М4 IM1001	18,5	36,3	1470	90	0,86
АИР132М6 IM1001	7,5	17,2	970	87	0,81
NMRV130-30-47-5,5- B5	5,5	10,1	1400	88	0,83

Обрушение сводов силоса цемента и бункеров осуществляется с помощью площадочных вибраторов MVE 300/3, технические характеристики которых приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Характеристики вибратора MVE 300/3

Параметры	Значение
Мощность двигателя, кВт	0,27
Потребляемый ток, А	0,52
Частота колебаний, кол./мин	3000
Напряжение питания, В	380
Частота тока, Гц	50

Подача воды в дозатор осуществляется центробежным водяным насосом Pedrollo CP-220C, технические характеристики которого указаны в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Характеристики центробежного водяного насоса CP-220C

Параметры	Значение
Мощность двигателя, кВт	2,2

Окончание таблицы 2.4

Параметры	Значение
Сила тока номинальная, А	6,6
Скорость вращения, об/мин	2900
Напряжение питания, В	380
Частота тока, Гц	50

Для контроля положения двери смесителя служит магнитный датчик положения CSN 2632-0 от производителя Camozzi. Состоит датчик из геркона, который дополнен схемой электронной защиты, светодиодной индикации и корпуса. Преимуществом такой модели является специальная система, с помощью которой можно установить этот датчик непосредственно на шпильку цилиндра. Также такой датчик можно подключить как к емкостной, так и к индуктивной нагрузкам.

Для контроля положения заслонок бункеров и смесителя служат индуктивные бесконтактные датчики положения от компании OMRON (E2A-M18KS08-WP1-B1) и от компании ТЕКО (ISN I5-11-5-500).

За контроль веса компонентов конвейера отвечает тензодатчик BSA-1000 от производителя CAS. Тензодатчик служит для преобразования механической нагрузки, приложенной к телу, в электрический сигнал пропорциональный этой нагрузке. Технические характеристики данного датчика приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Характеристики датчика BSA-1000

Параметр	Значение
Номинальная нагрузка, кг	1000
Напряжение питания номинальное, В	10
Класс точности	C3
Нулевой сигнал мВ/В	0±0,03
Общая ошибка, %	0,025

За контроль веса компонентов дозаторов воды и цемента отвечают BSA-500 от того же производителя CAS. Технические характеристики данного датчика приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Характеристики датчика BSA-500

Параметр	Значение
Номинальная нагрузка, кг	500
Напряжение питания номинальное, В	10
Класс точности	C3
Нулевой сигнал мВ/В	0±0,03
Общая ошибка, %	0,025

Для преобразования весового сигнала в аналоговый сигнал высокой точности служить весовой преобразователь (усилитель аналогового сигнала) TL-30 от производителя ТОКВЕС. Весовой преобразователь предназначен для обработки сигнала с тензодатчика и передачи его в последующие устройства. Обработка сигнала заключается в его нормировании. Технические характеристики преобразователя приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Характеристики весового преобразователя TL-30

Параметр	Значение
Напряжение питания номинальное, В	10
Ток номинальный, мА	120
Рабочая температура, °С	от -5 до +55
Нелинейность, %	0,005

2.3 Принцип работы комплекса

Составляющие смеси (сыпучие материалы, цемент и вода), в заданном количестве, подаются в соответствующие дозаторы.

Сыпучие материалы отгружают в скиповый подъемник, который транспортирует их в смеситель. Туда же, через дозатор цемента, подается цемент, с помощью шнекового конвейера и вода из дозатора воды, с помощью насоса.

В смесителе, с помощью лопаток, расположенных на валу, происходит смешивание всех компонентов до состояния готовой бетонной смеси. После этого, под эстакаду подъезжает автомобиль и происходит выгрузка смеси.

2.4 Состав системы управления

Для управления процессом работы комплекса предназначена система управления [6].

Программируемый логический контроллер состоит из двух модулей программируемых реле, двух модулей расширения на дискретные входы/выходы и модуля расширения на аналоговые входы. Модулей расширения используются из-за нехватки каналов ввода/вывода.

Промежуточное реле позволяет произвести:

- замыкание/размыкание отдельных и независимых друг от друга цепей;
- защиту при высоких нагрузках;
- контроль устройства при высоком напряжении.

На пульте управления будут размещены органы управления комплексом. Благодаря автоматизированной системе управления количество кнопок на пульте управления сведено к минимуму. Будут использованы только кнопки «Старт» и «Стоп» автоматического режима, и «Аварийный стоп», а также индикация на кнопке «Старт». Все остальные действия будут произведены на сенсорной панели оператора. Процессы происходящие в течении работы комплекса также будут отображаться на панели оператора. В начале работы необходимо выбрать один из

рецептов на панели оператора, которые записаны в программе, следовательно ничего вручную устанавливать не надо. Каждый рецепт включает в себя значения сразу всех весовых дозаторов [7].

Структурная схема системы управления показана на рисунке 2.2.

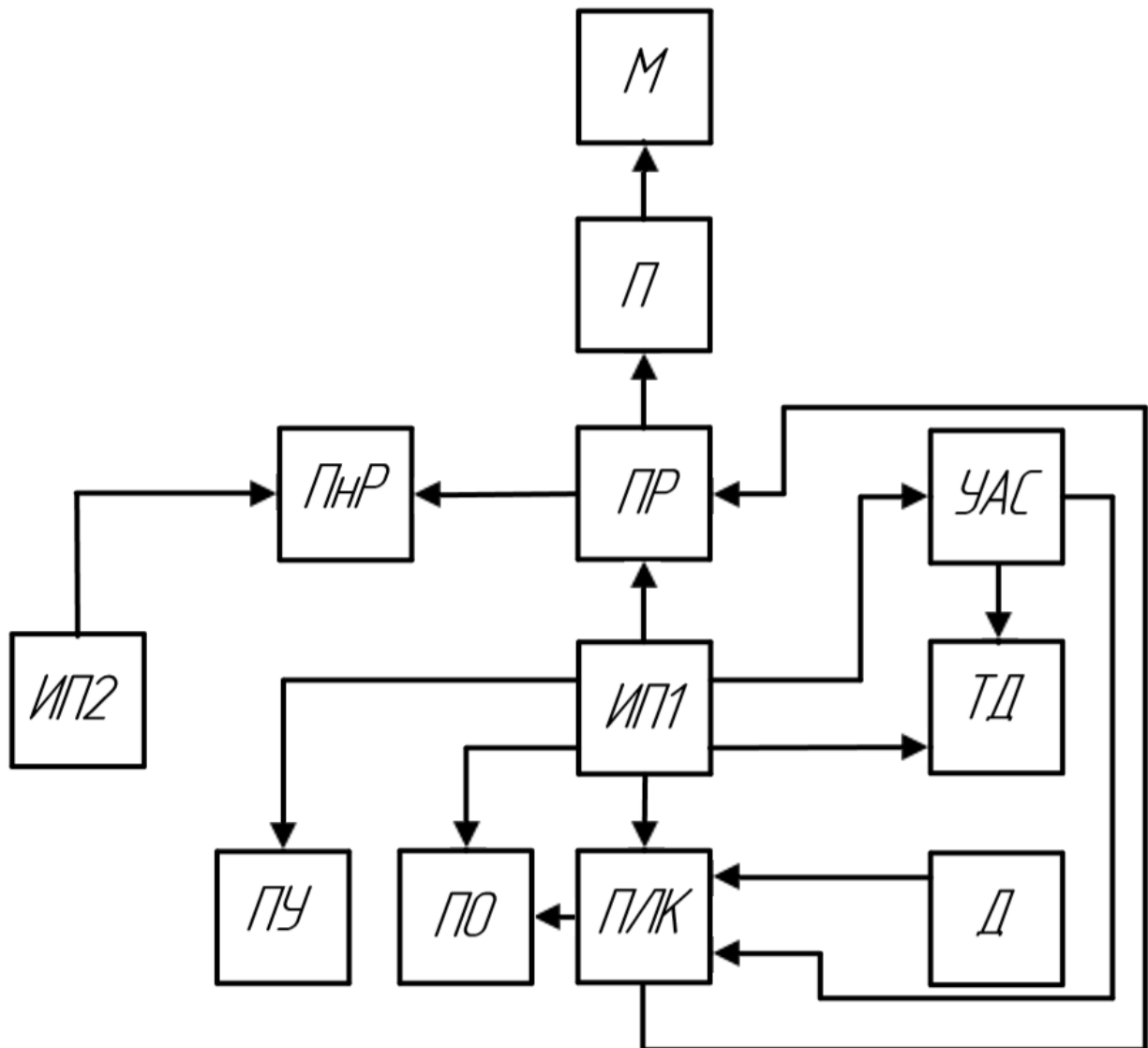


Рисунок 2.2 – Структурная схема системы управления
 пульт управления (ПУ); панель оператора (ПО); контроллер (ПЛК); датчики (Д); тензодатчики (ТД); усилители аналогового сигнала (УАС); блок промежуточных реле (ПР); катушки пневмараспределителей (ПНР); источники питания элементов (ИП1, ИП2); блок пускателей (П); асинхронные машины и вибраторы(М).

Выводы по разделу два

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Была составлена структурная схема управления комплексом, на которой показаны группы элементов, используемых в системе автоматике завода, и их связи между собой.

Главным элементом в автоматической системе управления является программируемый логический контроллер.

Определили, что, благодаря системе автоматике и использованию сенсорной панели оператора, на пульте управления будет только три кнопки: «Старт», «Стоп» и «Аварийный стоп».

					13.03.02.2020.203.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

3 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

В результате анализа работы комплекса было выявлено, что автоматический режим позволит уменьшить количество ручных операций, что в свою очередь повысит производительность комплекса. Также будет обеспечено запоминание готовых рецептов в памяти системы, что позволит уменьшить время перенастройки, так как оператору нужно будет лишь выбрать готовые рецепт на панели.

3.1 Разработка функциональной схемы системы управления

При разработке автоматизации необходимо решить вопросы выбора структуры управления, т.е. определить откуда элементы объекта будут управляться и какая взаимосвязь должна быть между ними. В общем случае структура управления должна состоять из нескольких пунктов управления, в той или иной степени связанных друг с другом.

Функциональная схема обеспечивает более наглядное представление о элементах присутствующих в системе управления комплекса. Более детально на схеме показан программируемый логический контроллер и наличие у него дискретных входов/выходов и аналоговых входов. Показано какие элементы на какие каналы подключены. Показано питание элементов.

В системе автоматизации центральное место занимает программируемый логический контроллер, который оперативно решает задачи управления аппаратурой, приборами и механизмами.

Программируемый логический контроллер (А1), осуществляет сбор и распределение информации [8]. Однако дискретные входов и выходов одного ПЛК недостаточно для осуществления управления, поэтому используются модули расширения дискретных входов/выходов (А2 и А3). Для аналогового сигнала используются модуль расширения аналогового сигнала (А4). Все модули работают совместно, через внутреннюю шину связи. На структурной схеме все модули обозначены общим блоком «Программируемый логический контроллер и модули расширения».

Через порт Ethernet к контроллеру подключается панель оператора. Она так же является важным элементом системы и выполняет какие функции как: сбор, хранение и обработка всей информации контроллера. Панель отображает состояние комплекса и технологические этапы работы комплекса. С ее помощью оператор может выбирать, редактировать и вводить новые рецепты, делать диагностику.

Датчики собирают информацию с исполнительных механизмов. Используются датчики с дискретными и аналоговыми сигналами. Тензодатчики имеют слабый выходной сигнал, поэтому их подключают к ПЛК через усилители аналогового сигнала. Несколько тензодатчиков подключают к усилителю, с помощью соединительной балансировочной коробки.

Функциональная схема системы автоматики комплекса «Рифей Бетон-25» представлена на рисунке 3.1.

					13.03.02.2020.203.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

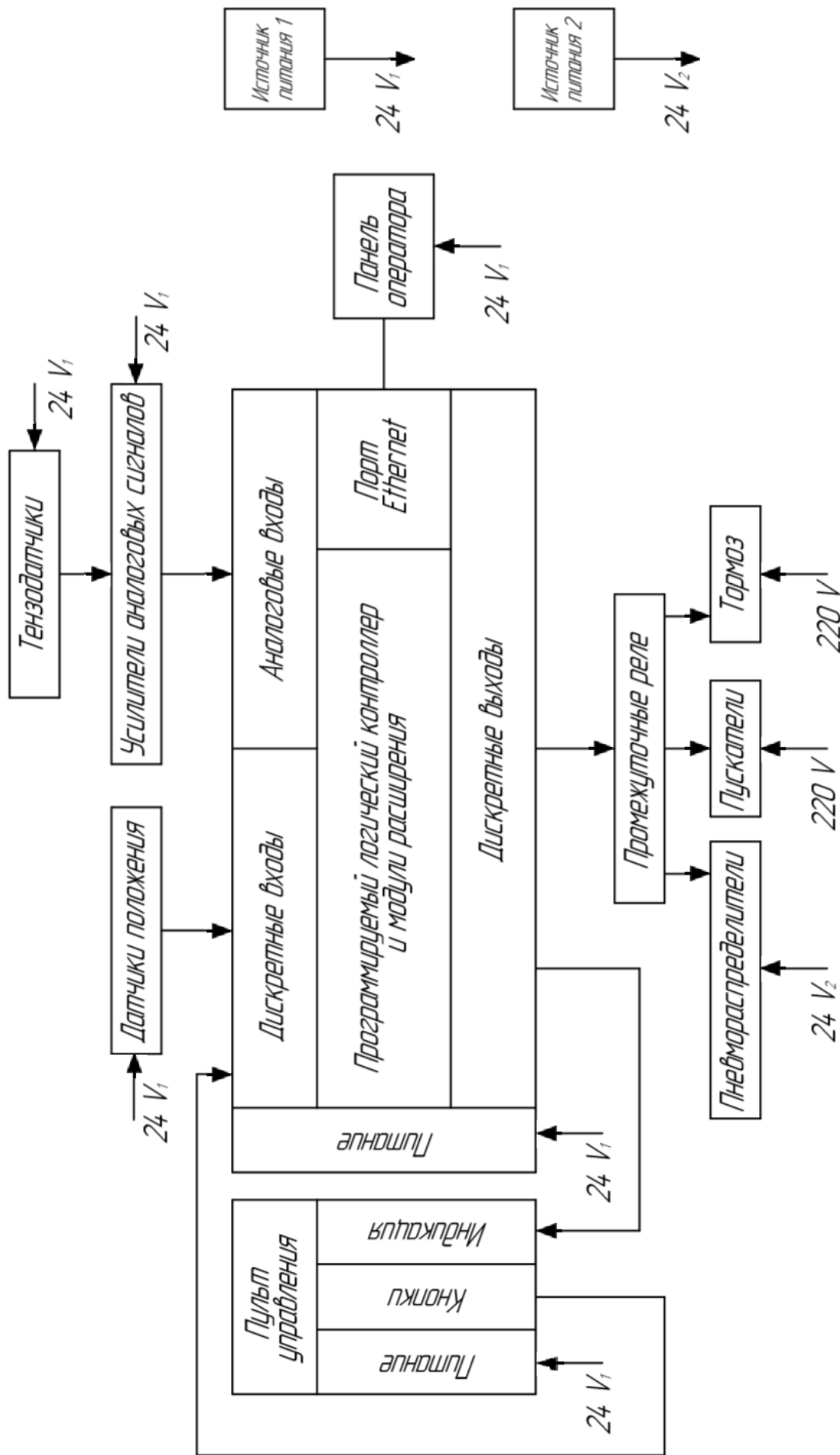


Рисунок 3.1 – Функциональная схема системы автоматики комплекса

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

3.2 Разработка алгоритмов работы системы управления

Для начала произведем описание работы комплекса. В первую очередь необходимо провести проверку условий, при которых будет функционировать автоматический режим, а именно проверка нажата ли кнопка аварийного стопа, включен ли смеситель и открыта ли дверь смесителя [8].

После проверки начальных условий, при срабатывании кнопки «Старт» автоматического режима, запускается смеситель и начинаются циклы приготовления смеси, которые включают в себя:

- 1) дозировка бункера1, в которой происходит открывание заслонки1 (К6) и, по необходимости, включение вибратора1 (К3);
- 2) дозировка бункера2, в которой аналогично открывается заслонка2 (К7) и, по необходимости, включается вибратор2 (К4);
- 3) дозировка воды, при которой включается насос воды (К14);
- 4) дозировка цемента – запуск шнека (К13) и, при необходимости, включение вибратора силоса (К5);
- 5) пуск конвейера – конвейер (К1) производит разгрузку, отправляя весь вес в скип;
- 6) пуск скипа, включает в себя условия, при которых происходит работа двигателя скипа, как в верх (К12), так и вниз (К11), и срабатывания тормоза (К10). В верхнем положении скипа происходит его выгрузка в смеситель;
- 7) открытие заслонок дозаторов воды (К9) и цемента (К8);
- 8) перемешивание смеси по времени и выгрузка (К16).
- 9) так же производится установка и проверка рядов условий, которые подробнее будут показаны в алгоритмах.

Таблица 3.1 – Элементы силовой части

Элемент комплекса	Процесс		Состояние	
			1	0
Конвейер	К1	реле конвейер вперед	да	нет
	К2	реле конвейер назад	да	нет
Скип	К10	реле скип тормоз	да	нет
	К11	реле скип вниз	да	нет
	К12	реле скип вверх	да	нет
Смеситель	К15	реле смесителя	да	нет
Шнек	К13	реле шнека	да	нет
Насос воды	К14	реле насоса	да	нет
Вибратор 1	К3	реле вибратора 1	да	нет
Вибратор 2	К4	реле вибратора 2	да	нет
Вибратор силоса	К5	реле вибратора силоса	да	нет
Индикация	HL1	индикация авт. режима	да	нет
Заслонка 1	К6	реле заслонки 1	да	нет
Заслонка 2	К7	реле заслонки 2	да	нет

Окончание таблицы 3.1

Элемент комплекса	Процесс		Состояние	
			1	0
Заслонка цемента	K8	реле заслонки цемента	да	нет
Заслонка см. отк.	K16	реле заслонки см. отк.	да	нет
Заслонка см. закр.	K17	реле заслонки см. закр.	да	нет
Заслонка воды	K9	реле заслонки воды	да	нет

Таблица 3.2 – Элементы датчиков и кнопок

Элемент комплекса	Процесс		Состояние	
			1	0
Конвейер	B1	Масса смеси	аналоговые	
Дозатор цемента	B2	Масса цемента	аналоговые	
Дозатор воды	B3	Масса воды	аналоговые	
Скип	SQ1	нижнее положение	да	нет
	SQ2	верхнее положение	да	нет
Смеситель	SQ3	смеситель откр.	да	нет
	SQ4	смеситель закр.	да	нет
	SQ5	дверь смесителя откр.	да	нет
Автоматический режим	SB1	старт	да	нет
	SB2	стоп	да	нет
Аварийный стоп	SB3	включен	да	нет

Таблица 3.3 – Приготовление смеси по времени

Процесс		Время процесса, с
1	Заполнение дозатора цемента	27
2	Сброс цемента в смеситель	5
3	Дозировка сыпучих материалов	16
4	Выгрузка сыпучих материалов в скип	8
5	Скип вверх	20
6	Выгрузка скипа	5
7	Скип вниз	20
8	Заполнение дозатора воды	42
9	Сброс воды в смеситель	20
10	Перемешивание смеси	80
11	Выгрузка смеси	10

Для наглядной оценки времени всех процессов служит циклограмма. На рисунке 3.2 приведена циклограмма работы бетонного завода РБ-25.

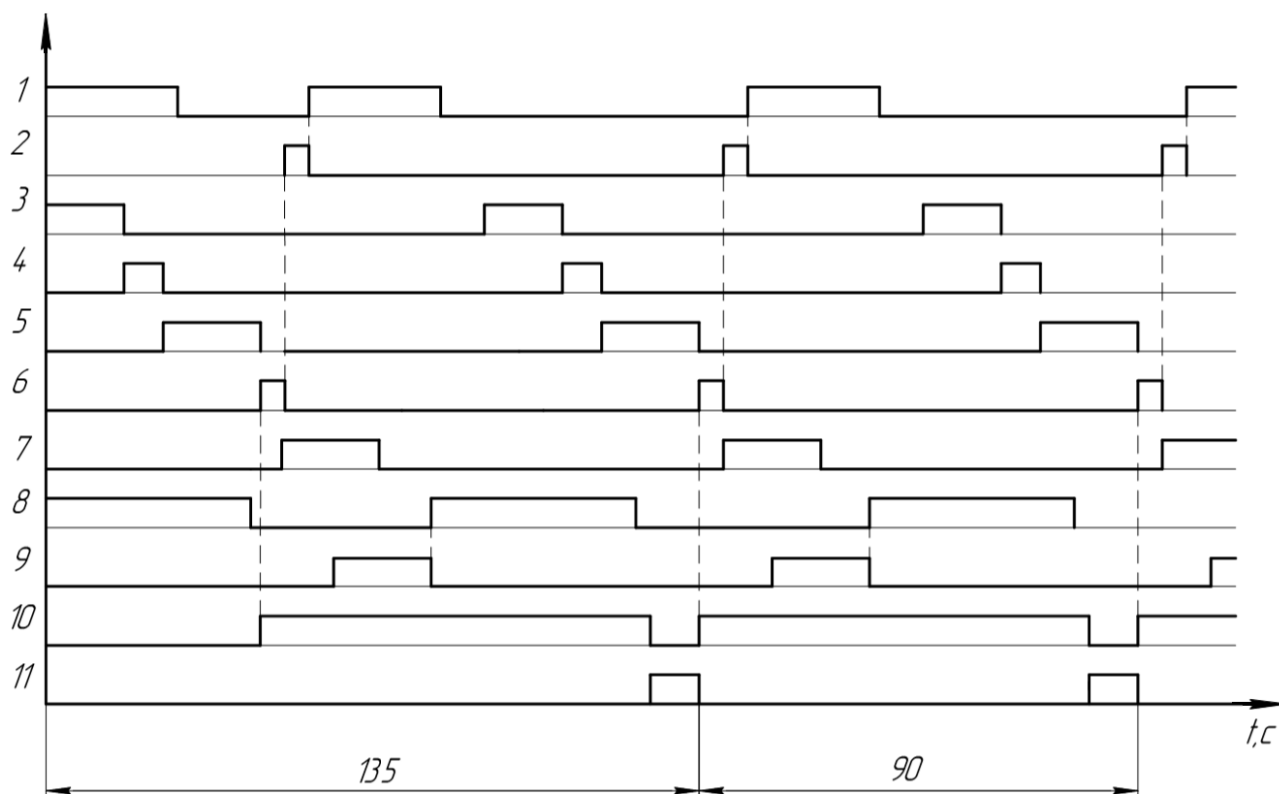


Рисунок 3.2 – Циклограмма работы бетонного завода РБ-25

После реализации системы автоматизации комплекса, предусматривается, что первый цикл будет проходить за 130 секунд, а все последующие циклы, за 90 секунд.

Составим алгоритмы работы системы автоматизации. Работа системы производится в автоматическом режиме, а при нажатии кнопки «Аварийный стоп» происходит остановка работы всех выходов ПЛК.

Надо отметить, что в программе должен быть установлен ряд постоянных величин (уставок) и сигналов (флагов), состояние которых программа должна запоминать.

Уставкой является постоянное значения, запомненное в программе, по которому будет идти дозирование компонентов и их выгрузка.

Принятые уставки в программе:

- уставка 1 – масса инертных бункера 1;
- уставка 2 – масса инертных бункера 2;
- уставка 3 – масса воды;
- уставка 4 – масса цемента;
- уставка 5 – скорость прироста массы инертных бункера 1;
- уставка 6 – скорость прироста массы инертных бункера 2;
- уставка 7 – скорость прироста массы цемента;
- уставка 8 – минимально возможный вес на конвейере;
- уставка 9 – минимально возможный вес на дозаторе цемента;
- уставка 10 – минимально возможный вес на дозаторе воды.

Также устанавливаются постоянные недолива (дозатор воды) и недосыпа (дозатор цемента).

При этом уставка 3 равна разности уставки воды и значению недолива.

Уставка 4 равна разности уставки цемента и недосыпа.

Флагом является сигнал, запомненный программой, для дальнейшего использования. С его помощью можно упростить программу и сделать ее более удобной для понимания.

Флаги, используемые в программе:

- N3 – состояние кнопки SB1;
- N4 – команда готовности сброса дозатора цемента;
- N5 – команда готовности сброса дозатора воды;
- вес1, вес2, вес3, вес4 – дозировка на бункере 1, бункере 2, дозаторе воды и дозаторе цемента готова;
- скип вверх и скип вниз – скип уже движется в соответствующем направлении.

Таймеры, используемые в работе:

1. Таймеры дозирования:

а) Таймеры в режиме грубого дозирования:

- Таймер Mс, открытие/закрытие заслонок бункера 1 с интервалом 1;
- Таймер Pс, открытие/закрытие заслонок бункера 2 с интервалом 1;

б) Таймеры в режиме точного дозирования:

- Таймер Nс, открытие/закрытие заслонок бункера 1 с интервалом 2;
- Таймер Qс, открытие/закрытие заслонок бункера 2 с интервалом 2;

2. Таймеры выгрузки:

- Таймер Rс, выгрузка конвейера, пока не сбросится таймер;
- Таймер Yс, выгрузка скипа, пока не сбросится таймер;
- Таймер Fс, выгрузка дозатора цемента, пока не сбросится таймер;
- Таймер Gс, выгрузка дозатора воды, пока не сбросится таймер;
- Таймер Sс, выгрузка смесителя, пока не сбросится таймер;

3. Таймеры привода:

- Таймер Xс, привод скипа работает вверх, пока не сбросится таймер;
- Таймер Tс, привод смесителя работает, пока не сбросится таймер, после начинается сброс.

Все схемы алгоритмов работы комплекса представлены на рисунках ниже.

Условие старта автоматического режима и проверка условий представлены на рисунке 3.3

В соответствии с этим алгоритмом отключение всех выходов контроллера происходит если дверь смесителя открыта.

На этом же алгоритме происходит включение привода смесителя.

На рисунке 3.4 представлена дозировка бункера 1, с использованием таймеров для максимально точного дозирования.

Дозировка бункера 2 эквивалентна дозировке бункера 1 и представлена на рисунке 3.5.

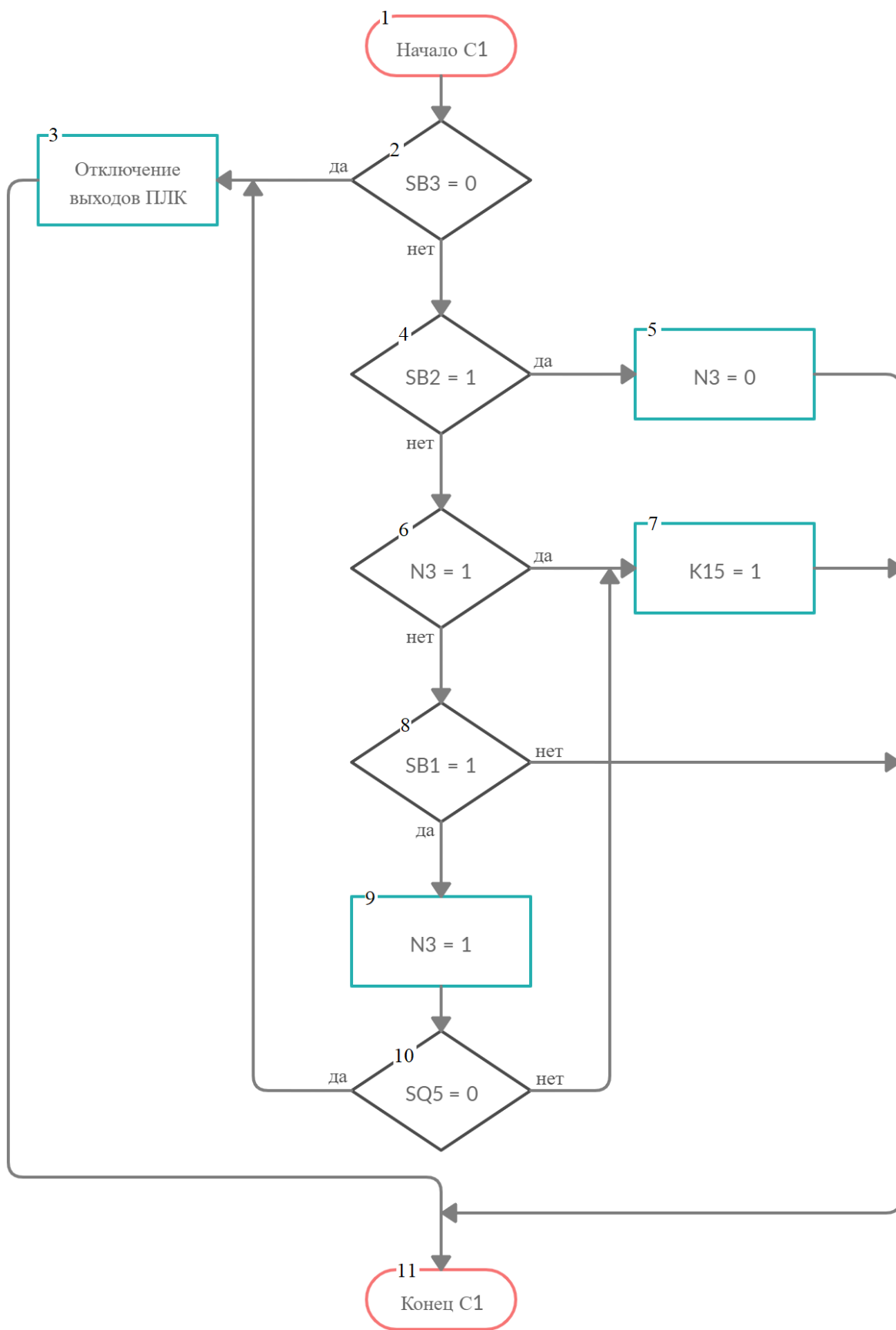


Рисунок 3.3 – Схема алгоритма старта автоматического режима и проверки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

условий

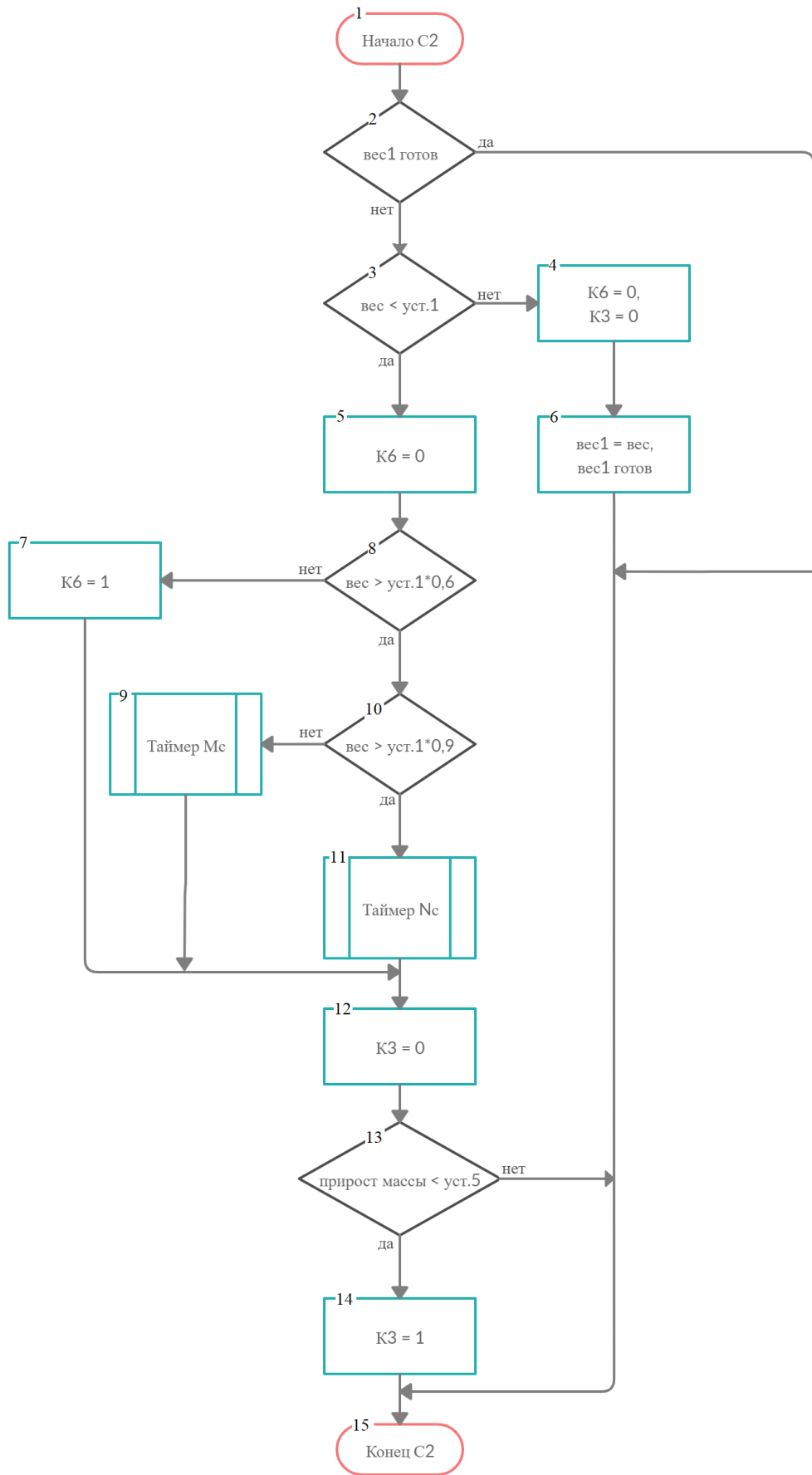


Рисунок 3.4 – Схема алгоритма дозирования с бункера 1

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

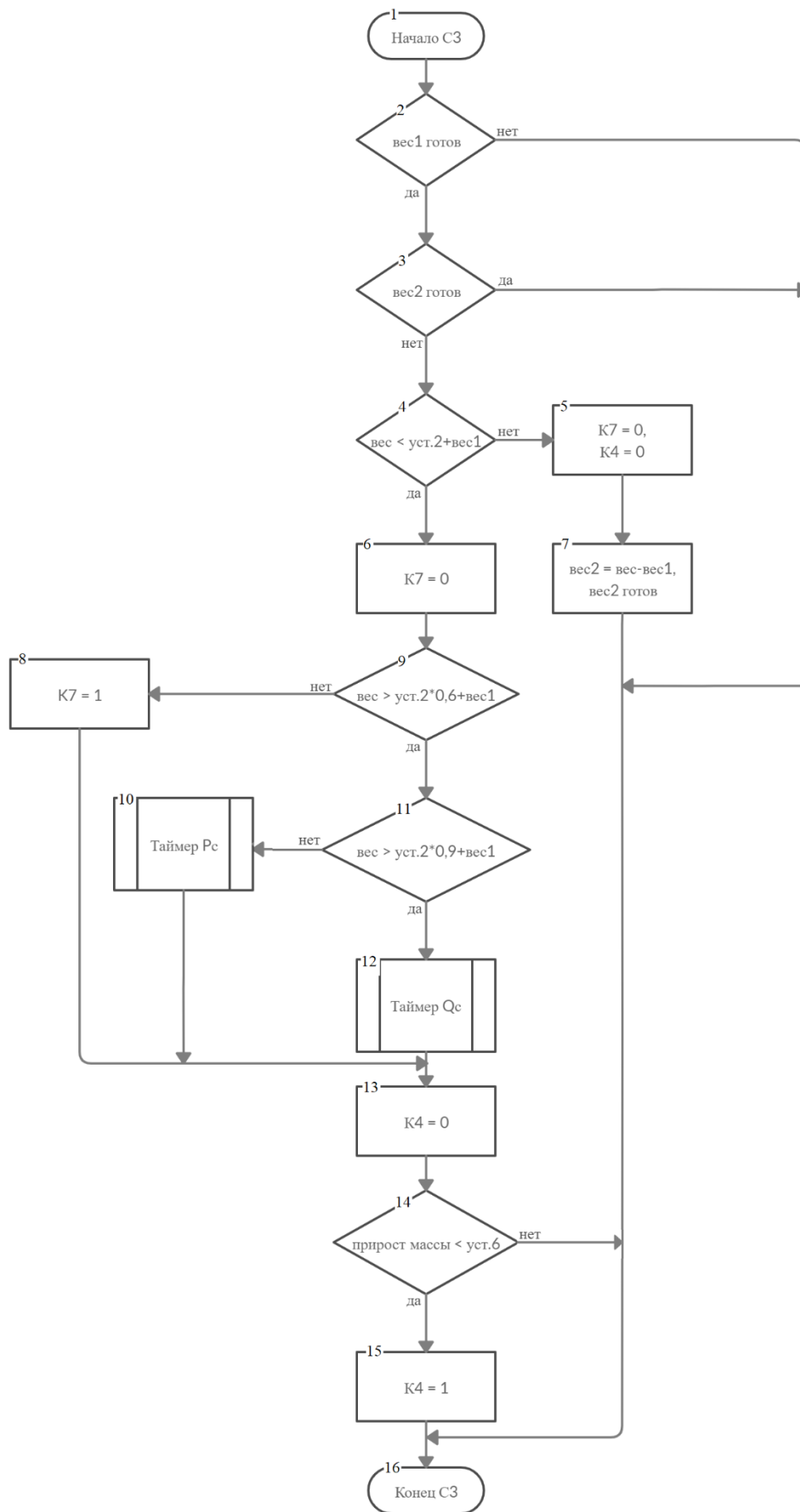


Рисунок 3.5 – Схема алгоритма дозирования с бункера 2

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Дозировка воды представлена на рисунке 3.6

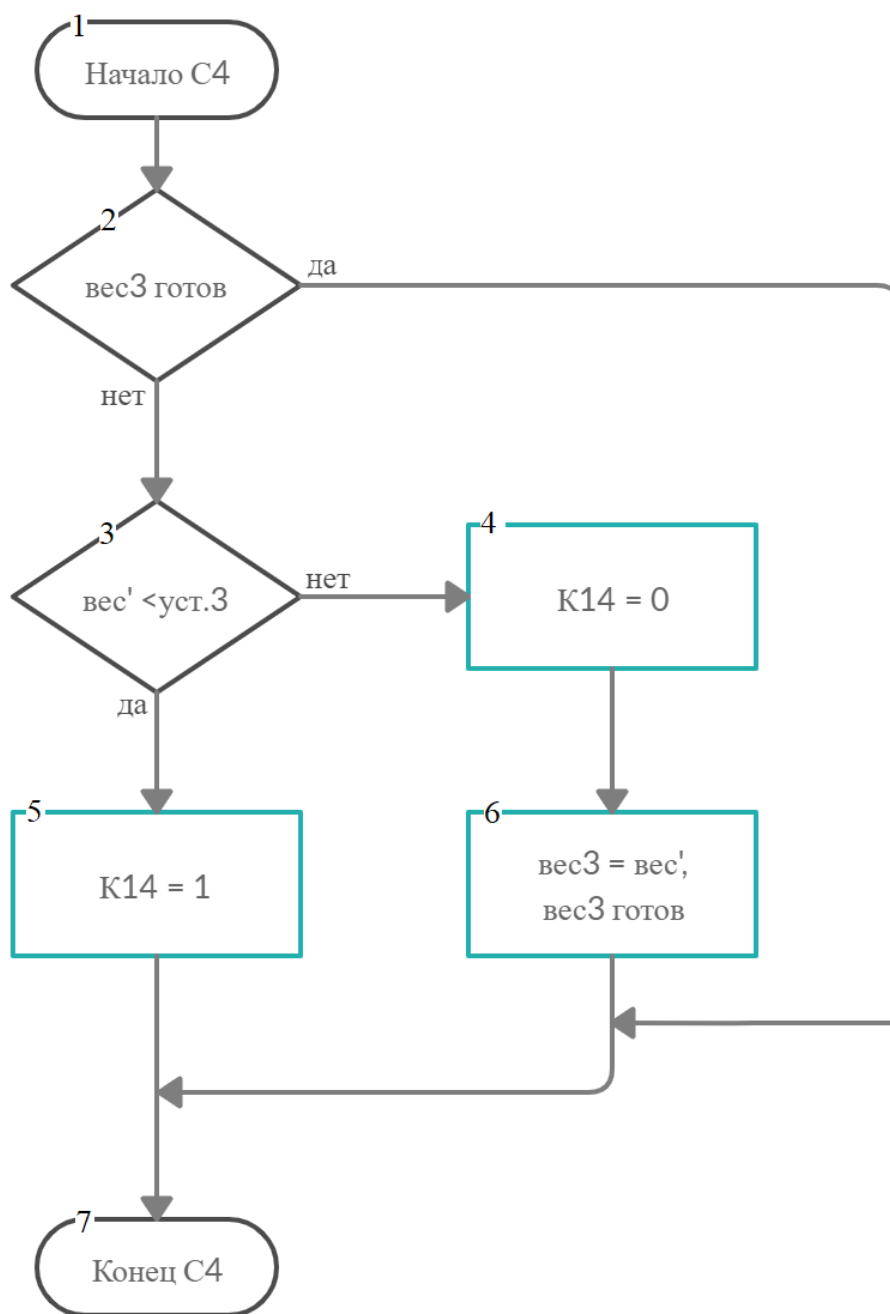


Рисунок 3.6 – Схема алгоритма дозирования воды

На рисунке 3.7 представлено дозирование цемента, цикл которого похож на дозирование воды, однако он является более сложным.

Схема алгоритма пуска конвейера показана на рисунке 3.8, время работы конвейера определяет таймер.

Пуска скипа вверх осуществляется посредством таймеров, схема этого алгоритма представлена на рисунке 3.9.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

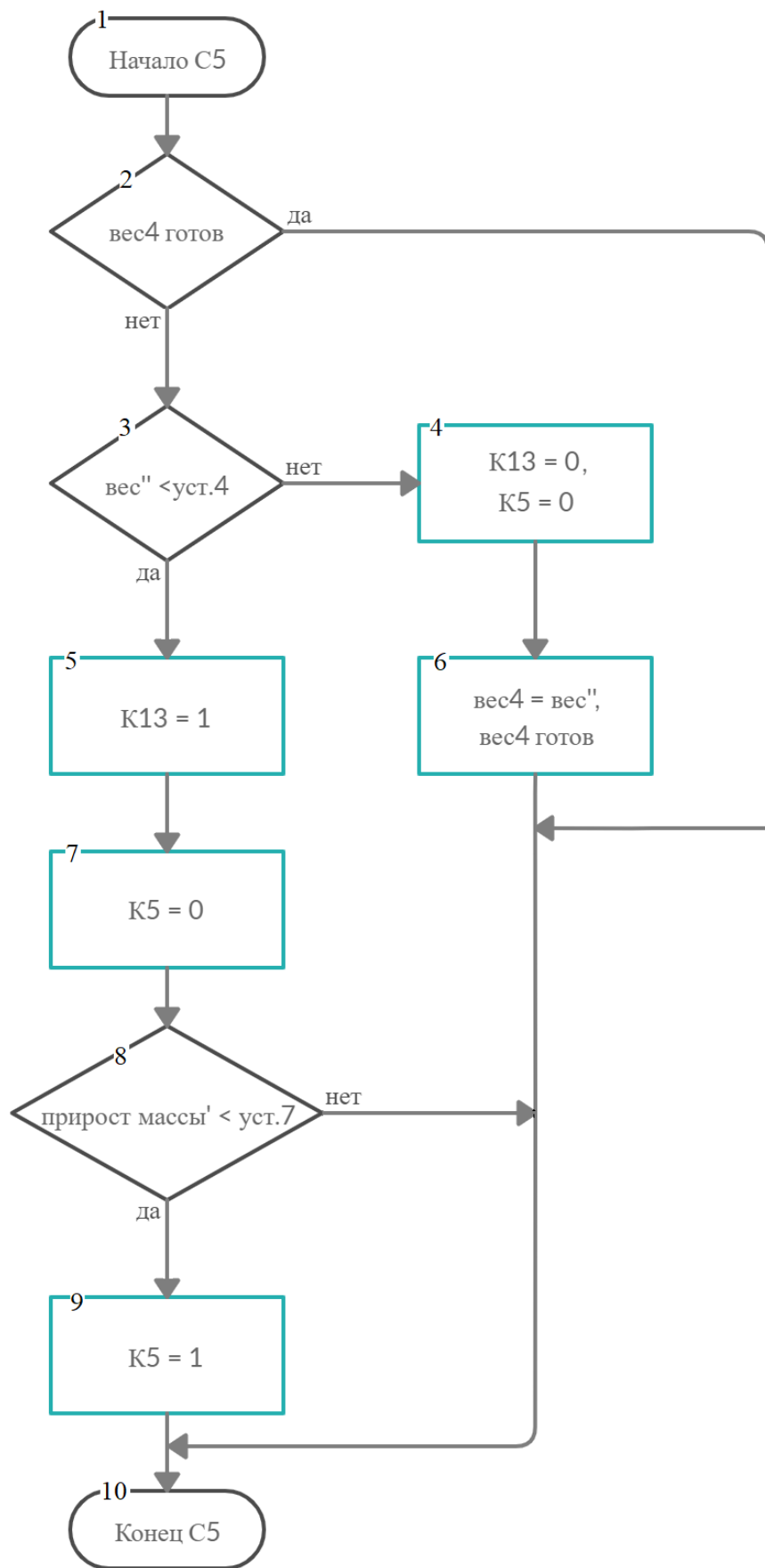


Рисунок 3.7 – Схема алгоритма дозирования цемента

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

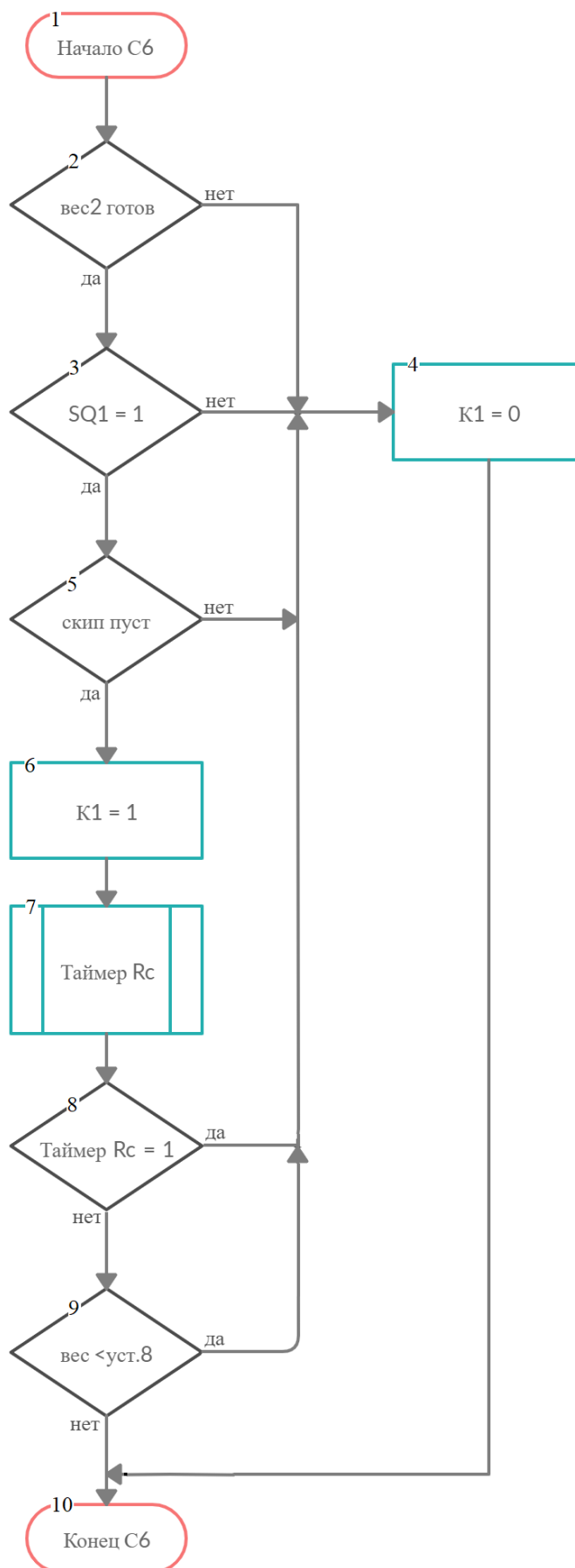


Рисунок 3.8 – Схема алгоритма пуска конвейера

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

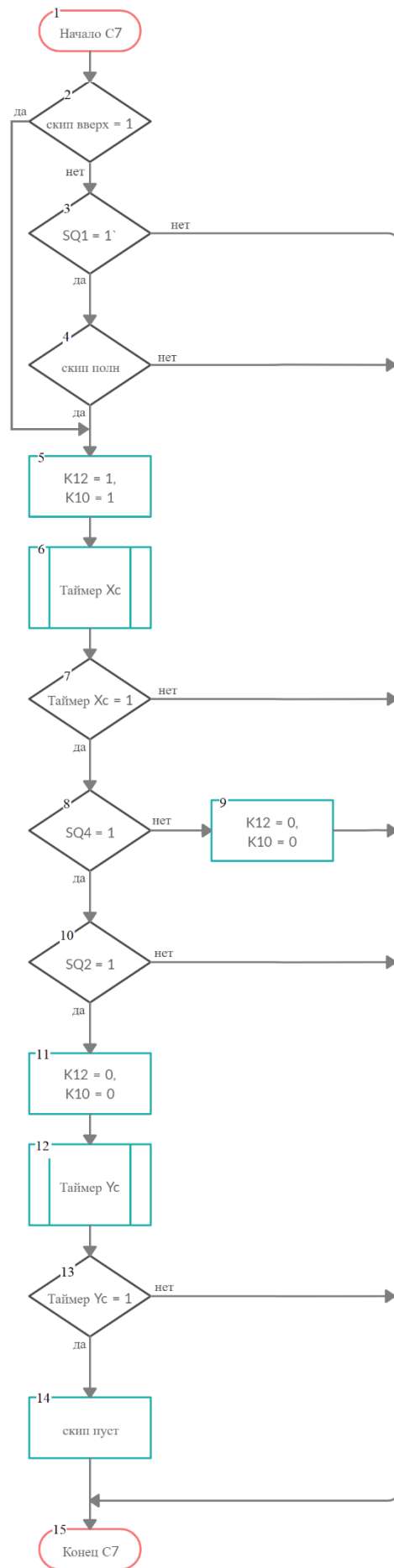


Рисунок 3.9 – Схема алгоритма пуска скипа вверх

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Схема алгоритма работы скипа вниз представлен на рисунке 3.10.

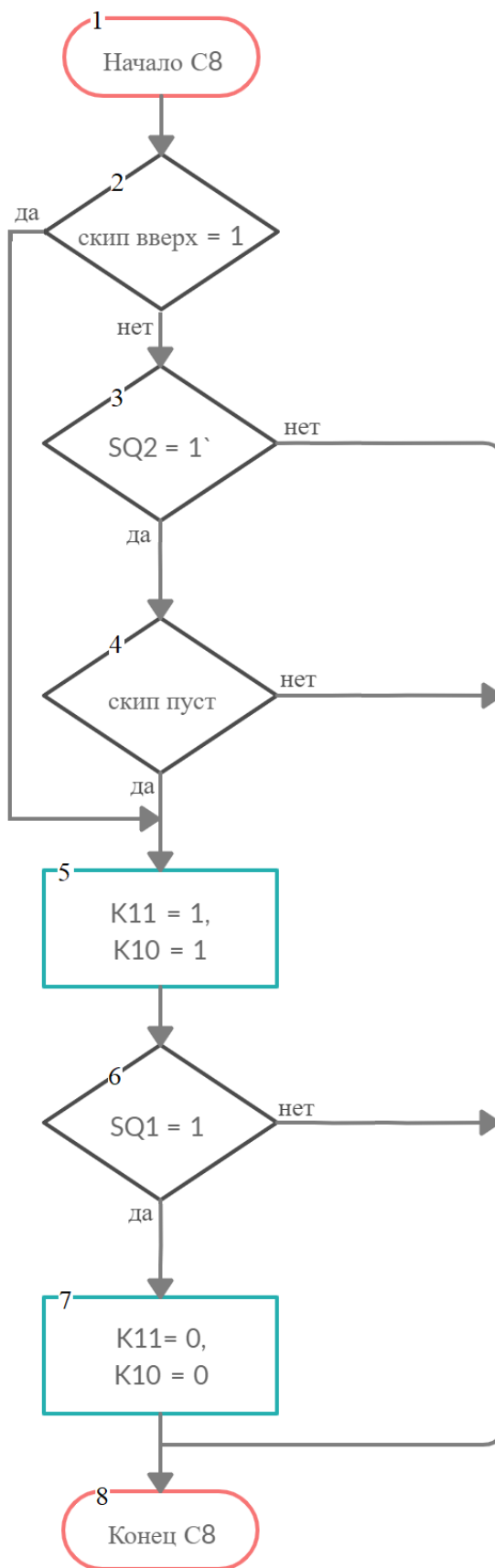


Рисунок 3.10 – Схема алгоритма пуска скипа вниз

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Открытие заслонки дозатора цемента осуществляется на рисунке 3.11.

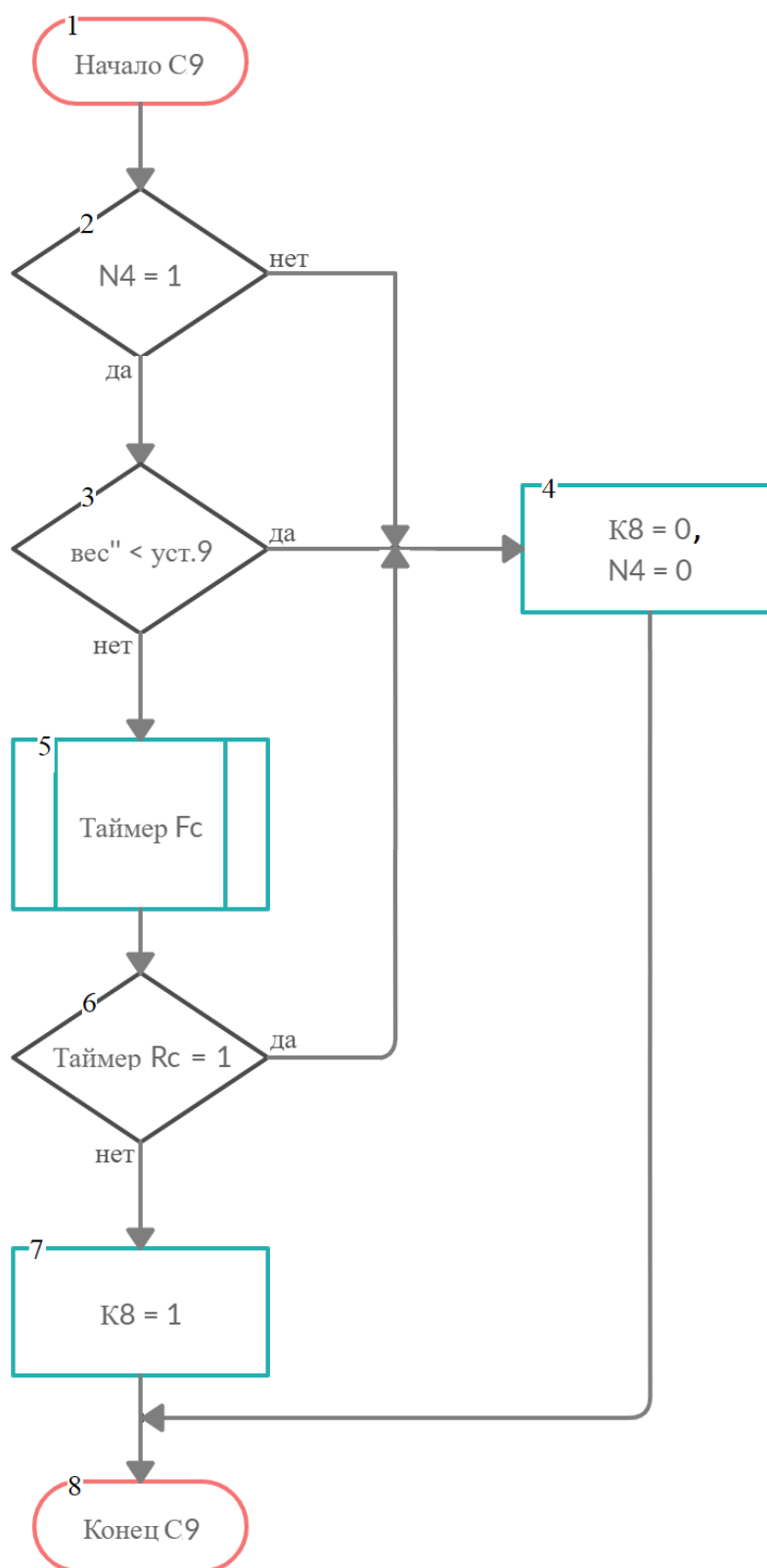


Рисунок 3.11 – Схема алгоритма открытия заслонки дозатора цемента

На рисунке 3.12 представлен алгоритм открытия заслонки дозатора воды.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

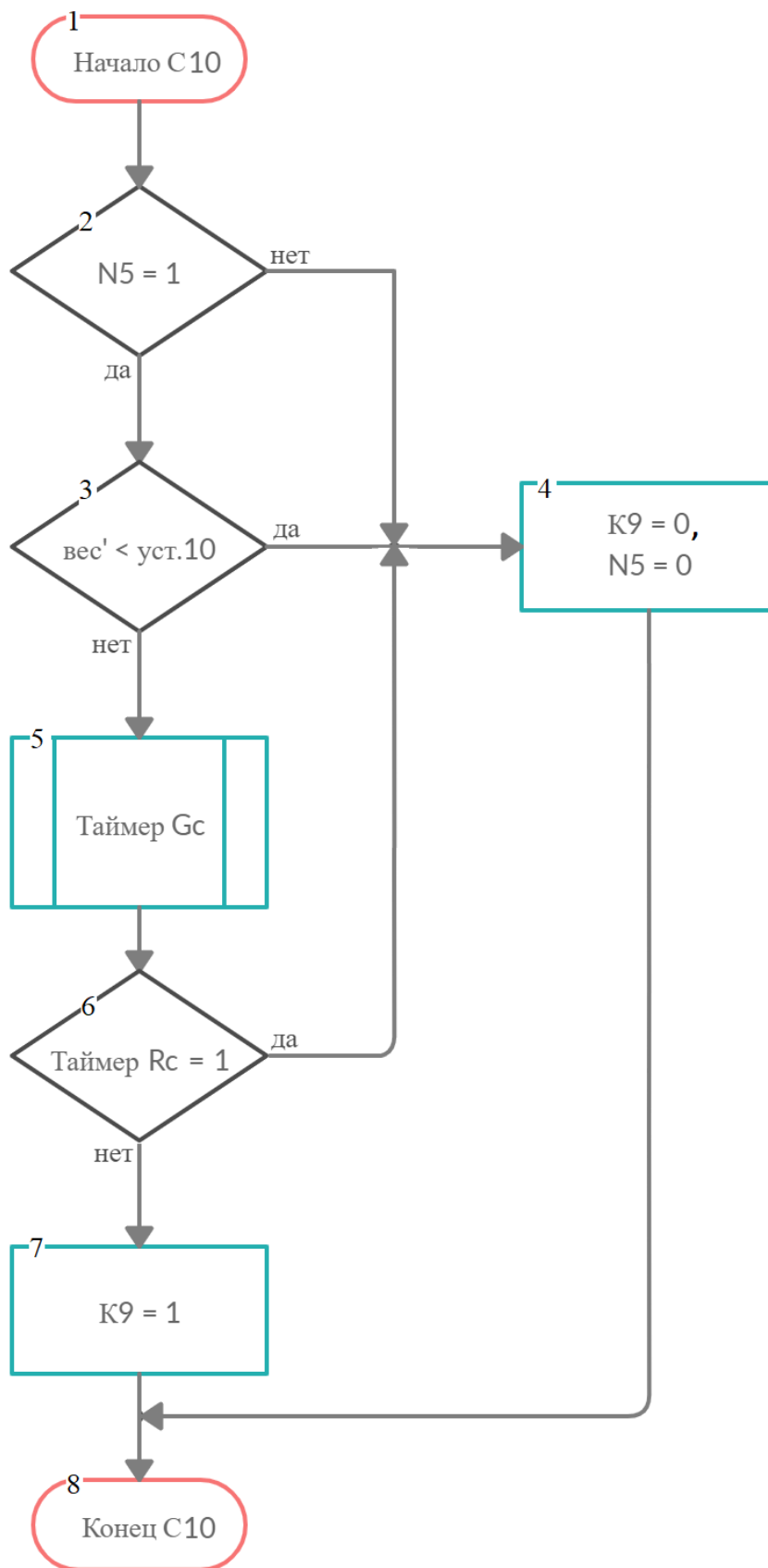


Рисунок 3.12 – Схема алгоритма открытия заслонки дозатора воды

Алгоритм перемешивания и выгрузки смеси представлен на рисунке 3.13.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

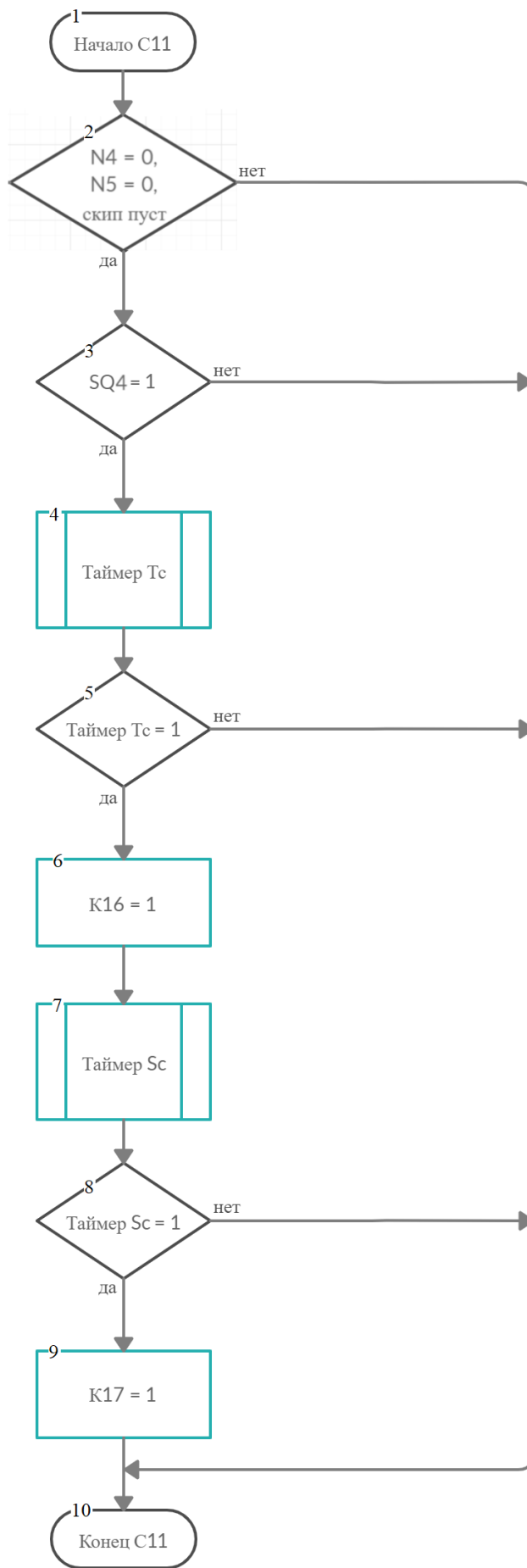


Рисунок 3.13 – Схема алгоритма перемешивания и выгрузки смеси

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Условие готовности сброса дозатора цемента выполняется в соответствии с рисунком 3.14.

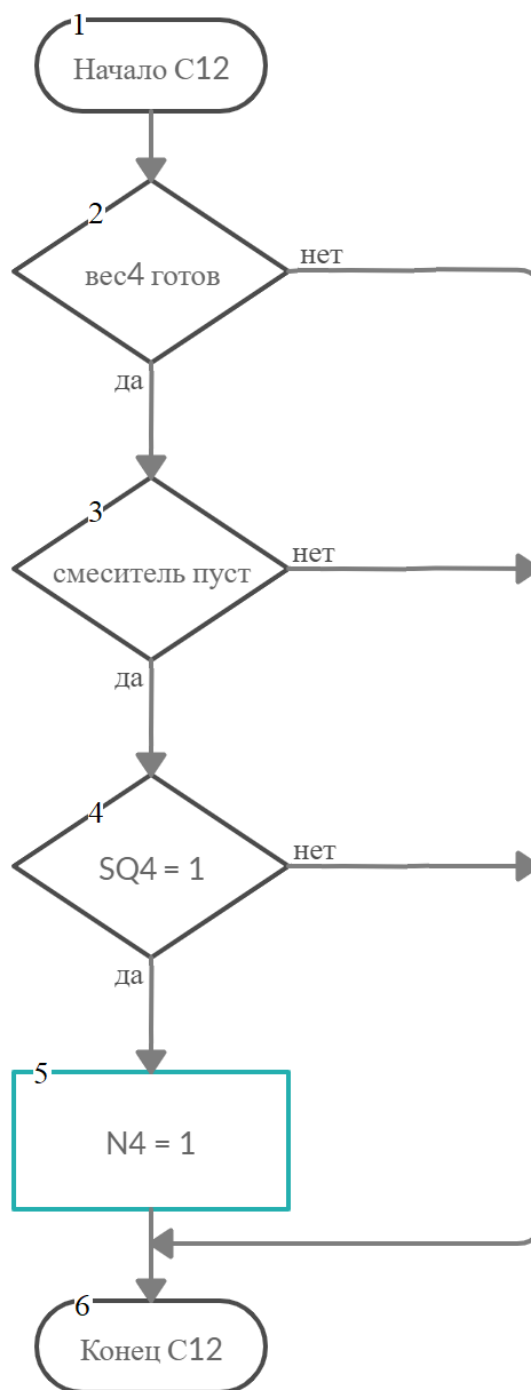


Рисунок 3.14 – Схема алгоритма условия готовности сброса дозатора цемента

Условие готовности сброса дозатора воды эквивалентно условию готовности сброса дозатора цемента, и представлено на рисунке 3.15. Разница заключается в том, что в этих алгоритмах используются флаги с дозатора цемента и дозатора воды соответственно.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

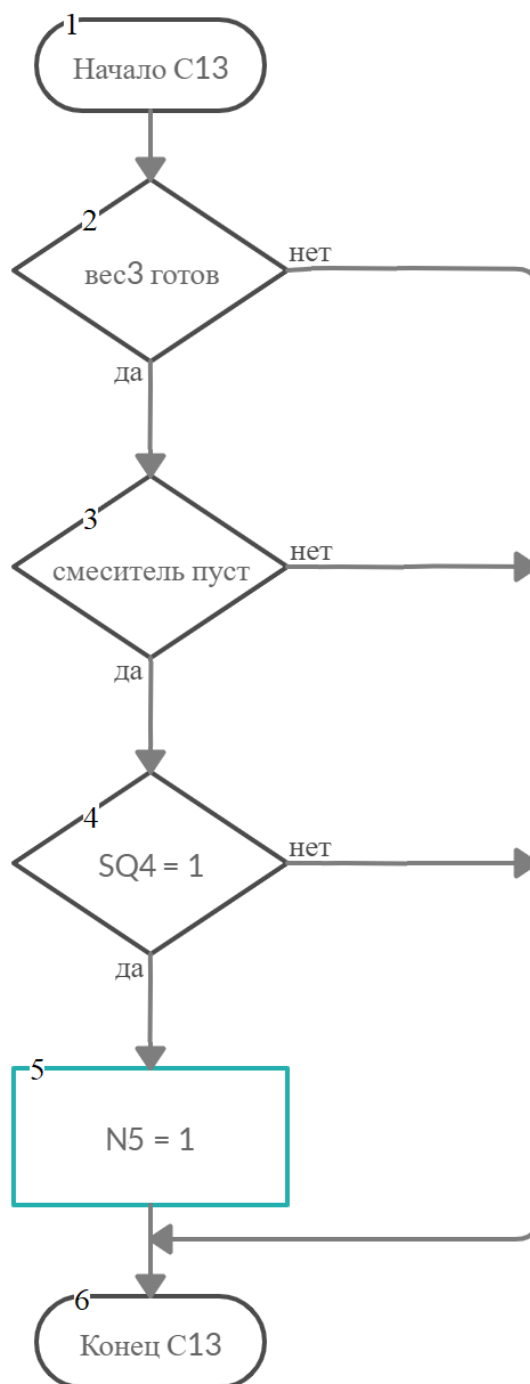


Рисунок 3.15 – Схема алгоритма условия готовности сброса дозатора воды

Выводы по разделу три

В разделе была разработана структурная схема системы автоматического управления, на которой видно, что питается система от двух блоков питания, при этом второй блок служит только для питания пневматических распределителей.

Были разработаны алгоритмы работы комплекса в автоматическом режиме управления, в которых широко используются такие вспомогательные элементы, как уставки и флаги, таймеры для точного выполнения различных процессов.

4 ВЫБОР ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

4.1 Выбор контроллера и модулей расширения

Важнейшим этапом проектирования системы автоматике является выбор контроллера. В качестве промышленного логического контроллера в работе был выбран контроллер серии DVP-SE от производителя Delta Electronics [10].

Особенностями ПЛК Delta Electronics являются:

- высокая производительность (до 0.24 мкс) базовых команд, до 512 физических точек ввода вывода;
- богатый функционал, с помощью которого строятся системы управления движением и ЧПУ, включающие высокоскоростные счетчики и высокочастотный вывод (до 500 кГц);
- прямое исполнения G-кодов и M-кодов;
- возможность подключения большого числа модулей расширения, в том числе ввод сигналов от термопар, термометров сопротивлений, унифицированных токовых и аналоговых сигналов с разрешением до 14 бит, модулей позиционирования, скоростных входов и выходов;
- наличие операций с плавающей точкой.

Также оборудование от этого производителя традиционно отличается минимальной ценой и великолепным качеством. А также Delta Electronics предоставляет бесплатное программное обеспечение для своих контроллеров.

У выбранного контроллера недостаточно входов/выходов, поэтому следует подобрать и модули расширения. В первую очередь необходимо определить количество входных/выходных сигналов и их параметры. В таблицах 4.1 и 4.2 представлены все основные сигналы на контроллере.

Таблица 4.1 – Основные входные сигналы ПЛК

Тип сигнала	Элемент системы	Количество элементов
Дискретный входной	датчик положения скипа	2
Дискретный входной	датчик положения заслонки смесителя	2
Дискретный входной	датчик положения двери смесителя	1
Дискретный входной	кнопки на пульте управления	3
Аналоговый входной	усилитель аналогового сигнала	3
	Всего:	8 дискретных и 3 аналоговых входных сигналов

Таблица 4.2 – Основные выходные сигналы ПЛК

Тип сигнала	Элемент системы	Количество элементов
Дискретный входной	Реле соленоидов пневмараспределителей	6
Дискретный входной	Реле контакторов приводов	11
Дискретный входной	Индикация	1
	Всего:	18 дискретных выходных сигнала

Контроллер DVP12SE11T с двумя модулями расширения дискретных входов/выходов DVP16SP11R и модулем расширения дискретных входов DVP04AD-S2 будет оптимальным решением. Технические характеристики контроллера DVP12SE11T приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.3 – Технические характеристики контроллера DVP12SE11T

Параметр	Значение
Потребляемая мощность, Вт	1,5
Напряжение питания, В	24
Количество входов	8
Количество выходов	4
Память программы, шагов	16000
Тип выходов	транзисторный
Напряжение входов, В	от 5 до 30
Ток выходов, А	0.3
Встроенный порт	Ethernet, USB
Поддержка протоколов	MODBUS TCP, Ethernet/IP
Последовательный интерфейс RS-485, шт	2

Для увеличения количества дискретных сигналов вывода используем два модуля расширения DVP16SP11R, технические характеристики которых представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Технические характеристики контроллера DVP16SP11R

Параметр	Значение
Потребляемая мощность, Вт	2
Напряжение питания, В	24
Количество входов	8
Количество выходов	8

Окончание таблицы 4.4

Параметр	Значение
Протокол связи	Modbus ASCII/RTU
Коммуникационный порт ввода/вывода	RS-485

Для аналоговых сигналов используем модуль расширения входов DVP04AD-S2, технические характеристики которых представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Технические характеристики контроллера DVP04AD-S2

Параметр	Значение
Потребляемая мощность, Вт	1,8
Напряжение питания, В	24
Аналоговый вход, канала	4
Протокол связи	Modbus ASCII/RTU
Коммутационный порт ввода/вывода	RS-485
Разрешение, бит	14
Максимально допустимый ток входного сигнала, мА	±20
Максимально допустимое напряжение входного сигнала, В	±10
Входное сопротивление	250

Для удобства подключения контроллера составлены таблицы входов и выходов, на которых показано к какому каналу какой элемент подключен. В таблице 4.6 представлены сигналы контроллера на входе.

Таблица 4.6 – Сигналы контроллера на входе

Контроллер/модуль расширения	Вход	Сигнал
DVP12SE11T	X0	Кнопка "Старт"
	X1	Кнопка "Стоп"
	X2	Кнопка "Аварийный стоп"
	X3	Сигнал с датчика "Скип вниз"
	X4	Сигнал с датчика "Скип вверх"
	X5	Сигнал с датчика "Смеситель открыт"
	X6	Сигнал с датчика "Смеситель закрыт"
	X7	Сигнал с датчика "Дверь смесителя открыта"
DVP04AD-S2	com1	Усилитель аналогового сигнала конвейера
	com2	Усилитель аналогового сигнала дозатора воды
	com3	Усилитель аналогового сигнала дозатора цемента

В таблице 4.7 представлены сигналы контроллера на выходе.

Таблица 4.7 – Сигналы контроллера на выходе

Контроллер/модуль расширения	Вход	Сигнал
DVP12SE11T	Y0	конвейер вперед
	Y1	конвейер назад
	Y2	вибратор 1
	Y3	вибратор 2
DVP16SP11R	Y4	вибратор силоса
	Y5	заслонка 1
	Y6	заслонка 2
	Y7	заслонка цемента
	Y10	заслонка воды
	Y11	скип тормоз
	Y12	скип вниз
DVP16SP11R	Y13	скип вверх
	Y14	шнек
	Y15	насос
	Y16	смеситель
	Y17	заслонка смесителя открыта
	Y20	заслонка смесителя закрыта
	Y21	индикация "старт автоматического режима"

На электрической принципиальной схеме модули ПЛК и дискретных входов/выходов (А1, А2, А3) изображены на одном листе, а модули аналоговых входов (А4) на другом.

4.2 Выбор панели оператора

Сенсорная панель оператора служит для управления и контроля комплекса. В качестве панели оператора была выбрана панель МТ8090ХЕ от производителя Weintek. Панели этого производителя отличаются широкой высокой надежностью и функциональностью. Технические характеристики сенсорной панели оператора МТ8090ХЕ представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Характеристики панели оператора МТ8090ХЕ

Параметр	Значение
Диагональ дисплея	9.7
Тип сенсора	4х проводной резистивный
Яркость, кд/м2	350
Разрешение	1024x768
Контрастность	500:1

Окончание таблицы 4.8

Параметр	Значение
Цветность	262K
Процессор	Cortex A8
Частота, МГц	1000
ОЗУ/Flash, Мб	256/512
Коммуникационные порты	COM1 (RS232), COM2 (RS-485 2W/4W), COM3(RS485 2W)
USB	1xUSB 2.0
Ethernet	1xRJ45 10/100 Base-T
Поддержка Modbus	RTU, ASCII, Master, Slave, TCP/IP
Потребляемый ток, А	0.8

4.3 Выбор промежуточных реле

Включение и отключение всех силовых элементов комплекса происходит через промежуточное реле. Реле выбирается по номинальному напряжению катушки и по роду контактов.

Номинальное напряжение равно 24 В, а род контактов определяется по схеме.

Для тормоза было выбрано реле MY4IN 24DC от производителя OMRON, технические характеристики которого показаны в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Технические характеристики реле MY4IN 24DC

Параметр	Значение
Номинальное напряжение обмотки, В	24
Сопротивление обмотки максимальное, Ом	636
Ток обмотки, мА	37.7
Мощность, потребляемая обмоткой, Вт	0.9
Контакты	4PDT

Для всех остальных элементов выбрано реле G2R-1-SNDI 24DC от производителя OMRON. Технические характеристики реле приведены в таблице 4.10.

Таблица 4.9 – Технические характеристики реле G2R-1-SNDI 24DC

Параметр	Значение
Номинальное напряжение обмотки, В	24
Сопротивление обмотки максимальное, кОм	1.1
Ток обмотки, мА	21,8
Мощность, потребляемая обмоткой, мВт	530
Контакты	SPDT

Все характеристики реле удовлетворяют требованиям, следовательно, реле выбраны верно.

4.4 Выбор магнитных пускателей, рубильника и теплового реле

4.4.1 Выбор магнитных пускателей КМ1-КМ10

Магнитный пускатель позволяет осуществить пуск электродвигателя [11], обеспечить непрерывную работу двигателя, его защиту и остановку. Магнитный пускатель выбирается по номинальному напряжению сети, по номинальному коммутируемому току, по номинальному напряжению питания катушек пускателей.

1) по номинальному напряжению сети:

$$U_{н.п} \geq U_c, \quad (4.1)$$

где $U_{н.п}$ – номинальное напряжение пускателя, В;

U_c – номинальное напряжение однофазной сети, В.

2) по номинальному напряжению питания катушек пускателей:

В цепях управления двигателями средней мощности напряжение питания обычно 220 В (переменного тока), в таком случае, при одинаковой мощности контактов, ток катушки при 24 В будет больше, чем при 220В.

3) по номинальному коммутируемому току электроприемника.

Номинальный ток пускателя должен быть больше рабочего тока электродвигателя.

$$I_{н.п} \geq I_n, \quad (4.2)$$

где $I_{н.п}$ – номинальный ток пускателя;

I_n – рабочий ток двигателя.

По следующей формуле определим номинальный ток для трехфазных двигателей переменного тока:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi}, \quad (4.3)$$

где P_n – номинальная мощность двигателя, Вт.

U_n – напряжение питания двигателя, В.

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности нагрузки.

Произведем расчет для всех двигателей. В качестве примера приведен расчет двигателя скипа:

$$I_n = \frac{7500}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,84} = 13,6 \text{ А}$$

В таблице 4.10 приведены номинальные токи установленных асинхронных двигателей.

					13.03.02.2020.203.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

4) по коммутируемой номинальной мощности электроприемника.

Номинальная рабочая мощность пускателя должна быть больше или равна мощности электродвигателя.

$$P_{н.п} \geq P_n, \quad (4.4)$$

где $P_{н.п}$ – номинальная рабочая мощность контактора пускателя, Вт;

P_n – номинальная мощность электродвигателя, Вт.

В качестве пускателей для электродвигателей используем пускатели, фирмы DEKraft серии KM103, рассчитанные на напряжение 380 В. Характеристики пускателей представлены в таблице 4.11.

Таблица 4.10 – Номинальные характеристики установленных асинхронных машин.

Двигатель	Рном, кВт	Ином, А	Cosφ
АИР 123S4 IM1081	7,5	13,6	0,84
АИР 160M4 IM1001	18,5	32,7	0,86
АИР132M6 IM1001	7,5	14,1	0,81
NMRV130-30-47-5,5-B5	5,5	10,1	0,83
Вибраторы MVE 300/3	0.27	0,5	0.83
Насос СР-220С	2,2	4,1	0,83

Таблица 4.11 – Выбранные пускатели

Параметры контакторов пускателей			Параметры двигателя		
Контактор пускателя	Рном, кВт	Ином, А	Двигатель	Рном, кВт	Ином, А
KM103-018A	7,5	18	АИР 123S4 IM1081	7,5	15,6
KM103-040A	18,5	40	АИР 160M4 IM1001	18,5	36,3
KM103-018A	7,5	18	АИР132M6 IM1001	7,5	17,2
KM103-018A	7,5	18	NMRV130-30-47-5,5-B5	5,5	12,7
ПМЛ-М1160-6А-380АС-Б-КЭАЗ	3	6	Вибраторы MVE 300/3	0.27	0.52
KM103-012A	5,5	12	Насос СР-220С	2,2	11,4

Все номинальные мощности и токи контакторов пускателей соответствуют, вышеуказанным, условиям (4.4) и (4.2), следовательно все пускатели выбраны

верно.

4.4.2 Выбор теплового реле

Тепловое реле обеспечивает защиту двигателя от длительных перегрузок. Используем тепловое реле на приводе смесителя и насоса воды.

Тепловое реле выбирают вместе с контакторами, с которыми используется реле.

Вместе с контакторами пускателя производитель DEKraft предлагает реле серии РТ-03, которое позволяет избежать перегрузки, асимметрии фаз и затянутого пуска.

Для смесителя выбираем реле РТ03-40-95-30.0А-40.0А. Для насоса воды подобрали РТ03-09-18-9.00А-12.0А.

4.5 Выбор автоматических выключателей

4.5.1 Выбор автоматических выключателей QF1-QF7

Основные функции автоматического выключателя включают в себя коммутацию силовой цепи, защиту от токов перегрузки.

На двигателях М1-М8, для их защиты, устанавливаются автоматические выключатели QF1-QF7.

Автоматические выключатели выбирают:

а) по номинальному току:

1) для одиночных электроприемников:

$$I_{н.а} \geq 1.2 \cdot I_{н}, \quad (4.5)$$

где $I_{н.а}$ – номинальный ток автоматического выключателя, А;

$I_{н}$ – номинальный ток электродвигателя, А.

2) для группы электроприемников:

$$I_{н.а} \geq 1.2 \cdot \sum I_{н}, \quad (4.6)$$

где $\sum I_{н}$ – суммарный расчетный ток электроприемников, подключенных через автоматический выключатель.

б) по напряжению:

$$U_{н.а} \geq U_{с}, \quad (4.7)$$

где $U_{н, а}$ – номинальное напряжение автоматического выключателя, В;

$U_{с}$ – номинальное напряжение сети, В.

Автоматы производителя DEKraft преимущественно серии ВА431 обеспечивают защиту от перегрузок, сверхтоков и выпадения фаз. Корпус таких автома-

					13.03.02.2020.203.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

тов изготовлен из негорючей самозатухающей пластмассы. Диапазон тока составляет от 0.1 до 32 А.

Все управление автоматами производится автоматически.

Выбранные автоматы в сравнении с двигателями приведены в таблице 4.12.

Таблица 4.12 –Выбранные автоматические выключатели

Параметры автоматических выключателей защиты двигателей		Параметры двигателей	
Автоматический выключатель	Ток уставки, А	Ином, А	Двигатель
ВА431-13А-18А	13,0-18,0	15,6	АИР 123S4 IM1081
ВА-301L-3P-50А	50	36,3	АИР 160М4 IM1001
ВА431-13А-18А	13,0-18,0	17,2	АИР132М6 IM1001
ВА431-9А-14А	9,0-14,0	12,7	NMRV130-30-47-5,5-B5
ВА431-1А-1.6А	1,0-1,6	0.52	Вибраторы MVE 300/3 (3шт)
ВА431-4А-6.3А	4,0-6,3	11,4	Насос СР-220С

Все автоматические выключатели соответствуют вышеуказанным условиям (4.5) и (4.7), следовательно они выбраны верно.

4.5.2 Выбор автоматического выключателя QF8

Автоматический выключатель QF8 защищает цепь группы электроприемников:

- блоки питания G1-G2;
- ПЛК и модули расширения дискретные и аналоговые: А1-А4;
- катушки промежуточных реле К1-К17.

Был выбран автомат от производителя DEKraft марки ВА431-2.5А-4А.

4.5.3 Выбор рубильника QS1

QS1 –выключатель нагрузки. Его основная функция заключается в отключении питания бетонного завода от сети и защита сети от перегрузки и коротких замыканий.

Максимальный расчетный ток $I_{\max,к}$, потребляемый комплексом одновременно:

$$I_{\max,к} = I_{\max} + I_y, \quad (4.8)$$

где: I_y – максимальный расчетный ток системы управления;

I_{\max} – максимальный ток совместного силового оборудования.

$$I_y = 2,6 \text{ А},$$

$$I_{\max.к} = 82 + 2,6 = 84,2 \text{ А.}$$

Был выбран автоматический выключатель нагрузки от производителя АВВ OT100F3, рассчитанный на ток до 100А.

4.6 Выбор блока питания

Оборудование низкого напряжения питается от 24 В. Для преобразования переменного напряжения (220 В) в напряжение постоянное (24 В) необходимо установить блок питания. Выбор блока питания будет осуществляться по номинальному, максимально потребляемому, току, одновременно работающих электроприемников низкого напряжения.

Расчет номинального тока блока питания производится по, нижеприведенной, формуле.

$$I_{б.п.1} = 1,2 \cdot (I_{ПО} + I_{ПЛК} + 3I_{УАС} + 16 \cdot I_P + I_R + 3I_{кн}), \text{ А,}$$

$$I_{б.п.2} = 1,2 \cdot (6 \cdot I_{Пн.р}), \text{ А,}$$

где $I_{ПО}$ – потребляемый ток панели оператора;

$I_{ПЛК}$ – потребляемый ток ПЛК и модулей расширения;

$I_{УАС}$ – потребляемый ток усилителя аналогового сигнала;

I_P – потребляемый ток катушек промежуточного реле;

$I_{кн}$ – потребляемый ток кнопок;

$I_{Пн.р}$ – потребляемый ток катушек пневмараспределителей.

$$I_{б.п.1} = 1,2 \cdot (0,8 + 0,035 + 3 \cdot 0,12 + 16 \cdot 0,0218 + 0,0377 + (0,022 + 0,036)) = 1,96 \text{ А;}$$

$$I_{б.п.2} = 1,2 \cdot (6 \cdot 0,2) = 1,44 \text{ А.}$$

Выбраны блоки питания от производителя MEAN WELL серии NDR. Такой блок питания компактный и экономичный, он спокойно монтируется на DIN-рейку. За счет защищенного корпуса, обеспечивается защита от вибраций в соответствии с IEC60068-2-6. Предназначены для промышленных систем управления, систем автоматизации и для питания различных электромеханических устройств и обладают защитой от короткого замыкания, перегрузки, перенапряжения и перегрева.

Технические характеристики блока питания NDR-75-24 представлены в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – Технические характеристики блока питания NDR-75-24

Параметр	Значение
Напряжение постоянного тока, В	24
Номинальный ток, А	3.2
Номинальная мощность, Вт	76

4.7 Выбор сечения проводов

При разработки любой схемы электрической установки обязательным этапом является выбор сечения проводов. Чтобы правильно подобрать сечения проводов, необходимо учитывать максимальное потребление приемников и ряд требований:

- а) провода должны работать в пределах своей номинальной температуры при протекании по ним расчетного тока нагрузки;
- б) отклонения напряжения на зажимах электроприемников не должно превышать 5 %;
- в) провода должны обладать механической прочностью достаточной для данного вида сети;
- г) в соответствии с ПУЭ для некоторых видов сетей выбор сечения проводов осуществляется по экономической плотности тока.

Сечения проводов измеряется в квадратных миллиметрах (квадратах). Каждый квадрат алюминиевого провода, нагретый до допустимых пределов, способен пропустить через себя, в течение длительного времени, только 4 А, а медный провод 10 А тока.

Рассчитывают сечение провода по допустимой длительной нагрузке тока и по потере напряжения. Если сечения будут различаться, то за итоговый результат берут большую величину.

В проводах, соединяющих источник тока с электроприемником, происходит падение напряжения, что приводит к потери напряжения в цепи, которая не должна превышать от 2% до 5% номинального напряжения источника питания.

Расчетная максимальная токовая нагрузка силовых цепей $I_{\max.k} = 85$ А. Исходя из максимального тока, в соответствии с ПУЭ, для медных проводов, было выбрано сечение 16 мм².

Тип провода ПВ-3, одножильный, с повышенной гибкостью, изолированный поливинилхлоридом. Область их применения обширная: подключение электрических механизмов и аппаратов (до 1000 В), прокладывание силовых и осветительных сетей.

Для цепей управления максимальная токовая нагрузка составляет не больше 3 А, т.е. выбирается сечение 0,5 мм². Тип провода также ПВ-3.

Внешние устройства монтируются (выключателей, катушки пневмараспределителей) с помощью провода ПВС, с многопроволочной жилой из мягкой медной проволоки (класса гибкости - 5), изоляция и оболочка выполнены из ПВХ-пластика.

Схема электрическая принципиальная представлена на двух листах в графической части работы.

Выводы по разделу четыре

В разделе было выбрано оборудование как для реализации системы автоматического управления, так и для защиты цепей и двигателей от перегрузки.

Была разработана электрическая принципиальная схема системы автоматического управления комплексом.

					13.03.02.2020.203.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

5 СМЕТА ЗАТРАТ НА ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ

Все затраты на оборудование будут находиться как сумма затрат на оборудование, затрат на транспортные расходы и затрат на неучтенное оборудование [12].

$$Z_{об} = Z_o + Z_{тр} + Z_{но}, \quad (5.1)$$

где Z_o – затраты на оборудование;
 $Z_{тр}$ – затрат на транспортные расходы;
 $Z_{но}$ – затраты на неучтенное оборудование.

Затраты на оборудование – это затраты, необходимое для реализации системы автоматике комплекса. Сумма затрат на оборудование сведена в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Стоимость комплектующих автоматической системы управления

Наименование	Количество	Стоимость за 1 ед., руб.	Общая стоимость, руб.
ПЛК DVP12SE11T	1	18668	18668
DVP16SP11R	2	6497	12994
DVP04AD-S2	1	10253	10253
Панель оператора MT8090XE	1	33294	33294
Усилитель аналогового сигнала TL-30	3	8208	24624
Блок питания NDR-75-24	2	1980	3960
Реле промежуточное MY4IN 24DC	1	455	455
реле промежуточное G2R-1-SNDI 24DC	17	790	13430
Тепловое реле PT03-40-95-30.0A-40.0A	1	1776	1776
Тепловое реле PT03-09-18-9.00A-12.0A	1	908	908
Пускатель KM103-018A	5	685	3425
Пускатель KM103-040A	1	1680	1680
Пускатель ПМЛ-М1160-6А-380АС-Б-КЭАЗ	3	504	1512
Пускатель KM103-012A	1	562	562
Автомат ВА431-13А-18А	2	1532	3064
Автомат ВА-301L-3P-50A	1	2218	2218
Автомат ВА431-9А-14А	1	1513	1513
Автомат ВА431-1А-1.6А	2	1489	2978
Автомат ВА431-4А-6.3А	1	1505	1505

Окончание таблицы 5.1

Наименование	Количество	Стоимость за 1 ед., руб.	Общая стоимость, руб.
Автомат ВА431-2.5А-4А	1	1496	1496
Рубильник ОТ100F3	1	3466	3466
Кнопка ХВ7NJ03В1	1	634	634
Кнопка ХВ5АW33В5	1	1012	1012
Кнопка ХВ5АW34В5	1	1012	1012
Индикация ХА2ЕVMD3LC	1	158	158
Итого:	53	-	146597

Затраты на неучтенное оборудование приняты за 20% от затрат на оборудование. Таким образом они составляют $P_{но} = 29320$ руб. Сумма этих затрат на оборудование составляет 175917 руб.

Расходы на транспорт составляют 10% от суммы затрат на оборудование, т.е $P_{тр} = 17592$ руб.

Таким образом, в соответствии с формулой 5.1, $Z_{об} = 193509$ руб.

Вывод по разделу пять

Все затраты на оборудование системы автоматического управления бетонного завода составили 193509 руб.

										Лист
										49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2020.203.00.00 ПЗ ВКР					

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

6.1 Краткое описание производственного участка

Бетонный завод может функционировать в здании или на открытом воздухе, при температуре воздуха +5° С... +45° С. Навес или крыша должны быть расположены минимум на 9 м. В помещении или под навесом должен быть обеспечен источник питания трехфазного тока с заземленной нейтралью, также должно быть грузоподъемное средство, рассчитанное минимум на 3 тонны, для обслуживания комплекса.

В результате внедрения автомат режима управления, у персонала будет ликвидирован такой негативный производственный фактор как утомляемость, за счет того, что он будет уделять меньше внимания пульту управления, и сможет сконцентрировать внимание на других процессах.

6.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов

В течении времени работы с комплексом на персонал воздействуют следующие производственные факторы [13]:

1) факторы, оказывающие физическое воздействие на человека:

а) механические факторы, которые могут быть вызваны: падением объектов на работающего, падением работающего с высоты;

б) движущиеся объекты, в том числе машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования;

в) производственные факторы, связанные с механическими колебаниями (вибрация);

г) производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями (повышенный уровень шума);

д) факторы, связанные с электрическим током и электромагнитными полями;

е) факторы, связанные со световой средой (недостаток естественного, искусственного освещения);

ж) факторы, связанные с метеорологической средой (температура, запыленность воздуха);

2) Факторы, оказывающие психофизиологическое воздействие на человека:

а) физические перегрузки (статические и динамические нагрузки);

б) нервно-психические перегрузки (умственное и эмоциональное перенапряжение, длительное наблюдение производственного процесса).

Главными причинами того, что на работающего имеет воздействие опасные и вредные производственные факторы во время использования автоматизированного оборудования являются: неправильная планировка оборудования, в следствии чего, нарушение требований безопасности труда; нарушение в эксплуатации оборудования; поломка оборудования; нарушения персонала во время ремонта и работы оборудования; ошибки в программном обеспечении.

					13.03.02.2020.203.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

6.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса

6.3.1 Определение категории тяжести труда при работе на проектируемом объекте

Работа оператора комплекса относится к IIа категории тяжести, т.е. затраты энергии в диапазоне от 175 до 232 Вт, выполняются они, сидя или стоя, и они не связаны с перемещением тяжестей. Температура воздуха для данной категории должна быть в диапазоне от 19 до 21 °С, а влажность воздуха от 40 до 60 %, скорость движения воздуха не более 0,2 м/с.

Работа обслуживающего персонала относится к III категории тяжести, при которой энергии затрачивается более 290 Вт, температура воздуха колеблется в диапазоне – 18...20 °С, при скорости воздуха не более 0,3 м/с. Влажность воздуха та же, что и в IIа категории.

6.3.2 Определение оптимальных параметров микроклимата для помещений проектируемого объекта

На рабочем участке необходимо обеспечить соблюдение норм санитарии уровней освещенности, шума и напряженности электромагнитного поля. Также помещение, в котором расположен комплекс, должно быть обеспечено отоплением, вентиляцией, аспирации.

На участке в воздух выделяется пыль, как бетонная, так и других сыпучих составляющих. В соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 "Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности" на рабочем участке по степени воздействия на организм человека пыль относится к IV класс, малоопасных веществ, которая допускает значение ПДК более 10 мг/куб.м [14].

Уровень шума, допустимый в работе, устанавливается в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы" [15].

6.3.3 Определение категорий зрительных работ, фона и контраста объекта различения с фоном; нормирование, выбор и расчет системы освещения

Определение категории зрительных работ осуществляется по СНиП 23-05-95 от 01.01.1996. Работа с комплексом относится к малой точности зрительной работы, V разряд, подразряд – б, освещенность при системе общего освещения составляет 200 лк [16].

6.4 Охрана труда

6.4.1 Организационные и правовые вопросы охраны труда

К выполнению работы допускаются лица старше 18 лет, прошедшие меди-

					13.03.02.2020.203.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

цинский осмотр (не реже 1 раза в год), прошедшие водный инструктаж и инструктаж по охране труда, предоставленные работодателем, ознакомившиеся с комплексом и его принципом работы.

Оператор должен знать:

а) устройство и принцип действия, как всего комплекса, так и отдельного оборудования;

б) комплекс мер обслуживания оборудования;

в) комплекс мер по ликвидации и предупреждению неполадок.

Прежде чем получить допуск к самостоятельной работе должно пройти не менее пяти дней, при этом стажер должен пройти:

а) первичный инструктаж на рабочем месте;

б) проверку знаний по инструкции охраны труда;

в) проверку знаний по оказанию первой медицинской помощи пострадавшим;

г) проверку знаний по применению средств защиты, необходимых для безопасного выполнения работ.

После этого в соответствии с распоряжением оформляется допуск к самостоятельной работе.

Обслуживающий персонал должен быть обеспечен спецодеждой:

а) костюм из пыленепроницаемой ткани;

б) рукавицы;

в) ботинки;

г) костюм, утепленный на зиму;

д) ботинки, утепленные на зиму.

Работодатель должен установить оптимальный режим труда и отдыха в течение рабочей смены, для обеспечения работоспособности персонала. Данный режим труда, при восьмичасовом рабочем дне, предусматривает пятиминутные перерывы каждые два часа смены.

6.4.2 Комплекс мероприятий по предупреждению опасности поражения электрическим током

При работе с электрооборудованием важнейшей задачей является обеспечение безопасности в его обслуживании, для этого проводится ряд мероприятий:

1) организационные мероприятия:

а) оформление работ нарядом;

б) оформление допуска к работе;

в) при производстве работ осуществлять проведение надзора;

г) документально оформлять перерывы в работе, переводы на другое рабочее место и окончание работы.

2) технические мероприятия:

а) по окончании смены или при проведении обслуживающих работ, отключать электроустановки и принимать меры, исключающие ее включение;

- б) установка запрещающих плакатов;
- в) проверка отсутствия напряжения;
- г) установка заземления и его плаката;
- д) ограждение рабочего места и вывешивание предупреждающих плакатов.

тов.

Напряжение отключено, когда все токоведущие части установки отключены.

Установка плакатов производится следующим образом: на всех разъединителях, с помощью которых можно подать напряжение, вывешивается плакат с информацией о том, что идут работы.

Так же надо произвести проверку отсутствия напряжения на отключенном оборудовании, с помощью указателя напряжения.

К заземляющему устройству необходимо присоединить переносное заземление, а после проверки отсутствия напряжения, установить на токоведущие части. Снимать такое заземление нужно в порядке обратной установки. Все работы с заземлением должны осуществляться в диэлектрических перчатках.

6.4.3 Защита от механического травмирования

Падающие, движущиеся, вращающиеся объекты создают механическую опасность.

Механическими опасностями это нежелательные воздействия на человека, которые появляются под действием сил гравитации или кинетической энергией тел.

В результате воздействия механических опасностей возможны телесные повреждения различной тяжести.

Что бы предотвратить попадания людей в опасные зоны и под движущееся оборудование надо обеспечить в помещении в безопасные маршруты передвижения рабочих.

6.5 Производственная санитария

В производственном помещении обязаны проводится профилактические мероприятия, направленные на предупреждение возникновения заболеваний работающих. Осуществляется контроль за условиями труда и отдыха и выполнении мер коллективной, и индивидуальной защиты работающих от неблагоприятного воздействия микроклимата.

6.5.1 Достижение оптимальных параметров микроклимата для рассматриваемого объекта

В соответствии с СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» для обеспечения оптимальных параметров микроклимата предусматривается воздушное кондиционирование второго класса. Для обогрева помещений

предусматривается система отопления, которая должна быть пожаро- и взрыво- безопасна. Может осуществляться система центрального водяного отопления [17].

Во время рабочей смены в помещении должно быть оборудовано специальные помещения для отдыха, в которых предусматривается регулирование температуры, влажности и скорость движения воздуха. Также такое помещение должно быть оборудовано умывальниками с холодной и горячей водой, устройствами питьевого воды и электрическими кипяtilьниками. В состав санитарно-бытовых помещений должны входить гардеробные для хранения домашней и рабочей одежды, душевая и умывальная.

6.5.2 Выбор системы освещения

В помещении с комплексом используется совместное освещения из-за того, что оператору для оптимальной работы не хватает только естественного освещения. В таком случае в части искусственного освещения применяются газоразрядные лампы так как световой поток от них более близок к естественному.

В нормальном режиме работы рабочее и аварийное освещение питаются от разных независимых источников питания, при этом в сети аварийного освещения нельзя допускать другие виды нагрузок. Сети внутреннего, наружного, а также охранного освещения питаются от отдельных линий.

6.5.3 Выбор систем вентиляции и очистки воздуха

Вентиляция подразумевает комплекс взаимосвязанных устройств и процессов для создания воздухообмена в производственных помещениях. Производственные помещения имеют смешанную вентиляцию. Естественная вентиляция производственных помещений осуществляется за счет разности температур в помещении наружного воздуха или действия ветра через окна, форточки и двери. Вентиляция осуществляется при помощи, закрытых специальными створками, проемов в стенах и потолке.

Оптимальная организация приточно-вытяжной системы вентиляции состоит из двух систем, подающих одновременно чистый воздух и удаляющих из него загрязненный.

6.5.4 Разработка мероприятий по снижению энергетических воздействий

Частотный диапазон электромагнитных полей производственной сети 50 Гц. Воздействие электромагнитных полей на организм человека приводит к нарушению нервной и сердечно-сосудистой систем, к изменениям в составе крови. Вредные последствия пребывания человека в электрическом поле зависят от напряженности поля E , кВ/м, и от продолжительности его воздействия.

Время пребывания в электромагнитном поле с напряжённостью в интервале от 5 до 20 кВ/м включительно, рассчитывается по формуле (6.1).

					13.03.02.2020.203.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

$$T = \frac{50}{E} - 2, \quad (6.1)$$

где T – время пребывания в электромагнитном поле, час;

E – напряженность электрического поля, кВ/м.

Напряженность принимаем за 5 кВ/м.

$$T = \frac{50}{5} - 2 = 8 \text{ ч}$$

Допустимая продолжительность пребывания персонала в течение суток в помещении согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 составляет 8 час, что соответствует одной рабочей смене [18].

6.5.5 Разработка мероприятий по снижению уровней шума и вибрации

Как и предыдущие факторы шум и вибрация являются причиной снижения работоспособности, ослабления памяти, внимания, остроты зрения, что в свою очередь может привести к травматизму и авариям. Длительное воздействие интенсивных шумов может привести к частичной, а иногда и полной потери слуха. Степень вредности шума и вибрации зависит от частоты, силы, продолжительности и регулярности их воздействия. Классификация шумов, допустимые уровни шума на рабочих местах установлены в ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (Переиздание)» [19].

Источником шума и вибраций в комплексе являются вибраторы, двигатели и движущиеся части вспомогательных механизмов. Шум возникает в результате плохой балансировки деталей и вследствие неплотного крепления деталей, недостаточной смазки. За исправностью и нормальной работой оборудования должен следить обслуживающий персонал, он должен вовремя устранять неполадки, которые могут явиться причиной аварии.

Основными мерами по предотвращению воздействия шума на персонал является рациональная планировка помещений; средств индивидуальной защиты и введение рационального режима труда и отдыха.

Для защиты рабочих от вибрации одной из мер служит внедрение дистанционного управления виброустановками.

6.5.6 Разработка мероприятий по снятию психологических перегрузок

Психологическими перегрузками считается: переутомление, перенапряжение зрительных, слуховых органов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки. В связи с ними увеличивается вероятность травматизма, вырастает риск аварий. Однако даже небольшой отдых приводит к снятию психологической нагрузки.

Утомляемость – особое физиологическое состояние организма человека, после проделанной работы, которое временно понижает работоспособность.

					13.03.02.2020.203.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

6.6 Эргономика и производственная эстетика

Оптимальное решение комплекса вопросов производственной эргономики благоприятно воздействует на организм человека, исключает причины травматизма и профессиональных заболеваний, повышает производительность труда и культуру производства.

В соответствии с ГОСТ 12.2.033-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования» рабочее место должно обеспечивать: оптимальную рабочую позу работника, удобное выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля, учитывающую естественные физиологические процессы организма человека [20].

Проектирование пульта управления производят в соответствии с требованиями ГОСТ 22269-76 «Система "Человек-машина". Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования» [21].

Работа оператора не требует постоянного передвижения, следовательно целесообразно в конструкцию рабочего места включить кресло.

6.7 Противопожарная и взрывобезопасность

Производство бетона, связанное с негорючими веществами и материалами в холодном состоянии, согласно НПБ 105-03, по взрыво- и пожароопасности, относится к категории Д [22]. В соответствии со СНиП 21.01-97 помещение выполнено из строительных конструкций I и II степени огнестойкости [23].

Углекислоту, химическую и воздушно-механическую пену, а также воду относят к средствам и способам пожаротушения. Также к месту пожара прокладывают пожарные рукава. В производственных помещениях обязаны быть оборудованы противопожарные уголки, снабженные ящиками с песком, емкостями с водой и пожаро-инвентарным щитом.

На участке цеха предусмотрен набор первичных средств пожаротушения:

- 1) огнетушители ОУ, ОХП;
- 2) противопожарный инвентарь (лопаты, песок, ломы, топоры, багры);
- 3) установлен пожарный гидрант с таким расчетом, чтобы обеспечить подачу воды в любую точку помещения.

6.8 Экологическая безопасность

Самым крупным загрязнением от комплекса является цементная пыль. Других воздействий на окружающую среду комплекс на производит.

Для предотвращения ее образования на силосе установлен фильтр для очистки воздуха, выходящего при его загрузке.

Утилизация изделий производится по правилам утилизации общепромышленных отходов.

6.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций

					13.03.02.2020.203.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Наиболее частая причина возникновения ЧС – пожар. Для уменьшения вероятности возникновения пожаров применяются защитные экраны и рациональное расположение оборудования. Все помещения снабжены средствами пожаротушения и схемами эвакуации людей.

Все работники предприятия должны знать и четко соблюдать правила пожарной безопасности. Сотрудники ответственные за пожарную безопасность на участке, ежедневно перед началом работ должны проверять состояние электрооборудования и комплектность средств пожаротушения, пожарного оборудования. На рабочем участке должен быть оборудован пожарный стенд, укомплектованный инструментами и средствами пожаротушения.

Одним из главных критериев оценки устойчивости работы бетонного завода РБ-25 является система энергоснабжения, которая осуществляется от нескольких питающих линий (при выходе из строя одной линии цепи управления, электропитание оборудования осуществляется от другой).

Повышение устойчивости работы комплекса осуществляется за счет:

- повышения прочности и устойчивости производственных эстакад и соединений;
- повышения устойчивости технического оборудования комплекса;
- повышения устойчивости управления автоматикой;
- разработки мероприятий по уменьшению вероятности возникновения вторичных факторов ЧС и ущерба от них, к таким факторам относят взрывы оборудования, пожары, загазованность и т.п.;
- подготовки к восстановлению производства после аварии.

В случае возникновения опасности оповещение производится при помощи sireны.

Выводы по разделу шесть

В данном разделе выпускной квалификационной работы проанализированы вредные и опасные производственные факторы, действующие на персонал, которые возникают в процессе работы комплекса.

Рассмотрены меры безопасности по предотвращению травм любого характера, предотвращению чрезвычайных ситуаций и действиям персонала в условиях ЧС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе была реализована система автоматического управления бетонными заводами "Рифей Бетон-25".

Произведено сравнение программируемых логических контроллеров, в результате которого был выбран контроллер серии DVP12SE11T от производителя Delta Electronics.

Проведен анализ работы комплекса.

Разработана циклограмма комплекса, которая предусматривает, что первый цикл будет проходить за 135 секунд, а все последующие циклы за 90 секунд.

Разработаны функциональная и структурная схемы управления комплексом.

Были составлены алгоритмы работы комплекса.

В силовой части используется коммутационное оборудование от таких фирм как DEKraft и АВВ.

В части управления используется оборудование фирм CAS, Camozzi, OMRON и ТЕКО.

Была разработана принципиальная схема системы автоматики комплексов РБ-25 с учетом вариаций состава бетонного завода для конкретного заказчика.

В экономическом разделе были рассчитаны затраты на оборудование системы автоматического управления бетонного завода, и составили они 193509 руб.

В разделе БЖД проанализированы вредные и опасные производственные факторы, действующие на персонал, которые возникают в процессе работы комплекса. Рассмотрены меры безопасности по предотвращению травм любого характера, предотвращению чрезвычайных ситуаций и действиям персонала в условиях ЧС.

					13.03.02.2020.203.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.
- 2 Завод «Стройтехника». – <https://v-press.ru/>.
- 3 Мустаев, А.Ф. Сравнительный анализ рыночных моделей ПЛК / А.Ф. Мустаев // Вестник науки. – 2020. – Т.2, № 1 (22). – С. 239–243.
- 4 Ицкович, Э.Л. Конкурентоспособность российских производителей контроллеров на рынке средств автоматизации производства / Э.Л. Ицкович // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2008. – № 2. – С. 4–10.
- 5 Бетонный завод Рифей Бетон 25. – <https://v-press.ru/catalog/betonnnye-zavody/betonnnye-zavody-skip/Rifey-Beton--25/>.
- 6 Автоматизация типовых технологических процессов и установок: учебник для вузов / А.М. Корытин, Н.К. Петров, С.Н. Радимов – 2-е издание, переработанное и дополненное – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 432 с.
- 7 Остроух, А.В. Автоматизированная система управления бетонным заводом / А.В. Остроух // Автоматизация и управление в технических системах. – 2014. – № 3 (11). – С. 178–190.
- 8 Петров, И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / Ю.Н. Петров. – М.: СОЛОН–Пресс, 2010. – 255 с.
- 9 Петренко, Ю.Н., Новиков С.О. Программное управление технологическими комплексами / Ю.Н. Петренко, С.О. Новиков. – М.: Высшая школа, 2019. – 366 с.
- 10 Программируемые контроллеры DVP-SE http://www.deltronics.ru/product/controllers/series_107.html?vkl=har-vkl.
- 11 Онищенко, Г.Б. Электрический привод: учебник для студентов высших учебных заведений / Г. Б. Онищенко. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 288 с.
- 12 Матушкина, О.Е. Расчет полной себестоимости продукции: Учебное пособие. / О.Е. Матушкина, Н. В. Некрасова. – Челябинск: ЮУрГУ, 2001. – 17 с.
- 13 Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие по дипломному проектированию для студентов технических специальностей / под ред. С.Н. Трофимовой. С.П. Максимов, Т.Б. Балакина. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 55 с.
- 14 ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
- 15 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы.
- 16 СНиП 23-05-95 от 01.01.1996 Естественное и искусственное освещение.
- 17 СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование.
- 18 СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях.

					13.03.02.2020.203.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

19 ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

20 ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.

21 ГОСТ 22269-76 Система "Человек-машина". Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.

22 НПБ 105-03 Определение категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной безопасности.

23 СНиП 21.01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений.

					13.03.02.2020.203.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60