

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

Факультет энергетический

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

Направление подготовки 15.03.04 - Автоматизация технологических процессов
и производств

Направленность (профиль) образовательной программы Автоматизация техно-
логических процессов и производств в энергетике

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И.о. зав. кафедрой

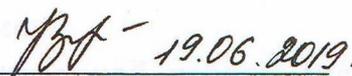
 О.В. Скрипко
« 26 » июня 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Автоматизированная система управления процессами порционного
взвешивания и розлива соевого масла на ООО МЭЗ «Амурский» в г. Белогорск
(комплексная выпускная квалификационная работа)

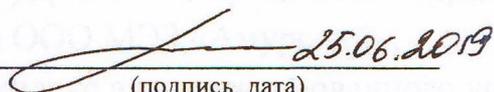
Исполнитель

студент группы 541 об

 19.06.2019. Е.Ю. Власенко
(подпись, дата)

Руководитель

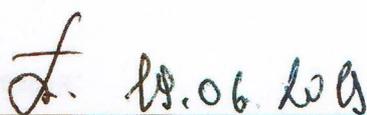
доцент, канд. техн. наук

 25.06.2019 А.Н. Рыбалев
(подпись, дата)

Консультант:

по безопасности и
экологичности

доцент, канд. техн. наук

 19.06.2019 А.Б. Булгаков
(подпись, дата)

Нормоконтроль

профессор, д-р техн. наук

 25.06.2019 О.В. Скрипко
(подпись, дата)

Благовещенск 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический
Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой

 О.В. Скрипко
подпись И.О. Фамилия

« 26 » июня 2019 г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента Власенко Елены Юрьевны

1. Тема выпускной квалификационной работы: Автоматизированная система управления процессами порционного взвешивания и розлива соевого масла на ООО МЭЗ «Амурский» в г. Белогорск (комплексная выпускная квалификационная работа)

(утверждена приказом от 15.04.19 № 847-уч.)

2. Срок сдачи студентом законченной работы _____
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе:
- рабочая и конструкторская документация ООО МЭЗ «Амурский»
 - материалы, собранные в ходе практики
4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов):
- автоматизированная система управления процессами порционного взвешивания и розлива соевого масла на ООО МЭЗ «Амурский»;
 - программно-технический комплекс автоматизированного управления процессами порционного взвешивания и розлива соевого масла;
 - безопасность и экологичность.
5. Перечень материалов приложения:
- схема технологического процесса АСУ ТП;
 - схема функциональная АСУ ТП;
 - схемы принципиальные электрических соединений;
 - спецификация к принципиальной схеме;
 - структурный алгоритм управления АСУ ТП;
 - полный алгоритм управления АСУ ТП;

- листинг программы;
- графический интерфейс.

6. Консультанты по выпускной квалификационной работе:

Безопасность и экологичность – Булгаков А.Б., доцент, канд. техн. наук

7. Дата выдачи задания 15.04.2019

Руководитель выпускной квалификационной работы: Рыбалёв Андрей Николаевич, доцент кафедры АППиЭ, канд. техн. наук.

Задание принял к исполнению (дата): 15.04.2019

ТЕМА: АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССОВ
ЦЕХА РОЗЛИВА НА МЭЗ, РАСЧЕТ И ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ,
НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА, РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО И ПРОГРАММНОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ, А ТАКЖЕ SCADA-СИСТЕМЫ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО И АВТОМАТИЧЕСКОГО
УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ И ФРАКЦИОННОГО ИЗВЕЩИВАНИЯ И РОЗЛИВА БОСОВОГО
КОСЛА.

Объект автоматизации – цех розлива ООО МЭЗ «Амурский», г. Белгород

Цель работы – анализ производственного и технологического процессов цеха розлива на МЭЗ. На основании анализа, расчет и выбор оборудования, необходимого для реализации проекта, разработка технического и программного обеспечения, а также SCADA-системы для дистанционного и автоматического управления процессами и фракционного извещения и розлива босового косла.

Для осуществления поставленной задачи, был задействован комплекс программных средств:

- Система имитационного моделирования MatLab, Simulink (для построения математической модели системы);

- 3S-Start Software, CODESYS (для программирования промышленных контроллеров и визуализации технологических процессов и оперативного управления)

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 99 с., 40 рисунков, 15 таблиц, 9 приложений, 13 источников.

СИСТЕМА РОЗЛИВА, АЛГОРИТМ, ТЕНЗОДАТЧИКИ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, РАЗРАБОТКА, ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА, СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ, ОБЪЕКТ, УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ, ВЗВЕШИВАНИЕ.

Объект автоматизации – цех розлива ООО МЭЗ «Амурский», г. Белогорск.

Цель работы – анализ производственного и технологического процессов цеха розлива на МЭЗ. На основании анализа, расчет и выбор оборудования, необходимого для реализации проекта, разработка технического и программного обеспечения, а также SCADA-системы для дистанционного и автоматического управления процессами порционного взвешивания и розлива соевого масла.

Для осуществления поставленной задачи, был задействован комплекс программных средств:

- Система имитационного моделирования MatLab, Simulink (для построения математической модели системы);
- 3S-Smart Software CODESYS (для программирования промышленных контроллеров и визуализации технологических процессов и оперативного управления).

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	10
1 Объект автоматизации	11
1.1 Общие сведения об объекте автоматизации	11
1.2 Производственный процесс	12
1.3 Технологический процесс	17
1.4 Постановка задачи	18
2 Техническая реализация АСУ ТП	19
2.1 Функциональная схема АСУ ТП	19
2.2 Выбор технических средств	21
2.2.1 Выбор пускозащитной аппаратуры	21
2.2.2 Выбор источников питания	31
2.2.3 Выбор управляющей аппаратуры	37
2.3 Разработка схем соединений	44
3 Программная реализация	51
3.1 Разработка алгоритмов управления	51
3.2 Разработка ПО ПЛК	55
4 Безопасность и экологичность	62
4.1 Безопасность	62
4.2 Экологичность	65
4.3 Чрезвычайные ситуации	67
Заключение	70
Библиографический список	71
Приложение Технологический процесс	73
Приложение Схема функциональная	74
Приложение Схема принципиальная электрическая подключения клапанов	75
Приложение Схема принципиальная электрическая обратных связей	76
Приложение Схема принципиальная электрическая весовой части	77
Приложение Схема принципиальная электрическая насосной части	78
Приложение Спецификация	79
Приложение Полный алгоритм управления	81
Приложение Листинг программы	82

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

АВ – автоматический выключатель;

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;

БП – блок питания;

КПД – коэффициент полезного действия;

МЭК – Международная электротехническая комиссия;

МЭЗ – маслоэкстракционный завод;

ПДК – предельно допустимые концентрации;

ПК – персональный компьютер;

ПЛК – промышленный логический контроллер;

ПМЛ – пускатель электромагнитный;

ПО – программное обеспечение;

ПЧ – частотный преобразователь;

ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина;

ПЭТ – полиэтилен;

РТЛ – реле тепловое;

ТМ – торговая марка;

СанПиН – санитарные правила и нормы.

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизированная система управления технологических процессов (АСУ ТП) в современном мире является неотъемлемой частью успешного конкурентоспособного предприятия. Основными преимуществами автоматизированного подхода являются ограничение труда человека в опасных условиях и исключение человеческого фактора, повышенная пропускная способность и производительность, улучшение качества и повышение надежности. Автоматизация улучшает экономику предприятия в силу значительного сокращения времени, затрачиваемого на выполнение производственных процессов, а также сокращает численность персонала [1].

В настоящее время на ООО МЭЗ «Амурский» персонал вручную управляет включением/отключением необходимых задвижек и насосов, координирует прием сырья и отгрузку готового продукта. Это существенно замедляет процессы, снижает точность и эффективность. На лицо немалые экономические потери и снижение объемов производства.

Главная цель проекта состоит в том, чтобы исключить влияние человеческого фактора на технологический процесс цеха розлива путем его автоматизации, в следствии чего увеличить точность и скорость процесса отгрузки соевого масла и значительно сократить число обслуживающего персонала.

В данной работе представлен разработанный проект автоматизации цеха порционного взвешивания и розлива соевого масла на ООО МЭЗ «Амурский».

1 ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ

1.1 Общие сведения об объекте автоматизации

ООО МЭЗ «Амурский» – предприятие Дальнего Востока по переработке зерновых и бобовых культур, производящее натуральное масло из семян сои достаточно высокого качества. Предприятие занимается производством:

- 1) гидратированного соевого масла;
- 2) рафинированного дезодорированного соевого масла;
- 3) шрота соевого пищевого;
- 4) шрота соевого кормового тостированного.

Предприятие располагается в г. Белогорске в юго-восточной части и является резидентом территории экономического развития. В настоящее время продукция завода на рынке представлена торговыми марками (ТМ) «Филевское», «Знатное семейство» и «Ладица», разливаемое в ПЭТ бутылки объемами 1, 2 и 5 литров. Отгрузка соевого шрота производится в крытые вагоны, в ж/д контейнеры 20 тонн, в автотранспорт. Для импорта сырья и экспорта готовой продукции на территории МЭЗ «Амурский» расположены сортировочная железнодорожная станция и железнодорожная ветка.

На рисунке 1 представлен генеральный план предприятия. На территории имеется элеватор с мощностью хранения более 100 000 тонн сырья (зерновых и бобовых культур). Основной производственных цех с мощностью переработки 1000 тонн сырья в сутки. Предприятие состоит из нескольких отделений (блоков) и включает в себя участки: зерно-подготовки, экстракции масла, рафинации масла, участки фасовки готовой продукции (кормового и пищевого шрота, муки соевой), участок розлива масла в крупную тару/автотранспорт.



Рисунок 1 – Общий вид предприятия ООО МЭЗ «Амурский»

ООО МЭЗ «Амурский» обладает большими перспективами на дальнейшее развитие. На сегодняшний день начато строительство нового цеха для производства полнорационных комбикормов и белково-витаминно-минеральных концентратов.

В 2020 году будет введена в эксплуатацию подстанция ПС 110/35/10 «Маслозавод».

1.2 Производственный процесс

В России существуют два основных способа переработки сои: на масло и шрот, и на соевые молочные продукты (рисунок 2). При этом как уже было сказано ранее, основная масса соевых бобов идет на переработку с целью получения масла и шрота.

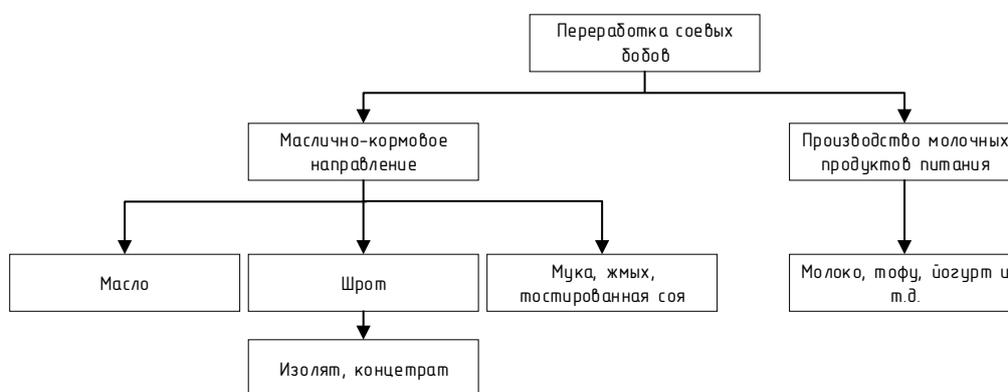


Рисунок 2 –Направления переработки соевых бобов

Для получения соевого масла и шрота на ООО МЭЗ «Амурский» используют химический способ переработки (экстракция) соевых бобов.

Первоначальная задача: принять сырье (зерновые, соя), с помощью транспортёров и нории поднять сырье наверх и переместить до необходимого силоса (всего 156 силосных корпусов). Когда его необходимо забрать, персонал открывает задвижку и по зерновым самотекам сырье попадает на транспортер и с помощью нории перемещается далее для переработки.

Процесс производства соевого масла проходит стандартизировано в 9 этапов:

1) Очистка семян от примесей

Чтобы защитить оборудование от быстрого износа и добиться высокого качества соевого масла необходимо перед последующими этапами очистить сырье от посторонних органических и минеральных веществ, попадающих при сборе соевых бобов, с помощью сепаратора.

2) Дробление сои

Соевая оболочка обладает свойством удерживать влагу, поэтому, прежде чем приступать к переработке сои, необходимо разрушить клеточную структуру семян. Бобы сои измельчаются в центробежной рушке, где происходит процесс отделения семенной оболочки от ядра, после чего разрушается клеточная структура семени для перевода масла в форму, доступную для дальнейшей технологической обработки. Нужная степень измельчения сырья (частицы размером 2-3 мм) достигается механизмами, производящими дробление, раздавливание и истирание семян.

3) Нагрев

После измельчения, сою важно высушить, так как влажность бобов очень высокая, что приводит к ухудшению их качества в процессе ее хранения. Семена сушат смесью воздуха и дымовых газов в промышленных сушилках, называемых сушильными башнями.

Для пищевой технологии, перед высушиванием сою моют водой при температуре 90 градусов, размягчая оболочку для лучшего отшелушивания.

4) Размягчение соевое оболочки

После того, как сою нагрели, ее подают в размягчитель — цилиндр, имеющий несколько уровней, между которыми находятся отверстие и лопасть, которая по кругу перемешивает продукт и часть сои проваливается непосредственно на нижний уровень, куда подается горячий пар для нагрева, и за счет нахождения сои в этом агрегате, она приобретает какое-то количества тепла и становится эластичной (чем выше температура, тем соя мягче).

5) Плющение

Соя засыпается между двумя соприкасающимися валами большого диаметра, на выходе которых получается соевый лепесток, который далее отправляется на следующий этап переработки - экстракцию.

6) Экстракция

Здесь соевый лепесток поливают пищевым растворителем (нефрас), нетоксичным для человека, который испаряется при достаточно низких температурах и не оказывает на жизнедеятельность человека никакого влияния. Этим растворителем постепенно вымывают масла.

Задача на данном этапе -максимально извлечь масла из сои. На выходе получают два продукта - мисцелла (смесь масла с растворителем) и шрот с растворителем.

7) Тостирование шрота

Далее необходимо из шрота выпарить растворитель, с помощью такого же агрегата аналогичного размягчителю. В агрегат засыпается шрот, подается пар, нагреваются уровни, по которым он движется. На одном из уровней начинает подаваться сам шрот, который поджаривается, при этом растворитель выпаривается и на выходе получается чистый шрот, готовый к фасовке.

8) Дистилляция

Мисцела подается на дистилляцию. Дистиллятор – это агрегат, производящий дистиллированную воду, путем испарения воды и дальнейшего конденсирования пара. Известно, что дистиллированная вода обладает диэлектрическими свойствами. Тот же принцип заложен в дистилляцию масла.

Сначала масло нагревается горячим маслом, мисцелла горячим маслом, потом подается пар через теплообменники (в трубах пар, а снаружи масло) происходит нагрев, растворитель начинает испаряться, далее пар подает непосредственно в масло.

Данный процесс является взрывоопасным, т.к. пары растворителя могут привести к взрыву. Для того, чтобы этого избежать, далее растворитель подается в систему рекуперации, пары растворителя улавливаются парафином, холодный парафин очень хорошо впитывает в себя растворитель. Затем парафин нагревается, растворитель выпаривается и конденсируется. Таким образом, растворитель не вылетает в атмосферу и используется в производстве циклично. На выходе мы получаем сырое масло.

9) Рафинация

Для очистки масла от примесей (некоторые группы липидов, определяющих цвет, вкус и запах масла) его подвергают рафинации, которая проводится в несколько этапов:

а) Фильтрование

При нейтрализации масел раствором NaOH свободные жирные кислоты образуют водные растворы мыла, формируя осадки. Масло и осадок разделяются в сепараторе.

б) Гидратация

Рафинация масла от некоторых групп липидов и примесей состоит из гидратации - обработка водой масла, с целью удаления фосфолипидов. После гидратации масло подсушивают, распыляя его в вакууме при остаточном давлении 2,6-5 кПа.

в) Рафинация

Этап необходим для удаления фосфорсодержащих примесей (то, что не удалось при гидратации). Удаление происходит при помощи подачи в масло кислоты, примеси набухают, опадают в осадок и при помощи сепаратора удаляются из масла. По окончании очистки вода удаляется, остается лишь рафинированное масло.

г) Отбелка

Для отбеливания масла с целью удаления жирорастворимых пигментов (каротиноидов, хлорофиллов) применяют адсорбционную очистку отбеливающими глинами ($Al_2O_3 \cdot nSiO_2$) или активным углем. Отбеливание осуществляется в распылительных адсорберах-отбеливателях. Смесь суспензии и мыла разбрызгивается с помощью распылителя, поступает на коническую распылительную тарелку и в виде тонкой пленки стекает на поверхность аппарата. Выходящая из адсорбера-отбеливателя смесь масла и суспензии разделяется фильтрованием на фильтрах-прессах.

д) Дезодорация

Для удаления из масла низкомолекулярных жирных кислот, альдегидов, кетонов и других летучих кислот, которые определяют неприятный запах и вкус масла, а также ядохимикатов, применяют дезодорацию [2].

Дезодорацию проводят в вакууме острым паром в распылительном пленочном аппарате – дезодораторе. Масло, поступающее в дезодоратор, распыляется гидравлическим распылителем в вакууме. Пленка масла стекает по вертикальным пластинам сверху вниз в куб аппарата.

В куб поступает острый пар, который подается в эжектор и барботирует через слой масла. Процесс продолжается 45 мин, температура масла на выходе +230 °С. После чего готовое масло отправляется на розлив.

В результате, на выходе этапа рафинации мы имеем 3 вида готового масла для фасовки: рафинированное дезодорированное, рафинированное и гидратированное масла.

1.3 Технологический процесс

Технологический процесс цеха розлива соевого масла начинается со взвешивания готового продукта при помощи тензодатчиков. Продукт перекачивается насосами через систему трубопроводов с задвижками, связывающих емкости весов.

В цех розлива поступает масло различных типов: гидратированное, рафинированное, рафинированное-дезодорированное, поэтому следует отметить, что смешивания продукции допускать нельзя, поэтому каждая из трех весовых емкостей предназначена только для одного типа масла.

После того, как процесс взвешивания завершен, продукт перекачивается либо на склад для хранения, либо поступает на точки отгрузки.

Склад предприятия, представляет собой резервуары для хранения масла. Для перекачивания продукта и распределения его между резервуарами предусмотрен отдельный насос, и система трубопроводов позволяющая как пополнить объемы на складе, так и перекачать масло обратно на весы для дальнейшей отгрузки.

Производительность напрямую зависит от насосов. Для щадящей перекачки, в режиме которой масло не смешивается с кислородом и не теряет качество, необходимо чтобы насосы обладали проходимостью не более 10 тонн масла в час. Класс точности применяемых весов средний, абсолютная погрешность составляет +/- 0,2%. Если перевести это значение в вес, то погрешность составит 6 кг на 30 тонн.

Поскольку весовых емкостей три, то одновременно продукт может быть отгружен на три конечные точки. Учитывая длительность смены, составляющую 11 часов, можно судить о среднем объеме перекачанного масла в смену, который составляет 330 тонн. Но данное число следует поделить пополам, так как оно включает в себя 2-часовые циклы закачки масла в весы и перекачивания его на конечные точки отгрузки. Таким образом, в одну рабочую смену на точки отгрузки поступает 165 тонн готовой продукции.

Технологический процесс взвешивания и розлива соевого масла представлен в приложении А.

1.4 Постановка задачи

Для того чтобы уменьшить время, затрачиваемое на розлив масла, заменим задвижки с ручным приводом на задвижки с пневматическим приводом одностороннего действия, также заведем их сигналы на ПЛК для осуществления полностью автоматического режима работы.

Пневматические приводы одностороннего действия имеют ряд преимуществ:

- 1) быстрота срабатывания;
- 2) простота и экономичность оборудования;
- 3) пожаробезопасность и нейтральность рабочей среды;
- 4) возврат привода в исходное положение осуществляется механической пружиной.

Предстоит выбрать задвижки, блоки концевых выключателей, приводы.

Для увеличения точности в процессе розлива, необходимо реализовать долив масла в тару до граммов. Для этого необходимо выбрать подходящие частотные преобразователи для двигателей насосов. Сигналы о запуске насосов, скорости и частоте оборотов так же должны быть заведены на ПЛК.

Важной частью проекта является выбор уровнемеров для контроля уровня масла в баках-приемниках и на весах, ПЛК, блоков питания и необходимой периферии для обеспечения дистанционного и автоматического управления процессами взвешивания и розлива готового продукта.

На основании выбранного оборудования, предстоит разработать принципиальную схему электрических соединений и перейти к этапу создания программного обеспечения автоматического управления цеха розлива.

2 ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АСУТП

2.1 Функциональная схема АСУ ТП

Предлагаемая функциональная схема автоматизации технологического процесса цеха взвешивания и розлива соевого масла представлена на рисунках 3 и 4 и в приложении Б.

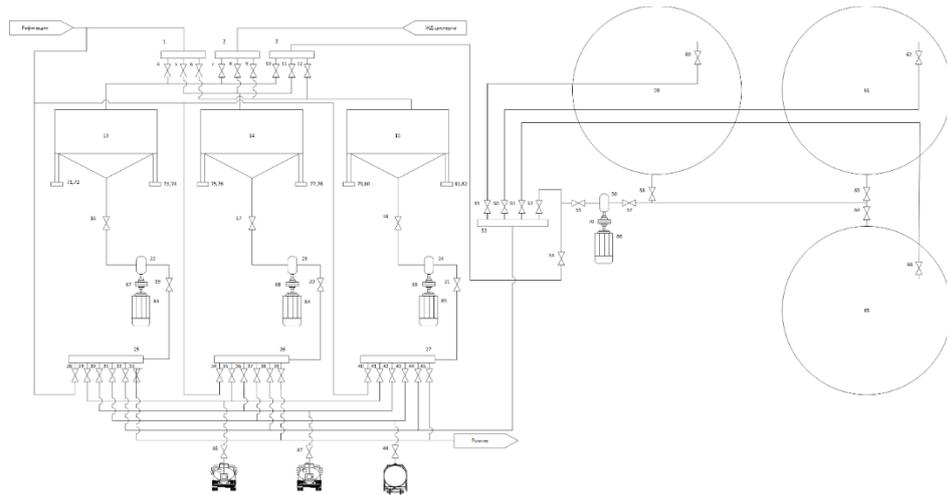


Рисунок 3 – Схема технологического процесса

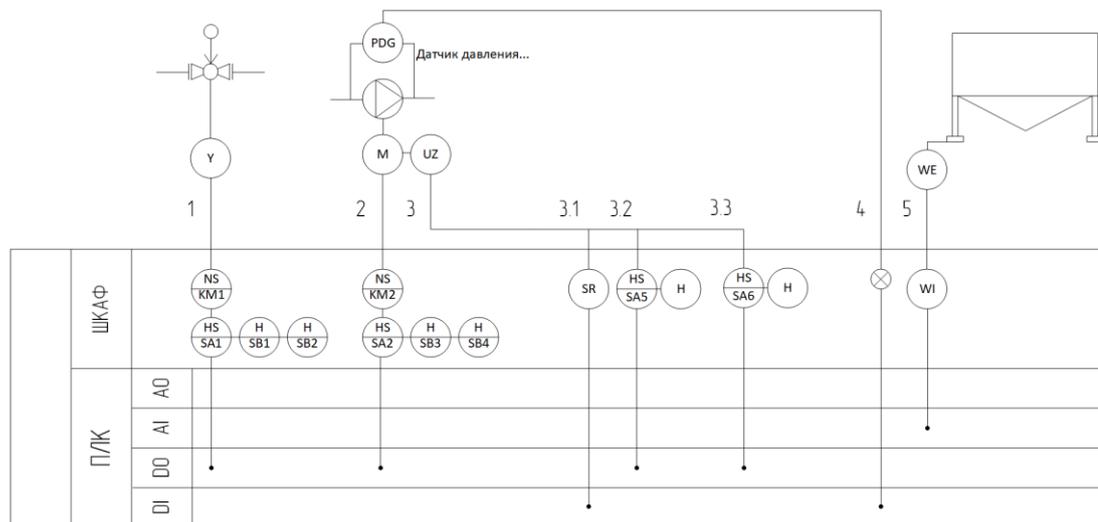


Рисунок 4 – Функциональная схема автоматизации

В данной схеме применена специальная кодировка элементов, которая приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Кодировка функциональной схемы

Номер	Код	Расшифровка
1,2,3,25,26,27,53	910, 941, 911, 907, 908, 909, 923	Гребенки
22, 23, 24, 56	904, 905, 906, 924	Насосы
13, 14, 15	901, 902, 903	Бункеры весов
59, 61, 65	927, 928, 929	Бункеры склада
71, 72, 73, 74	901.t-1, 901.t-2, 901.t-3, 901.t-4	Тензодатчики весов 901
75, 76, 77, 78	902.t-1, 902.t-2, 902.t-3, 902.t-4	Тензодатчики весов 902
79, 80, 81, 82	903.t-1, 903.t-2, 903.t-3, 903.t-4	Тензодатчики весов 903
67	904.c-1	Частотный преобразователь насоса 904
68	905.c-1	Частотный преобразователь насоса 905
69	906.c-1	Частотный преобразователь насоса 906
70	924.c-1	Частотный преобразователь насоса 924
4, 5, 6	910.z -1, 910.z -2, 910.z -3	Клапаны гребенки 910
7, 8, 9	941.z -1, 941.z -2, 941.z -3	Клапаны гребенки 941
10, 11, 12	911.z -1, 911.z -2, 911.z -3	Клапаны гребенки 911
16, 19	904.z -1, 904.z-2	Клапаны насоса 904
17, 20	905.z -1, 905.z-2	Клапаны насоса 905
18, 21	906.z -1, 906.z-2	Клапаны насоса 906
28, 29, 30, 31, 32, 33	907.z -1, 907.z -2, 907.z -3, 907.z -4, 907.z -5, 907.z -6	Клапаны гребенки 907
34, 35, 36, 37, 38, 39	908.z -1, 908.z -2, 908.z -3, 908.z -4, 908.z -5, 908.z -6	Клапаны гребенки 908
40, 41, 42, 43, 44, 45	909.z -1, 909.z -2, 909.z -3, 909.z -4, 909.z -5, 909.z -6	Клапаны гребенки 909
46, 47, 48	950.z -1, 950.z -2, 950.z -3	Клапаны точек отгрузки
49, 50, 51, 52, 54	923.z -1, 923.z -2, 923.z -3, 923.z -4, 923.z -5, 923.z -6	Клапаны гребенки 923
55, 57	924.z -1, 924.z -2, 924.z -3, 924.z -4, 924.z -5, 924.z -6	Клапаны гребенки 924
60, 58	927.z -1, 927.z -2	Клапаны бункера 927
62, 63	928.z -1, 928.z -2	Клапаны бункера 928
64, 66	929.z -1, 929.z -2	Клапаны бункера 929
83	904.m-1	Двигатель насоса 904
84	905.m-1	Двигатель насоса 905
85	906.m-1	Двигатель насоса 906
86	924.m-1	Двигатель насоса 924

В шкафу управления устанавливаются:

- коммутирующая аппаратура приводов задвижек, двигателей насосов и их кнопки;

- переключатели режимов управления коммутирующей аппаратуры (ручной/ автоматический);
- кнопки ЧП «Пуск», «Стоп»;
- устройство отображения скорости двигателя насоса;
- лампы индикации работы насоса;
- весовой терминал.

2.2 Выбор технических средств

Для оборудования (исполнительных механизмов, измерительных преобразователей и датчиков, средств человеко-машинного интерфейса), выбранного Карташовой В.Д., необходимо осуществить расчет и подбор пускозащитной аппаратуры, и для автоматического управления выбрать соответствующую управляющую аппаратуру.

2.2.1 Выбор пускозащитной аппаратуры

Для осуществления пуска, реверса или принудительной остановки асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором используются контакторы и магнитные пускатели.

Электромагнитный пускатель ПМЛ представляет собой модифицированный контактор, универсальное крепление которого позволяет монтировать пускатели как на DIN-рейку, так и с помощью болтов.

Магнитные пускатели выпускаются на определенный номинальный ток, из ряда: 6.3 А, 10 А, 25 А, 40 А, 63 А, 100 А, 160 А и 250 А [9].

Для выбора магнитного пускателя для запуска насосов необходимо рассчитать номинальный ток пускателя по формуле (1):

$$I_{ном} = \frac{P}{\sqrt{3}U\eta \cdot \cos \varphi}, \quad (1)$$

где η – КПД %,

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности,

P – мощность двигателя номинальная, Вт;

U – рабочее напряжение (коммутируемое), В;

Подставив значения, получим:

$$I_{ном} = \frac{22000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,905 \cdot 0,84} = 43,97 \text{ A} \quad (2)$$

В результате отбора пускателя с номинальным током более чем 44 А, с категорией применения АС-3, был выбран ПМЛ-4100-63А-220АС-УХЛ4-Б-КЭАЗ (рисунок 5), технические характеристики которого приведены в таблице 2 [14].



Рисунок 5 - ПМЛ-4100-63А-220АС-УХЛ4-Б-КЭАЗ

Ток, потребляемый катушкой ПМЛ-4100, можно рассчитать по формуле (3):

$$I = \frac{P}{U} \quad (3)$$

Подставив значения, получим:

$$I_{KM} = \frac{60}{220} = 0,3 \text{ А} \quad (4)$$

Таблица 2 - Технические характеристики ПМЛ-4100-63А-220АС-УХЛ4-Б-КЭАЗ

Характеристика	Значение
Наименование	ПМЛ-4100
Род тока главной цепи	Переменный (АС)
Номинальный ток, А	63
Напряжение катушки управления, В	220
Степень защиты	IP00
Количество силовых Полюсов	3
НО контактов	3
Мощность, потребляемая катушкой включение, Вт / удержание, Вт	60/11
Мощность двигателя для категории АС-3, 380В, кВт	30

Преимущества выбранных контакторов заключаются в следующем:

1) Реализация любых технических решений

- широкая линейка контакторов на токи от 10 до 400 А;

- возможность увеличения количества вспомогательных контактов благодаря наличию приставок.

2) Обеспечение надежной работы и безопасности в эксплуатации

- надежное фиксирование проводников любой формы, предотвращение самооткручивания;

- применение контакторов серии ПМЛ с катушкой управления на постоянном токе обеспечивает эффективное энергосбережение [12].

Электротепловые реле серии РТЛ предназначены для использования с контактором серии ПМЛ и обеспечивают защиту электродвигателей и других нагрузок (цепей освещения, нагревательных цепей) от перегрузки и несимметричных режимов работы. Реле оснащены дополнительными контактами - размыкающим для отключения контактора и замыкающим для сигнализации срабатывания.

Согласно таблице 3 подбора теплового реле по мощности электродвигателя, выбираем теплое реле для двигателей насосов РТЛ-2057, представленный на рисунке 6. Технические характеристики РТЛ-2057 приведены в таблице 4.

Таблица 3 – Таблица подбора теплового реле

Номинальный ток пускателя, А	Тип реле	Диапазон регулирования тока несрабатывания, А	Мощность электродвигателя, кВт, 380 В.
10	РТЛ-1007	1,5 ... 2,6	0,75
	РТЛ-1008	2,4 ... 4	1,5
	РТЛ-1010	3,8 ... 6	2,2
	РТЛ-1012	5,5 ... 8	3
	РТЛ-1014	7 ... 10	4
25	РТЛ-1016	9,5 ... 14	5,5
	РТЛ-1021	13 ... 19	7,5
	РТЛ-1022	18 ... 25	11,0
40	РТЛ – 2053	23 ... 32	15
	РТЛ - 2055	30 ... 41	18,5
63	РТЛ - 2057	38 ... 52	22
	РТЛ-2059	47 ... 64	25
	РТЛ-2061	54 ... 74	30



Рисунок 6 - РТЛ-2057-2-100А-(37-50А)-УХЛ4-КЭАЗ

Таблица 4 - Технические характеристики РТЛ-2057

Характеристика	Значение
Обозначение типа исполнения	РТЛ-2057
Номинальный ток, А	100
Диапазон токовой установки, А	37-50
Потребляемая мощность одним полюсом реле, Вт, не более	3,5
Мощность электродвигателя, кВт, при напряжении 380 В, 50/60 Гц	22
Номинальное сечение присоединяемых проводов, мм	16,0
Потребляемый ток, А	0,03

Соленоид распределителя с электрическим и пневматическим управлением серии NA (рисунок 7), технические характеристики которого представлены в таблице 5, соответствует стандарту DIN 40050 и имеет площадку для электрического подключения по стандарту DIN 43650 (EN 175301-803) [8].

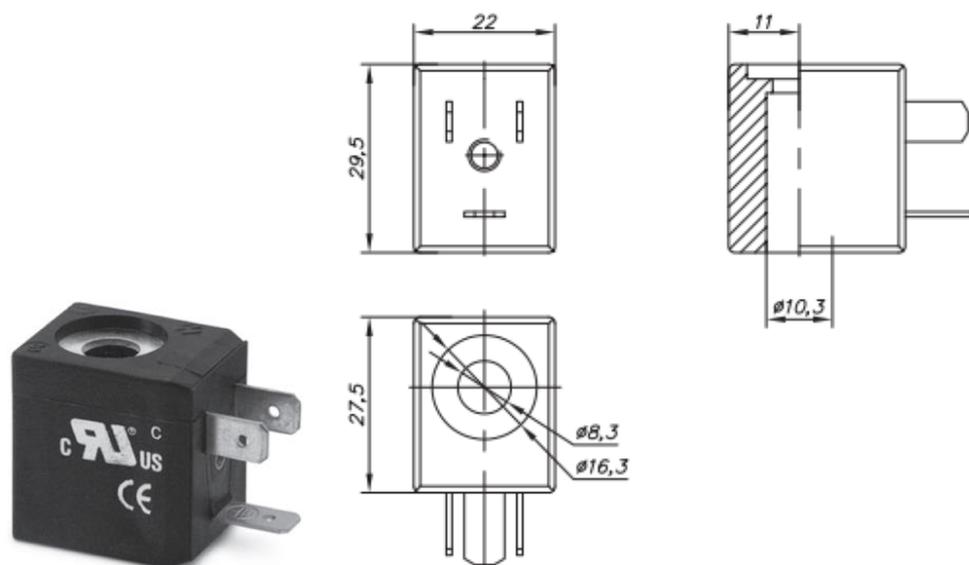


Рисунок 7 – Соленоид модели А7

Таблица 5- Технические характеристики соленоида А7

Характеристика	Значение
Напряжение DC, В	24
Мощность, Вт	3

Ток, потребляемый соленоидом, рассчитаем по формуле (3):

$$I_{\gamma} = \frac{3}{24} = 0,125 \text{ А} \quad (5)$$

Далее необходимо выбрать промежуточное реле, обеспечивающее замыкание/размыкание независимых друг от друга цепей управления клапанами. В качестве реле К1 – К100 выбраны промежуточные реле общепромышленные TeSys CA4K, представленный на рисунке 8. Технические характеристики реле приведены в таблице 6.

Общепромышленное промежуточное реле серии KIPPRIBOR RP используется в качестве развязывающего (согласующего) элемента между

управляющим устройством (терморегулятором, контроллером и пр.) и коммутационным элементом исполнительного устройства, а также для построения схем релейной логики [10].



Рисунок 8 – CA4KN313BW3

Таблица 6 - Технические характеристики промежуточного реле CA4K

Характеристика	Значение
Наименование изделия	TeSys CAK
Конфигурация главных контактов	3 Н.О. + 1Н.З
Напряжение цепи управления, В, пост.ток	24
Рабочая частота, цикл/ч	6000
Мощность, Вт	
Пусковая	1,8
Потребляемая при удержании	1,8
Минимальное коммутируемое напряжение, В	17
Минимальный коммутируемый ток, мА	5

Ток, потребляемый реле, рассчитаем по формуле (3):

$$I_Y = \frac{1,8}{24} = 0,075 \text{ А} \quad (6)$$

Автоматический выключатель (АВ) – это электромеханический коммутационный аппарат, позволяющий включать/отключать питание потребителя при нормальном режиме работы, обеспечивает защиту электрооборудования от токов короткого замыкания и перегрузки (перегревания). Частое отключения в ручном режиме нежелательно, так как АВ имеют заявленное число коммутаций [11].

Выбор номинала автомата по току осуществляется на основании известного значения максимального расчетного рабочего тока, на который рассчитана защищаемая электропроводка. Значение номинала автомата подбирается таким образом, чтобы значение рабочего тока, допускаемое автоматическим выключателем, не превышало расчетного значения тока, допускаемого для защищаемой электропроводки. Выбор номинала автоматического выключателя по току можно так же определить, как подбор автомата по току.

Для трехфазной сети, выбор автоматических выключателей SF1- SF8 на двигатели насосов по мощности осуществляется по формуле (7):

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} \quad (7)$$

Где P – Общая потребляемая мощность, Вт;

$\cos \varphi$ - коэффициент мощности, указывается на шилдике (табличке) двигателя;

U_n - напряжение сети, В.

Подставив значения, получим:

$$I = \frac{22000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,84} = 39,8A \quad (8)$$

Ток автоматического выключателя выбирается с небольшим запасом. Выбираем автоматический выключатель RX3 3 фазы 40А 3М (Тип С) 4,5 кА, который представлен на рисунке 9.



Рисунок 9 – Автоматический выключатель RX3 3 фазы 40А 3М

Преимущества выбранных автоматических выключателей заключаются в следующем:

- замечательная устойчивость к износу в электрическом и механическом отношении;
- простой монтаж на DIN-рейку;
- наличие трех защищенных полюсов.

Технические характеристики автоматического выключателя RX3 представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Технические характеристики

Характеристика	Значение
1	2
Производитель	Legrand
Напряжение, В	220/400
Диапазон рабочей температуры, град. С	от -25 до +70
Крепление	на DIN-рейку

1	2
Номинальный ток, А	40
Степень защиты	IP20
Количество полюсов	3
Количество модулей	3
Номинальная частота, Гц	50/60
Кривая отключения	C
Отключающая способность, кА	4.5

Так как автоматический выключатель SF9 защищает цепи управления и необходимо подключить несколько потребителей электроэнергии, то требуется рассчитать сумму токов, потребляемых катушками магнитных пускателей, подключенных на этом участке цепи:

$$I = I_{KM1} + I_{KM2} + I_{KM3} + I_{KM4} + I_{KM5} + I_{KM6} + I_{KM7} + I_{KM8} \quad (9)$$

Так как магнитные пускатели для всех двигателей цепи идентичные, то формула (8), может быть представлена следующим образом:

$$I = 8 \cdot I_{KM1-8} \quad (10)$$

Подставив значение, полученное в формуле (4), найдем общий ток, потребляемый в цепи управления:

$$I = 8 \cdot 0,3 = 2,4 \text{ А}$$

Выбираем автоматический выключатель 1-полюсный LEGRAND DX3 6000, 3А (класс В, 10кА), предназначенный для использования на

производственных помещениях для защиты линий от больших токов. Технические характеристики АВ приведены в таблице 8, внешний вид представлен на рисунке 10.



Рисунок 10 – автоматический выключатель LEGRAND DX3 6000, 3А

Таблица 8 - Технические характеристики

Характеристика	Значение
Номинальное напряжение частотой 50 Гц, В	220/400
Номинальный ток I_n , А	3
Номинальная отключающая способность, кА	10
Характеристики срабатывания электромагнитного расцепителя	В

2.2.2 Выбор источников питания

Для питания модулей S7-300, а также датчиков и исполнительных устройств необходимо рассчитать суммарные токи потребления и по полученным результатам подобрать соответствующие источники питания.

Потребляемый ток модуля вывода дискретных сигналов SM 322-1BP00-0AA0, к которому подключена цепь управления клапанами, можно рассчитать по формуле (11):

$$I = 100 \cdot (I_{K1-100} + I_{Y1-100}) \quad (11)$$

Подставив значения, получим:

$$I = 100 \cdot (0,075 + 0,125) = 20 \text{ А} \quad (12)$$

Для питания данного участка выберем 2 БП производителя Siemens PS 307 с выходным током 10А, представленный на рисунке 11.



Рисунок 11 - PS 307 с выходным током 10А,

Блок питания PS 307; 10А отличается следующими свойствами:

Выходной ток 10 А;

Выходное напряжение 24 В пост. тока; регулируемое, устойчивое при коротком замыкании и холостом ходе;

Подключение к однофазной системе переменного тока (номинальное входное напряжение 120/230 В перем.тока, 50/60Гц);

Надежная гальваническая развязка в соответствии с EN 60 950;

Может быть использован как источник питания нагрузки [13].

Принципиальная схема и технические данные PS 307;10A приведены на рисунке 12 и в таблице 9 соответственно.

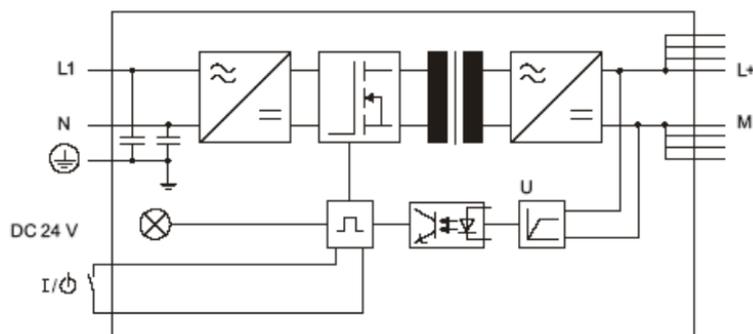


Рисунок 12 – Принципиальная схема PS 307;10A

Таблица 9 - Технические данные PS 307;10A

Характеристика	Значение
Входное напряжение, В	120/230 перем.тока
Частота сети, Гц	
Номинальное значение	50/60
Допустимый диапазон	47 ... 63
Номинальный входной ток при 230В/120В, А	1,7/3,5
Пусковой ток, А	55
Выходное напряжение, В	
Номинальное значение	24В пост.тока
Допустимый диапазон	24В ±5%, устойчиво без нагрузки
Выходной ток, А	10
Потребляемая мощность, Вт	270

Потребляемый ток модуля вывода дискретных сигналов SM 322-1НН01-0АА0, к которому подключена цепь управления насосами, можно рассчитать по формуле (13):

$$I = 8 \cdot (I_{KM1-8} + I_{KK1-8}) \quad (13)$$

Подставив значения, получим:

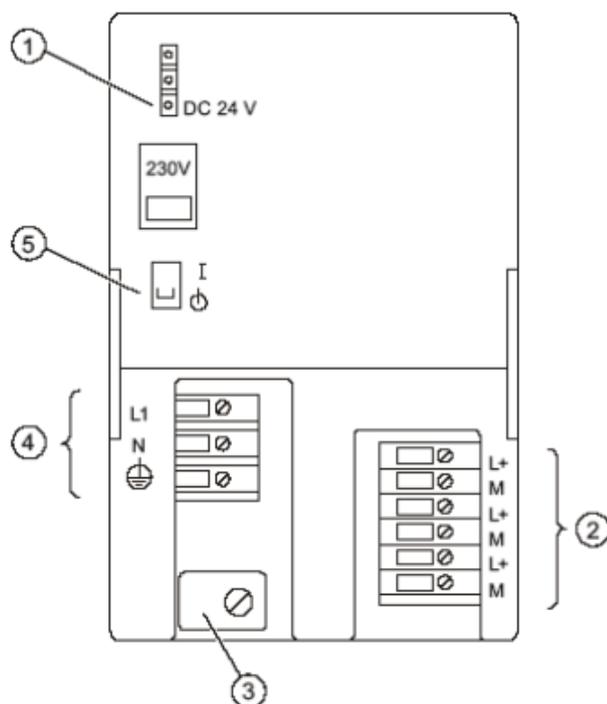
$$I = 8 \cdot (0,3 + 0,03) = 2,64 \text{ А} \quad (14)$$

Для питания данного участка хватит БП производителя Siemens PS 307 с выходным током 5А, представленного на рисунке 13.



Рисунок 13 - PS 307 с выходным током 5А

Схема подключения и технические данные PS 307;5А приведены на рисунке 14 и в таблице 10 соответственно.



- ① Индикатор наличия выходного напряжения 24 В пост. тока
- ② Клеммы для выходного напряжения 24 В пост. тока
- ③ Компенсатор натяжения проводов
- ④ Клеммы для подключения сетевого напряжения и защитного провода
- ⑤ Выключатель напряжения 24 В пост. тока
- ⑥ Переключатель для выбора сетевого напряжения

Рисунок 14 –Схема соединений PS 307;5А

Таблица 10 - Технические данные PS 307; 5А

Характеристика	Значение
1	2
Входное напряжение, В	120/230 перем.тока
Частота сети, Гц	
Номинальное значение	50/60
Допустимый диапазон	47 ... 63
Номинальный входной ток при 230В/120В, А	1/2
Пусковой ток, А	45

1	2
Выходное напряжение, В Номинальное значение Допустимый диапазон	24В пост.тока 24В ±5%, устойчиво без нагрузки
Выходной ток, А	5
Потребляемая мощность, Вт	138

Потребляемый ток центрального процессора CPU 313C-2PtP, к которому подключена цепь управления весовыми терминалами и преобразователи дифференциального давления, можно рассчитать по формуле (15):

$$I = 6 \cdot I_{WT} + 8 \cdot I_{PS}, A \quad (15)$$

Подставив значения, получим:

$$I = 6 \cdot 0,4 + 8 \cdot 0,02 = 2,56 A \quad (16)$$

Потребляемый ток модулей ввода дискретных сигналов SM 321-1BP00-0AA0, к которому подключена цепь с обратными связями, можно рассчитать по формуле (17):

$$I = 224 \cdot I_{FB} + 108 \cdot I_{HL}, A \quad (17)$$

Подставив значения, получим:

$$I = 224 \cdot 0,005 + 108 \cdot 0,02 = 3,38 A \quad (18)$$

Из выше представленных расчетов, следует, что в роли блоков питания для модуля SM 321-1BP00-0AA0 и центрального процессора CPU 313C-2PtP можно использовать БП PS 307 с выходным током 5А.

2.2.3 Выбор управляющей аппаратуры

В качестве управляющего устройства выбран универсальный модульный программируемый контроллер S7 300 (рисунок 15) для решения задач автоматического управления средней степени сложности.



Рисунок 15 – Программируемый контроллер S7 300

Модульная конструкция, работа с естественным охлаждением, возможность применения структур локального и распределенного ввода-вывода, широкие коммуникационные возможности, множество функций, поддерживаемых на уровне операционной системы, удобство эксплуатации и обслуживания позволяют получать рентабельные решения для построения систем автоматического управления в различных секторах промышленного производства [13].

В программируемых контроллерах S7 300 может использоваться широкий спектр центральных процессоров стандартного или специализированного назначения.

Преимущества S7 300:

Модульная конструкция. Широкий спектр сигнальных, функциональных и коммуникационных модулей для максимальной адаптации к требованиям решаемой задачи;

Поддержка систем локального и распределенного ввода-вывода;

Широкие коммуникационные возможности, простое включение в различные сетевые структуры, поддержка информационных технологий;

Использование широкой гаммы центральных процессоров различной производительности. Решение стандартных задач автоматического управления различной степени сложности. Поддержка ряда функций на уровне операционной системы центрального процессора;

Удобная конструкция, отсутствие буферных батарей, работа с естественным охлаждением, минимальные затраты на эксплуатацию;

Свободное наращивание возможностей при модернизации системы.

Рассмотрим подробнее, используемые модули.

1) Центральный процессор CPU 313C-2PtP

Центральный процессор без встроенных каналов ввода-вывода, ориентированный на решение стандартных задач автоматического управления. Позволяет использовать в системе локального ввода-вывода весь спектр сигнальных, функциональных и коммуникационных модулей S7-300.

CPU 313C предназначен для построения небольших систем управления со скоростной обработкой информации и характеризуется показателями:

Рабочая память 128 Кбайт;

До 31 модуля S7-300 на систему локального ввода-вывода;

24 встроенных дискретных входа, 16 дискретных выходов, 4 аналоговых входа для измерения унифицированных сигналов силы тока или напряжения;

1 аналоговый вход для подключения датчика температуры Pt100 и 2 аналоговых выхода;

Встроенные функции скоростного счета, измерения частоты или длительности периода, формирование импульсных выходных сигналов, встроенный SFB ПИД-регулирования;

Встроенный интерфейс MPI.

Технические характеристики представленного модуля приведены в таблице 11.

Таблица 11 - Технические данные CPU 313C-2PtP

Характеристика	Значение
Номинальное значение напряжение, В	24
Потребляемый ток, мА	
Номинальный	700
На холостом ходу	100
Потери мощности, типовое значение, Вт	10
Пусковой ток, А	11
Рабочая память для выполнения программы и хранения данных (встроенная RAM), кбайт	128

На рисунок 16 представлена схема подключения внешних цепей CPU 313C-2PtP.

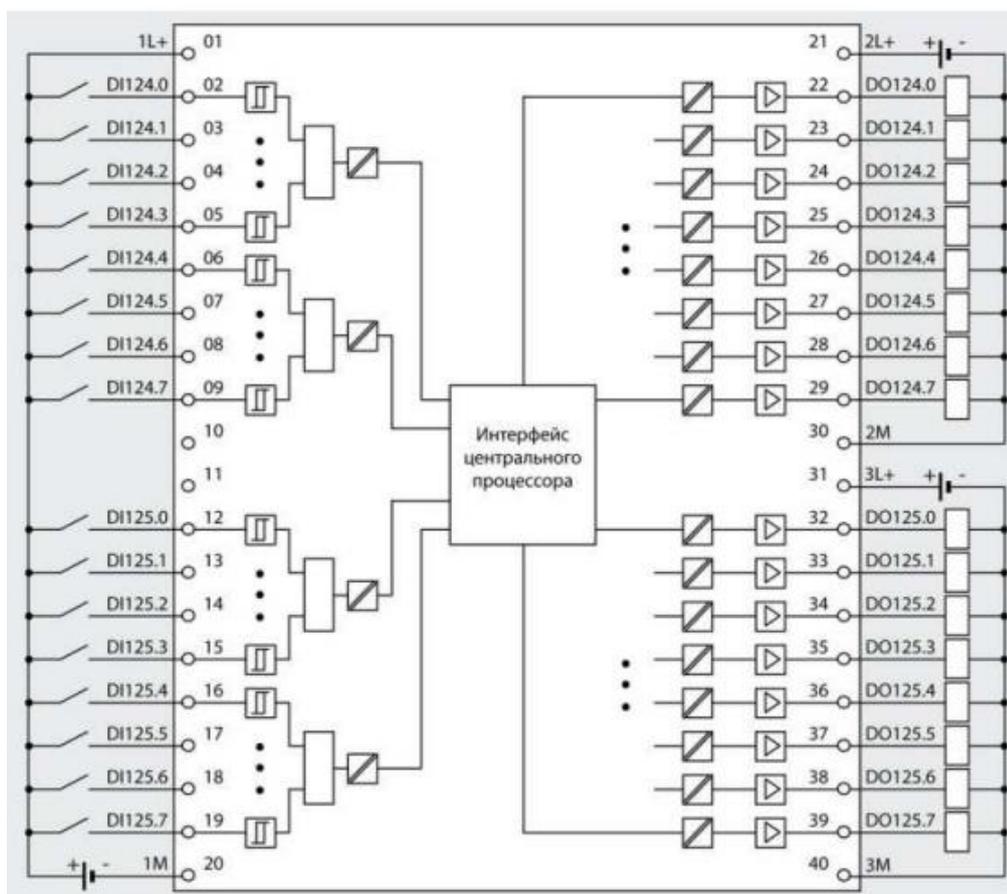


Рисунок 16 – Схема подключения внешних цепей CPU 313C-2PtP

2) Модуль ввода дискретных сигналов SM 321 6ES7 321-1BP00-0AA0

Модули ввода дискретных сигналов SM 321 предназначены для преобразования входных дискретных сигналов контроллера с различными электрическими параметрами в его внутренние логические сигналы. К входам модулей могут подключаться контактные или бесконтактные датчики. Они могут работать в системах локального ввода-вывода ПЛК S7-300 всех модификаций, а также в станциях систем распределенного ввода-вывода ET 200M.

Технические характеристики рассматриваемого модуля представлены в таблице 12.

Таблица 12 - Технические данные модуля ввода дискретных сигналов SM 321 6ES7 321-1BP00-0AA0

Характеристика	Значение
Номинальное входное напряжение, В	24
Количество входов	64: 4 группы по 16 входов
Схемы подключения датчиков	2-проводные схемы подключения контактных датчиков
Пусковой ток, А	11

Схема подключения внешних цепей представлена на рисунке 17.

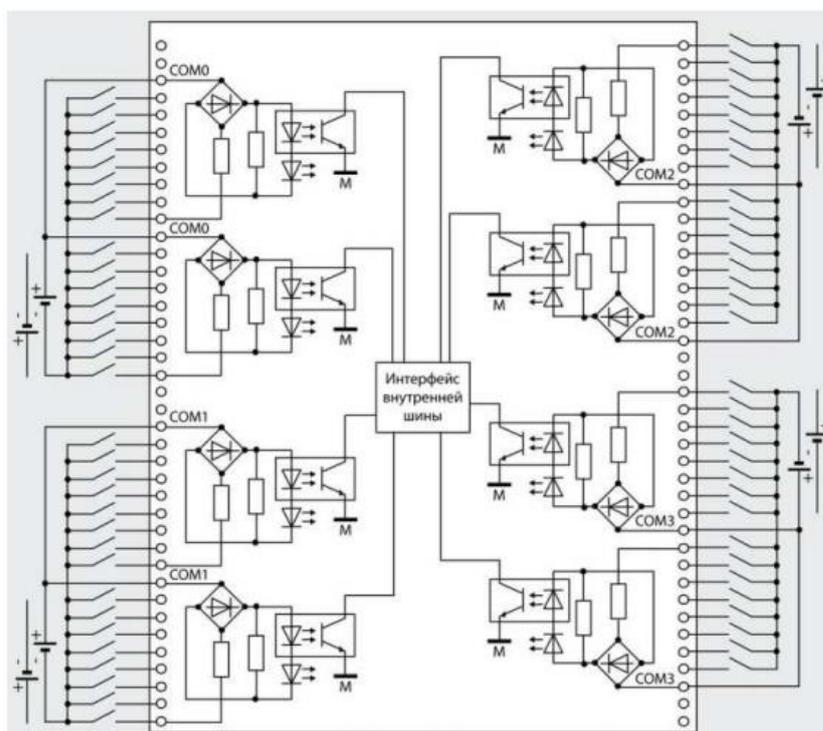


Рисунок 17 – Схема подключения внешних цепей SM 321 6ES7 321-1BP00-0AA0

3) Модуль вывода дискретных сигналов SM 322 6ES7-322-1BP00-0AA0

Модули вывода дискретных сигналов SM 322 предназначены для преобразования внутренних логических сигналов контроллера в его входные дискретные сигналы с различными электрическими параметрами. К выходам модулей могут подключаться исполнительные устройства или их коммутационные аппараты. Модули SM 322 могут работать в системах локального ввода-вывода ПЛК S7-300 всех модификаций, а также в станциях распределённого ввода-вывода ET 200M.

Технические характеристики рассматриваемого модуля представлены в таблице 13.

Таблица 13 - Технические данные модуля вывода дискретных сигналов SM 322 6ES7-322-1BP00-0AA0

Характеристика	Значение
Номинальное входное напряжение, В	24
Количество входов	64: 4 группы по 16 входов
Номинальный ток одного выхода, А	0,3

Схема подключения внешних цепей представлена на рисунке 18.

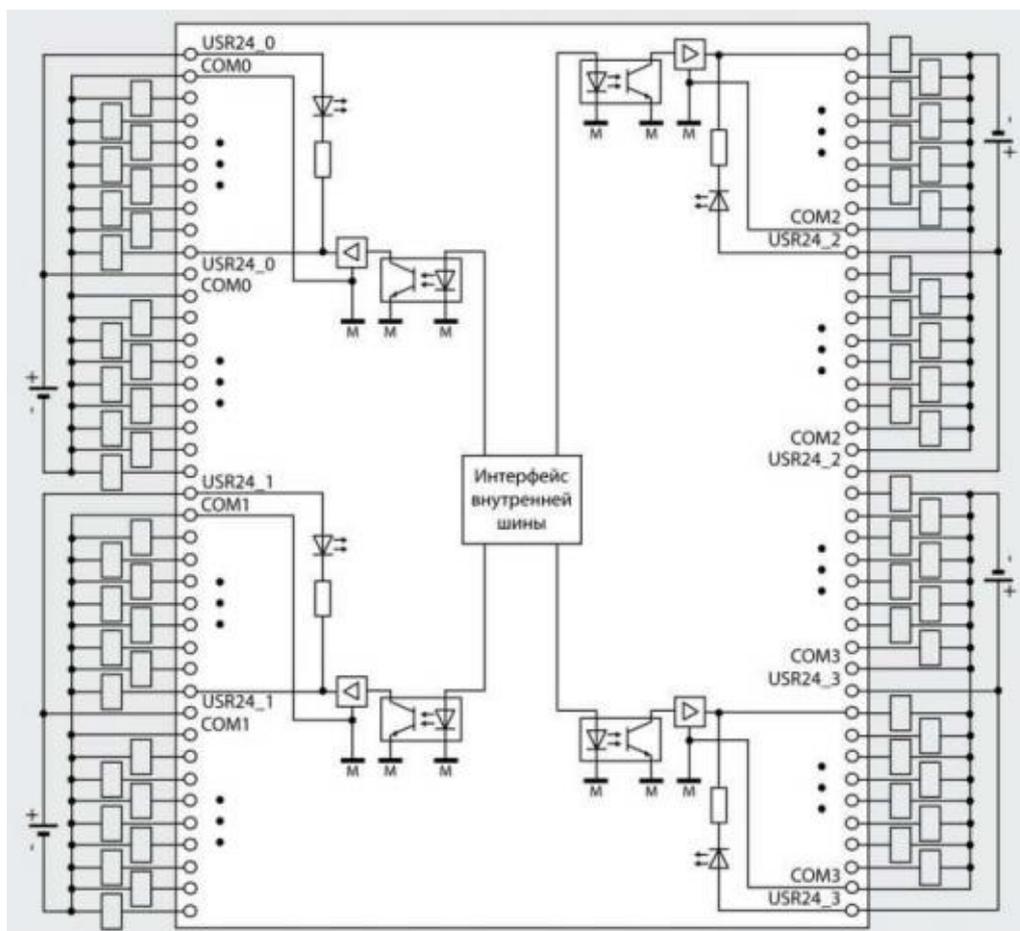


Рисунок 18 – Схема подключения внешних цепей SM 322 6ES7-322-1BP00-0AA0

4) Модуль вывода дискретных сигналов SM 322 6ES7-322-1BH01-0AA0

Технические характеристики рассматриваемого модуля представлены в таблице 14.

Таблица 14 - Технические данные модуля вывода дискретных сигналов SM 322 6ES7-322-1BH01-0AA0

Характеристика	Значение
Номинальное входное напряжение, В	24
Количество входов	16: 2 группы по 8 входов
Номинальный ток одного выхода, А	2,0

Схема подключения внешних цепей представлена на рисунке 19.

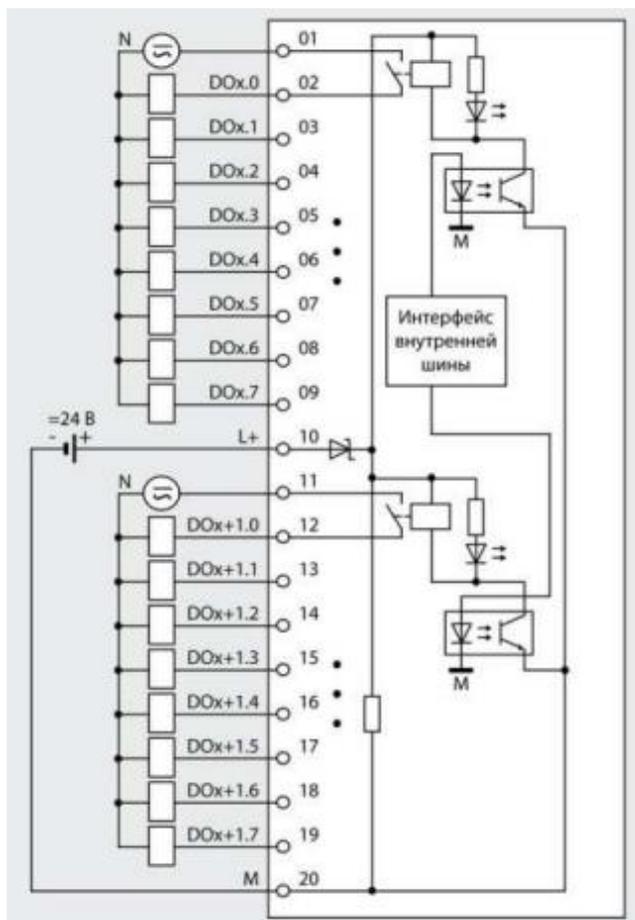


Рисунок 19 – Схема подключения внешних цепей SM 322 6ES7-322-1BH01-0AA0

2.3 Разработка схем соединений

В данном пункте индивидуально рассмотрим принципы подключения каждого элемента системы. Полные электрические схемы системы приведены в приложениях В, Г, Д и Е. Спецификация к электрическим схемам представлена в таблице 15 и в приложении Ж.

Для работоспособности системы в автоматическом управлении необходимо все устройства подключить к ПЛК, который будет решать все задачи автоматического управления процессов взвешивания и розлива масла. Подключение производится к дискретным выводам контроллера DI/DO.

Немаловажным элементом электрических схем является блок питания, преобразующий переменное напряжение сети в постоянный ток. Схема подключения БП и устройств (на примере, преобразователя дифференциального давления) к ПЛК приведена на рисунке 20.

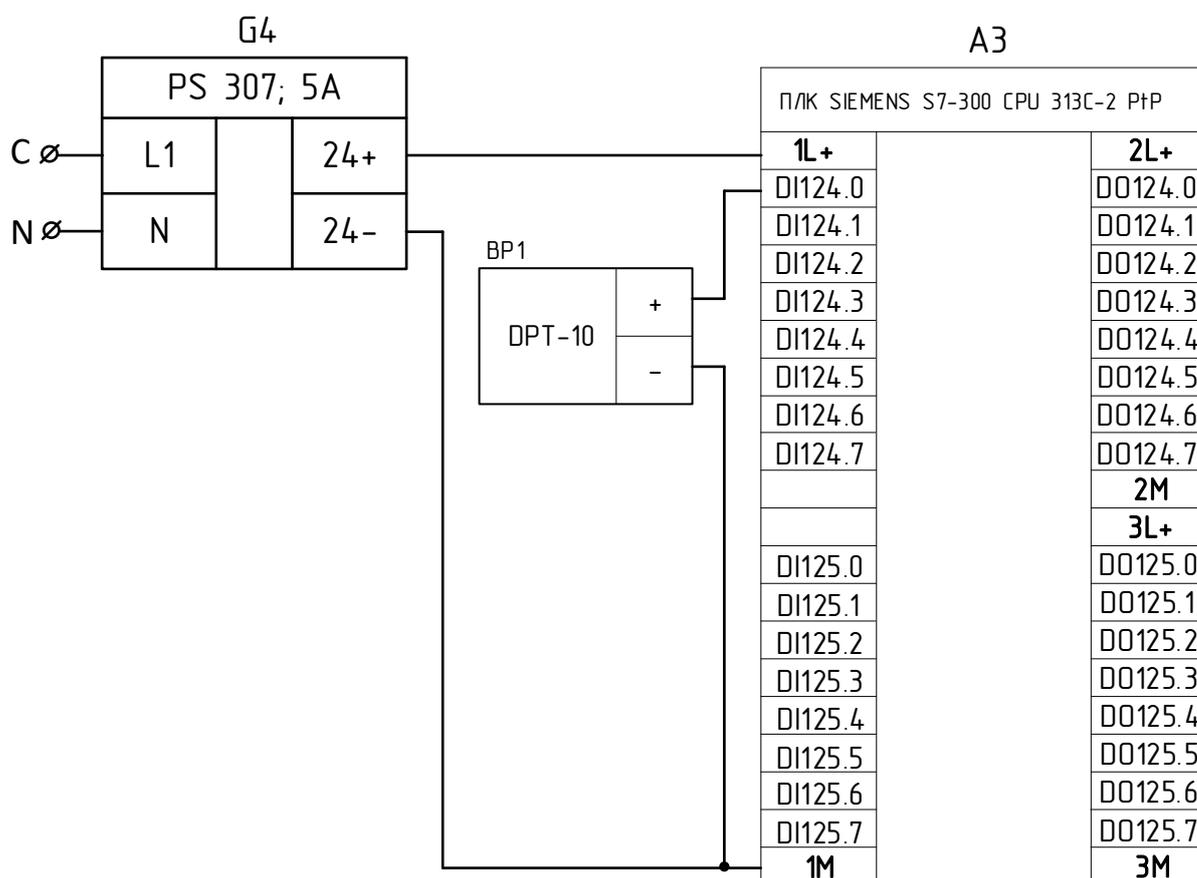


Рисунок 20 – Подключение БП и устройств к ПЛК

Типовая схема подключения трёхфазного электродвигателя состоит из самого электродвигателя, магнитного пускателя и защиты от сверхтоков (автоматический выключатель - автомат).

Схемы подключения могут быть разными, в зависимости от магнитного пускателя, точнее от рабочего напряжения его катушки (220 в или 380 в), от наличия теплового реле, подключаемое последовательно с катушкой пускателя. Превышения тока, потребляемого электродвигателем, вызывает

размыкание контактов теплового реле, что приводит к обесточиванию катушки и отключению электродвигателя.

Преобразователь частоты переменного тока позволяет модулировать частоту для того, чтобы регулировать скорость вращения вала электрического двигателя. Из соображений безопасности эксплуатации прибора, при подключении ПЧ к сети питания, обязательно нужно устанавливать защитный автомат перед ПЧ. Принцип подключения цепей управления частотного преобразователя не является универсальным, поэтому нужно соблюдать указания, указанные в инструкции к конкретному ПЧ [1].

Схема подключения трёхфазного электродвигателя с частотным преобразователем приведена на рисунке 21.

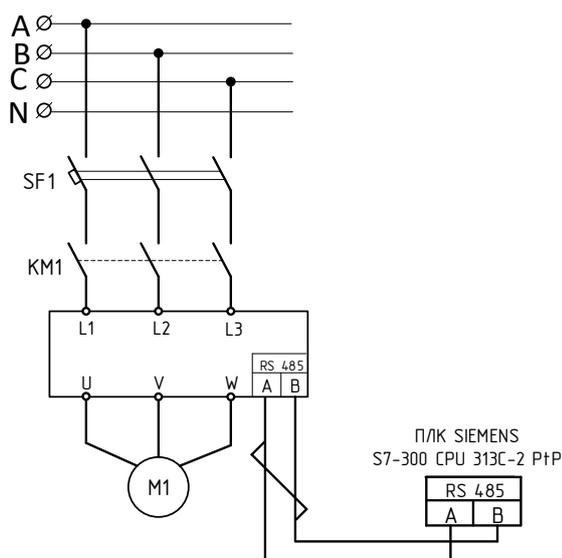


Рисунок 21 – Силовая цепь подключения асинхронного двигателя с ПЧ по интерфейсу RS485

Схема подключения кнопок и реле для всех идентична и приведена на рисунке 22. Диод V1 и V2 на рисунке защищает ключи от перенапряжения при коммутациях. Переключатель SA1 управляет работой системы (автоматическое/ручное управление).

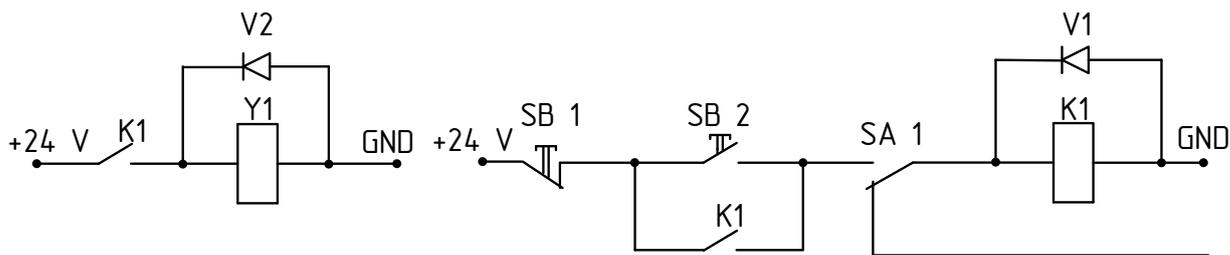


Рисунок 22– Цепь управления клапанами

Существует два варианта схем подключения тензодатчиков веса к весовому терминалу или индикатору - 4-х проводная и 6-ти проводная схемы.

В зависимости от типов весов, грузоприемное устройство устанавливается на разное количество тензодатчиков. В нашем случае, резервуар для взвешивания масла размещается на четырех тензодатчиках. Для подключения группы тензодатчиков применяют суммирующие платы XT1, которые позволяют не только объединить сигналы с тензодатчиков, но и произвести выравнивание угловых нагрузок за счет добавочных резисторов, включаемых в цепь сигнала датчиков. На рисунке 23 представлена 4-х проводная схема подключения.

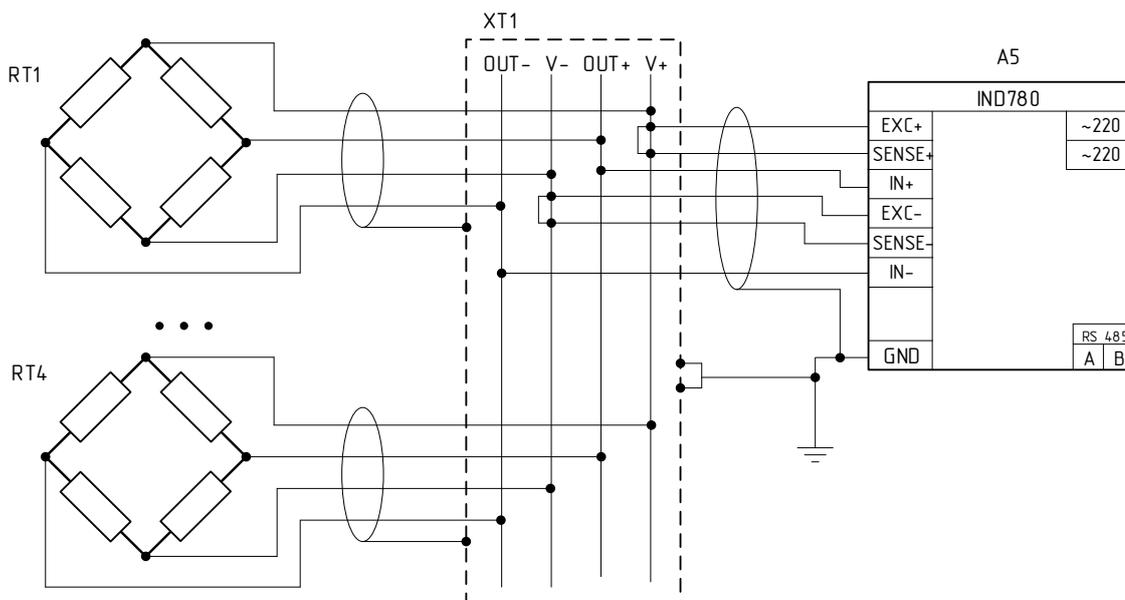


Рисунок 23 – Подключение тензодатчиков к весовому терминалу

Данная схема подключения удобна в использовании, когда нет необходимости в изменении длин кабелей тензодатчиков, а также нет надобности в температурной компенсации изменения сопротивления питающего кабеля, вследствие изменения температуры окружающей среды. Данная схема проста в монтаже, можно использовать данную схему подключения 4-х проводных тензодатчиков.

Таблица 15 – Спецификация

Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
1	2	3	4
A1	SM 322 6ES7-322-1BP00-0AA0	2	Модуль вывода дискретных сигналов, 64 выводов
A2	SM 321 6ES7-321-1BP00-0AA0	4	Модуль ввода дискретных сигналов; 64 ввода
A3	CPU 313C-2PtP	1	Центральный процессор
A4	SM 322 6ES7-322-1BH01-0AA0	1	Модуль вывода дискретных сигналов; 16 выводов
A5-A10	Весовой терминал IND780	6	
BP1-BP8	DPT-10	8	Преобразователь дифференциального давления

1	2	3	4
G1, G2	Siemens PS 307, 10 А (6ES7307-1KA00-0AA0)	2	Блок питания 10 А
G3, G4, G5	Siemens PS 307, 5 А (6ES7307-1EA00-0AA0)	3	Блок питания 5 А
HL1-HL108		108	Лампа светодиодная, зеленого цвета
K1-K100	Промежуточное реле TeSys CA4K	100	
KK1-KK8	РТЛ-2057-2-100А-(37-50А)-УХЛ4-КЭАЗ	8	Тепловое реле
KM1-KM8	ПМЛ-4100-63А-220АС-УХЛ4-Б-КЭАЗ	8	Электромагнитный пускатель
M1-M8	ВЭМЗ 5АМХ 180 S4У3 22 kW	8	Асинхронный трехфазный двигатель
SA1-SA108	Двухпозиционный переключатель C2SS1-30В-10	108	Двухпозиционный переключатель для выбора автоматического/ручного управления
SB1, SB3, SB5...SB215	Кнопка управления АВВ CP2-30R-10	108	Кнопка «Стоп»
SB2, SB4, SB6...SB216	Кнопка управления АВВ CP2-30G-10	108	Кнопка «Старт»

1	2	3	4
SF1-SF8	Автоматический выключатель RX3 3 фазы 40А 3М (Тип С) 4,5 кА	8	
SF9	Автоматический выключатель LEGRAND DX3 6000, 3А	1	
RT1-RT24	METTLER TOLEDO SLC 611D	24	Тензодатчик веса на сжатие
U1-U6	VACON 0100-3L-0046- FLOW + FLO4 + DPAR + DLRU	6	Преобразова- тель частоты, 22кВт 46А 3х380-500В
V1-V200	Выпрямительный диод 1N5711	200	Предназначены для защиты ключей от пере- напряжения при коммутациях
XT1-XT6	Суммирующая плата	6	
Y1-Y100	Соленоид серии NA модели A7	100	Соленоид распределителя с электрическим и пневматическим управлением

3 ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

3.1 Разработка алгоритмов управления

Для получения готовой программы, выполняющей необходимые для данного проекта требования, необходимо разбить ее алгоритм на небольшие подпрограммы, каждая из которых будет реализовывать полное законченное действие.

Полный алгоритм работы программы приведен в приложении К. Данная программа состоит из 5 подпрограмм, представленных на рисунке 24.

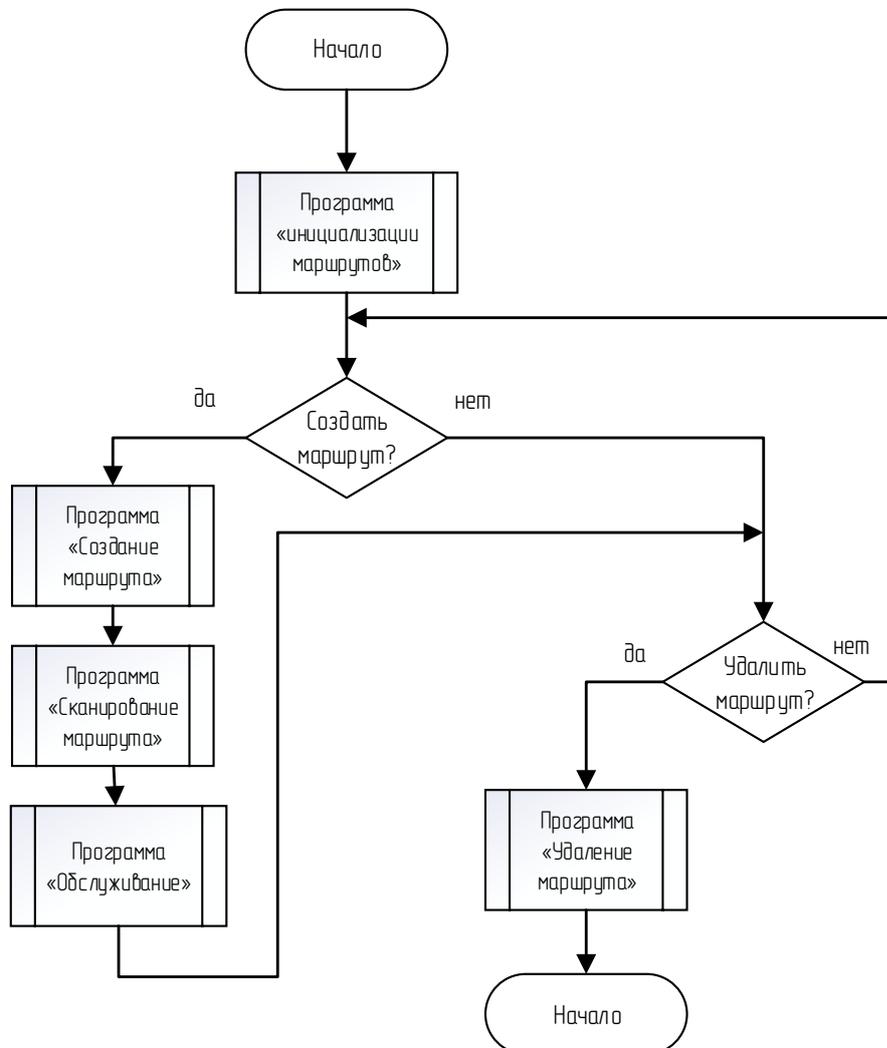


Рисунок 24 – Структурный алгоритм программы

1) Подпрограмма «Инициализация маршрутов»

На этапе инициализации маршрутов создается трехмерный массив, в каждую из ячеек которого записывается определенный маршрут, по которому возможна транспортировка масла. Каждый маршрут имеет определенный набор задействованных ресурсов (гребенки, насосы) и устройств (насосы, клапаны). Ячейки маршрутов, не предусмотренных в данной системе (не существующие в действительности), являются пустыми.

2) Подпрограмма «Создание маршрута»

Подпрограмма «Создание маршрута» начинается с проверки свободной строки в архивной таблице маршрутов и проверки возможности создания выбранного оператором маршрута. При соблюдении вышеуказанных условий, маршрут заносится в таблицу, и, в случае, свободных ресурсов и устройств, переходит в режим запуска, в противном случае, находится в режиме ожидания. Алгоритм подпрограммы «Создание маршрута» приведен на рисунке 25.

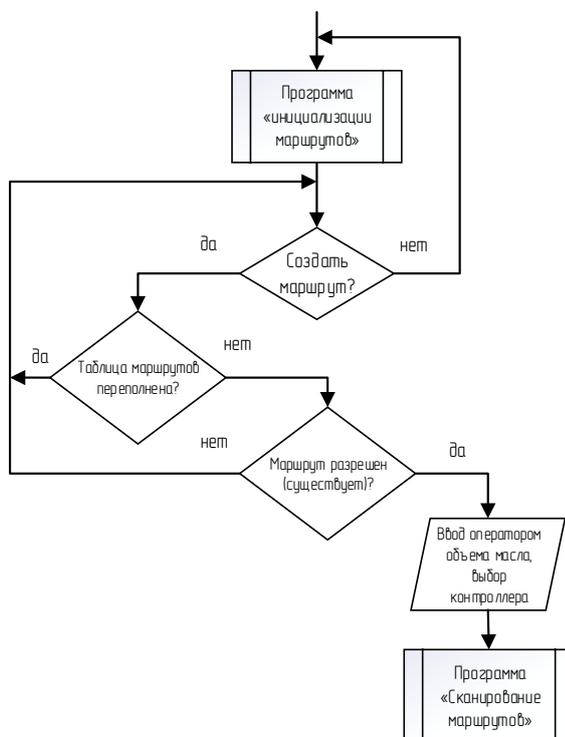


Рисунок 25 - Подпрограмма «Создание маршрута»

3) Подпрограмма «Удаление/останов маршрута»

В случае нажатия оператором кнопки «Удалить/остановить маршрут», контроллер проверяет в каком режиме находится выбранный маршрут. Если маршрут в состоянии «Выполнено», то происходит освобождение гребенок, насосов, приемника, источника, задействованных в данном маршруте и строки в архивной таблице маршрутов. В противном случае, программа переводит маршрут в режим «Останов» для принудительного отключения работающих устройств. Алгоритм подпрограммы «Удаление/останов маршрута» приведен на рисунке 26.

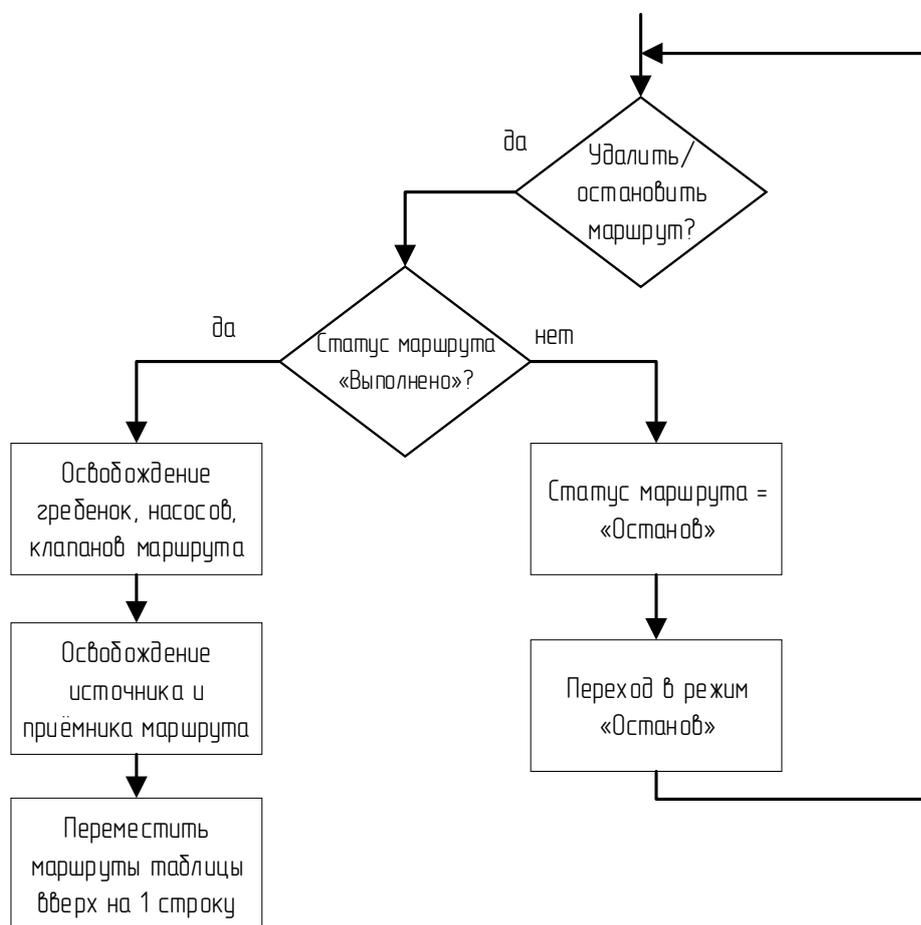


Рисунок 26 - Подпрограмма «Удаление/останов маршрута»

4) Подпрограмма «Сканирование маршрута»

Если маршрут находится в состоянии «Ожидание», программа проверяет можно ли его запустить путем опрашивания ресурсов. Если ресурсы

(гребенки, насосы) не задействованы другими маршрутами, необходимо проверить свободны ли устройства данного маршрута. В случае, когда все необходимые устройства и ресурсы свободны, статус маршрута переходит в режим «Запуск» и все устройства, ресурсы помечаются как занятые и запускается программа обслуживания. Алгоритм подпрограммы «Сканирование маршрута» представлен на рисунке 27.

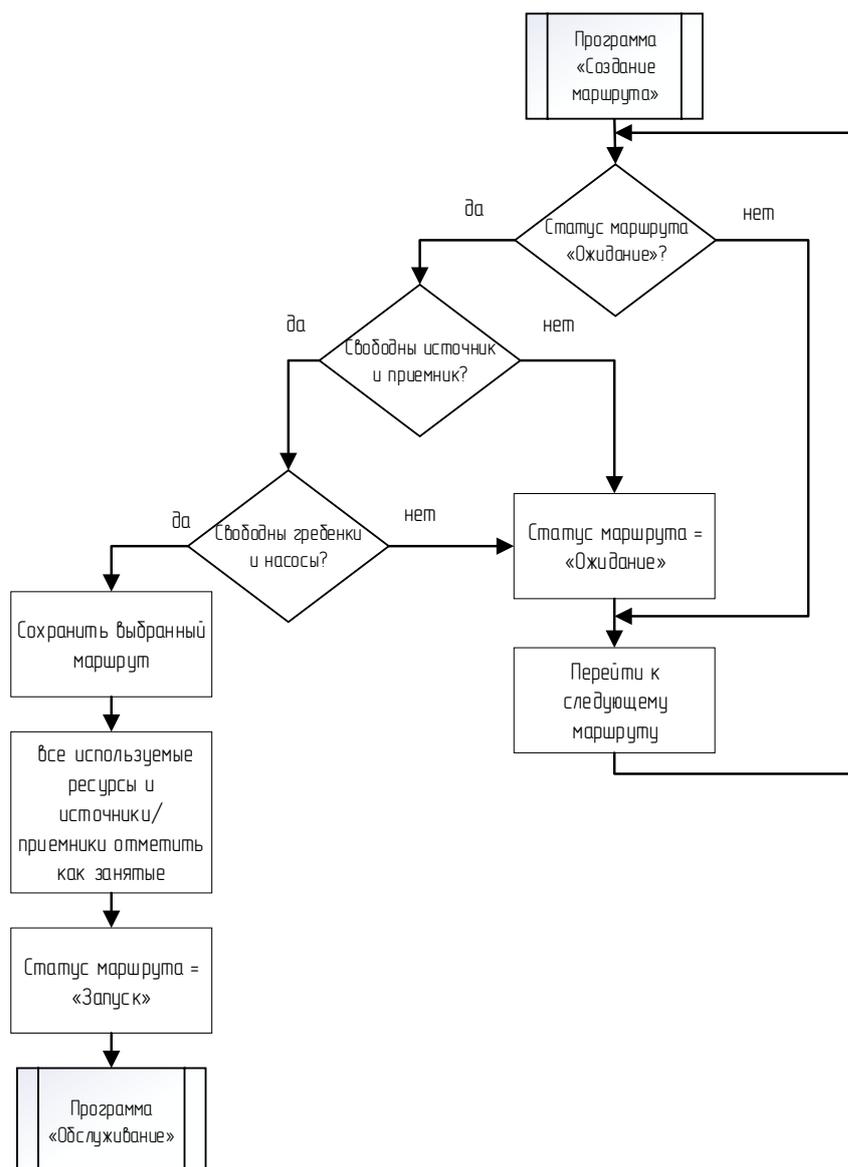


Рисунок 27 - Подпрограмма «Сканирование маршрута»

5) Подпрограмма «Обслуживание»

Подпрограмма «Обслуживание» состоит из блоков программ, соответствующим разным режимам маршрута, которые выполняются в строгой последовательности друг за другом: «Запуск», «Контроль», «Останов», «Выполнено». Алгоритм подпрограммы «Обслуживание» представлен на рисунке 28.

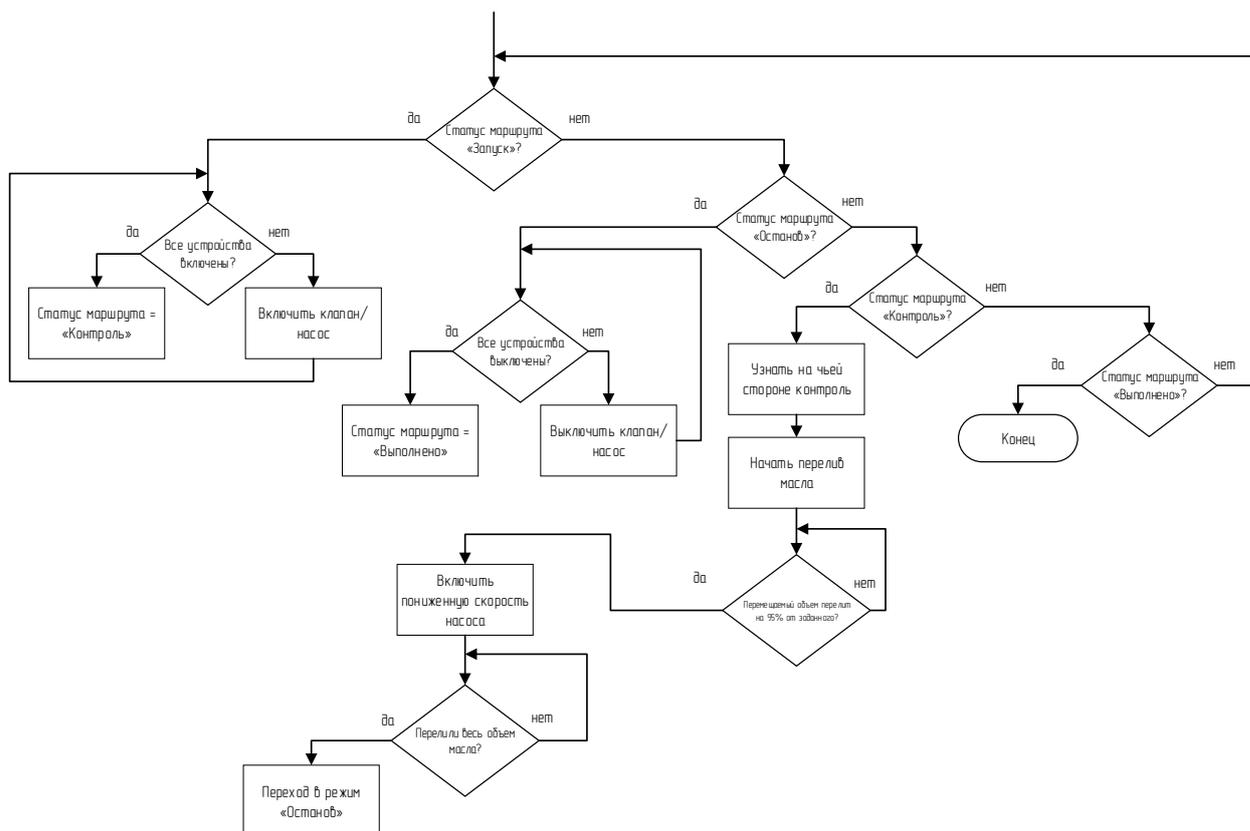


Рисунок 28 - Подпрограмма «Обслуживание»

3.2 Разработка ПО ПЛК

Программа управления разработана в программе CoDeSys на основе алгоритма, приведенного в пункте 3.1. Полный листинг программы приведен в приложении Л.

CoDeSys (Controllers Development System) - среда для программирования ПЛК на языках стандарта МЭК 61131-3. Используемые редакторы и отладочные средства базируются на широко известных принципах, знакомых по

другим популярным средам профессионального программирования (такие, как Visual C++) [1].

Фрагмент программы инициализации маршрутов приведен на рисунке 29.

```
0001 PROGRAM Init
0002 VAR
0003 END_VAR
0004 <
0002 (*Рафинац. - Емк.13:1:1*)
0003 RP[1,1,1].Resources[1] := 1;
0004 RP[1,1,1].Devices[1] := 1;
0005 (*ЖД.Ц. - Емк.13: 2:4*)
0006 RP[2,1,1].Resources[1] := 2;
0007 RP[2,1,1].Devices[1] := 4;
0008 (*Емк.59 - Емк.13: 204,3:44,43,204,42,41,7*)
0009 RP[6,1,1].Resources[1] := 204;
0010 RP[6,1,1].Resources[2] := 3;
0011 RP[6,1,1].Devices[1] := 44;
0012 RP[6,1,1].Devices[2] := 43;
0013 RP[6,1,1].Devices[3] := 204;
0014 RP[6,1,1].Devices[4] := 42;
0015 RP[6,1,1].Devices[5] := 41;
0016 RP[6,1,1].Devices[6] := 7;
0017 (*Емк.61 - Емк.13: 204,3:46,43,204,42,41,7*)
0018 RP[7,1,1].Resources[1] := 204;
0019 RP[7,1,1].Resources[2] := 3;
0020 RP[7,1,1].Devices[1] := 46;
0021 RP[7,1,1].Devices[2] := 43;
0022 RP[7,1,1].Devices[3] := 204;
```

Рисунок 29 - Фрагмент кода инициализации маршрутов

Тип данных определяет род информации и методы ее обработки и хранения, количество выделяемой памяти. Программист может непосредственно использовать элементарные (базовые) типы данных или создавать собственные (пользовательские) типы на их основе. Трехмерный массив RP имеет тип данных RoutesPlan, содержащий переменные (массивы) resources и devices, которые содержат ресурсы (гребенки, насосы) и устройства (клапаны, насосы) маршрута соответственно. Структура RoutesPlan представлена на рисунке 30.

```

TYPE RoutesPlan :
STRUCT
    Resources: ARRAY[1..5] OF BYTE;
    Devices: ARRAY[1..10] OF BYTE;
END_STRUCT
END_TYPE

```

Рисунок 30 – Тип данных RoutesPlan

Каждый созданный маршрут характеризуется рядом параметров: источником, приемником, заданным оператором объемом масла, статусом работы в каждый момент времени и набором клапанов и насосов, участвующих при переливе масла. Все данные об активных маршрутах хранятся в массиве Routes с типом данных Route, структура которого представлена на рисунке 31.

```

TYPE Route :
STRUCT
    Source:BYTE; (*номер источника*)
    SourceStr:STRING(10); (*"имя" источника*)
    SourceControl:BOOL; (*контроль на стороне источника - TRUE*)
    SourceControlStr:STRING(5); (*строка*)
    Receiver:BYTE; (*номер приемника*)
    ReceiverStr:STRING(10); (*"имя" приемника*)
    ReceiverControl:BOOL; (*контроль на стороне источника - TRUE*)
    ReceiverControlStr:STRING(5); (*строка*)
    Weight:REAL;(*перемещаемый вес*)
    WeightStr:STRING(5); (*вес- строка*)
    State:STRING(10); (*статус*)
    Variant:BYTE; (*вариант маршрута, 1- если единственный*)
END_STRUCT
END_TYPE

```

Рисунок 31 – Тип данных Route

Фрагменты подпрограмм создания и удаления/останова маршрутов приведены на рисунках 32 и 33 соответственно.

```

IF createRoute THEN (*создать новый маршрут*)
  (*Если создать маршрут можно, т.е. маршрутов меньше пяти и маршрут разрешен*)
  IF(numRoutes <5) AND (RP[NewRoute.Source, NewRoute.Receiver,1].Resources[1]<>0) THEN
    NewRoute.WeightStr:=REAL_TO_STRING(NewRoute.Weight);
    (*если контроль возможен на обеих сторонах, то вызвать окно с вопросом*)
    IF NewRoute.ReceiverControl AND NewRoute.SourceControl THEN
      CurrentVisu:='CONTROLSIDE';
    ELSE
      numRoutes:=numRoutes+1;
      Routes[numRoutes]:=NewRoute;
      createRoute:=FALSE;
    END_IF
  END_IF
END_IF
END_IF

```

Рисунок 32 - Код подпрограммы «Создание маршрута»

```

IF deleteRoute THEN (*удалить маршрут*)
  IF RouteVariant<>0 THEN (*маршрут выбран*)
    IF Routes[i].State='Выполнено' THEN (*если маршрут работает*)
      BusySourcesReceivers [SourceGlobalNumber(Routes[RouteVariant].Source)]:=FALSE; (*освобождение источников*)
      BusySourcesReceivers[ReceiverGlobalNumber(Routes[RouteVariant].Receiver)]:=FALSE; (*освобождение приемников*)
      FOR i:=1 TO 5 DO (*Отмечаем ресурсы как свободные*)
        res:= RP[Routes[RouteVariant].Source,Routes[RouteVariant].Receiver,Routes[RouteVariant].Variant].Resources[i];
        IF res=0 THEN (*список ресурсов закончен*)
          EXIT;
        END_IF
        IF res<200 THEN (*гребенка*)
          BusyCombs[res]:=FALSE;
        ELSE (*насос*)
          BusyPumps[res-200]:=FALSE;
        END_IF
      END_FOR
      FOR i:=RouteVariant TO numRoutes-1 DO (*Перемещаем оставшиеся маршруты вверх по списку*)
        Routes[i] := Routes[i+1];
      END_FOR
      (*Очищаем удаленный маршрут*)
      Routes[numRoutes].Source := 0;
      Routes[numRoutes].SourceStr := "";
      Routes[numRoutes].SourceControl :=FALSE;
      Routes[numRoutes].SourceControlStr:="";
      Routes[numRoutes].Receiver:=0;
      Routes[numRoutes].ReceiverStr:="";
      Routes[numRoutes].ReceiverControl:=FALSE;
      Routes[numRoutes].ReceiverControlStr:="";
      Routes[numRoutes].Weight:=0;
      Routes[numRoutes].WeightStr:="";
      Routes[numRoutes].State:="";
      Routes[numRoutes].Variant:=0;
      numRoutes:=numRoutes-1;
      RouteVariant:=0;
    ELSE
      Routes[i].State:='Останов';
    END_IF
  END_IF
  deleteRoute:=FALSE;
END_IF

```

Рисунок 33 - Код подпрограммы «Удаление/останов маршрута»

Рисунок 34 содержит код подпрограммы, который перебирает маршруты в режиме ожидания, и проверяет возможно ли перевести их в активное состояние.

```

FOR i:=1 TO numRoutes DO (*перебор маршрутов*)
  IF Routes[i].State='Ожидание' THEN (*если маршрут в состоянии ожидания, может быть надо его запустить?*)
    ns:=Routes[i].Source;
    nr:=Routes[i].Receiver;
    (*Свободны ли источник и приемник?*)
    NotPermit:=BusySourcesReceivers[SourceGlobalNumber(ns)] OR BusySourcesReceivers[ReceiverGlobalNumber(nr)];
    IF NOT NotPermit THEN(*источник и приемник свободны, посмотрим свободны ли ресурсы - гребенки и насосы*)
      FOR variant:=1 TO 3 DO (*цикл по вариантам плана*)
        nres:=1; (*индекс номер ресурса в массиве*)
        WHILE (RP[ns,nr,variant].Resources[nres]<>0) AND (nres<6) DO (*цикл по ресурсам внутри варианта*)
          res:=RP[ns,nr,variant].Resources[nres];
          IF res<200 THEN (*гребенка*)
            NotPermit:= BusyCombs[res];
          ELSE (*насос*)
            NotPermit:= BusyPumps[res-200];
          END_IF
          IF NotPermit THEN (*Решение неприемлемо, ресурс занят, перейти к следующему варианту*)
            EXIT;
          ELSE (*решение приемлемо, посмотреть следующий ресурс варианта*)
            nres:=nres+1;
          END_IF
        END_WHILE
      END_FOR
      IF NOT NotPermit THEN (*вариант приемлемый, его и оставляем*)
        EXIT;
      END_IF
    END_FOR
  END_IF (*конец проверки ресурсов*)
  IF NOT NotPermit THEN (*найден подходящий вариант*)
    Routes[i].State:='Запуск'; (*обновление статуса маршрута*)
    CurrentDev[i]:=1;
    Routes[i].Variant:=variant; (*сохранение варианта маршрута*)
    BusySourcesReceivers[SourceGlobalNumber(Routes[i].Source)]:=TRUE; (*отмечаем источник как занятый*)
    BusySourcesReceivers[ReceiverGlobalNumber(Routes[i].Receiver)]:=TRUE; (*отмечаем приемник как занятый*)
    (*Отмечаем ресурсы как занятые*)
    FOR nres:=1 TO 5 DO
      res:= RP[ns,nr,variant].Resources[nres];
      IF res=0 THEN (*список ресурсов закончен*)
        EXIT;
      END_IF
      IF res<200 THEN (*гребенка*)
        BusyCombs[res]:=TRUE;
      ELSE (*насос*)
        BusyPumps[res-200]:=TRUE;
      END_IF
    END_FOR
  END_IF
END_IF
END_FOR

```

Рисунок 34 - Код подпрограммы «Перебор маршрутов»

Перед запуском устройств для перелива масла на маршрутах, где и источник, и приемник имеют уровнемеры, необходимо определиться на чьей стороне будет производиться контроль перемещаемого продукта. Фрагмент программы, решающий данную задачу, представлен на рисунке 35.

```

FOR i:=1 TO numRoutes DO (*перебор маршрутов*)
  ns:=Routes[i].Source; (*в ns записываем источник этого М*)
  nr:=Routes[i].Receiver;(*в nr записываем приемник этого М*)
  nv:=Routes[i].Variant;
  ndev:=RP[ns,nr,nv].Devices[CurrentDev[i]];(*номер текущего устройства*)
  (*ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОМЕРА ИЗМЕРИТЕЛЯ*)
  IF Routes[i].SourceControl THEN (*Если контроль на стороне источника*)
    ng:=GaugesSource(ns);
  ELSIF Routes[i].ReceiverControl THEN(*Если контроль на стороне приемника*)
    ng:=GaugesRes(nr);
  ELSE ng:=0;
  END_IF

```

Рисунок 35 - Фрагмент программы обслуживания «Определение номера измерителя»

Подпрограммы реализующие запуск устройств, контроль перемещенного масла и переход на пониженную скорость для долива, а так же останов маршрута приведены на рисунках 36, 37, 38 соответственно.

```

IF Routes[i].State='Запуск' THEN (*если М в режиме "запуск", тогда*)
  IF ndev=0 THEN (*если включили все устройства, т.е. дошли до конца массива*)
    CurrentDev[i]:=CurrentDev[i]-1;(*перейдем на последнее устройство в массиве*)
    Routes[i].State:='Контроль';
  ELSE
    (*ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЧАЛЬНОГО ВЕСА/ОБЪЕМА*)
    IF StartValue[i]=0 THEN (*перед тем, как включится 1 клапан, узнать текущий объем приемника*)
      IF ng<>0 THEN
        StartValue[i]:=Gauges[ng];
      END_IF
    END_IF
    (*ВКЛЮЧЕНИЕ КЛАПАНОВ И НАСОСОВ*)
    IF ndev<200 THEN
      OpenValves[ndev]:=TRUE;
      IF StateValves[ndev*2-1] THEN (*если клапан открыт, перейти к следующему*)
        CurrentDev[i]:=CurrentDev[i]+1;
      END_IF
    ELSE (*насос*)
      StartPumps[ndev-200]:=TRUE;(*включить насос, отключить пониженную скорость*)
      nLowSpeed[i]:=ndev;
      LowSpeedPumps[ndev-200]:=FALSE;
      IF WorkPumps[ndev-200] THEN (*если насос в работе, то перейти к следующему*)
        CurrentDev[i]:=CurrentDev[i]+1;
      END_IF
    END_IF
  END_IF
END_IF

```

Рисунок 36 - Фрагмент программы обслуживания «Запуск»

```

ELSIF Routes[i].State='Контроль' THEN (*если маршрут в режиме "контроль", проверить на чьей стороне контроль*)
  IF ng<>0 THEN(*если имеется измеритель*)
    IF StartValue[i]=0 THEN
      StartValue[i]:=Gauges[ng];
    END_IF
    a:=TRUE;
    MovedValue:=ABS(StartValue[i]-Gauges[ng]);(*перемещенный объем= Начальное значение-сигнал измерителя по модулю*)
    IF (Routes[i].Weight - MovedValue)<5 THEN
      LowSpeedPumps[nLowSpeed[i]-200]:=TRUE;
      IF (Routes[i].Weight - MovedValue)<0.1 THEN(*если перелили все масло, то переходим в режим остановки*)
        Routes[i].State:='Останов';
        StartValue[i]:=0;
      END_IF
    ELSE
      LowSpeedPumps[nLowSpeed[i]-200]:=FALSE;
    END_IF
  END_IF

```

Рисунок 37 - Фрагмент программы обслуживания «Контроль»

```

ELSIF Routes[i].State='Останов' THEN (*Если маршрут в состоянии "остановка"*)
  IF CurrentDev[i]=0 THEN (*если дошли до начала массива, переходим на первое устройство и меняем статус на "выполнено"*)
    CurrentDev[i]:=CurrentDev[i]+1;
    Routes[i].State:='Выполнено';
  ELSE
    IF ndev<200 THEN
      OpenValves[ndev]:=FALSE;(*выключаем клапан*)
      IF StateValves[ndev*2] THEN (*если клапан уже выключен, переходим на следующий*)
        CurrentDev[i]:=CurrentDev[i]-1;
      END_IF
    ELSE (*насос*)
      StartPumps[ndev-200]:=FALSE; (*выключить насос и пониженную скорость*)
      LowSpeedPumps[ndev-200]:=FALSE;
      IF NOT WorkPumps[ndev-200] THEN (*если насос выключен, перейти к следующему*)
        CurrentDev[i]:=CurrentDev[i]-1;
      END_IF
    END_IF
  END_IF

```

Рисунок 38 - Фрагмент программы обслуживания «Останов»

4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

4.1 Безопасность

При организации рабочего места оператора ПЭВМ следует придерживаться требований, регулируемых Трудовым кодексом, санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами (СанПиН), а также другими правовыми документами. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» к помещениям при работе с ПЭВМ необходимо учитывать следующие требования:

1) Помещения должны иметь естественное и искусственное освещение. Расположение рабочих мест за мониторами для взрослых пользователей в подвальных помещениях не допускается. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям действующей нормативной документации. Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированы на север и северо-восток. Оконные проемы должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.;

2) Площадь на одно рабочее место с компьютером для взрослых пользователей должна составлять не менее 6 м², а объем не менее 20 м³;

3) Помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации [4].

При организации рабочего места пользователей ПЭВМ, необходимо учитывать следующие требования:

1) Расстояние между рабочими столами с видеомониторами должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м;

2) Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы экраны визуализации были ориентированы боковой стороной к световым проемам и естественный свет падал преимущественно слева;

3) Для снижения нагрузки на глаза, дисплей должен находиться на расстоянии 60-70 см с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов;

4) Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100-300 мм от края, обращенного к пользователю, или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы;

5) Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления.

Оптимальным является вертикальное положение корпуса при прямом угле в бедренном и коленном суставах, спина работающего должна опираться на спинку стула или кресла, локти должны опираться на подлокотники [4].

На рисунке 39 представлен пример организации рабочего места оператора ПЭВМ согласно выше пересиленным требованиям.



Рисунок 39 – Организация рабочего места пользователя ПЭВМ

Кабинет отдела АСУ ТП на МЭЗ «Амурский», где организованы анализируемые рабочие места операторов, имеет следующие параметры:

Общая площадь кабинета – 25,5 м²;

Длина кабинета – 5,2 м²;

Ширина кабинета – 4,9 м²;

Общий объем помещения – 102 м³;

В помещении расположены два окна: высота - 3 м., ширина – 2 м. Окна снабжены жалюзи.

Цвет стен в кабинете – бежевый. Пол линолеумный. В помещении кабинета оборудованы три рабочие места. Схема расположения рабочих мест представлена на рисунке 40.

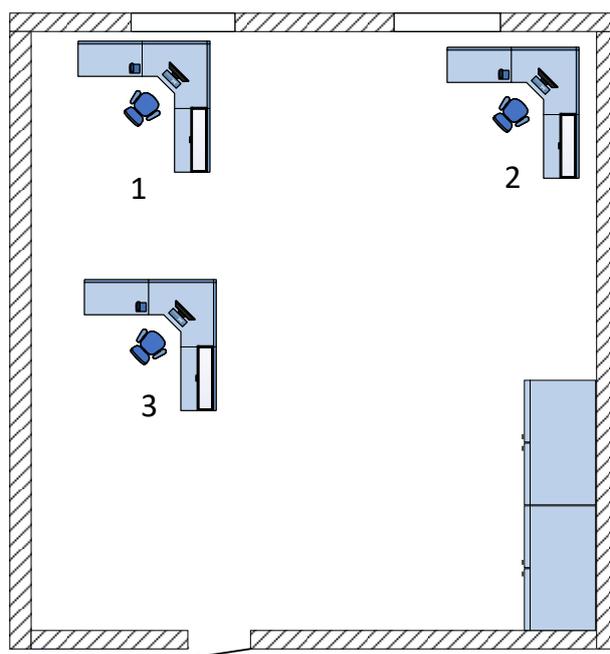


Рисунок 40 – Организация рабочих мест в анализируемом помещении

Расстояние между рабочими местами 1 и 3 составляет 3,5 м, между 1 и 2 – 6,5 м, естественное освещение относительно оператора находится преимущественно слева, общий объем кабинета более 60 м³, площадь одного рабочего места более 6 м². ПЭВМ подключены к розеткам электропитания и

оборудованы защитным заземлением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации.

Конструкция рабочих мест обеспечивает оптимальное размещение на их поверхности используемого оборудования. Рабочие столы отвечают современным требованиям эргономики. Площадь, расположение и освещение анализируемых рабочих мест удовлетворяет вышеуказанным требованиям Сан-ПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

4.2 Экологичность

Для предприятия ООО «МЭЗ Амурский» требования к экологичности представлены главным образом во внутренних инструкциях, составленных на основе ГОСТ 1129 - 2013 «Масло подсолнечное. Технические условия», а также ГОСТ 17.2.3.02 – 2014 «Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями».

Производство, транспортировка и хранение соевого масла, при соблюдении технологий и применении современного оборудования, не наносит значительного вреда окружающей среде. На безопасность конечного продукта непосредственно влияет качество растительного сырья. Пестициды, удобрения и прочие химические вещества, применяемые в сельском хозяйстве для увеличения урожайности, при производстве соевого масла могут попадать в конечный продукт.

Согласно ГОСТу 1129-2013 «Масло подсолнечное. Технические условия»:

1) Контроль предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воздухе осуществляют в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02 и с нормативными правовыми актами, действующими на территории государства, принявшего стандарт.

2) Охрану почвы от загрязнения бытовыми и промышленными отходами осуществляют в соответствии с нормативными правовыми актами, действующими на территории государства, принявшего стандарт [2].

Согласно СанПиН 1197-74 «Санитарные правила для предприятий по производству растительных масел» на ООО МЭЗ «Амурский» соблюдаются следующие требования:

- 1) Хранилища и силосные ячейки элеваторов, предназначенные для хранения соевых бобов/шрота, дезинфицируются не реже одного раза в год;
- 2) Трубопроводы, предназначенные для перелива масла, ежедневно проверяются на герметичность;
- 3) Для предотвращения попадания масла в почву, под резервуарами для его хранения установлены бетонные поддоны. Это делает производство безопасным для окружающей среды;
- 4) Пылящее транспортно-механическое оборудование (нории, весы, электромагниты, шнеки и т.д.), бункеры (завальные ямы) герметизированы и снабжены аспирационными устройствами;
- 5) Оборудование и резервуары, предназначенные для выработки и хранения пищевых растительных масел, изготовлены из материалов, разрешенных Министерством здравоохранения СССР для целевого применения в пищевой промышленности;
- 6) Оборудование, паропроводы и трубопроводы, являющиеся источниками значительных выделений тепла (жаровни, экстракторы, шнековые испарители и др.) подлежат обязательной наружной теплоизоляции. Температура не превышает +40 °С;
- 7) Резервуары для растительного масла по опорожнении и при смене сорта хранящегося масла тщательно защищаются от осадка и пропариваются острым паром. Качество санитарной обработки резервуаров контролируется лабораторией;
- 8) Перевозка пищевых растительных масел осуществляется в железнодорожных, автомобильных цистернах, предназначенных для масел и соответствующим образом, маркируются;

9) Каждая партия отгружаемых масел и кормового шрота сопровождается документом, удостоверяющим качество и соответствие требованиям действующих ГОСТов;

10) В производственных и складских помещениях предприятия не должно быть грызунов, насекомых и птиц. Борьбу с грызунами персонал проводит с помощью специалистов-дератизаторов [5].

Так же помимо требований, предписанных инструкциями на предприятии, производятся ежедневные визуальные осмотры оборудования на предмет протечек и поломок для предотвращения загрязнения окружающей среды вследствие разлива соевого масла.

4.3 Чрезвычайные ситуации

Инструкция «О мерах пожарной безопасности ООО «МЭЗ Амурский»» разработана в соответствии с Правилами пожарного режима в Российской Федерации, установленными Постановлением Правительства от 25 апреля 2012 г. № 390.

При неполадках в работе ПЭВМ, оператор должен немедленно:

1) Отключить питание ПК при обнаружении обрыва провода электропитания, неисправности заземления и других повреждений электрооборудования, задымления, загорания, появления сильного запаха в помещении при поражении молнией и т.п.;

2) Не приступать к работе до устранения неисправностей;

3) Сообщить о ситуации своему непосредственному руководителю;

4) В случае сбоя в работе оборудования ПЭВМ или программного обеспечения, вызвать специалиста организации, осуществляющего техническое обслуживание данного оборудования, для устранения неполадок.

При возникновении пожара, задымлении:

1) Немедленно вызвать пожарную охрану, оповестить работающих, поставить в известность руководителя подразделения, сообщить о возгорании на пост охраны;

- 2) Открыть запасные выходы из здания, обесточить электропитание ПЭВМ и другого оборудования, закрыть окна и прикрыть двери;
- 3) Приступить к тушению пожара первичными средствами пожаротушения, если это не сопряжено с риском для жизни;
- 4) Организовать встречу пожарной команды;
- 5) Покинуть здание, соблюдая план эвакуации [3].

Двери на путях эвакуации должны открываться свободно и по направлению выхода из здания, за исключением дверей, открывание которых не нормируется требованиями нормативных документов пожарной безопасности. Запоры на дверях эвакуационных выходов должны обеспечивать людям, находящимся внутри здания (сооружения), возможность свободного их открывания изнутри [3].

При небольшом возгорании электропроводки, оборудования и тому подобных происшествиях отключить электропитание ПЭВМ и принять меры по тушению возгорания, при помощи углекислотного или порошкового огнетушителя. Применение воды и пенных огнетушителей для тушения находящегося под напряжением электрооборудования недопустимо.

Помещение офиса должно быть оборудовано пожарными извещателями, которые позволяют оповестить дежурный персонал о пожаре.

При несчастном случае:

- 1) Быстро принять меры по предотвращению воздействия на потерпевшего травмирующих факторов, оказанию потерпевшему первой медицинской помощи, вызову на место происшествия медицинских работников или доставке потерпевшего в организацию здравоохранения;
- 2) Принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной или иной чрезвычайной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц;
- 3) В случае внезапного ухудшения здоровья (резкого ухудшения видимости, усиления сердцебиения, появления боли в пальцах и кистях рук и

других) прекратить работу, выключить оборудование, сообщить об этом руководителю и при необходимости обратиться к врачу.

На ООО МЭЗ «Амурский» в случае чрезвычайных ситуаций соблюдаются все требования, предписанные в инструкциях по пожарной безопасности и оказании первой помощи.

В ходе работы, были рассчитаны и выбраны автоматические выключатели (см. пункт 2.2.1), предназначенные для защиты электрооборудования от токов короткого замыкания и перегрузки (перегревания). Так же были выбраны электротепловые реле, предназначенные для использования с контактором и обеспечивающие защиту электродвигателей и других нагрузок (цепей освещения, нагревательных цепей) от перегрузки и несимметричных режимов работы. Реле оснащены дополнительными контактами - размыкающим для отключения контактора и замыкающим для сигнализации срабатывания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проекта были разработаны техническое и программное обеспечения автоматического управления процессами порционного взвешивания и розлива соевого масла на ООО МЭЗ «Амурский».

Преимуществами этого программного продукта является увеличение точности и скорости процессов взвешивания и розлива масла, которое позволит организации значительно снизить экономические и производственные затраты. Сотрудники компании смогут тратить меньше времени на рутинные операции и больше внимания уделять своим задачам.

В дипломном проекте были решены следующие задачи:

- проанализирована деятельность цеха розлива ООО МЭЗ «Амурский»;
- определены цели и задачи внедрения АСУ процессов взвешивания и порционного розлива соевого масла;
- произведена замена оборудования;
- разработаны функциональная и принципиальные схемы электрических соединений;
- разработана имитационная модель АСУ цеха розлива, ПО и SCADA-система для дистанционного управления.

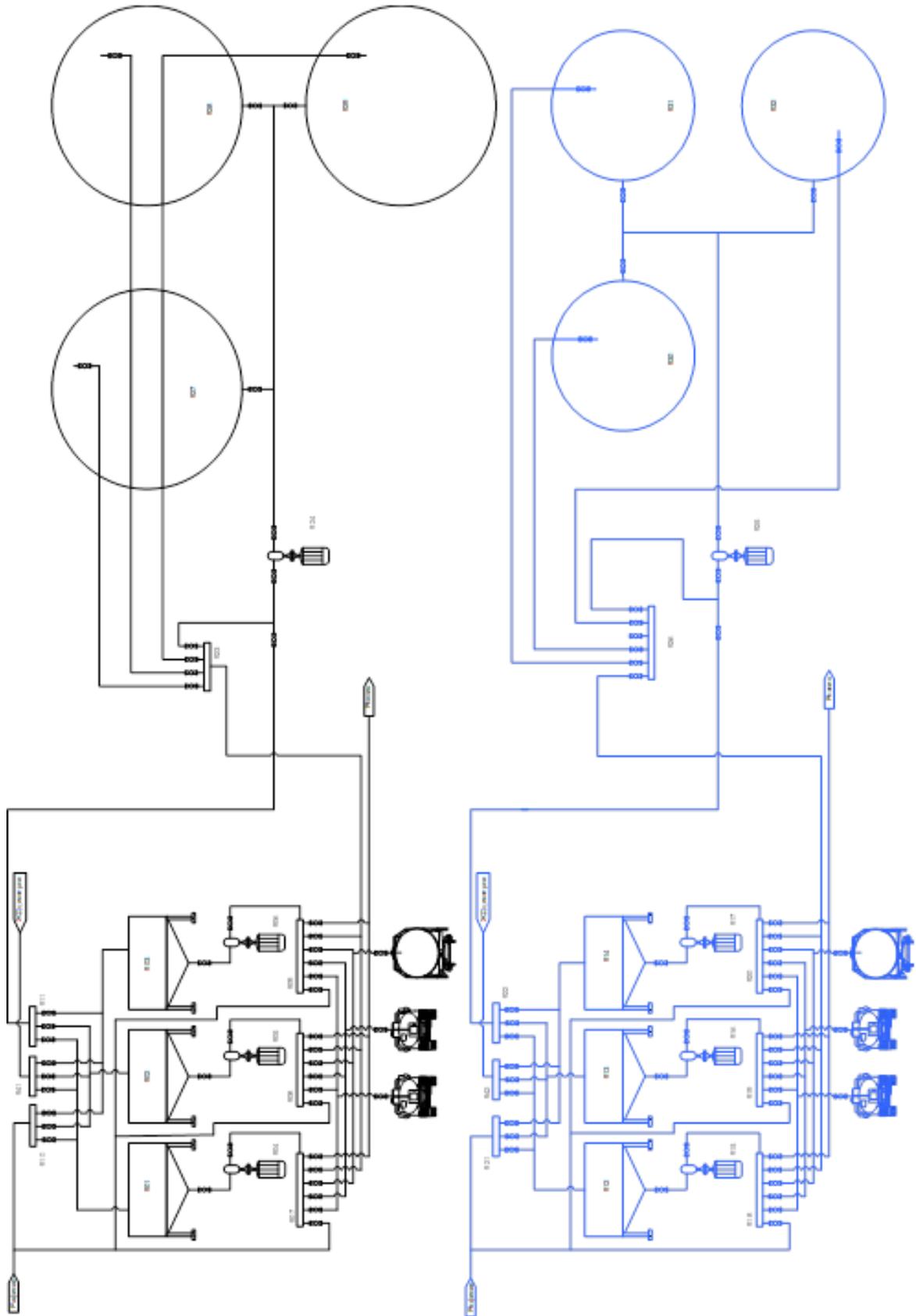
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления: учебник для СПО / И.Ф. Бородин, С.А. Андреев - М.: Издательство Юрайт, 2017. - 356 с.
2. ГОСТ 1129-2013. Масло растительное. Технические условия; введ. 2014-07-01. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200105924>. - 15.05.2019
3. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования; введ. 1992-07-01. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9051953>. - 15.05.2019
4. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы; введ. 2016-06-21. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901865498>. - 15.05.2019
5. СанПиН 1197-74. Санитарные правила для предприятий по производству растительных масел; введ. 1974-11-18. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/249977/. - 15.05.2019
6. РД 153-34.0-03.298-2001. Типовая инструкция по охране труда для пользователей ПЭВМ в электроэнергетике; введ. 2001-05-01. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/251006/. – 15.05.2019
7. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств. В 2 ч. Часть 2: учебник для академического бакалавриата / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, А.С. Гордеев, А.И. Завражнов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2017. - 331 с.
8. Пневмораспределители CAMOZZI [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://kpsk.ru/oborudovaniye/stanki-stanochnoe/pnevmatika/raspredelitel'naya-apparatura/camozzi-3-kh-5-ti-lineynye-elektropnevmaticheskie.html>. – 17.06.2019

9. Электрик Инфо [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elektrik.info/main/school/1387-kak-vybrat-puskatel-i-avtomatl-dlya-dvigatelya.html>. – 17.06.2019
10. Промежуточные реле. Серия RP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kippribor.ru/promezhutochnye-rele-seriya-rp>. – 15.06.2019
11. Основные параметры и характеристики автомата [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://h4e.ru/komplektuyushchie/144-kak-pravilno-vybrat-avtomaticheskij-vyklyuchatel-osnovnye-parametry-i-kharakteristiki-avtomata>. – 15.06.2019
12. ТУ3420-091-05758109-2016. Контактторы электромагнитные серии ПМЛ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.keaz.ru>. 14.06.2019
13. Программируемые контроллеры S7-300 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.siemens.ru/simatic>. 15.-6.2019

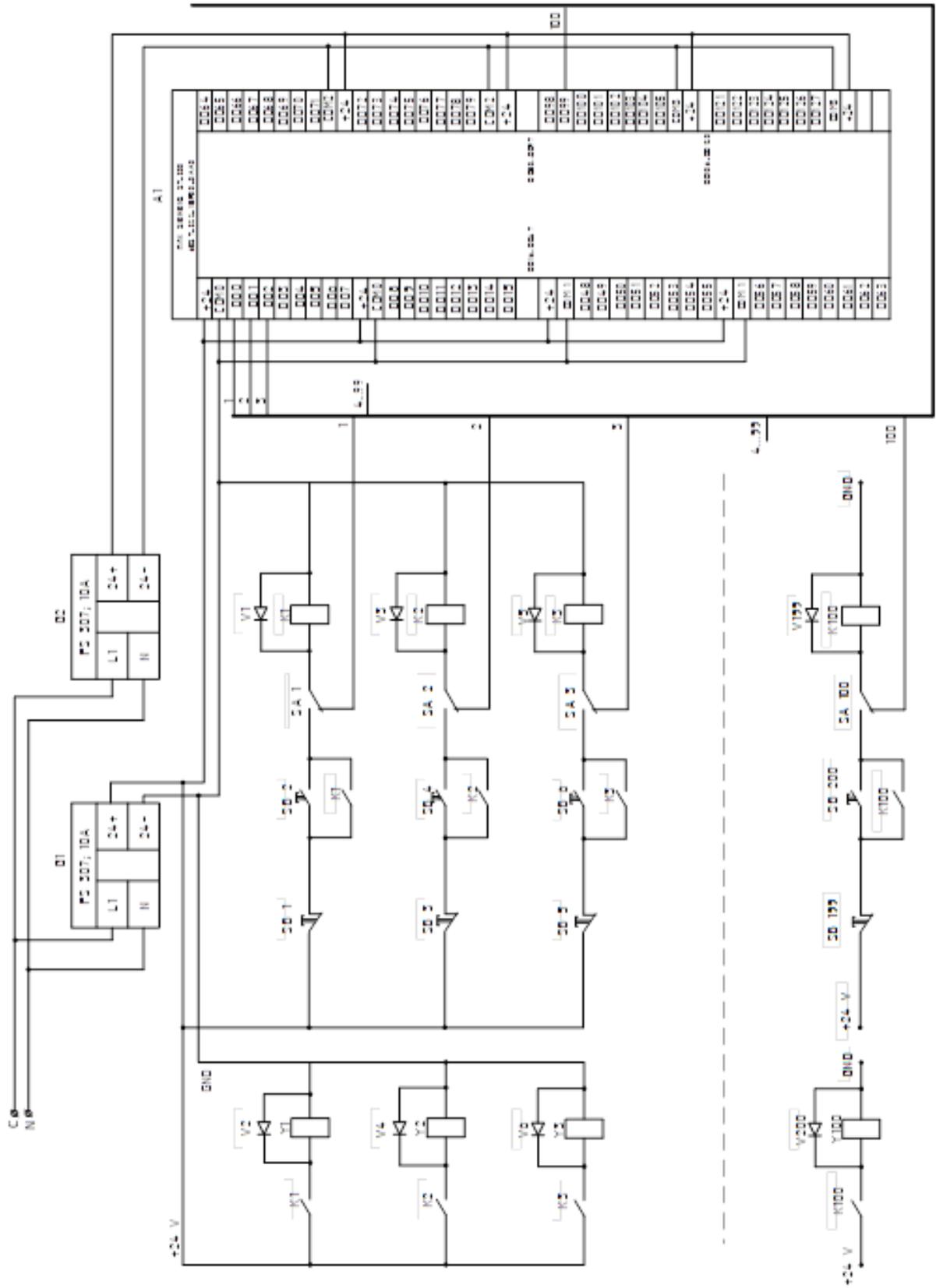
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Технологический процесс взвешивания и розлива соевого масла



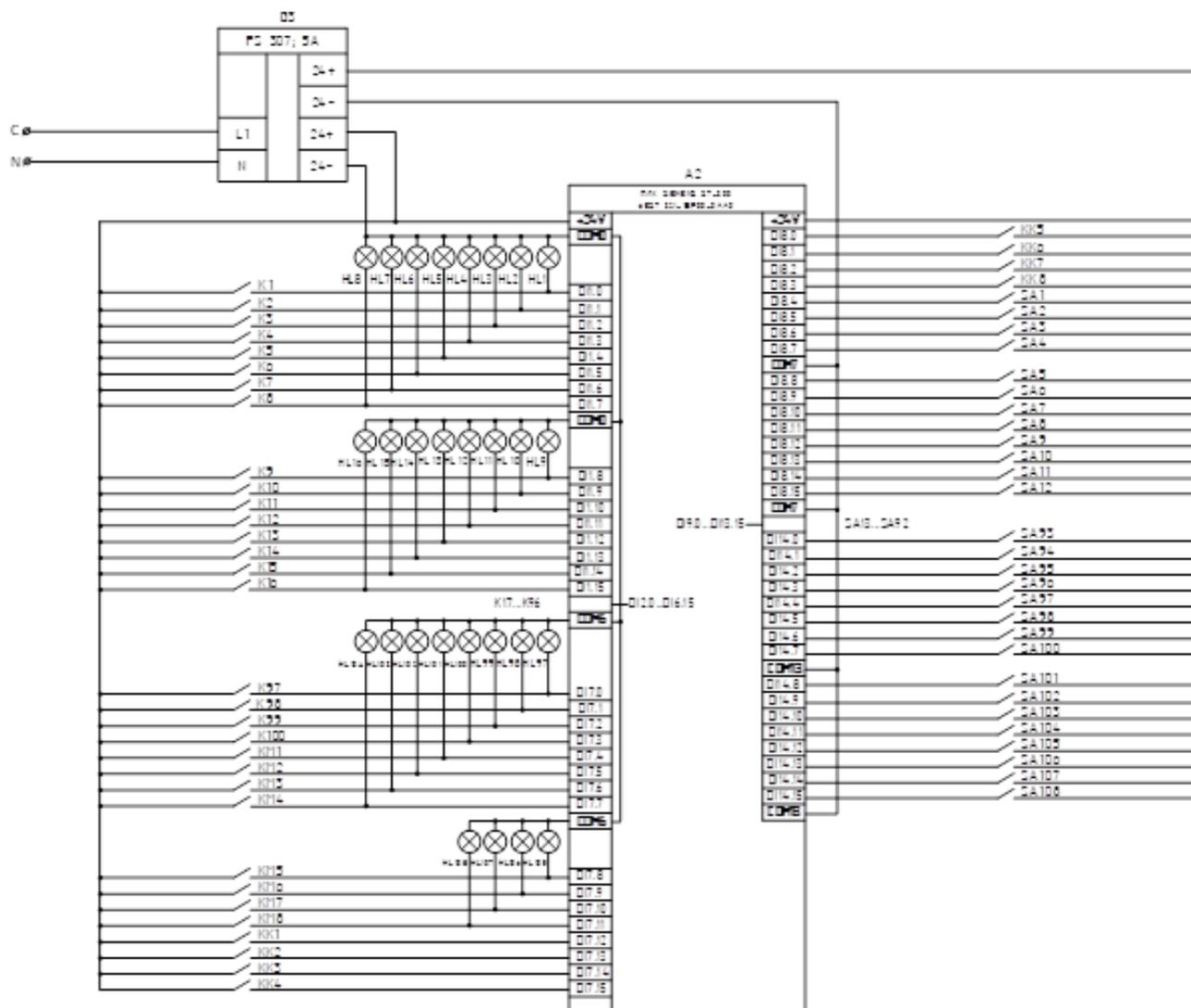
ПРИЛОЖЕНИЕ В

Схема принципиальная электрическая подключения клапанов



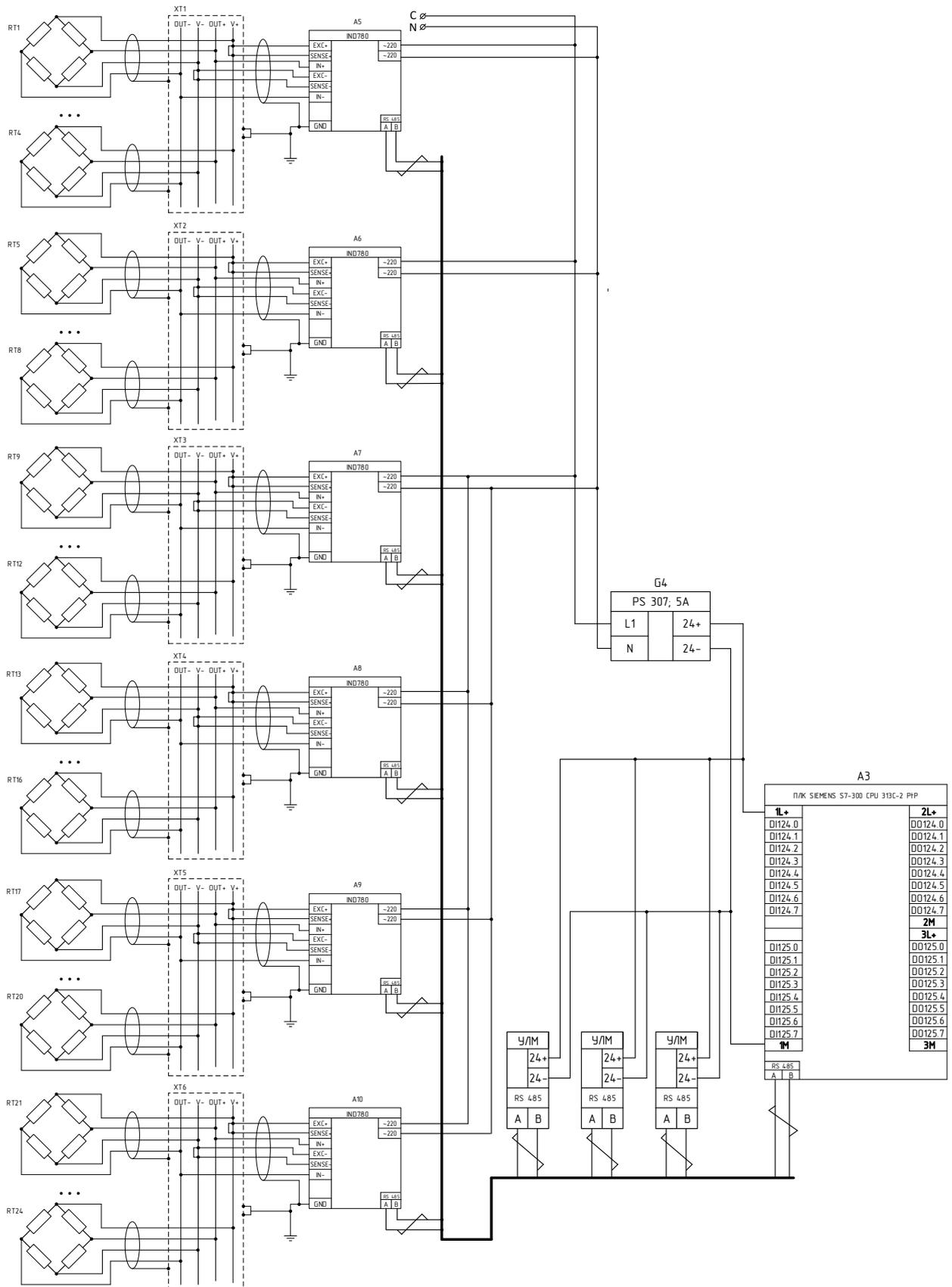
ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Схема принципиальная электрическая обратных связей



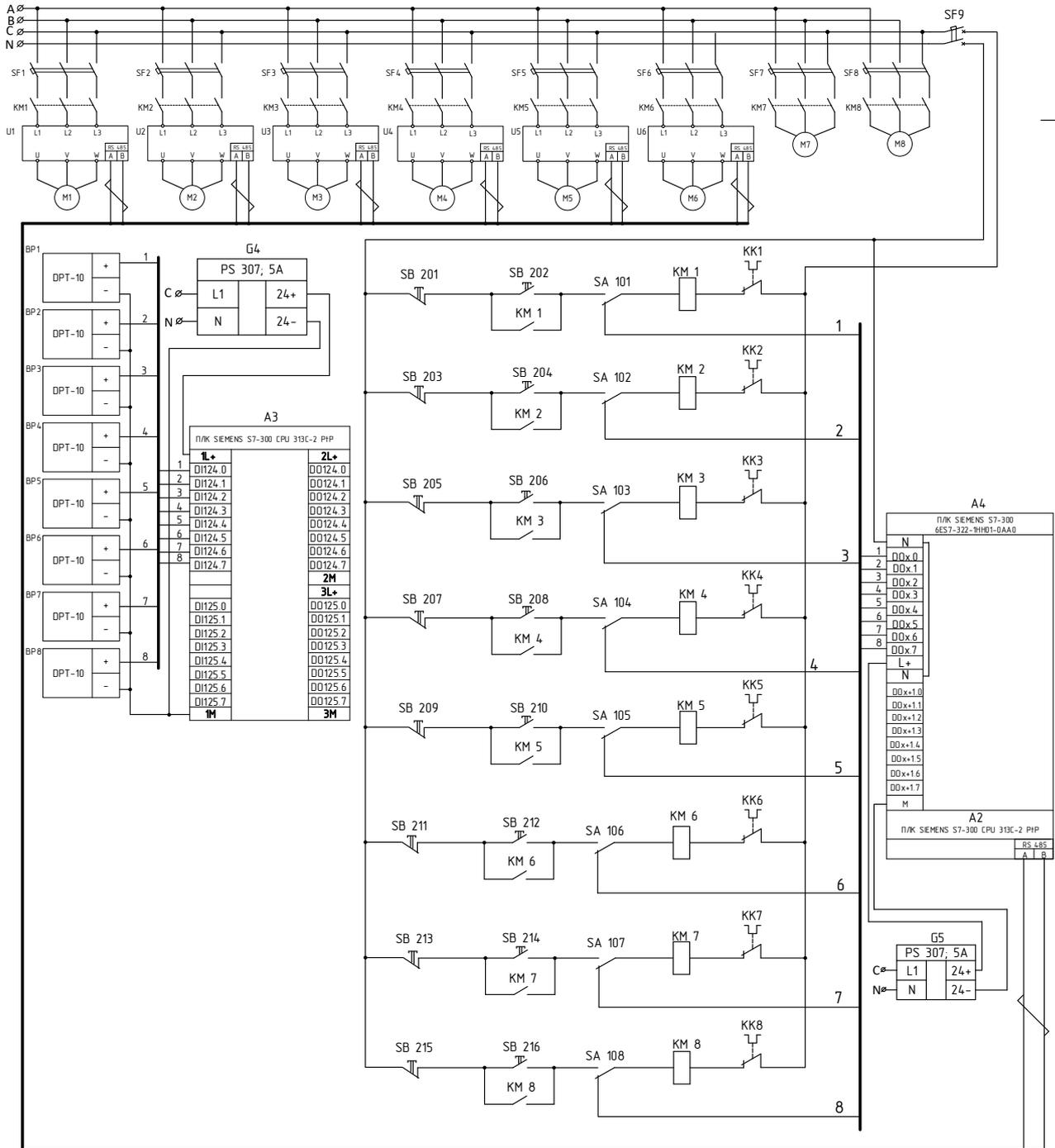
ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Схема принципиальная электрическая весовой части



ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Схема принципиальная электрическая насосной части



ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Спецификация

Таблица Ж.1 – Спецификация

Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
1	2	3	4
A1	SM 322 6ES7-322-1BP00-0AA0	2	Модуль вывода дискретных сигналов, 64 выводов
A2	SM 321 6ES7-321-1BP00-0AA0	4	Модуль ввода дискретных сигналов; 64 ввода
A3	CPU 313C-2PtP	1	Центральный процессор
A4	SM 322 6ES7-322-1BH01-0AA0	1	Модуль вывода дискретных сигналов; 16 выводов
A5-A10	Весовой терминал IND780	6	
BP1-BP8	DPT-10	8	Преобразователь дифференциального давления
G1, G2	Siemens PS 307, 10 А (6ES7307-1KA00-0AA0)	2	Блок питания 10 А
G3, G4, G5	Siemens PS 307, 5 А (6ES7307-1EA00-0AA0)	3	Блок питания 5 А
HL1-HL108		108	Лампа светодиодная, зеленого цвета
K1-K100	Промежуточное реле TeSys CA4K	100	
KK1-KK8	РТЛ-2057-2-100А-(37-50А)-УХЛ4-КЭАЗ	8	Тепловое реле
KM1-KM8	ПМЛ-4100-63А-220АС-УХЛ4-Б-КЭАЗ	8	Электромагнитный пускатель
M1-M8	ВЭМЗ 5АМХ 180 S4У3 22 kW	8	Асинхронный трехфазный двигатель
SB2, SB4, SB6...SB216		108	Кнопка «Старт»

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4
SF1- SF8	Автоматический выключатель RX3 3 фазы 40А 3М (Тип С) 4,5 кА	8	
SF9	Автоматический выключатель LEGRAND DX3 6000, 3А	1	
RT1- RT24	METTLER TOLEDO SLC 611D	24	Тензодатчик веса на сжатие
U1-U6	VACON 0100-3L-0046- FLOW + FLO4 + DPAR + DLRU	6	Преобразователь частоты, 22кВт 46А 3х380-500В
V1- V200	Выпрямительный диод 1N5711	200	Предназначены для защиты ключей от перенапряжения при коммутациях
XT1- XT6	Суммирующая плата	6	
Y1- Y100	Соленоид серии NA модели A7	100	Соленоид распределителя с электрическим и пневматическим управлением

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

Листинг программы

1) Глобальные переменные

VAR_GLOBAL

RP: ARRAY [1..8, 1..10, 1..3] OF RoutesPlan;

Routes: ARRAY[1..5] OF Route;

numRoutes:BYTE:=0;

NewRoute: Route;

createRoute, deleteRoute:BOOL;

RouteVariant, CurrentDev: ARRAY [1..5]: BYTE;

BusyCombs:ARRAY[1..7], BusyPumps:ARRAY[1..4] OF BOOL;

BusyValves:ARRAY[1..49] OF BOOL;

numDevices:BYTE:=0;

BusySourcesReceivers:ARRAY[1..12] OF BOOL;

OpenValves:ARRAY[1..49], StateValves:ARRAY[1..98] OF BOOL;

StartPumps:ARRAY[1..4], LowSpeedPumps:ARRAY[1..4] OF BOOL;

WorkPumps:ARRAY[1..4]OF BOOL;

Gauges:ARRAY[1..6], StartValue:ARRAY[1..5] OF REAL;

OUT34, OUT35, OUT36, OUT3_RAF, Speed201, Speed202, Speed203, Speed204:

REAL;

END_VAR

2) Тип данных Route

TYPE Route:

STRUCT

Source:BYTE;

SourceStr:STRING(10);

SourceControl:BOOL;

SourceControlStr:STRING(5);

Receiver:BYTE;

ReceiverStr:STRING(10);

ReceiverControl:BOOL;

ReceiverControlStr:STRING(5);

Weight:REAL;

Продолжение Приложения Л

```
WeightStr:STRING(5);
State:STRING(10);
Variant:BYTE;
END_STRUCT
END_TYPE
3) Тип данных RoutesPlan
TYPE RoutesPlan:
STRUCT
Resources: ARRAY[1..5] OF BYTE;
Devices: ARRAY[1..10] OF BYTE;
END_STRUCT
END_TYPE
4) PLC_PRG
IF NOT IsInit THEN
Init;
isInit:=TRUE;
END_IF
IF createRoute THEN
IF(numRoutes <5) AND (RP[NewRoute.Source, NewRoute.Receiver,1].Resources[1]<>0) THEN
NewRoute.WeightStr:=REAL_TO_STRING(NewRoute.Weight);
IF NewRoute.ReceiverControl AND NewRoute.SourceControl THEN
CurrentVisu:='CONTROLSIDE';
ELSE
numRoutes:=numRoutes+1;
Routes[numRoutes]:=NewRoute;
createRoute:=FALSE;
END_IF
END_IF
END_IF
IF deleteRoute THEN
IF RouteVariant<>0 THEN
```

Продолжение Приложения Л

```
IF Routes[i].State='Выполнено' THEN
    BusySourcesReceivers[SourceGlobalNumber(Routes[RouteVariant].Source)]: = FALSE;
    BusySourcesReceivers[ReceiverGlobalNumber(Routes[RouteVariant].Receiver)]:=FALSE;
    FOR i:=1 TO 5 DO
        res:= RP[Routes[RouteVariant].Source,Routes[RouteVariant].Receiver,Routes[RouteVariant].Variant].Resources[i];
        IF res=0 THEN
            EXIT;
        END_IF
        IF res<200 THEN
            BusyCombs[res]:=FALSE;
        ELSE
            BusyPumps[res-200]:=FALSE;
        END_IF
    END_FOR
    FOR i:=RouteVariant TO numRoutes-1 DO
        Routes[i] := Routes[i+1];
    END_FOR
    Routes[numRoutes].Source := 0;
    Routes[numRoutes].SourceStr := "";
    Routes[numRoutes].SourceControl :=FALSE;
    Routes[numRoutes].SourceControlStr:="";
    Routes[numRoutes].Receiver:=0;
    Routes[numRoutes].ReceiverStr:="";
    Routes[numRoutes].ReceiverControl:=FALSE;
    Routes[numRoutes].ReceiverControlStr:="";
    Routes[numRoutes].Weight:=0;
    Routes[numRoutes].WeightStr:="";
    Routes[numRoutes].State:="";
    Routes[numRoutes].Variant:=0;
```

Продолжение Приложения Л

```

numRoutes:=numRoutes-1;
RouteVariant:=0;
ELSE
    Routes[i].State:='Останов';
END_IF
END_IF
deleteRoute:=FALSE;
END_IF
ScanRoutes;
ServicingProgram;
    5) Программа «Инициализация»
(*Рафинац. - Емк.13:1:1*)
RP[1,1,1].Resources[1] := 1;
RP[1,1,1].Devices[1] := 1;
(*ЖД.Ц. - Емк.13: 2:4*)
RP[2,1,1].Resources[1] := 2;
RP[2,1,1].Devices[1] := 4;
(*Емк.13 - Емк.13: X*)
(*Емк.14 - Емк.13: X*)
(*Емк.15 - Емк.13: X*)
(*Емк.59-Емк.13:
204,3:44,43,204,42,41,7*)
RP[6,1,1].Resources[1] := 204;
RP[6,1,1].Resources[2] := 3;
RP[6,1,1].Devices[1] := 44;
RP[6,1,1].Devices[2] := 43;
RP[6,1,1].Devices[3] := 204;
RP[6,1,1].Devices[4] := 42;
RP[6,1,1].Devices[5] := 41;
RP[6,1,1].Devices[6] := 7;
(*Емк.61-Емк.13:
204,3:46,43,204,42,41,7*)
RP[7,1,1].Resources[1] := 204;
RP[7,1,1].Resources[2] := 3;
RP[7,1,1].Devices[1] := 46;
RP[7,1,1].Devices[2] := 43;
RP[7,1,1].Devices[3] := 204;
RP[7,1,1].Devices[4] := 42;
RP[7,1,1].Devices[5] := 41;
RP[7,1,1].Devices[6] := 7;
(*Емк.65-Емк.13:
204,3:47,43,204,42,41,7*)
RP[8,1,1].Resources[1] := 204;
RP[8,1,1].Resources[2] := 3;
RP[8,1,1].Devices[1] := 47;
RP[8,1,1].Devices[2] := 43;
RP[8,1,1].Devices[3] := 204;
RP[8,1,1].Devices[4] := 42;
RP[8,1,1].Devices[5] := 41;
RP[8,1,1].Devices[6] := 7;
(*Рафинац. - Емк.14:1:2*)
RP[1,2,1].Resources[1] := 1;
RP[1,2,1].Devices[1] := 2;
(*ЖД.Ц. - Емк.14: 2:5*)

```

Продолжение Приложения Л

<p>RP[2,2,1].Resources[1] := 2; RP[2,2,1].Devices[1] := 5; (*ЕМК.13 - ЕМК.14: X*) (*ЕМК.14 - ЕМК.14: X*) (*ЕМК.15 - ЕМК.14: X*) (*ЕМК.59-ЕМК.14: 204,3:44,43,204,42,41,8*) RP[6,2,1].Resources[1] := 204; RP[6,2,1].Resources[2] := 3; RP[6,2,1].Devices[1] := 44; RP[6,2,1].Devices[2] := 43; RP[6,2,1].Devices[3] := 204; RP[6,2,1].Devices[4] := 42; RP[6,2,1].Devices[5] := 41; RP[6,2,1].Devices[6] := 8; (*ЕМК.61-ЕМК.14: 204,3:46,43,204,42,41,8*) RP[7,2,1].Resources[1] := 204; RP[7,2,1].Resources[2] := 3; RP[7,2,1].Devices[1] := 46; RP[7,2,1].Devices[2] := 43; RP[7,2,1].Devices[3] := 204; RP[7,2,1].Devices[4] := 42; RP[7,2,1].Devices[5] := 41; RP[7,2,1].Devices[6] := 8; (*ЕМК.65-ЕМК.14: 204,3:47,43,204,42,41,8*) RP[8,2,1].Resources[1] := 204; RP[8,2,1].Resources[2] := 3; RP[8,2,1].Devices[1] := 47; RP[8,2,1].Devices[2] := 43;</p>	<p>RP[8,2,1].Devices[3] := 204; RP[8,2,1].Devices[4] := 42; RP[8,2,1].Devices[5] := 41; RP[8,2,1].Devices[6] := 8; (*Рафинац. - ЕМК.15:1:3*) RP[1,3,1].Resources[1] := 1; RP[1,3,1].Devices[1] := 3; (*ЖД.Ц. - ЕМК.15: 2:6*) RP[2,3,1].Resources[1] := 2; RP[2,3,1].Devices[1] := 6; (*ЕМК.13 - ЕМК.15: X*) (*ЕМК.14 - ЕМК.15: X*) (*ЕМК.15 - ЕМК.15: X*) (*ЕМК.59 ЕМК.15:204,3:44,43,204,42,41,9*) RP[6,3,1].Resources[1] := 204; RP[6,3,1].Resources[2] := 3; RP[6,3,1].Devices[1] := 44; RP[6,3,1].Devices[2] := 43; RP[6,3,1].Devices[3] := 204; RP[6,3,1].Devices[4] := 42; RP[6,3,1].Devices[5] := 41; RP[6,3,1].Devices[6] := 9; (*ЕМК.61-ЕМК.15: 204,3:46,43,204,42,41,9*) RP[7,3,1].Resources[1] := 204; RP[7,3,1].Resources[2] := 3; RP[7,3,1].Devices[1] := 46; RP[7,3,1].Devices[2] := 43; RP[7,3,1].Devices[3] := 204; RP[7,3,1].Devices[4] := 42; RP[7,3,1].Devices[5] := 41;</p>
--	--

Продолжение Приложения Л

204,3:47,43,204,42,41,9*)

RP[8,3,1].Resources[1] := 204;

RP[8,3,1].Resources[2] := 3;

RP[8,3,1].Devices[1] := 47;

RP[8,3,1].Devices[2] := 43;

RP[8,3,1].Devices[3] := 204;

RP[8,3,1].Devices[4] := 42;

RP[8,3,1].Devices[5] := 41;

RP[8,3,1].Devices[6] := 9;

(*Рафинац. -АвтоЦ.1, вариант 1: X*)

(*Рафинац. -АвтоЦ.1, вариант 2: X*)

(*Рафинац. -АвтоЦ.1, вариант 3: X*)

(*ЖД.Ц. - АвтоЦ.1: X*)

(*Емк.13-АвтоЦ.1:

201,4:10,201,13,17,34*)

RP[3,4,1].Resources[1] := 201;

RP[3,4,1].Resources[2] := 4;

RP[3,4,1].Devices[1] := 10;

RP[3,4,1].Devices[2] := 201;

RP[3,4,1].Devices[3] := 13;

RP[3,4,1].Devices[4] := 17;

RP[3,4,1].Devices[5] := 34;

(*Емк.14-АвтоЦ.1:

202,5:11,202,14,23,34*)

RP[4,4,1].Resources[1] := 202;

RP[4,4,1].Resources[2] := 5;

RP[4,4,1].Devices[1] := 11;

RP[4,4,1].Devices[2] := 202;

RP[4,4,1].Devices[3] := 14;

RP[4,4,1].Devices[4] := 23;

RP[4,4,1].Devices[5] := 34;

(*Емк.15-АвтоЦ.1:

203,6:12,203,15,29,34*)

RP[5,4,1].Resources[1] := 203;

RP[5,4,1].Resources[2] := 6;

RP[5,4,1].Devices[1] := 12;

RP[5,4,1].Devices[2] := 203;

RP[5,4,1].Devices[3] := 15;

RP[5,4,1].Devices[4] := 29;

RP[5,4,1].Devices[5] := 34;

(*Емк.59 - АвтоЦ.1, вариант 1: X*)

(*Емк.61 - АвтоЦ.1, вариант 1: X*)

(*Емк.65 - АвтоЦ.1, вариант 1: X*)

(*Рафинац. -АвтоЦ.2, вариант 1:X*)

(*ЖД.Ц. - АвтоЦ.2: X*)

(*Емк.13-АвтоЦ.2:

201,4:10,201,13,18,35*)

RP[3,5,1].Resources[1] := 201;

RP[3,5,1].Resources[2] := 4;

RP[3,5,1].Devices[1] := 10;

RP[3,5,1].Devices[2] := 201;

RP[3,5,1].Devices[3] := 13;

RP[3,5,1].Devices[4] := 18;

RP[3,5,1].Devices[5] := 35;

(*Емк.14-АвтоЦ.2:

202,5:11,202,14,24,35*)

RP[4,5,1].Resources[1] := 202;

RP[4,5,1].Resources[2] := 5;

RP[4,5,1].Devices[1] := 11;

RP[4,5,1].Devices[2] := 202;

RP[4,5,1].Devices[3] := 14;

RP[4,5,1].Devices[4] := 24;

RP[4,5,1].Devices[5] := 35;

Продолжение Приложения Л

RP[5,5,1].Resources[1] := 203;
RP[5,5,1].Resources[2] := 6;
RP[5,5,1].Devices[1] := 12;
RP[5,5,1].Devices[2] := 203;
RP[5,5,1].Devices[3] := 15;
RP[5,5,1].Devices[4] := 30;
RP[5,5,1].Devices[5] := 35;
(*Емк.59 - АвтоЦ.2, вариант 1: X*)
(*Емк.61 - АвтоЦ.2, вариант 1: X*)
(*Емк.65 - АвтоЦ.2, вариант 1: X*)
(*Рафинац. -ЖД.Ц., вариант 1: X*)
(*ЖД.Ц. - ЖД.Ц.: X*)
(*Емк.13 - ЖД.Ц.: 201,4:10,201,13,19,36*)
RP[3,6,1].Resources[1] := 201;
RP[3,6,1].Resources[2] := 4;
RP[3,6,1].Devices[1] := 10;
RP[3,6,1].Devices[2] := 201;
RP[3,6,1].Devices[3] := 13;
RP[3,6,1].Devices[4] := 19;
RP[3,6,1].Devices[5] := 36;
(*Емк.14 - ЖД.Ц.: 202,5:11,202,14,25,36*)
RP[4,6,1].Resources[1] := 202;
RP[4,6,1].Resources[2] := 5;
RP[4,6,1].Devices[1] := 11;
RP[4,6,1].Devices[2] := 202;
RP[4,6,1].Devices[3] := 14;
RP[4,6,1].Devices[4] := 25;
RP[4,6,1].Devices[5] := 36;
(*Емк.15 - ЖД.Ц.: 203,6:12,203,15,31,36*)
RP[5,6,1].Resources[1] := 203;
RP[5,6,1].Resources[2] := 6;
RP[5,6,1].Devices[1] := 12;
RP[5,6,1].Devices[2] := 203;
RP[5,6,1].Devices[3] := 15;
RP[5,6,1].Devices[4] := 31;
RP[5,6,1].Devices[5] := 36;
(*Емк.59 - ЖД.Ц., вариант 1: X*)
(*Емк.61 - ЖД.Ц., вариант 1: X*)
(*Емк.65 - ЖД.Ц., вариант 1: X*)
(*Рафинац.-Емк.59,вариант1:
4,7:16,20,37,45*)
RP[1,7,1].Resources[1] := 4;
RP[1,7,1].Resources[2] := 7;
RP[1,7,1].Devices[1] := 16;
RP[1,7,1].Devices[2] := 20;
RP[1,7,1].Devices[3] := 37;
RP[1,7,1].Devices[4] := 45;
(*Рафинац.-Емк.59,вариант2:
5,7:22,26,37,45*)
RP[1,7,2].Resources[1] := 5;
RP[1,7,2].Resources[2] := 7;
RP[1,7,2].Devices[1] := 22;
RP[1,7,2].Devices[2] := 26;
RP[1,7,2].Devices[3] := 37;
RP[1,7,2].Devices[4] := 45;
(*Рафинац.-Емк.59,вариант3:
6,7:28,32,37,45*)
RP[1,7,3].Resources[1] := 6;
RP[1,7,3].Resources[2] := 7;
RP[1,7,3].Devices[1] := 28;
RP[1,7,3].Devices[2] := 32;
RP[1,7,3].Devices[3] := 37;
RP[1,7,3].Devices[4] := 45;
(*ЖД.Ц. - Емк.59.: X*)

Продолжение Приложения Л

201,4,7:10,201,13,20,37,45*)

RP[3,7,1].Resources[1] := 201;

RP[3,7,1].Resources[2] := 4;

RP[3,7,1].Resources[3] := 7;

RP[3,7,1].Devices[1] := 10;

RP[3,7,1].Devices[2] := 201;

RP[3,7,1].Devices[3] := 13;

RP[3,7,1].Devices[4] := 20;

RP[3,7,1].Devices[5] := 37;

RP[3,7,1].Devices[6] := 45;

(*Емк.14-Емк.59:

202,5,7:11,202,14,26,37,45*)

RP[4,7,1].Resources[1] := 202;

RP[4,7,1].Resources[2] := 5;

RP[4,7,1].Resources[3] := 7;

RP[4,7,1].Devices[1] := 11;

RP[4,7,1].Devices[2] := 202;

RP[4,7,1].Devices[3] := 14;

RP[4,7,1].Devices[4] := 26;

RP[4,7,1].Devices[5] := 37;

RP[4,7,1].Devices[6] := 45;

(*Емк.15- Емк.59:

203,6,7:12,203,15,32,37,45*)

RP[5,7,1].Resources[1] := 203;

RP[5,7,1].Resources[2] := 6;

RP[5,7,1].Resources[3] := 7;

RP[5,7,1].Devices[1] := 12;

RP[5,7,1].Devices[2] := 203;

RP[5,7,1].Devices[3] := 15;

RP[5,7,1].Devices[4] := 32;

RP[5,7,1].Devices[5] := 37;

RP[5,7,1].Devices[6] := 45;

(*Емк.59 - Емк.59, X*)

(*Емк.61-Емк.59:

204,7:46,43,204,42,40,37,45*)

RP[7,7,1].Resources[1] := 204;

RP[7,7,1].Resources[2] := 7;

RP[7,7,1].Devices[1] := 46;

RP[7,7,1].Devices[2] := 43;

RP[7,7,1].Devices[3] := 204;

RP[7,7,1].Devices[4] := 42;

RP[7,7,1].Devices[5] := 40;

RP[7,7,1].Devices[6] := 37;

RP[7,7,1].Devices[7] := 45;

(*Емк.65-Емк.59:

204,7:47,43,204,42,40,37,45*)

RP[8,7,1].Resources[1] := 204;

RP[8,7,1].Resources[2] := 7;

RP[8,7,1].Devices[1] := 47;

RP[8,7,1].Devices[2] := 43;

RP[8,7,1].Devices[3] := 204;

RP[8,7,1].Devices[4] := 42;

RP[8,7,1].Devices[5] := 40;

RP[8,7,1].Devices[6] := 37;

RP[8,7,1].Devices[7] := 45;

(*Рафинац.-Емк.61, вариант 1:

4,7:16,20,38,48*)

RP[1,8,1].Resources[1] := 4;

RP[1,8,1].Resources[2] := 7;

RP[1,8,1].Devices[1] := 16;

RP[1,8,1].Devices[2] := 20;

RP[1,8,1].Devices[3] := 38;

RP[1,8,1].Devices[4] := 48;

Продолжение Приложения Л

<p>RP[1,8,2].Resources[1] := 5; RP[1,8,2].Resources[2] := 7; RP[1,8,2].Devices[1] := 22; RP[1,8,2].Devices[2] := 26; RP[1,8,2].Devices[3] := 38; RP[1,8,2].Devices[4] := 48; (*Рафинац.-Емк.61, вариант3: 6,7:28,32,38,48*) RP[1,8,3].Resources[1] := 6; RP[1,8,3].Resources[2] := 7; RP[1,8,3].Devices[1] := 28; RP[1,8,3].Devices[2] := 32; RP[1,8,3].Devices[3] := 38; RP[1,8,3].Devices[4] := 48; (*ЖД.Ц. - Емк.61.: X*) (*Емк.13-Емк.61: 201,4,7:10,201,13,20,38,48*) RP[3,8,1].Resources[1] := 201; RP[3,8,1].Resources[2] := 4; RP[3,8,1].Resources[3] := 7; RP[3,8,1].Devices[1] := 10; RP[3,8,1].Devices[2] := 201; RP[3,8,1].Devices[3] := 13; RP[3,8,1].Devices[4] := 20; RP[3,8,1].Devices[5] := 38; RP[3,8,1].Devices[6] := 48; (*Емк.14-Емк.61: 202,5,7:11,202,14,26,38,48*) RP[4,8,1].Resources[1] := 202; RP[4,8,1].Resources[2] := 5; RP[4,8,1].Resources[3] := 7; RP[4,8,1].Devices[1] := 11;</p>	<p>RP[4,8,1].Devices[2] := 202; RP[4,8,1].Devices[3] := 14; RP[4,8,1].Devices[4] := 26; RP[4,8,1].Devices[5] := 38; RP[4,8,1].Devices[6] := 48; (*Емк.15-Емк.61: 203,6,7:12,203,15,32,38,48*) RP[5,8,1].Resources[1] := 203; RP[5,8,1].Resources[2] := 6; RP[5,8,1].Resources[3] := 7; RP[5,8,1].Devices[1] := 12; RP[5,8,1].Devices[2] := 203; RP[5,8,1].Devices[3] := 15; RP[5,8,1].Devices[4] := 32; RP[5,8,1].Devices[5] := 38; RP[5,8,1].Devices[6] := 48; (*Емк.59-Емк.61: 204,7:44,43,204,42,40,38,48*) RP[6,8,1].Resources[1] := 204; RP[6,8,1].Resources[2] := 7; RP[6,8,1].Devices[1] := 44; RP[6,8,1].Devices[2] := 43; RP[6,8,1].Devices[3] := 204; RP[6,8,1].Devices[4] := 42; RP[6,8,1].Devices[5] := 40; RP[6,8,1].Devices[6] := 38; RP[6,8,1].Devices[7] := 48; (*Емк.61 - Емк.61: X*) (*Емк.65-Емк.61: 204,7:47,43,204,42,40,38,48*) RP[8,8,1].Resources[1] := 204; RP[8,8,1].Resources[2] := 7;</p>
--	--

Продолжение Приложения Л

RP[8,8,1].Devices[2] := 43;
RP[8,8,1].Devices[3] := 204;
RP[8,8,1].Devices[4] := 42;
RP[8,8,1].Devices[5] := 40;
RP[8,8,1].Devices[6] := 38;
RP[8,8,1].Devices[7] := 48;
(*Рафинац.-Емк.65,вариант1:
4,7:16,20,39,49*)
RP[1,9,1].Resources[1] := 4;
RP[1,9,1].Resources[2] := 7;
RP[1,9,1].Devices[1] := 16;
RP[1,9,1].Devices[2] := 20;
RP[1,9,1].Devices[3] := 39;
RP[1,9,1].Devices[4] := 49;
(*Рафинац.-Емк.65,вариант2:
5,7:22,26,39,49*)
RP[1,9,2].Resources[1] := 5;
RP[1,9,2].Resources[2] := 7;
RP[1,9,2].Devices[1] := 22;
RP[1,9,2].Devices[2] := 26;
RP[1,9,2].Devices[3] := 39;
RP[1,9,2].Devices[4] := 49;
(*Рафинац.-Емк.65,вариант3:
6,7:28,32,39,49*)
RP[1,9,3].Resources[1] := 6;
RP[1,9,3].Resources[2] := 7;
RP[1,9,3].Devices[1] := 28;
RP[1,9,3].Devices[2] := 32;
RP[1,9,3].Devices[3] := 39;
RP[1,9,3].Devices[4] := 49;
(*ЖД.Ц. - Емк.65.: X*)

(*Емк.13-Емк.65:
201,4,7:10,201,13,20,39,49*)
RP[3,9,1].Resources[1] := 201;
RP[3,9,1].Resources[2] := 4;
RP[3,9,1].Resources[3] := 7;
RP[3,9,1].Devices[1] := 10;
RP[3,9,1].Devices[2] := 201;
RP[3,9,1].Devices[3] := 13;
RP[3,9,1].Devices[4] := 20;
RP[3,9,1].Devices[5] := 39;
RP[3,9,1].Devices[6] := 49;
(*Емк.14-Емк.65:
202,5,7:11,202,14,26,39,49*)
RP[4,9,1].Resources[1] := 202;
RP[4,9,1].Resources[2] := 5;
RP[4,9,1].Resources[3] := 7;
RP[4,9,1].Devices[1] := 11;
RP[4,9,1].Devices[2] := 202;
RP[4,9,1].Devices[3] := 14;
RP[4,9,1].Devices[4] := 26;
RP[4,9,1].Devices[5] := 39;
RP[4,9,1].Devices[6] := 49;
(*Емк.15
Емк.65:203,6,7:12,203,15,32,39,49*)
RP[5,9,1].Resources[1] := 203;
RP[5,9,1].Resources[2] := 6;
RP[5,9,1].Resources[3] := 7;
RP[5,9,1].Devices[1] := 12;
RP[5,9,1].Devices[2] := 203;
RP[5,9,1].Devices[3] := 15;
RP[5,9,1].Devices[4] := 32;
RP[5,9,1].Devices[5] := 39;

Продолжение Приложения Л

204,7:44,43,204,42,40,39,49*)
RP[6,9,1].Resources[1] := 204;
RP[6,9,1].Resources[2] := 7;
RP[6,9,1].Devices[1] := 44;
RP[6,9,1].Devices[2] := 43;
RP[6,9,1].Devices[3] := 204;
RP[6,9,1].Devices[4] := 42;
RP[6,9,1].Devices[5] := 40;
RP[6,9,1].Devices[6] := 39;
RP[6,9,1].Devices[7] := 49;
(*Емк.61-Емк.65:
204,7:46,43,204,42,40,39,49*)
RP[7,9,1].Resources[1] := 204;
RP[7,9,1].Resources[2] := 7;
RP[7,9,1].Devices[1] := 46;
RP[7,9,1].Devices[2] := 43;
RP[7,9,1].Devices[3] := 204;
RP[7,9,1].Devices[4] := 42;
RP[7,9,1].Devices[5] := 40;
RP[7,9,1].Devices[6] := 39;
RP[7,9,1].Devices[7] := 49;
(*Емк.65 - Емк.65: X*)
(*Рафинац. - Розлив, вариант 1: 4:16,21*)
RP[1,10,1].Resources[1] := 4;
RP[1,10,1].Devices[1] := 16;
RP[1,10,1].Devices[2] := 21;
(*Рафинац. - Розлив, вариант 2: 5:22,27*)
RP[1,10,2].Resources[1] := 5;
RP[1,10,2].Devices[1] := 22;
RP[1,10,2].Devices[2] := 27;
(*Рафинац. - Розлив, вариант 3: 6:28,33*)
RP[1,10,3].Resources[1] := 6;
RP[1,10,3].Devices[1] := 28;
RP[1,10,3].Devices[2] := 33;
(*ЖД.Ц. - Розлив.: X*)
(*Емк.13 - Розлив: 201,4:10,201,13,21*)
RP[3,10,1].Resources[1] := 201;
RP[3,10,1].Resources[2] := 4;
RP[3,10,1].Devices[1] := 10;
RP[3,10,1].Devices[2] := 201;
RP[3,10,1].Devices[3] := 13;
RP[3,10,1].Devices[4] := 21;
(*Емк.14 - Розлив: 202,5:11,202,14,27*)
RP[4,10,1].Resources[1] := 202;
RP[4,10,1].Resources[2] := 5;
RP[4,10,1].Devices[1] := 11;
RP[4,10,1].Devices[2] := 202;
RP[4,10,1].Devices[3] := 14;
RP[4,10,1].Devices[4] := 27;
(*Емк.15 - Розлив: 203,6:12,203,15,33*)
RP[5,10,1].Resources[1] := 203;
RP[5,10,1].Resources[2] := 6;
RP[5,10,1].Devices[1] := 12;
RP[5,10,1].Devices[2] := 203;
RP[5,10,1].Devices[3] := 15;
RP[5,10,1].Devices[4] := 35;
(*Емк.59 - Розлив, вариант 1: X*)
(*Емк.61 - Розлив, вариант 1: X*)
(*Емк.65 - Розлив, вариант 1: X*)
NewRoute.Source := 1;
NewRoute.SourceStr := 'Рафин.';
NewRoute.SourceControl := FALSE;
NewRoute.SourceControlStr := 'нет';
NewRoute.Receiver := 1;

Продолжение Приложения Л

```
NewRoute.Weight:=50;
NewRoute.WeightStr:='50';
NewRoute.State:='Ожидание';
NewRoute.ReceiverControl:=TRUE;
NewRoute.ReceiverControlStr:='да';
6) Программа «Сканирование маршрутов»
FOR i:=1 TO numRoutes DO
  IF Routes[i].State='Ожидание' THEN
    ns:=Routes[i].Source;
    nr:=Routes[i].Receiver;
    NotPermit:=BusySourcesReceivers[SourceGlobalNumber(ns)]OR
    BusySourcesReceivers[ReceiverGlobalNumber(nr)];
    IF NOT NotPermit THEN
      FOR variant:=1 TO 3 DO
        nres:=1;
        WHILE (RP[ns,nr,variant].Resources[nres]<>0) AND
        (nres<6) DO
          res:=RP[ns,nr,variant].Resources[nres];
          IF res<200 THEN
            NotPermit:= BusyCombs[res];
          ELSE
            NotPermit:= BusyPumps[res-200];
          END_IF
          IF NotPermit THEN
            EXIT;
          ELSE
            nres:=nres+1;
          END_IF
        END_WHILE
        IF NOT NotPermit THEN
          EXIT;
        END_IF
      END_FOR
    END_IF
  END_IF
```

Продолжение Приложения Л

```
IF NOT NotPermit THEN
    Routes[i].State:='Запуск';
    CurrentDev[i]:=1;
    Routes[i].Variant:=variant;
    BusySourcesReceivers[SourceGlobalNumber (Routes[i].Source)]: =
    TRUE;
    BusySourcesReceivers[ReceiverGlobalNumber(Routes[i].Re
    ceiver)]:=TRUE;
    FOR nres:=1 TO 5 DO
        res:= RP[ns,nr,variant].Resources[nres];
        IF res=0 THEN
            EXIT;
        END_IF
        IF res<200 THEN
            BusyCombs[res]:=TRUE;
        ELSE
            BusyPumps[res-200]:=TRUE;
        END_IF
    END_FOR
END_IF
END_IF
END_FOR
```

7) Программа «Обслуживание»

```
FOR i:=1 TO numRoutes DO
    ns:=Routes[i].Source;
    nr:=Routes[i].Receiver;
    nv:=Routes[i].Variant;
    ndev:=RP[ns,nr,nv].Devices[CurrentDev[i]];

    (*ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОМЕРА ИЗМЕРИТЕЛЯ*)
    IF Routes[i].SourceControl THEN
        ng:=GaugesSource(ns);
```

Продолжение Приложения Л

```
ELSIF Routes[i].ReceiverControl THEN
    ng:=GaugesRes(nr);
ELSE ng:=0;
END_IF
(*-----РЕЖИМ ЗАПУСК-----*)
IF Routes[i].State='Запуск' THEN
    IF ndev=0 THEN
        CurrentDev[i]:=CurrentDev[i]-1;
        Routes[i].State:='Контроль';
    ELSE
        (*ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЧАЛЬНОГО ВЕСА/ОБЪЕМА*)
        IF StartValue[i]=0 THEN
            IF ng<>0 THEN
                StartValue[i]:=Gauges[ng];
            END_IF
        END_IF
        (*ВКЛЮЧЕНИЕ КЛАПАНОВ И НАСОСОВ*)
        IF ndev<200 THEN
            OpenValves[ndev]:=TRUE;
            IF StateValves[ndev*2-1] THEN
                CurrentDev[i]:=CurrentDev[i]+1;
            END_IF
        ELSE
            StartPumps[ndev-200]:=TRUE;
            nLowSpeed[i]:=ndev;
            LowSpeedPumps[ndev-200]:=FALSE;
            IF WorkPumps[ndev-200] THEN
                CurrentDev[i]:=CurrentDev[i]+1;
            END_IF
        END_IF
    END_IF
END_IF
```

Продолжение Приложения Л

(*-----РЕЖИМ КОНТРОЛЬ-----*)

ELSIF Routes[i].State='Контроль' THEN

IF ng<>0 THEN

IF StartValue[i]=0 THEN

StartValue[i]:=Gauges[ng];

END_IF

a:=TRUE;

MovedValue:=ABS(StartValue[i]-Gauges[ng]);

IF (Routes[i].Weight - MovedValue)<5 THEN

LowSpeedPumps[nLowSpeed[i]-200]:=TRUE;

IF (Routes[i].Weight - MovedValue)<0.1 THEN

Routes[i].State:='Останов';

StartValue[i]:=0;

END_IF

ELSE

LowSpeedPumps[nLowSpeed[i]-200]:=FALSE;

END_IF

END_IF

(*-----РЕЖИМ ОСТАНОВКА-----*)

ELSIF Routes[i].State='Останов' THEN

IF CurrentDev[i]=0 THEN

CurrentDev[i]:=CurrentDev[i]+1;

Routes[i].State:='Выполнено';

ELSE

IF ndev<200 THEN

OpenValves[ndev]:=FALSE;

IF StateValves[ndev*2] THEN

CurrentDev[i]:=CurrentDev[i]-1;

END_IF

ELSE

StartPumps[ndev-200]:=FALSE;

LowSpeedPumps[ndev-200]:=FALSE;

Продолжение Приложения Л

IF NOT WorkPumps[ndev-200] THEN

 CurrentDev[i]:=CurrentDev[i]-1;

END_IF

END_IF

END_IF

END_IF

END_FOR

8) Функция GaugesRes

FUNCTION GaugesRes: BYTE

VAR_INPUT

 receiver:BYTE;

END_VAR

VAR

END_VAR

(*-----*)

CASE receiver OF

1: GaugesRes:=1;

2: GaugesRes:=2;

3: GaugesRes:=3;

7: GaugesRes:=4;

8: GaugesRes:=5;

9: GaugesRes:=6;

ELSE

GaugesRes:=0;

END_CASE

9) Функция GaugesSource

FUNCTION GaugesSource: BYTE

VAR_INPUT

 source:BYTE;

END_VAR

VAR

END_VAR

Продолжение Приложения Л

(*-----*)

```
IF source<3 THEN
GaugesSource:=0;
ELSE
GaugesSource:=source-2;
END_IF
```

10) Функция ReceiverGlobalNumber

```
FUNCTION ReceiverGlobalNumber : BYTE
VAR_INPUT
    receiver:BYTE;
END_VAR
VAR
END_VAR
```

(*-----*)

```
CASE receiver OF
1: ReceiverGlobalNumber:=3;
2: ReceiverGlobalNumber:=4;
3: ReceiverGlobalNumber:=5;
4: ReceiverGlobalNumber:=6;
5: ReceiverGlobalNumber:=7;
6: ReceiverGlobalNumber:=8;
7: ReceiverGlobalNumber:=9;
8: ReceiverGlobalNumber:=10;
9: ReceiverGlobalNumber:=11;
10: ReceiverGlobalNumber:=12;
END_CASE
```

11) Функция SourceGlobalNumber

```
FUNCTION SourceGlobalNumber : BYTE
VAR_INPUT
    source:BYTE;
END_VAR
VAR
```

Продолжение Приложения Л

END_VAR

(*-----*)

CASE source OF

1: SourceGlobalNumber:=1;

2: SourceGlobalNumber:=2;

3: SourceGlobalNumber:=3;

4: SourceGlobalNumber:=4;

5: SourceGlobalNumber:=5;

6: SourceGlobalNumber:=9;

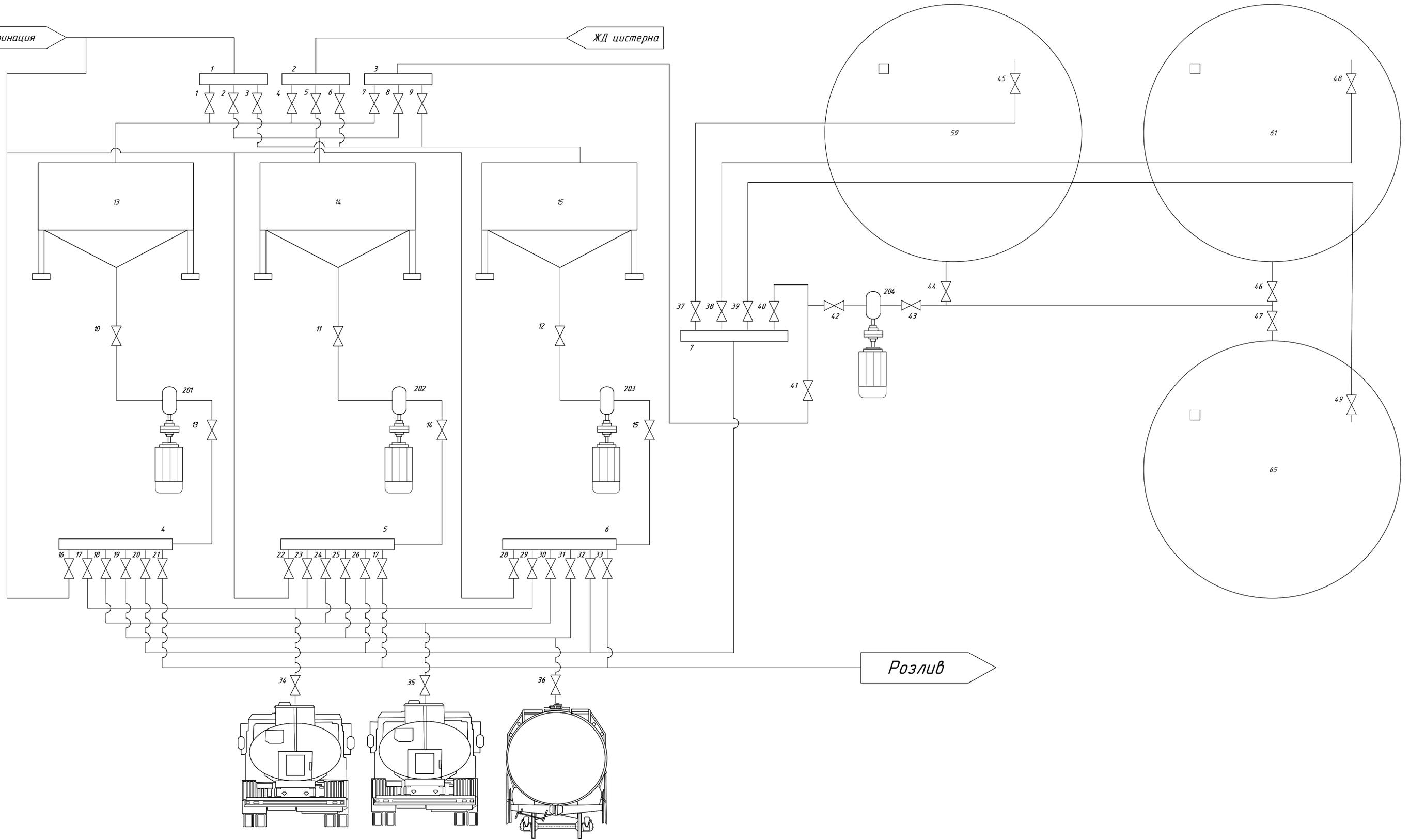
7: SourceGlobalNumber:=10;

8: SourceGlobalNumber:=11;

END_CASE

Рафинация

ЖД цистерна



Розлив

				ВКР.154.004.150304.СХ			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Литера	Масса	Масшт.
Разраб.		Власенко Е.В.			у		
Провер.		Рыбальев А.Н.					
Т. Контр.		Рыбальев А.Н.			Лист 1	Листов 6	
Н. Контр.		Скрипко О.В.			АМГУ зр. 541-0б		
Утв.		Скрипко О.В.			Автоматизированная система управления процессами порционного флэш-фракции и розлива сырьевых масел на ООО МЗЗ «Амурский» в г. Белгород (комплексная выпускная квалификационная работа)		

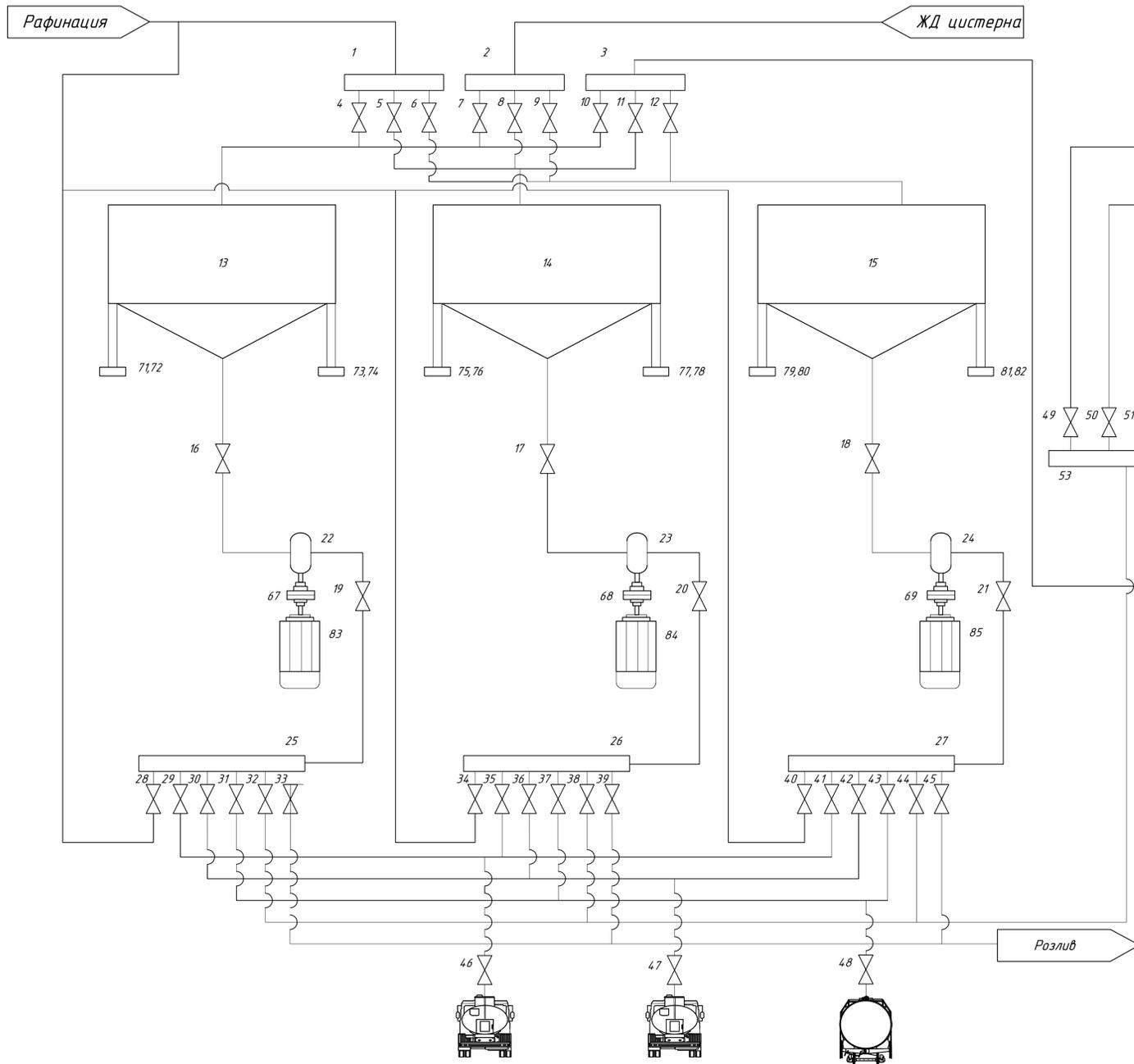


Таблица кодировки элементов ФС

№	Код	Расшифровка
1,2,3,25,26,27,53	910,94,911,907,908,909,923	Гребенки
22,23,24,56	904,905,906,924	Насосы
13,14,15	901,902,903	Бункеры весов
59,61,65	927,928,929	Бункеры склада
71,72,73,74	9011-1,9011-2,9011-3,9011-4	Тензодатчики весов 901
75,76,77,78	9021-1,9021-2,9021-3,9021-4	Тензодатчики весов 902
79,80,81,82	9031-1,9031-2,9031-3,9031-4	Тензодатчики весов 903
67	904.с-1	Частотный преобразователь насоса 904
68	905.с-1	Частотный преобразователь насоса 905
69	906.с-1	Частотный преобразователь насоса 906
70	924.с-1	Частотный преобразователь насоса 924
59,61,65	927,928,929	Бункеры
4,5,6	910 з-1,910 з-2,910 з-3	Клапаны гребенки 910
7,8,9	941 з-1,941 з-2,941 з-3	Клапаны гребенки 941
10,11,12	911 з-1,911 з-2,911 з-3	Клапаны гребенки 911
16,19	904 з-1,904 з-2	Клапаны насоса 904
17,20	905 з-1,905 з-2	Клапаны насоса 905
18,21	906 з-1,906 з-2	Клапаны насоса 906
28,29,30,31,32,33	907 з-1,907 з-2,907 з-3,907 з-4,907 з-5,907 з-6	Клапаны гребенки 907
34,35,36,37,38,39	908 з-1,908 з-2,908 з-3,908 з-4,908 з-5,908 з-6	Клапаны гребенки 908
40,41,42,43,44,45	909 з-1,909 з-2,909 з-3,909 з-4,909 з-5,909 з-6	Клапаны гребенки 909
46,47,48	950 з-1,950 з-2,950 з-3	Клапаны точек отгрузки
49,50,51,52,54	923 з-1,923 з-2,923 з-3,923 з-4,923 з-5,923 з-6	Клапаны гребенки 923
55,57	924 з-1,924 з-2,924 з-3,924 з-4,924 з-5,924 з-6	Клапаны гребенки 924
60,58	927 з-1,927 з-2	Клапаны бункера 927
62,63	928 з-1,928 з-2	Клапаны бункера 928
64,66	929 з-1,929 з-2	Клапаны бункера 929
83	904.м-1	Двигатель насоса 904
84	905.м-1	Двигатель насоса 905
85	906.м-1	Двигатель насоса 906
86	924.м-1	Двигатель насоса 924

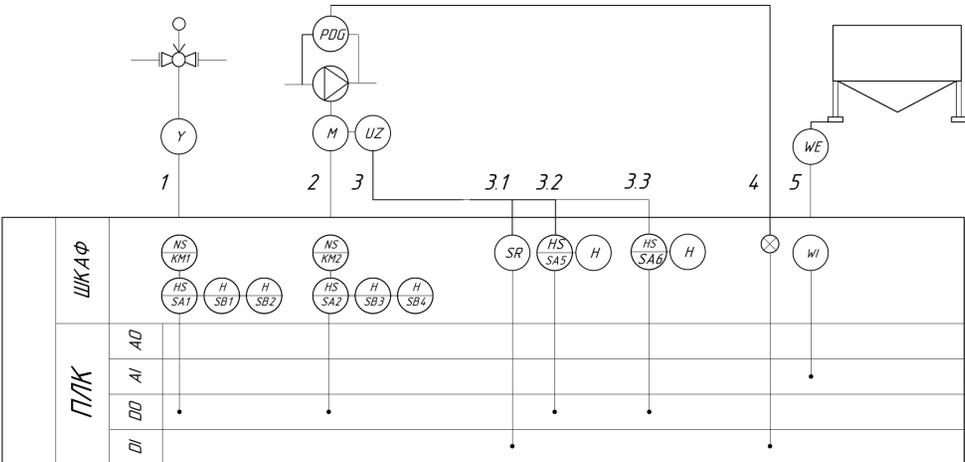


Схема функциональная цеха взвешивания и розлива

				ВКР.154.004.150304.ПЛ		
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Литера	Масса
Разработ	Васенко Е.В.				у	
Провер	Рыбалов А.Н.					
Т.Контр	Рыбалов А.Н.				Лист 2	Листов 6
Н.Контр	Скрипка О.В.				АМГУ зр. 541-0Б	
Утв	Скрипка О.В.				Автоматизированная система управления процессами промышленного взвешивания и розлива сырьевых масс на ООО МЗЗ «Амурский» в г. Белогорск (комплексная выпускная квалификационная работа)	

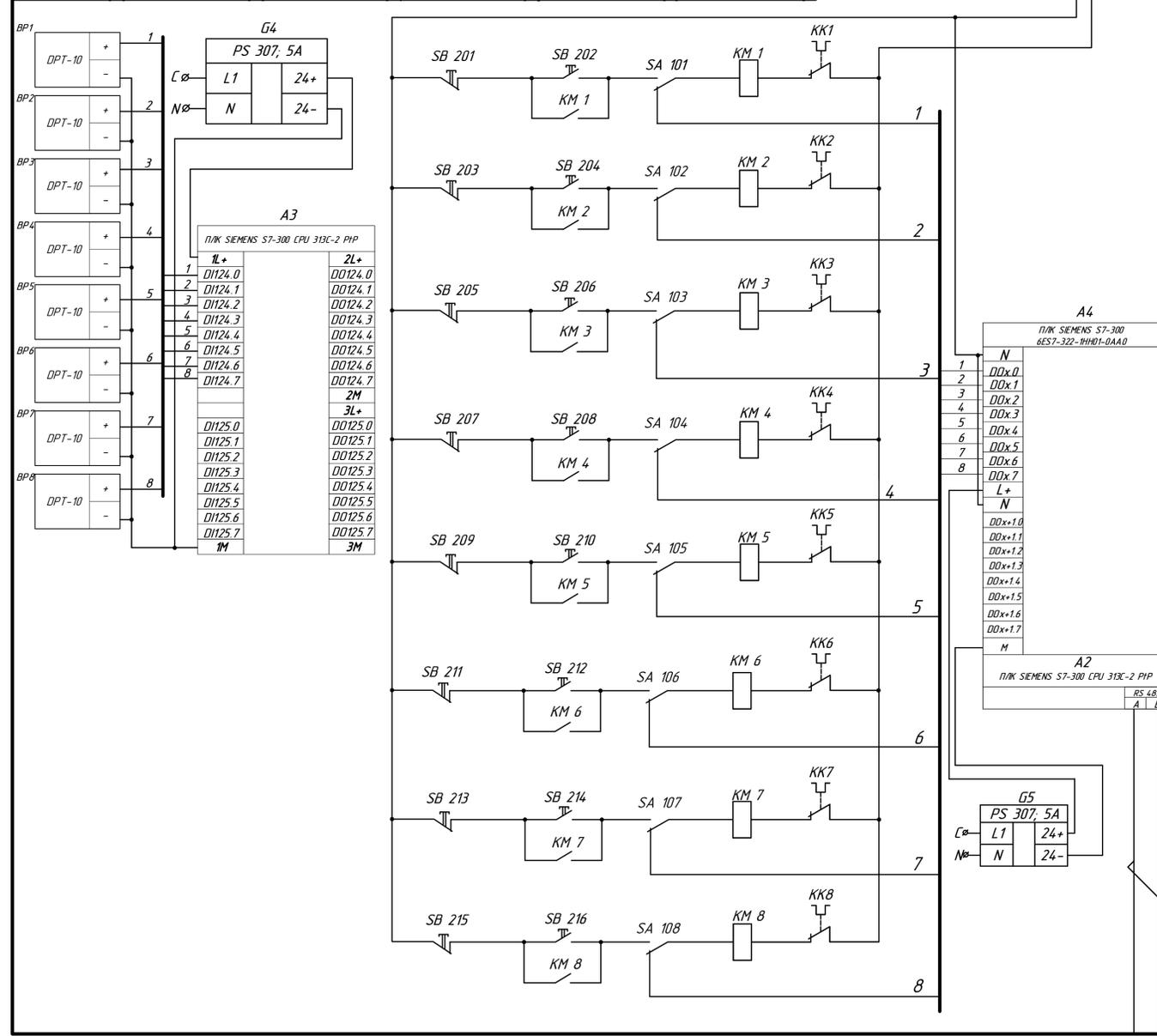
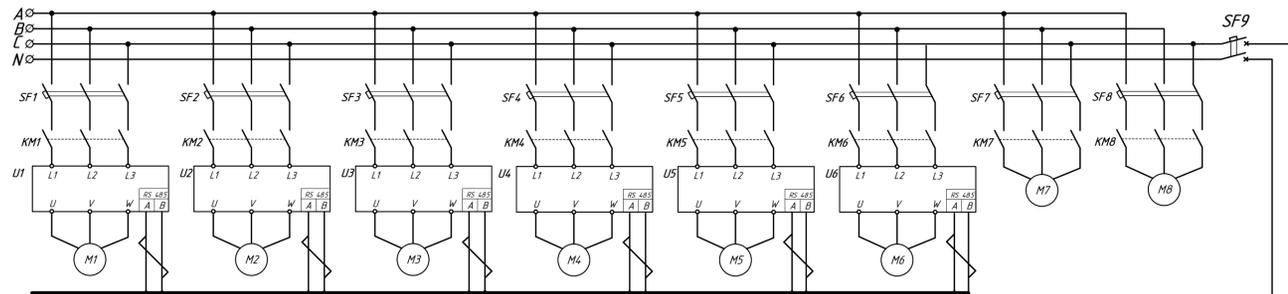


Схема электрическая принципиальная подсистемы управления насосами

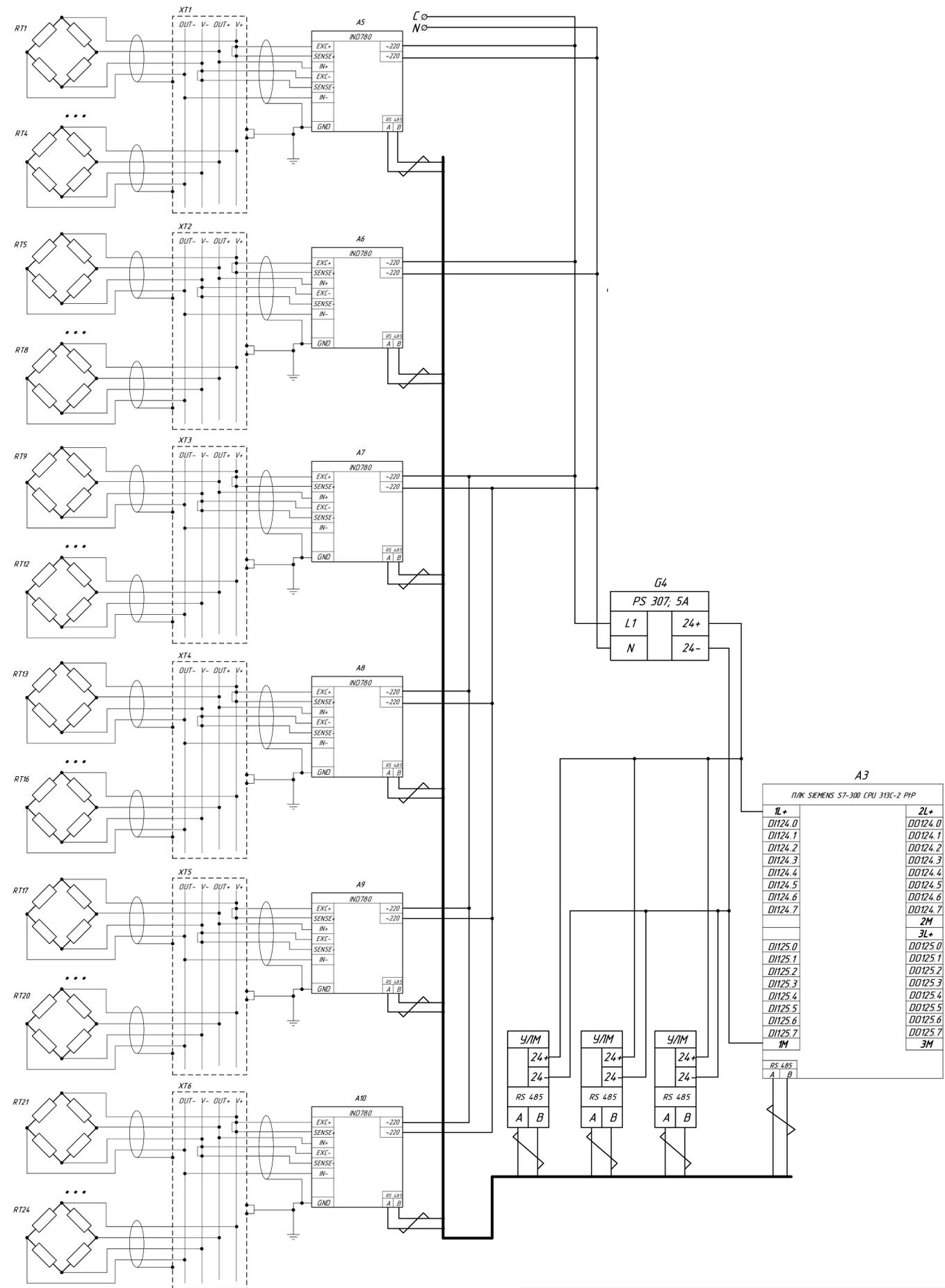


Схема электрическая принципиальная подсистемы взвешивания

				БКР.154.004.150304.CX			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Литера	Масса	Масшт.
Разраб.		Васнецко Е.В.			у		
Пробер.		Рыбалов А.Н.					
Т. Контр.		Рыбалов А.Н.			Лист 3		Листов 6
Н. Контр.		Скрипка О.В.					АНГУ зр. 541-0Б
Утв.		Скрипка О.В.					

Схемы принципиальные электрических соединений
 Автоматизированная система управления процессами парового флэш-фракции и разлива сырого масла на ООО МЗ «Агростиль» в г. Вологда (комплексная выпускная квалификационная работа)

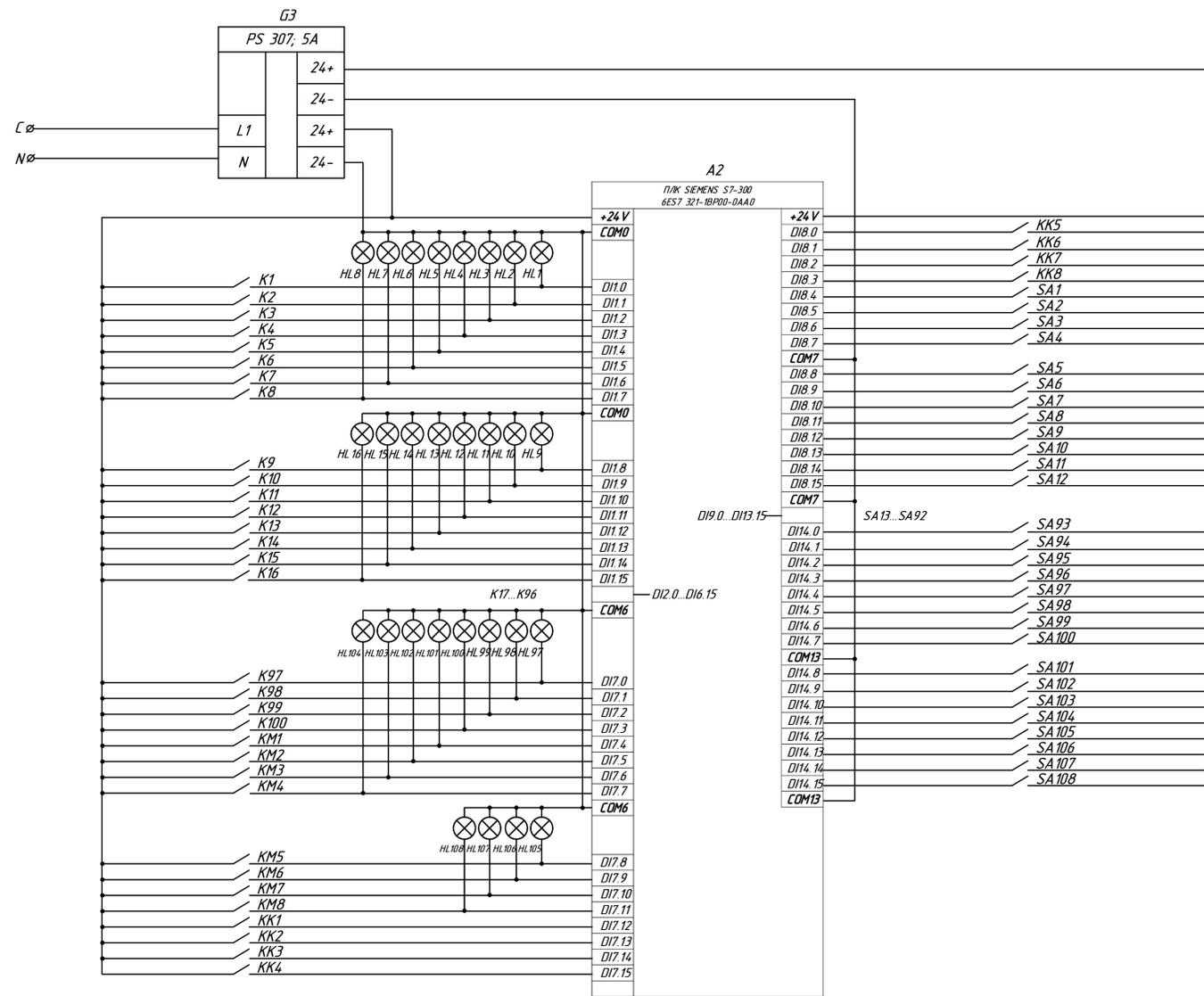


Схема электрическая принципиальная подсистемы контроля состояния

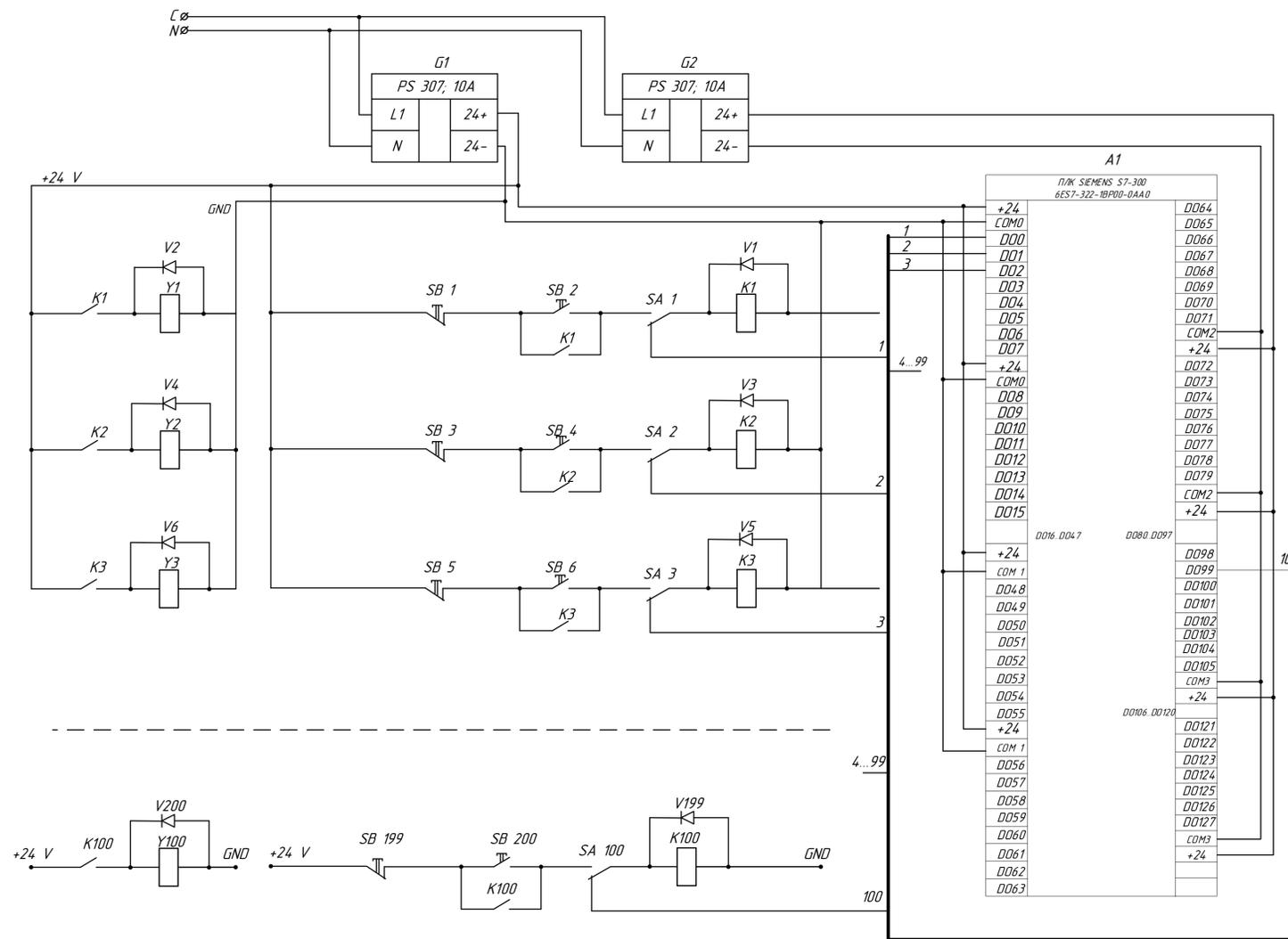


Схема электрическая принципиальная подсистемы управления клапанами

				БКР 154004.150304.СХ			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Литера	Масса	Масшт.
Разраб.		Васенко ЕВ			у		
Пробер.		Рыбалов АН					
Т. Контр.		Рыбалов АН			Лист 4	Листов 6	
Н. Контр.		Скрипка ДВ					АНГУ зр. 541-0Б
Утв.		Скрипка ДВ					

Схемы принципиальные электрических соединений

Автоматизированная система управления процессами паровой флэш-форминации и разлива сырой нефти на ООО МЗ «Амурский» в г. Белогорск (комплексная выпускная квалификационная работа)

	Источник	Контроль	Приемник	Контроль	Вес/уровень, %	Состояние
1						
2						
3						
4						
5						

Новый маршрут

Окно «Таблица маршрутов»

Источник

Рафинация
ЖД-цистерна
Емкость 13
Емкость 14

Емкость 15
Емкость 59
Емкость 61
Емкость 65

Приемник

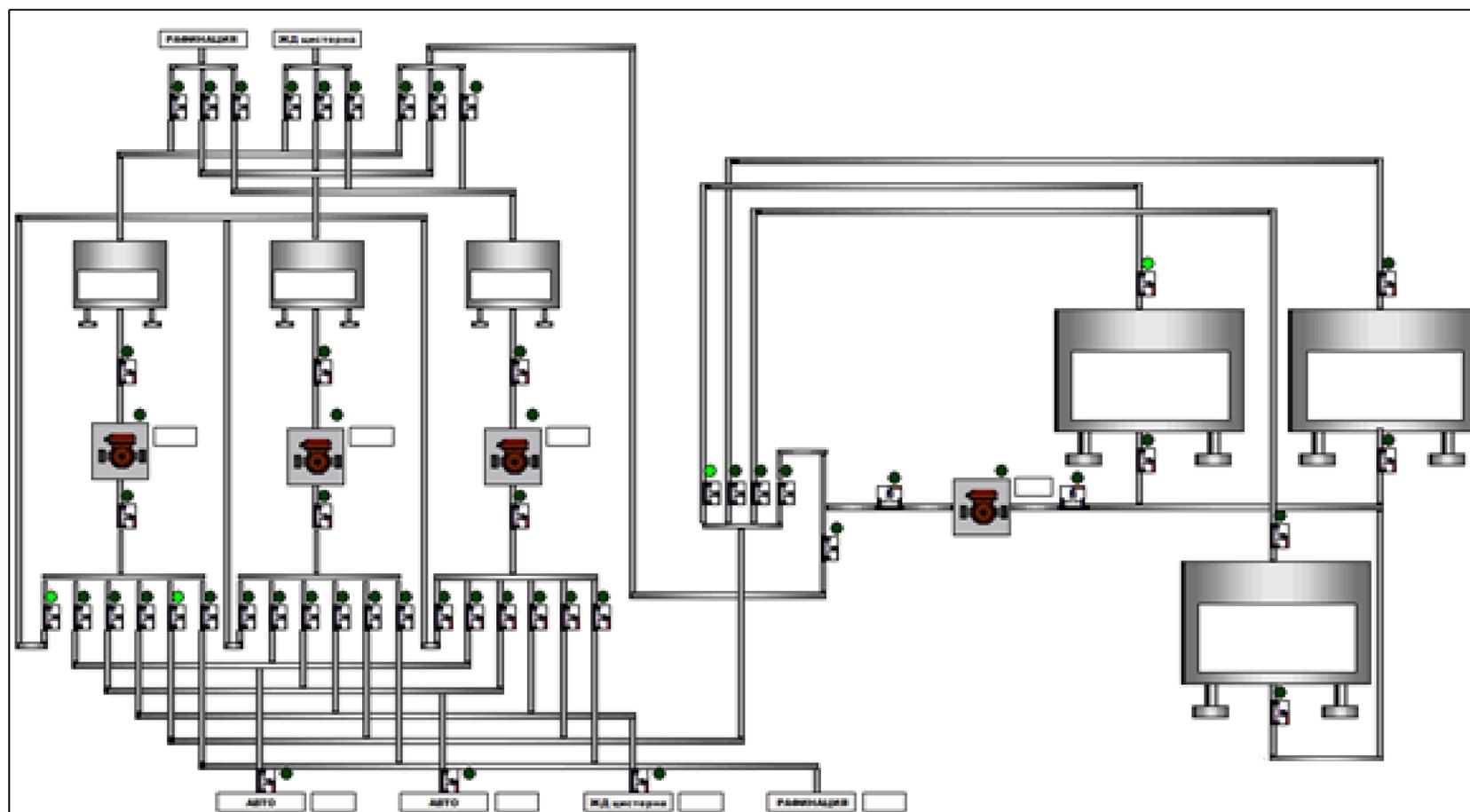
Емкость 13
Емкость 14
Емкость 15
Автоцистерна 1
Автоцистерна 2

ЖД-цистерна
Емкость 59
Емкость 61
Емкость 65
Розлив

Перемещаемый вес (уровень) = 50.00%

Создать маршрут
Отмена

Окно «Создание маршрута»



Графический интерфейс системы

Выберете на чьей стороне контроль?

источник
приемник

Окно «Выбор контроля»

					ВКР.154.004.150304.П/1			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Графический интерфейс SCADA-системы	Литера	Масса	Масшт.
Разраб.		Васенко ЕВ				у		
Провер.		Рыбалов АН						
Т. Контрол.		Рыбалов АН				Лист 6	Листов 6	
Н. Контрол.		Скрипка ОВ			Автоматизированная система управления процессами: парового фидшарина и розлива сырого масла на ООО МЗ «Амурский» в г. Белогорск (комплексная выпускная квалификационная работа)			АНГУ зр. 541-08
Утв.		Скрипка ОВ						