

**Dist24.ru**

**ТГ: @student\_help24\_bot**

**Учебные работы под ключ!**

## Реферат

ВКР 56 с., 13 рис., 3 табл., 17 источников, 3 приложения

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ,  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ПАСТЕРИЗАЦИОННО-  
ОХЛАДИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА, ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ,  
ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА АСУТП, ТЕХНИЧЕСКАЯ  
СТРУКТУРА АСУТП.

Объектом автоматизации является пастеризационно-охладительная установка.

Цель работы – модернизация АСУТП пастеризационно-охладительной установки с разработкой системы регулирования участка пастеризации.

Разработаны требования к АСР, функциональная и техническая структуры АСУТП. В качестве технических средств автоматизации выбран ПЛК фирмы ОВЕН.

**Dist24.ru**

**ТГ: @student\_help24\_bot**

**Учебные работы под ключ!**

## Содержание

Введение .....	4
<b>1. Роль автоматизации технологических процессов в молочном производстве .....</b>	<b>6</b>
1.1. Техническая характеристика объекта автоматизации АСУ пастеризации молока .....	6
1.2. Описание процесса пастеризации молока и состав основного оборудования .....	7
1.3. Определение перечня функций и задач АСУ пастеризации молока, выделение подсистем, работающих в ручном режиме, оценка возможности их автоматизации .....	14
<b>2. Подбор и обоснование необходимого оборудования для оптимизации АСУ ТП пастеризации молока за счет внедрения средств автоматизации .....</b>	<b>20</b>
2.1. Обоснование требований к СУ и выбора управления .....	20
2.2. Способы регулирования выходных параметров АСУ пастеризации молока .....	23
2.3. Разработка схемы САУ процесса промывки трубопроводов пастеризации молока .....	27
2.4. Разработка схемы САУ процесса переключения подачи молока в АСУ ТП пастеризации молока .....	29
2.5. Анализ системы управления работой АСУ пастеризации молока с использованием современного ПЛК .....	33
<b>3. Оптимизация выходных пастеризации молока за счет применения нового оборудования СА .....</b>	<b>39</b>
3.1. Разработка функционально-структурной схемы АСУ пастеризации молока .....	39
3.2. Техничко-экономическое обоснование применения нового оборудования .....	47
Заключение .....	51
Библиографический список .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Приложения .....	51

## Введение

Автоматизированная система управления (АСУ) представляет собой комплекс технико-программных средств, которые служат для управления, контроля и обеспечения безопасности промышленного оборудования.

Основное назначение АСУ – автоматизация технологического процесса и автоматическое управление на всём производстве или на выделенном отдельном участке или цеху.

При техническом перевооружении молочной промышленности предусматривается использование высокопроизводительного технологического оборудования, изготовление комплектов машин, аппаратов и поточных технологических линий, обеспечивающих повышение производительности труда, освоение нового технологического оборудования и автоматизированных линий для розлива молока и оборудования для упаковки молочных продуктов.

Россия является одним из основных и крупных производителей молочной продукции в мире. Молочная продукция занимает важное место среди продуктов питания населения.

Одной из основных задач, стоящих перед пищевой перерабатывающей промышленностью является создание высокоэффективного технологического оборудования, которое на основе использования прогрессивной технологии значительно повышает производительность труда, сокращает негативное воздействие на окружающую среду и способствует экономии исходного сырья, топливно-энергетических и материальных ресурсов.

Анализ современного состояния и тенденций развития пищевых и перерабатывающих производств, а также отраслей АПК России свидетельствует о том, что технологический уровень производства нельзя признать удовлетворительным, а это в значительной мере сказывается и на организации производства. Лишь 19% активной части производственных

фондов предприятий соответствуют мировому уровню, около 25% подлежит модернизации, а 42% - полной замене.

Потребность в важных видах оборудования для предприятий удовлетворяется в последние годы на 60-70%. Производительность труда на Российских предприятиях в 2-3 раза ниже, чем на аналогичных предприятиях развитых стран.

В последние годы одним из крупнейших производителей молочной продукции является Россия, наблюдается тенденция к снижению производства молока, обусловленная сокращением поголовья молочного стада. Это связано с низкими закупочными ценами на сырье и отсутствием должной государственной поддержки молочного скотоводства.

Кризис в молочном скотоводстве негативно сказывается и на деятельности молочной промышленности в целом. Это проявляется в низкой загруженности производственных мощностей на молокоперерабатывающих предприятиях. Организация производства есть наука, раскрывающая и объясняющая закономерности рационального построения и ведения производственных систем в сфере производства материальных благ, методов, обеспечивающих наиболее целесообразное использование во времени и пространстве трудовых и материальных ресурсов с целью эффективного ведения производственных процессов и в целом предпринимательской деятельности. Организация отражает положение экономики производства и управления производством, использует ряд принципов и категорий этих наук при построении производственных систем и обеспечения их функционирования.

Цель исследования заключается в разработке АСУ ТП пастеризации молока на СПК СХА колхоза «Москва».

## **1. Роль автоматизации технологических процессов в молочном производстве**

### **1.1. Техническая характеристика объекта автоматизации АСУ пастеризации молока**

В пищевой промышленности существует множество различных пастеризационных установок: трубчатые, пластинчатые, ультразвуковые и т.п. Наиболее распространенной является установка на пластинчатом теплообменнике, такая установка легко управляется и имеет хорошие энергетические показатели. Энергетическая эффективность пластинчатых пастеризационных установок обеспечивается за счет секций регенерации, где продукт, поступающий на установку, предварительно нагревается за счет охлаждения уже пастеризованного продукта [7].

В большинстве случаев, пластинчатые пастеризационные установки имеют секцию подогрева/охлаждения продукта на выходе из установки, где производится либо подогрев, либо охлаждение продукта в зависимости от технологического процесса. Поэтому, в общем случае, говорят о пластинчатых пастеризационно-охладительных установках (ППОУ).

Существует множество разновидностей ППОУ, классификацию отличий которых можно выделить в следующие группы:

1. Оборудование, подключаемое к пастеризационной установке (деаэратор, сепаратор, гомогенизатор).
2. Наличие выдерживателя (60сек, 300сек).
3. Количество секций регенерации.
4. Наличие секции подогрева или секции охлаждения на выходе из установки [8].

На рис. 1 приведена схема, объединяющая все разновидности ППОУ.

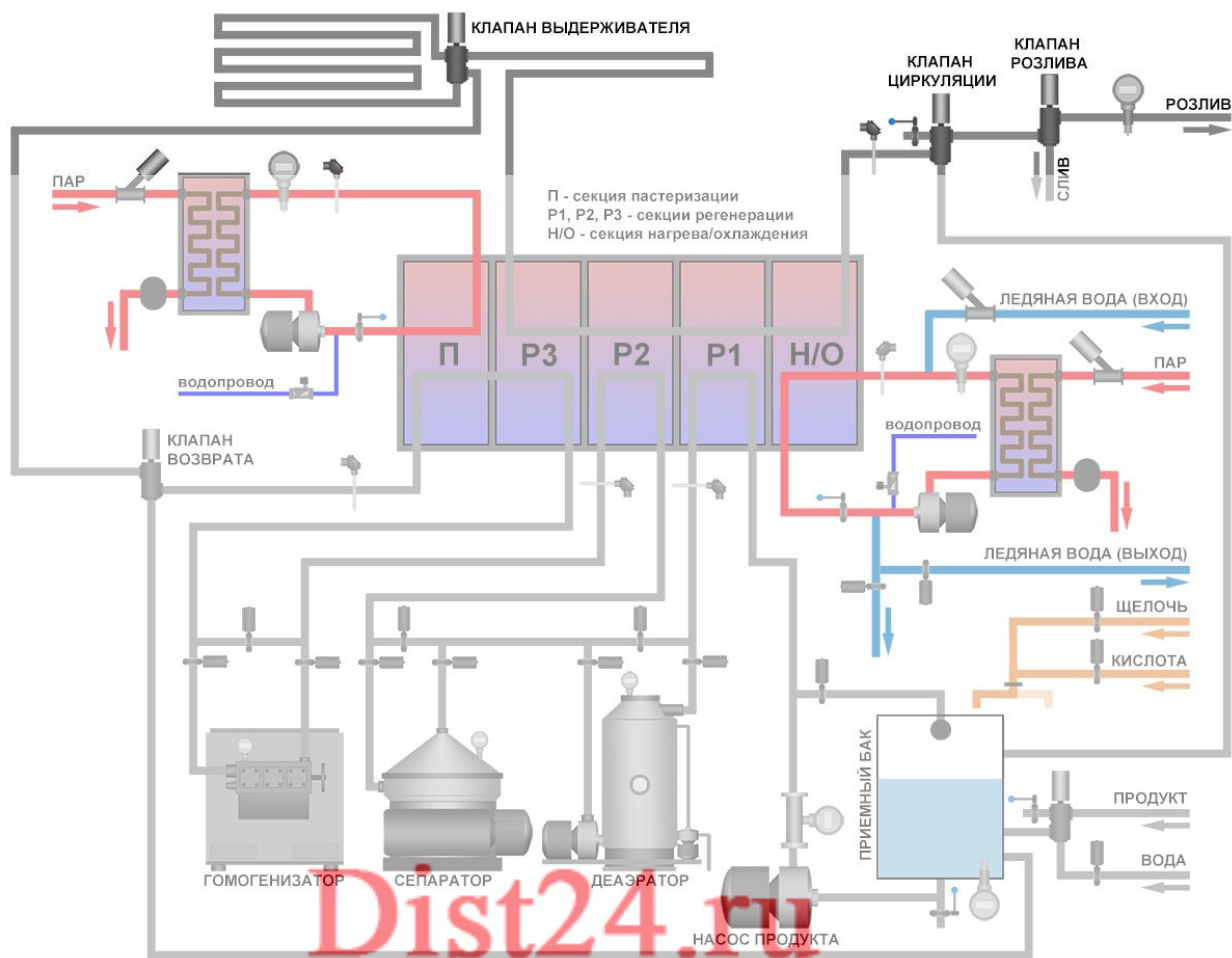


Рис. 1. Функционально-структурная схема АСУ ТП пастеризации молока

## 1.2. Описание процесса пастеризации молока и состав основного оборудования

СПК СХА колхоза «Москва» небольшой ассортимент молочной продукции, одним из видов которой является молоко пастеризованное, с массовой долей жира 3,2%. Производство молока пастеризованного питьевого с массовой долей жира 3,2% осуществляется следующим образом:

Технологическая линия производства пастеризованного молока представлена на рис. 2.

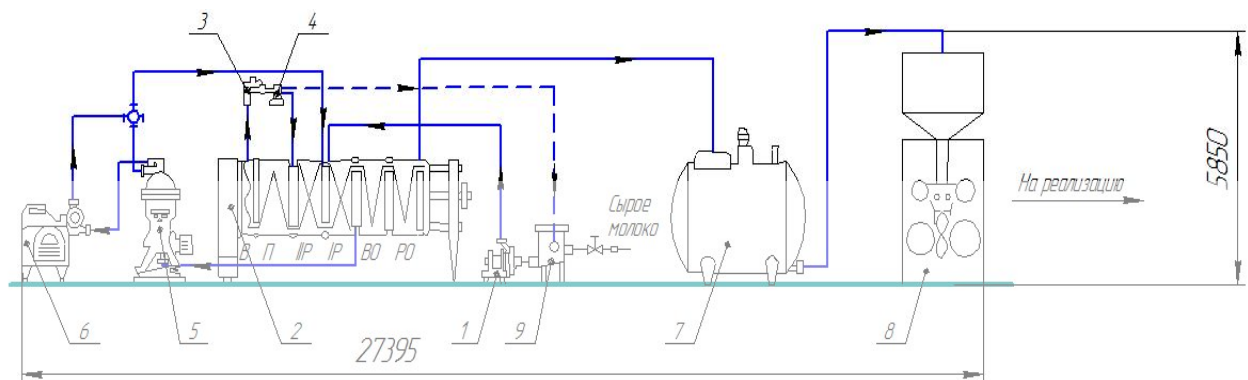


Рис. 2. Технологическая линия производства пастеризованного молока

1 - Центробежный насос; 2 - Пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 3 - Терморегулятор; 4 - Автоматический возвратный клапан; 5 - Сепаратор-нормализатор-очиститель; 6 - Гомогенизатор; 7 - Резервуар для пастеризованного молока; 8 - Машина для розлива и упаковки молока; 9 – Установка с двойным фильтром; В - Выдерживатель пластинчатой установки; П - Пастеризационная секция; IP - Первая секция регенерации; IP - Вторая секция регенерации; ВО - Секция водяного охлаждения; РО - Секция рассольного охлаждения

Молоко, отобранное по качеству и очищенное (на сепараторах-молокоочистителях, фильтрах различной конструкции и другом оборудовании), нормализуют по массовой доле жира при выработке нормализованного пастеризованного молока и топленого молока. Для белкового молока его дополнительно нормализуют по массовой доле сухих обезжиренных веществ [3].

В зависимости от производственной мощности и технической оснащённости предприятий молоко нормализуют в потоке или технологических емкостях различной вместимости. Молоко нормализуют в потоке в сепараторах-нормализаторах либо путем сепарирования части цельного молока в сепараторах-сливкоотделителях для отбора сливок (если жирность нормализованного молока меньше, чем цельного) или обезжиренного молока (если жирность нормализованного молока больше, чем цельного).

С применением сепараторов-нормализаторов молоко нормализуют следующим образом. Вначале молоко подают в секцию рекуперации пластинчатой пастеризационно-охладительной установки для подогрева,

затем в сепаратор-нормализатор. Нормализованное до заданной жирности молоко направляют в секцию пастеризации, а затем в секцию охлаждения пастеризационно-охладительной установки.

При отсутствии сепараторов-нормализаторов применяют сепараторы-сливкоотделители. В этом случае одну часть молока, подогретого в секции рекуперации пастеризационно-охладительной установки, направляют в сепаратор-сливкоотделитель, а другую - в сепаратор-молокоочиститель. Обезжиренный продукт на выходе из сепаратора-сливкоотделителя смешивается в потоке с цельным молоком, поступающим в трубопровод из молокоочистителя. Нормализованная смесь далее поступает в секции пастеризации и охлаждения пластинчатой пастеризационно-охладительной установки [6].

Молоко следует нормализовать перед пастеризацией. Однако известны технологические схемы его нормализации в закрытом потоке, когда пастеризованное горячее цельное молоко повышенной жирности смешивают с пастеризованным горячим обезжиренным. Сырое цельное молоко после перемешивания из промежуточной емкости насосом перекачивается для подогрева в секцию рекуперации пастеризационно-охладительной установки, затем поступает в сепаратор-молокоочиститель и возвращается в секцию пастеризации. Часть горячего пастеризованного молока после выдерживателя подается по молокопроводу к сепаратору-сливкоотделителю. Для сепарирования подводят из общего потока рассчитанное количество молока (в зависимости от массовой доли жира в нем) через регулирующий кран.

Полученное горячее обезжиренное молоко отводят от сепаратора-сливкоотделителя по молокопроводу, где оно смешивается с цельным горячим пастеризованным молоком. Нормализованное молоко поступает в секции рекуперации, а затем охлаждения. Охлажденное нормализованное молоко собирают в технологических емкостях для проверки массовой доли жира. Нормализованное по жиру молоко подогревают, очищают и гомогенизируют. Гомогенизацию нормализованного молока можно

проводить отдельно. Для этого нормализованное молоко сепарируют, а полученные сливки гомогенизируют на двухступенчатом гомогенизаторе.

Гомогенизированные сливки смешиваются в потоке с обезжиренным молоком, выходящим из сепаратора-сливкоотделителя, и направляются в секцию пастеризации пастеризационно-охладительной установки. Сливки можно гомогенизировать также перед их смешиванием с обезжиренным молоком при составлении нормализованного молока. После гомогенизации нормализованное молоко пастеризуют. Режим пастеризации молока на предприятии выбирают в зависимости от имеющегося оборудования с учетом бактериальной обсемененности сырья и эффективности пастеризации. Пастеризованное молоко охлаждают и направляют на розлив и упаковывание (укупоривание) или для временного хранения в промежуточную емкость.

Сепаратор-молокоочиститель Г9-ОМ-4А представлен на рис. 3.

Dist24.ru

ТГ: @student\_help24\_bot

Учебные работы под ключ!



Рис. 3. Сепаратор-молокоочиститель Г9-ОМ-4А

### Техническая характеристика сепаратора:

Производительность, л/час .....	10000
Частота вращения барабана, об/мин .....	6500
Максимальный диаметр барабана .....	405
Число тарелок в барабане, шт .....	53
Температура сепарирования, °С .....	35-40
Мощность электродвигателя, кВт .....	7,5
Давление на выходе очищенного молока, МПа .....	0,3
Электродвигатель тип, исполнение .....	4А132М, М300
Габаритные размеры, мм .....	1375x880x1210
Масса сепаратора, кг .....	470

Сепаратор-молокоочиститель Г9-ОМ-4А предназначен для очистки молока от загрязнений, посторонних примесей и слизи с частичной пульсирующей центробежной выгрузкой осадка полузакрытого исполнения.

Молоко по центральной трубке поступает в тарелкодержатель барабана, откуда оно по щелеобразному каналу, образованному основанием тарелкодержателя и днищем корпуса барабана, попадает в грязевое пространство.

Здесь процесс очистки начинается, а в межтарелочном пространстве завершается. Молоко, освобожденное от частиц механических примесей, по зазору между верхними кромками тарелок и тарелкодержателем поднимается в камеру, в которой расположен напорный диск, обеспечивающий выход молока из барабана и подачу в другие машины, и аппараты, предназначенные для дальнейшей технологической переработки [11].

Пастеризационно-охладительная установка для питьевого молока представлена на рис.4.

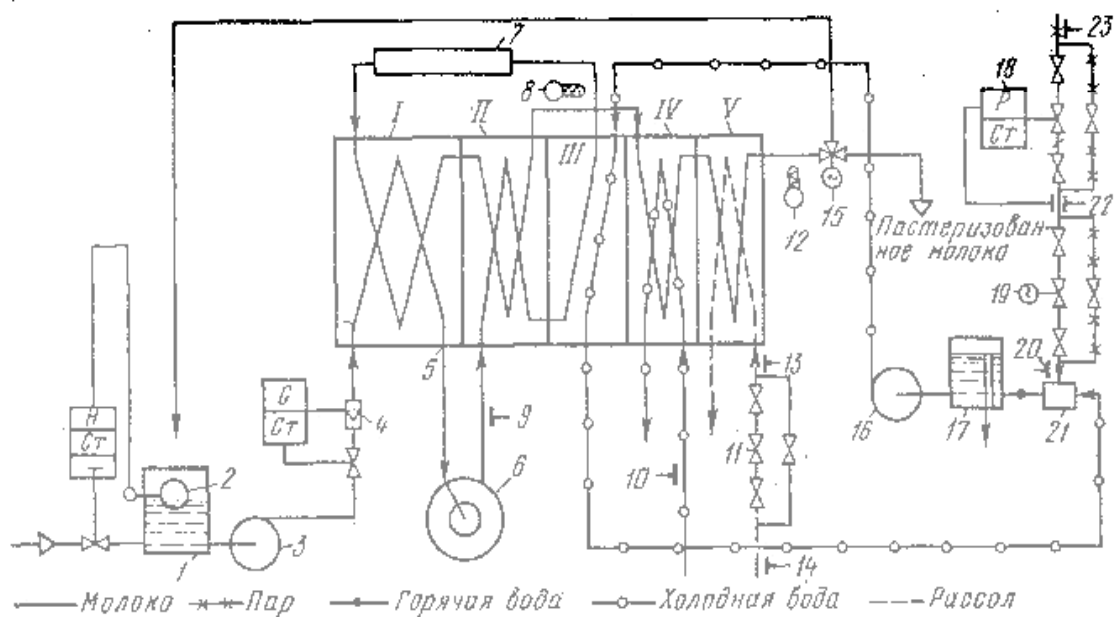


Рис.4. Пастеризационно-охладительная установка для питьевого молока.

1 - уравнильный бак 2 - поплавковый регулятор уровня; 3 - центробежный насос для молока; 4 - ротаметрический регулятор; 5 - пластинчатый аппарат; 6 - сепаратор молокоочиститель; 7 - выдерживатель; 8,12 - датчики температуры; 9,10,13,14, 20,22,23 - манометры; 11 - вентиль для регулирования подачи рассола; 15 - возвратный клапан; 16 - центробежный насос для подачи горячей воды; 17 - бачок аккумулятор; 18,19 - регулирующие клапаны подачи воды, 21 - насос для пастеризованного молока

Из молокохранительного отделения молоко подается в уравнильный бак 1, который имеет поплавковый регулятор уровня 2. при работе установочный постоянный уровень в уравнильном баке поддерживается регулятором, что способствует стабильной работе центробежного насоса и предотвращает перелив молока из бака.

Далее молоко центробежным насосом 3 нагнетается в первую секцию рекуперации I пластинчатого аппарата 5. Между центробежным насосом и пластинчатым аппаратом установлен ротаметрический регулятор 4, который обеспечивает постоянство производительности установки. В первой секции рекуперации молоко нагревается до температуры 40-50 и поступает в сепаратор - молокоочиститель 6, где происходит его очистка. Установка может иметь один сепаратор-молокоочиститель с центробежной выгрузкой

осадка или два сепаратор-молокоочистителя без центробежной выгрузки, работающих поочередно.

После очистки молоко, нагреваясь до температуры 65-70<sup>0</sup>С во второй секции рекуперации II, по внутреннему каналу переходит в секцию пастеризации III, где нагревается до температуры пастеризации 76-80<sup>0</sup>С. После секции пастеризации молоко выдерживается в выдерживателе 7 и возвращается в аппарат, где предварительно охлаждается в секциях рекуперации I и II и окончательно до конечной температуры - в секциях водяного охлаждения IV и рассольного охлаждения V.

На выходе из аппарата установлен возвратный клапан 15. Он регулирует направление потока пастеризационного охлажденного молока к фасовочным автоматам или в уравнивательный бак для повторной пастеризации при нарушении режима пастеризации.

Горячая вода для нагревания молока подается в секцию пастеризации насосом 16. Из этой секции охлажденная вода, после того как она отдаст тепло молоку, возвращается в бачок-аккумулятор 17. Вода нагревается до температуры 78-82<sup>0</sup>С паром в пароконтактном нагревателе 21. В пароконтактный нагреватель подается пар регулирующими клапанами подачи 18 и 19.

На выходе пастеризационного молока из секции пастеризации установлен датчик температуры 8, который связан с автоматической системой регулирования температуры пастеризации посредством клапана 19 и возврата молока на повторную пастеризацию посредством клапана 15. Датчик температуры 12 предназначен для контроля температуры охлажденного пастеризационного молока.

Установка снабжена показывающими манометрами для контроля давления молока после сепаратора-молокоочистителя 9, для контроля давления холодной воды 10, для контроля давления рассола 13, для контроля давления греющего пара 20,22 и 23.

### **1.3. Определение перечня функций и задач АСУ пастеризации молока, выделение подсистем, работающих в ручном режиме, оценка возможности их автоматизации**

Процессы мойки щелочью и кислотой запускаются после процесса пастеризации. Необходимы для полного удаления остатков молочных продуктов из установки.

При запуске процесса мойки щелочью (кислотой) включаются насосы контуров горячей воды секций пастеризации и подогрева, а также насос продукта. Открывается клапан подачи воды в приемный бак. По достижению верхнего уровня воды в приемном баке клапан воды отключается. Открывается клапан подачи щелочи (кислоты), запускается таймер дозирования. В течение времени дозирования периодически включается и выключается дозирующий насос щелочи (кислоты). Это необходимо для равномерного распределения моющих растворов по установке. По окончании дозирования моющих растворов открываются клапана пара секций пастеризации и подогрева [9].

В зависимости от температуры воды на выходе из секции пастеризации и секции подогрева, происходит регулирование степени открытия регулирующих клапанов пара. Последовательно, в полуавтоматическом режиме, подключаются: деаэратор, сепаратор, гомогенизатор. Открывается клапан мойки приемного бака. Как только температура воды в установке достигает значения уставки температуры мойки щелочью (кислотой) начинается отсчет времени мойки. По окончании отсчета времени мойки перекрывается подача пара, звучит звуковая сигнализация. В полуавтоматическом режиме отключаются: деаэратор, сепаратор, гомогенизатор, установка останавливается, процесс мойки окончен.

Во время мойки установка периодически переключается между контурами возврата и циркуляции.

Процесс ополаскивания следует за процессом мойки и необходим для полного удаления моющих растворов из пастеризационной установки. При запуске процесса ополаскивания включаются насосы контуров горячей воды секций пастеризации и подогрева, а также насос продукта. Запускается таймер процесса ополаскивания. Открываются клапана возврата и циркуляции. Клапан розлива переключается на слив. После опорожнения приемного бака открывается клапан подачи воды в приемный бак. В течение процесса ополаскивания автоматически поддерживается уровень воды в приемном баке.

При теплом ополаскивании открываются клапана пара секций пастеризации и подогрева и в зависимости от температуры воды на выходе из секции пастеризации и секции подогрева, происходит регулирование степени открытия регулирующих клапанов пара. Последовательно, в полуавтоматическом режиме, подключаются: деаэратор, сепаратор, гомогенизатор. По окончании отсчета времени ополаскивания при теплом ополаскивании прекращается подача пара, звучит звуковая сигнализация. В полуавтоматическом режиме отключаются: деаэратор, сепаратор, гомогенизатор, установка останавливается, процесс ополаскивания окончен.

Во время ополаскивания установка периодически переключается на слив, циркуляцию и возврат.

Технологически пастеризация молочных продуктов состоит из 5 процессов: процесс стерилизации, процесс пастеризации, процесс мойки щелочью, процесс мойки кислотой, процесс ополаскивания.

Процесс стерилизации — это процесс термической дезинфекции установки. Запускается перед процессом пастеризации продукта.

При запуске процесса стерилизации включаются насосы контуров горячей воды секций пастеризации и подогрева, а также насос продукта. Открывается клапан подачи воды в приемный бак. По достижению верхнего уровня воды в приемном баке клапан воды отключается. Открываются клапана пара секций пастеризации и подогрева. В зависимости от

температуры воды на выходе из секции пастеризации и секции подогрева, происходит регулирование степени открытия регулирующих клапанов пара. Последовательно, в полуавтоматическом режиме, подключаются: деаэратор, сепаратор, гомогенизатор. Как только температура воды в установке достигнет значения уставки температуры стерилизации начинается отсчет времени стерилизации. По окончанию отсчета времени стерилизации перекрывается подача пара, звучит звуковая сигнализация. В полуавтоматическом режиме отключаются: деаэратор, сепаратор, гомогенизатор, установка останавливается (отключаются насосы, клапана переходят в исходное состояние) процесс стерилизации окончен.

Во время стерилизации установка периодически переключается между контурами возврата и циркуляции.

Контур возврата: приемный бак — клапан возврата — приемный бак.  
Контур циркуляции: приемный бак — клапан возврата — клапан выдерживателя — клапан циркуляции — приемный бак.

Процесс пастеризации состоит из 4 подпроцессов: разогрев установки до температуры пастеризации, выталкивание воды, розлив, выталкивание продукта.

Разогрев установки:

При запуске процесса пастеризации включаются насосы контуров горячей воды секций пастеризации и подогрева, а также насос продукта. Открывается клапан возврата. В зависимости от технологического процесса подключается выдерживатель. Открывается клапан подачи воды в приемный бак. По достижению верхнего уровня воды в приемном баке клапан воды отключается. Открываются клапана пара секций пастеризации и подогрева. В зависимости от температуры воды на выходе из секции пастеризации и секции подогрева, происходит регулирование степени открытия регулирующих клапанов пара. Последовательно, в полуавтоматическом режиме, подключаются: деаэратор, сепаратор, гомогенизатор. Как только температура воды достигнет уставки температуры пастеризации звучит

звуковой сигнал, информирующий оператора о том, что установка разогрета и можно начать подпроцесс выталкивания воды. Нагрев воды (продукта) продолжается в течение всего процесса пастеризации.

Выталкивание воды:

Подпроцесс выталкивания воды заключается в вытеснении продуктом воды из установки в канализацию. При запуске выталкивания воды открывается клапан циркуляции. Клапан розлива переключается на слив. Идет слив воды в канализацию. В зависимости от технологического процесса идет либо подогрев, либо охлаждение продукта на выходе установки. При охлаждении перекрывается клапан пара секции подогрева, открывается клапан сброса отепленной воды, последовательно с интервалом в несколько секунд открываются клапана выхода и входа ледяной воды соответственно. Как только опустошится приемный бак открывается клапан подачи продукта в приемный бак и включается таймер выталкивания воды. Уровень продукта в приемном баке автоматически поддерживается в течение всего времени пастеризации продукта. Из приемного бака продукт продуктовым насосом подается в секцию регенерации 1, где происходит предварительный нагрев продукта до температуры 40-60С. Далее продукт поступает в деаэрактор, после процесса деаэрации продукт поступает в сепаратор, где очищается и поступает в секцию регенерации 2 и нагревается до температуры 50-70С. Из секции регенерации 2 продукт поступает на гомогенизатор, после гомогенизации продукт поступает в секцию регенерации 3, а затем в секцию пастеризации, где окончательно нагревается до заданной температуры пастеризации. Выйдя из секции пастеризации, пройдя переключающий автоматический клапан возврата и выдерживатель (60-300сек), продукт идет в секции регенерации 3, 2, 1 соответственно. Далее в зависимости от технологии производства, происходит либо нагрев, либо охлаждение продукта в секции нагрева/охлаждения.

Нагрев и охлаждение продукта производится за счет теплообмена в пяти секциях: в секциях регенерации 1, 2 и 3 теплообмен происходит между

исходным холодным продуктом и горячим пастеризованным. В секциях пастеризации и подогрева/охлаждения теплообмен ведется между продуктом и водой. По окончании отсчета времени выталкивания воды клапан розлива переключается на розлив — автоматически запускается подпроцесс розлива продукта.

Розлив:

Вовремя подпроцесса розлива продукта ведется контроль линии розлива по датчику давления продукта на выходе из установки. При повышении давления продукта на выходе из установки свыше 2 кг/см<sup>2</sup> установка останавливается, формируется авария линии розлива. Также ведется контроль температуры пастеризации продукта. При падении температуры пастеризации продукта ниже, чем на 2°С от уставки установка автоматически переключается на возврат — недопастеризованный продукт проходит повторную пастеризацию. Как только температура пастеризации продукта достигнет уставки температуры пастеризации, установка автоматически переключается обратно на розлив продукта. При падении уровня продукта в приемном баке ниже заданного минимального уровня, установка автоматически переключается на циркуляцию. Звучит звуковой сигнал, информирующий оператора о том, что закончился продукт. В этом случае оператор имеется два варианта действий: первый — подключить к установке другой резервуар с продуктом и повторно запустить розлив, второй — запустить процесс выталкивания продукта.

Выталкивание продукта:

Подпроцесс выталкивания продукта заключается в вытеснении водой продукта из установки, а также из линии розлива. При запуске выталкивания продукта открывается клапан циркуляции, клапан розлива находится в положении розлив. Как только опустошится приемный бак открывается клапан воды в приемный бак и включается таймер выталкивания продукта. По окончании отсчета времени выталкивания продукта установка переключается на циркуляцию, прекращается подача пара, звучит звуковая

сигнализация. В полуавтоматическом режиме отключаются: деаэратор, сепаратор, гомогенизатор, установка останавливается, процесс пастеризации окончен.

Пастеризатор предназначен для однократного нагревания чаще всего жидких продуктов или веществ до 60°C в течение 60 минут или при температуре 70-80°C в течение 30 минут [3].

В данном технологическом процессе, можно выделить следующие задачи автоматизации:

- измерение плотности молока в нормализаторе;
- регистрация плотности молока в нормализаторе;
- регулирование плотности молока путём подачи сливок или обезжиренного молока;
- измерение расхода сливок или обезжиренного молока;
- измерение и регистрация температуры молока в пастеризаторе;
- сигнализация предельно допустимых значений температуры молока;
- регулирование температуры молока путём подачи горячей воды;
- измерение давления подачи воды в трубопроводах;
- сигнализация предельно допустимых значений давления подачи воды в трубопроводах.

Автоматизация процесса участка пастеризации, позволила бы увеличить стабильность выполняемых операций и снизить объём недопастеризованного продукта.

## 2. Подбор и обоснование необходимого оборудования для оптимизации АСУ ТП пастеризации молока за счет внедрения средств автоматизации

### 2.1. Обоснование требований к СУ и выбору управления

Разрабатываемая АСУТП должна соответствовать требованиям ГОСТ 34.602-89. Комплекс программно-технических средств АСУТП должен строиться на основе информационных технологий и продуктов, отвечающих общепринятым международным стандартам, и также имеющих открытую масштабируемую архитектуру, с расчетом наращивания функциональных возможностей и модернизации.

#### 1. Общие сведения.

Наименование – АСУТП пастеризации молока.

#### 2. Назначение и цели создания системы.

Назначение – АСУТП предназначена для автоматизации функций контроля и управления процесса пастеризации молока.

#### Цели создания АСУТП:

- Обеспечение надежной и безаварийной эксплуатации установки;
- Стабилизация эксплуатационных показателей технологического оборудования и режимных параметров технологического процесса;
- Уменьшение материальных и энергетических затрат;
- Снижение непроизводительных потерь человеческих, материально-технических и топливно-энергетических ресурсов, сокращение эксплуатационных расходов;
- Выбор рациональных технологических режимов с учетом показаний промышленных анализаторов, установленных на потоках, и оперативной корректировки стратегии управления по данным лабораторных анализов;
- Предотвращение аварийных ситуаций;

– Автоматическая и автоматизированная диагностика оборудования АСУТП.

### 3. Характеристика объекта автоматизации.

Пластинчатая пастеризационно-охладительная установка для кисломолочных продуктов состоит из пластинчатого теплообменника, систем подготовки горячей воды (конвекционный бак, насос для горячей воды, инжектор) для пастеризации продукта и подогрева продукта до температуры сквашивания, насоса для продукта, пульта управления, выдерживателя, системы контроля и автоматического регулирования технологическим процессом обработки продукта, трубопроводов, клапанов, смонтированных на раме.

#### 4. Требования к системе.

– АСУТП должна иметь четыре функциональные подсистемы:

1. Подсистема автоматизированного управления технологическими устройствами (АУТ);

2. Подсистема информационного обеспечения и диагностики (ИОД) технических средств, включая протоколирование работы технических средств и действий оперативного персонала;

3. Информационно-советующая (ИС) подсистема для организации работы диспетчера в нормальном режиме и при выходе из аварийных ситуаций;

#### 4. Нормативно-справочной и статистической информации

– Должно быть предусмотрено применение стандартных интерфейсов и протоколов связи, применяемых в сетях передачи данных.

– Система должна работать в автоматизированном режиме с участием операторов (включенных в контур управления) и пользователей (получателей информации без возможности управления).

– Система должна предусматривать ввод и отображение информации, предназначенной для использования операторами и пользователями системы.

– Система должна обеспечивать функции «черного ящика», фиксирующего действия операторов и состояние управляемых устройств.

– Система должна обеспечивать два режима работы:

1. Автоматизированный;

2. Ручной.

Требования к функциональным подсистемам.

Подсистема АУТ должна обеспечивать управление исполнительными механизмами.

Подсистема ИОД должна обеспечивать:

1. Контроль неисправностей, входящих в АСУ технических средств.

2. Диагностику технических средств.

3. Индикацию данных о работе регулирующих органов.

Подсистема ИС должна обеспечивать:

1. Выдачу по запросу диспетчера приказов и инструкций.

2. Вывод оборудования в ремонт.

3. Передачу дискретных аварийных событий с регистрацией времени.

Требования к техническим средствам системы:

1. Система должна быть построена на базе серийно выпускаемой отечественной или зарубежной техники. Выбор конкретных технических средств определяется на стадии ТЗ.

2. Аппаратура должна иметь встроенные или придаваемые средства контроля и диагностики, обеспечивающие минимальное время поиска отказов и восстановления работоспособности.

3. Технические средства не должны требовать периодического технического обслуживания.

Требования к электроснабжению:

Электроснабжение системы должно обеспечиваться по первой категории с применением устройств бесперебойного питания.

Требования к эргономическому обеспечению:

Совокупность реализованных решений в АСУТП должно соответствовать психологическим, психофизиологическим, антропометрическим, физиологическим характеристикам и возможностям пользователей АС с техническими характеристиками комплекса средств автоматизации АС и параметрами рабочей среды на рабочих местах персонала АС.

Требования к надёжности системы:

1. Основные требования по надёжности должны соответствовать ГОСТ 27.003-90.
2. Аппаратура должна иметь 100% резерв.
3. Средняя наработка на отказ отдельных устройств должна быть не менее 20000 часов.

Требования к климатическим воздействиям:

По устойчивости к климатическим воздействиям все технические средства должны отвечать требованиям ГОСТ 28199-89, ГОСТ 28201-89.

Требования к безопасности системы:

Основные требования по безопасности должны соответствовать ГОСТ 26.205-88.

Требования к контуру регулирования:

Поддерживать все технологические параметры процесса пастеризации по заданному режиму регламента.

## 2.2. Способы регулирования выходных параметров АСУ пастеризации молока

Принципиальная схема системы регулирования температурой пастеризации продукта представлена на рис. 5. Регулирующее устройство (РУ) получает импульс от датчика (Д) (датчик ТТ 1-1, согласно функциональной схемы автоматизации (Приложение 1)) по температуре пастеризации продукта и сигнал задания с операторской станции. Выходной

сигнал рассогласования воздействует через исполнительный механизм (ИМ) на регулирующий орган (РО). Регулирующим органом является клапан подачи пара.

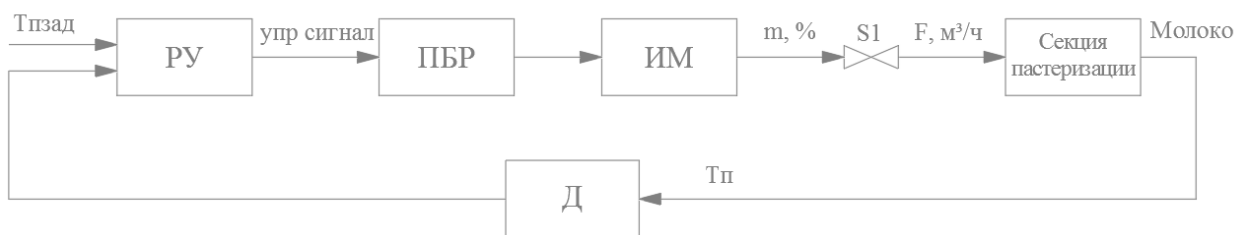


Рис. 5. Схема регулирования температуры пастеризации

Принципиальная схема системы регулирования уровнем в уравнительном баке представлена на рис. 6.

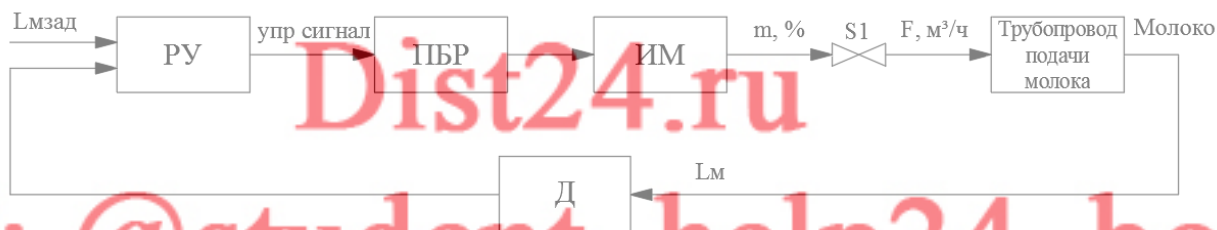


Рис. 6. Схема регулирования уровня

Регулирующее устройство (РУ) получает импульс от датчика уровня (Д) (датчик ЛТ 3-1, согласно функциональной схемы автоматизации) об уровне в уравнительном баке и сигнал задания с операторской станции. Выходной сигнал рассогласования воздействует через исполнительный механизм (ИМ) на регулирующий орган (РО). Регулирующим органом является клапан подачи продукта (молока).

Принципиальная схема системы стабилизации давления после выдерживателя представлена на рис. 7. Регулирующее устройство (РУ) получает импульс от датчика давления (Д) (датчик РТ 7-1, согласно функциональной схемы автоматизации) о давлении в трубопроводе после выдерживателя и сигнал задания с операторской станции. Выходной сигнал

рассогласования воздействует через пускатель бесконтактный реверсивный (ПБР) и исполнительный механизм (ИМ) на регулирующий орган (РО). Регулирующим органом является клапан после выдерживателя.

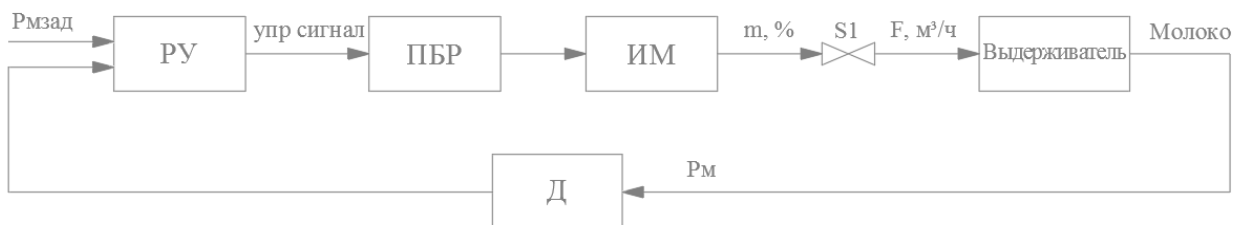


Рис. 7. Схема регулирования давления

В задачи принципиальной схемы устройства (ПСУ) входит управление автоматическими системами регулирования:

- температуры нагрева молока;
- уровнем в уравнительном баке;
- давлением после выдерживателя.

Для разработки информационной модели необходимо посчитать количество и виды входных и выходных сигналов. Результаты сведены в таблицы 1 и 2.

Таблица 1.

#### Аналоговых входных сигналов

№	Наименование технологического параметра	№ поз.на схеме	Вид сигнала	Кол-во
1	Температура пастеризации продукта	1-1	4-20мА	1
2	Температура продукта на выходе установки	2-1	4-20мА	1
3	Уровень в уравнительном баке	3-1	4-20мА	1
4	Угол положения МЭО клапана подачи пара	1-4	4-20мА	1
5	Угол положения МЭО клапана после выдерживателя	7-4	4-20мА	1
	Общее количество			5
	С учетом общего резерва 15%			6

Таблица выходных дискретных сигналов

№	Наименование технологического параметра	№ поз.на схеме	Вид сигнала	Кол-во
1	На пускатель ПБР-3А (насос горячего ВДС)	1-2	±24В	1
2	На пускатель ПБР-3А(насос)	3-2	±24В	1
3	На пускатель ПБР-3А(подача молока)	3-3	±24В	1
4	На пускатель ПБР-3А (после выдерживателя)	7-2	±24В	1
	Общее количество			4
	С учетом общего резерва 15%			5

В соответствии с выполняемыми функциями в АСУТП можно выделить;

1. Информационную подсистему, в которой решаются следующие задачи:

- сбор информации с датчиков технологических параметров и состояния оборудования;

- первичная обработка собранной информации (масштабирование, фильтрация, контроль достоверности параметров);

- контроль параметров техпроцесса и расчет косвенных показателей;

- архивация данных технологического режима и формирование отчетов;

- диалог оператора-технолога с системой происходит с помощью пульта, формы документов хранятся в памяти.

2. Управляющую подсистему, в которой решаются следующие задачи:

- управления температурой пастеризации продукта;

- управления уровнем в уравнительном баке;

- управление давлением после выдерживателя;

- программно-логическое управление.

## 2.3 Разработка схемы САУ процесса промывки трубопроводов пастеризации молока

Схема САУ процесса промывки трубопроводов пастеризации для СПК СХА колхоза «Москва» представлена на рис. 8.

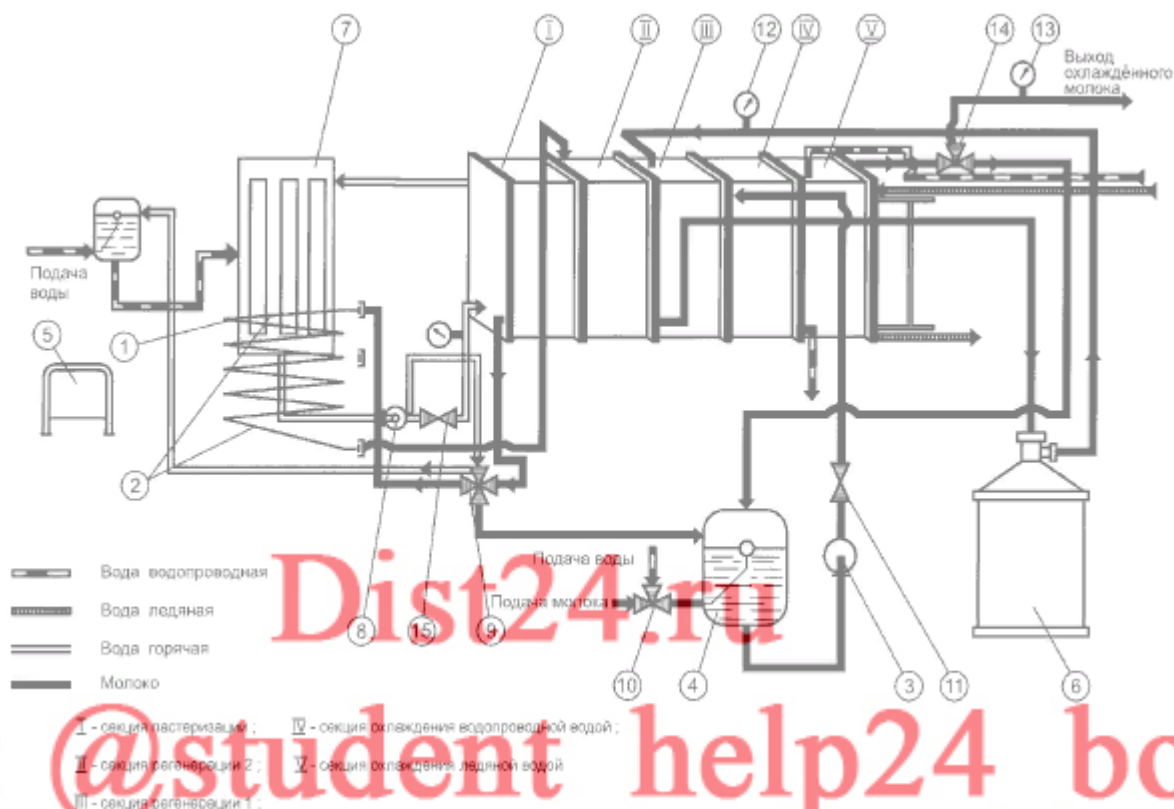


Рис. 8. Схема САУ процесса промывки трубопроводов пастеризации

Процессы мойки щелочью и кислотой запускается после процесса пастеризации. Необходимы для полного удаления остатков молочных продуктов из установки.

При запуске процесса мойки щелочью (кислотой) включаются насосы контуров горячей воды секций пастеризации и подогрева, а также насос продукта. Открывается клапан подачи воды в приемный бак. По достижению верхнего уровня воды в приемном баке клапан воды отключается. Открывается клапан подачи щелочи (кислоты), запускается таймер дозирования. В течение времени дозирования периодически включается и выключается дозирующий насос щелочи (кислоты). Это необходимо для

равномерного распределения моющих растворов по установке. По окончании дозирования моющих растворов открываются клапана пара секций пастеризации и подогрева. В зависимости от температуры воды на выходе из секции пастеризации и секции подогрева, происходит регулирование степени открытия регулирующих клапанов пара. Последовательно, в полуавтоматическом режиме, подключаются: деаэратор, сепаратор, гомогенизатор. Открывается клапан мойки приемного бака. Как только температура воды в установке достигает значения уставки температуры мойки щелочью (кислотой) начинается отсчет времени мойки. По окончании отсчета времени мойки перекрывается подача пара, звучит звуковая сигнализация. В полуавтоматическом режиме отключаются: деаэратор, сепаратор, гомогенизатор, установка останавливается, процесс мойки окончен.

Во время мойки установка периодически переключается между контурами возврата и циркуляции.

Процесс ополаскивания следует за процессом мойки и необходим для полного удаления моющих растворов из пастеризационной установки. При запуске процесса ополаскивания включаются насосы контуров горячей воды секций пастеризации и подогрева, а также насос продукта. Запускается таймер процесса ополаскивания. Открываются клапана возврата и циркуляции. Клапан розлива переключается на слив. После опорожнения приемного бака открывается клапан подачи воды в приемный бак. В течение процесса ополаскивания автоматически поддерживается уровень воды в приемном баке. При теплом ополаскивании открываются клапана пара секций пастеризации и подогрева и в зависимости от температуры воды на выходе из секции пастеризации и секции подогрева, происходит регулирование степени открытия регулирующих клапанов пара. Последовательно, в полуавтоматическом режиме, подключаются: деаэратор, сепаратор, гомогенизатор. По окончании отсчета времени ополаскивания при теплом ополаскивании перекрывается подача пара, звучит звуковая

сигнализация. В полуавтоматическом режиме отключаются: деаэратор, сепаратор, гомогенизатор, установка останавливается, процесс ополаскивания окончен.

Во время ополаскивания установка периодически переключается на слив, циркуляцию и возврат.

#### 2.4. Разработка схемы САУ процесса переключения подачи молока в АСУ ТП пастеризации молока

Схема САУ процесса переключения подачи молока в АСУ ТП пастеризации молока для СПК СХА колхоза «Москва» представлена на рис. 9. Предлагается дополнить существующую схему САУ с целью совершенствования процесса переключения подачи молока в АСУ ТП (рис. 9, красные линии).

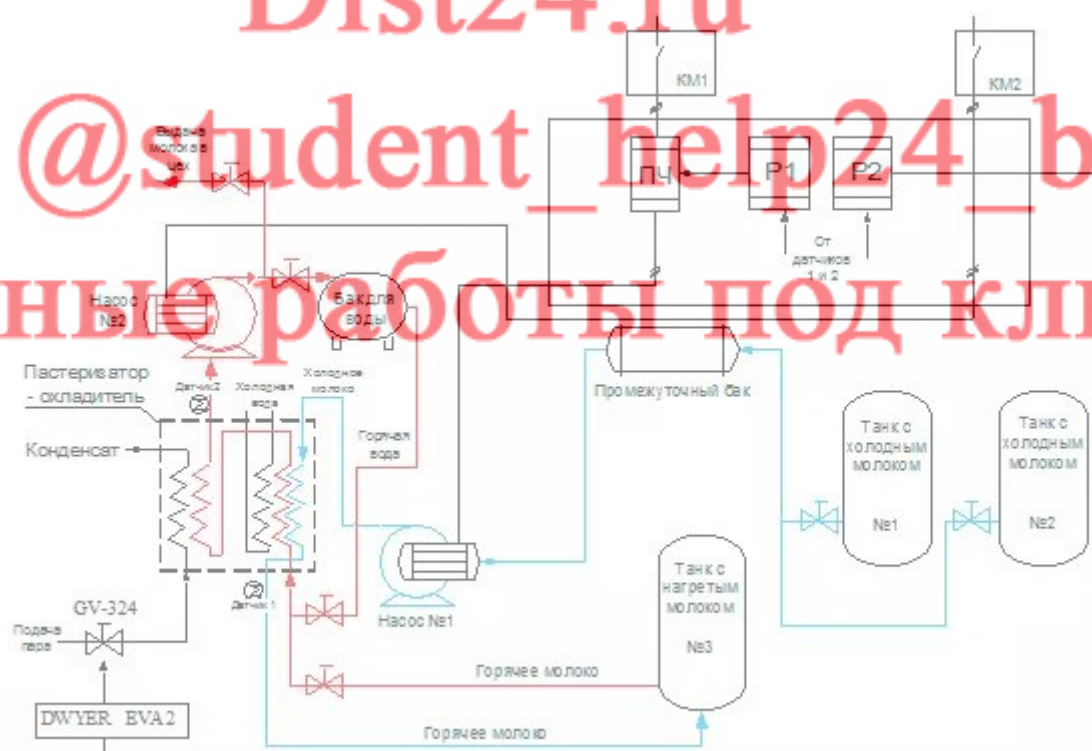


Рис. 9. Схема САУ процесса переключения подачи молока в АСУ ТП

Технологически пастеризация молочных продуктов состоит из 5 процессов: процесс стерилизации, процесс пастеризации, процесс мойки щелочью, процесс мойки кислотой, процесс ополаскивания.

Процесс стерилизации – это процесс термической дезинфекции установки. Запускается перед процессом пастеризации продукта.

При запуске процесса стерилизации включаются насосы контуров горячей воды секций пастеризации и подогрева, а также насос продукта. Открывается клапан подачи воды в приемный бак. По достижению верхнего уровня воды в приемном баке клапан воды отключается. Открываются клапана пара секций пастеризации и подогрева. В зависимости от температуры воды на выходе из секции пастеризации и секции подогрева, происходит регулирование степени открытия регулирующих клапанов пара. Последовательно, в полуавтоматическом режиме, подключаются: деаэратор, сепаратор, гомогенизатор. Как только температура воды в установке достигнет значения уставки температуры стерилизации начинается отсчет времени стерилизации. По окончанию отсчета времени стерилизации перекрывается подача пара, звучит звуковая сигнализация. В полуавтоматическом режиме отключаются: деаэратор, сепаратор, гомогенизатор, установка останавливается (отключаются насосы, клапана переходят в исходное состояние) процесс стерилизации окончен.

Во время стерилизации установка периодически переключается между контурами возврата и циркуляции.

Контур возврата: приемный бак — клапан возврата — приемный бак.  
Контур циркуляции: приемный бак — клапан возврата — клапан выдерживателя — клапан циркуляции — приемный бак.

Процесс пастеризации состоит из 4 подпроцессов: разогрев установки до температуры пастеризации, выталкивание воды, розлив, выталкивание продукта.

### Разогрев установки:

При запуске процесса пастеризации включаются насосы контуров горячей воды секций пастеризации и подогрева, а также насос продукта. Открывается клапан возврата. В зависимости от технологического процесса подключается выдерживатель. Открывается клапан подачи воды в приемный бак. По достижению верхнего уровня воды в приемном баке клапан воды отключается. Открываются клапана пара секций пастеризации и подогрева. В зависимости от температуры воды на выходе из секции пастеризации и секции подогрева, происходит регулирование степени открытия регулирующих клапанов пара. Последовательно, в полуавтоматическом режиме, подключаются: деаэратор, сепаратор, гомогенизатор. Как только температура воды достигнет уставки температуры пастеризации звучит звуковой сигнал, информирующий оператора о том, что установка разогрета и можно начать подпроцесс выталкивания воды. Нагрев воды (продукта) продолжается в течение всего процесса пастеризации.

### Выталкивание воды:

Подпроцесс выталкивания воды заключается в вытеснении продуктом воды из установки в канализацию. При запуске выталкивания воды открывается клапан циркуляции. Клапан розлива переключается на слив. Идет слив воды в канализацию. В зависимости от технологического процесса идет либо подогрев, либо охлаждение продукта на выходе установки. При охлаждении перекрывается клапан пара секции подогрева, открывается клапан сброса отепленной воды, последовательно с интервалом в несколько секунд открываются клапана выхода и входа ледяной воды соответственно. Как только опустошится приемный бак открывается клапан подачи продукта в приемный бак и включается таймер выталкивания воды. Уровень продукта в приемном баке автоматически поддерживается в течение всего времени пастеризации продукта. Из приемного бака продукт продуктовым насосом подается в секцию регенерации 1, где происходит предварительный нагрев продукта до температуры 40-60С. Далее продукт поступает в деаэратор,

после процесса деаэрации продукт поступает в сепаратор, где очищается и поступает в секцию регенерации 2 и нагревается до температуры 50-70С. Из секции регенерации 2 продукт поступает на гомогенизатор, после гомогенизации продукт поступает в секцию регенерации 3, а затем в секцию пастеризации, где окончательно нагревается до заданной температуры пастеризации. Выйдя из секции пастеризации, пройдя переключающий автоматический клапан возврата и выдерживатель (60-300сек), продукт идет в секции регенерации 3, 2, 1 соответственно. Далее в зависимости от технологии производства, происходит либо нагрев, либо охлаждение продукта в секции нагрева/охлаждения.

Нагрев и охлаждение продукта производится за счет теплообмена в пяти секциях: в секциях регенерации 1, 2 и 3 теплообмен происходит между исходным холодным продуктом и горячим пастеризованным. В секциях пастеризации и подогрева/охлаждения теплообмен ведется между продуктом и водой. По окончании отсчета времени выталкивания воды клапан розлива переключается на розлив — автоматически запускается подпроцесс розлива продукта.

Розлив:

Вовремя подпроцесса розлива продукта ведется контроль линии розлива по датчику давления продукта на выходе из установки. При повышении давления продукта на выходе из установки свыше 2 кг/см<sup>2</sup> установка останавливается, формируется авария линии розлива. Также ведется контроль температуры пастеризации продукта. При падении температуры пастеризации продукта ниже, чем на 2°С от уставки установка автоматически переключается на возврат — недопастеризованный продукт проходит повторную пастеризацию. Как только температура пастеризации продукта достигнет уставки температуры пастеризации, установка автоматически переключается обратно на розлив продукта.

**Выталкивание продукта:**

Подпроцесс выталкивания продукта заключается в вытеснении водой продукта из установки, а также из линии розлива. При запуске выталкивания продукта открывается клапан циркуляции, клапан розлива находится в положении розлив. Как только опустошится приемный бак открывается клапан воды в приемный бак и включается таймер выталкивания продукта.

По окончании отсчета времени выталкивания продукта установка переключается на циркуляцию, прекращается подача пара, звучит звуковая сигнализация. В полуавтоматическом режиме отключаются: деаэратор, сепаратор, гомогенизатор, установка останавливается, процесс пастеризации окончен.

## **2.5 Анализ системы управления работой АСУ пастеризации молока с использованием современного ПЛК**

Совершенствование АСУ ТП пастеризации молока в СПК СХА колхоза «Москва», позволяет значительно снизить стоимость пластинчатых пастеризационно-охладительных установок (ППОУ).

Ниже представлен перечень системы управления работой АСУ для СПК СХА колхоза «Москва»:

- 1 программируемый логический контроллер ОВЕН ПЛК160;
- 1 модуль дискретного ввода ОВЕН МВ110-224.16ДН;
- 1 модуль дискретного ввода ОВЕН МВ110-224.32ДН;
- 1 модуль универсального аналогового ввода ОВЕН МВ110-224.8А;
- 1 модуль дискретного вывода ОВЕН МУ110-224.32Р;
- 1 частотный преобразователь ОВЕН ПЧВ;
- 2 блока питания ОВЕН БП60-Д4;
- 1 панель оператора Weintek MT8070iE;
- электропневмопреобразователи и пневмораспределители SMS;

– электрокомплектующие (автоматические выключатели, электромагнитные пускатели, электромагнитные реле) АВВ.

АСУ ТП ППОУ, построенное на оборудовании ОВЕН и Weintek практически не уступает по функционалу и качеству автоматического управления и регулирования АСУ ТП построенных на электронике таких мировых лидеров как Siemens и OMRON.

Основным элементом АСУ ТП ППОУ является пульт управления на базе программируемого логического контроллера, к которому подключаются исполнительные механизмы и датчики.

Архитектура АСУ ТП представлена на рис. 10.

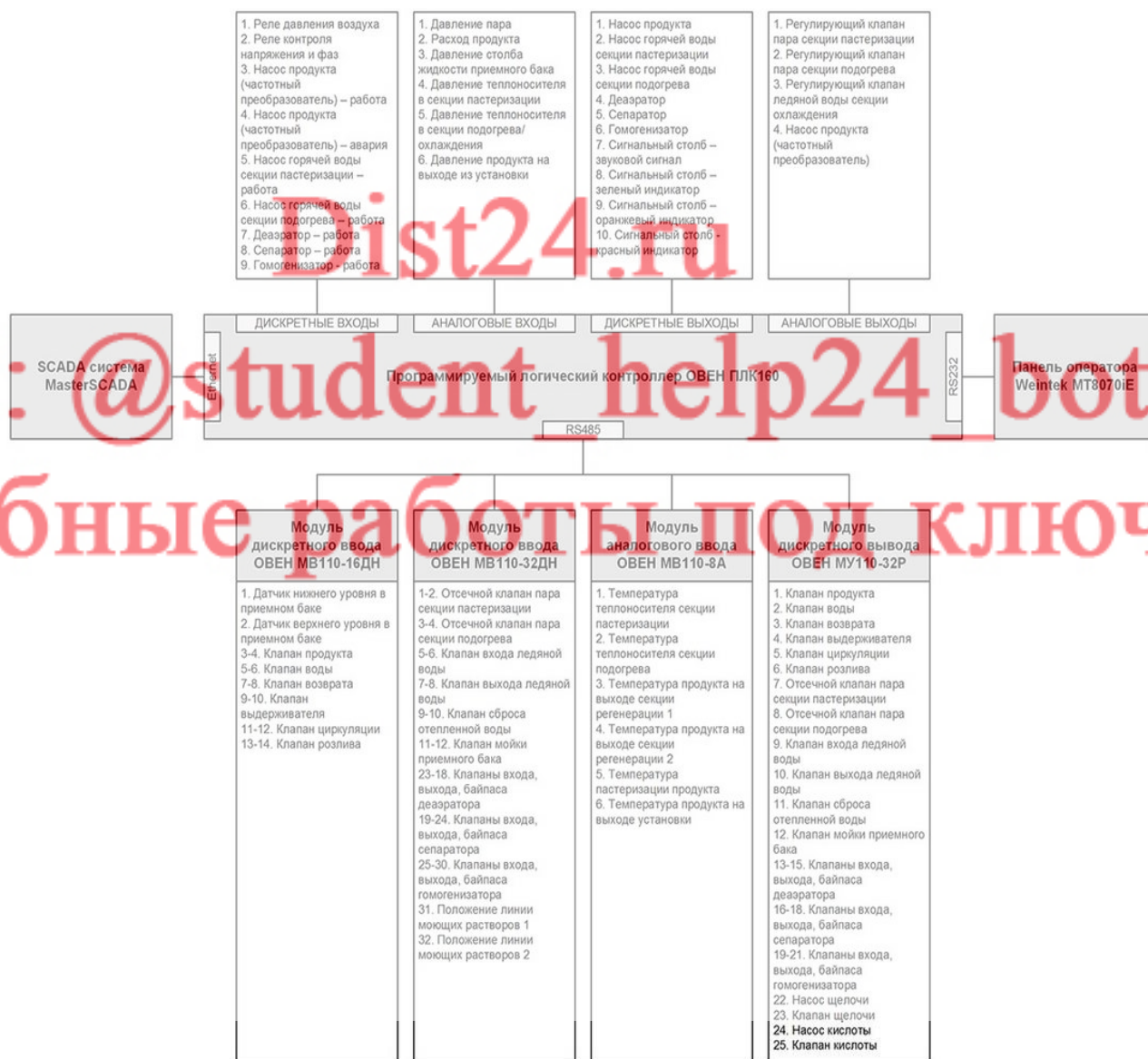


Рис.10. Архитектура АСУ ТП

Контроль давления воздуха.

Автоматика пастеризационной установки контролирует давление воздуха на входе в пульт управления по реле давления системы воздухоподготовки. При падении давления воздуха ниже допустимого значения ( $4-5\text{кг/см}^2$ ) формируется аварийное сообщение, установка останавливается.

Контроль питающей сети.

АСУ ТП по сигналу с реле контроля напряжения и фаз ведет контроль трех фазной сети переменного тока. При отсутствии сигнала установка останавливается, формируется авария питающей сети.

Контроль перегрева.

В ППОУ реализован контроль перегрева в секциях пастеризации и подогрева. При превышении температуры теплоносителя уставки максимальной температуры теплоносителя отключается подача пара в соответствующую секцию прекращается, до тех пор, пока температура теплоносителя не опустится ниже уставки максимальной температуры теплоносителя. Формируется предупреждение о перегреве в соответствующей секции.

Контроль теплообмена.

При пастеризации продукта ведется контроль разности температур теплоносителя и продукта в секциях пастеризации и подогрева/охлаждения. Если модуль разности температуры продукта и температуры теплоносителя становится выше уставки максимальной разности температуры теплообмена, формируется предупреждение о низком теплообмене в соответствующей секции. Нарушение теплообмена связано с накипанием продукта на стенки пластин теплообменника.

Контроль утечки воды в системе.

Во время работы установки на воде на замкнутом контуре (стерилизация, пастеризация — разогрев установки, мойка щелочью, мойка

кислотой) ведется контроль уровня воды в приемном баке. При понижении уровня воды ниже датчика нижнего уровня установка останавливается, инициируется авария утечки воды в системе.

Контроль работы оборудования.

Работа деаэрата, сепаратора, гомогенизатора, насосов и пневмоклапанов контролируется по обратным связям. Если при работе ППОУ пропадает обратная связь от оборудования, то инициируется авария соответствующего оборудования и ППОУ останавливается.

Подпитка контуров пастеризации и подогрева/охлаждения.

Контур горячей воды секций пастеризации и подогрева/охлаждения автоматически подпитываются водопроводной водой при понижении давления воды в контурах. Если давление в контуре горячей воды не достигает уставки ( $2 \text{ кг/см}^2$ ) в течении определенного времени, то формируется авария подпитки соответствующего контура.

Ручное управление.

Управление исполнительными механизмами ППОУ осуществляется как в автоматическом, так и в ручном режимах посредством панели МТ8070iE, причем переключение между автоматическим и ручным режимами возможно и во время работы установки.

Подключение деаэрата, сепаратора, гомогенизатора.

В зависимости от технологии обработки продукта возможно подключение любой комбинации следующего оборудования: деаэрата, сепаратора, гомогенизатора. Запуск установки осуществляется без деаэрата, сепаратора, гомогенизатора, затем данное оборудование последовательно подключается к установке. Деаэрат, сепаратор и гомогенизатор имеют свои пульта управления, с которых на пульт управления ППОУ поступают сигналы о работе оборудования. По сигналам обратных связей осуществляется переключение клапанов подачи продукта (вход, выход, байпас) на соответствующее оборудование.

Управление температурой продукта.

Управление температурой пастеризации и температурой продукта на выходе осуществляется посредством регулирования подачи пара или ледяной воды в секции пастеризации и подогрева/охлаждения. Программируемый контроллер ПЛК160 непрерывно опрашивает датчики температуры продукта; информация о температуре поступает на ПИД-регуляторы, которые выдают управляющий сигналы (4-20мА, 0-10В) на регулирующие клапаны пара.

Управление насосом продукта.

Управление производительностью насоса продукта осуществляется посредством изменения частоты вращения двигателя насоса продукта через частотный преобразователь. Информация с расходомера продукта обрабатывается ПИД регулятором ПЛК, который выдает управляющий сигнал на частотный преобразователь (4-20мА, 0-10В).

Световая и звуковая индикация.

Для световой и звуковой индикации в АСУ ТП ППОУ применяется трехцветная сигнальная башня. При запущенном процессе горит зеленый индикатор. При возникновении предупреждений горит оранжевый индикатор. При авариях горит красный индикатор. По завершению процессов, а также при возникновении предупреждений и аварий звучит звуковая сигнализация.

Визуализация.

Визуализация информации, а также управление установкой осуществляется посредством панели оператора Weintek MT8070iE (рис. 11). На панели задаются установки температур и времени процессов, время дозирования моющих растворов, время одной дозы и паузы, производительность насоса продукта, настройки ПИД-регуляторов, таймеров и мн. др. Также на панели MT8070iE отображаются технологическая схема ППОУ, журнал событий, графики давлений и температур процесса, предупреждения и аварии, информационные сообщения о работе ППОУ.



Рис. 11. – Панель оператора MT8070iE

Регистрация технологических параметров.

Регистрация технологических параметров осуществляется панелью оператора Weintek MT8070iE на USB-флэш-накопитель в файлы формата \*.csv (Microsoft Excel). На USB-флэш-накопитель записываются журнал событий (дискретные технологические параметры) и графики давлений и температур (аналоговые технологические параметры).

Подключение к SCADA системе.

В АСУ ТП ППОУ реализована возможность удаленного управления технологическим процессом посредством SCADA системы MasterSCADA. Подключение удаленного компьютера к ПЛК160 осуществляется через интерфейс связи Ethernet, протокол связи Modbus-TCP.

### 3. Оптимизация выходных пастеризации молока за счет применения нового оборудования СА

#### 3.1 Разработка функционально-структурной схемы АСУ пастеризации молока

При разработке функциональной схемы автоматизации использовался ГОСТ 21.208-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Автоматизация технологических процессов. Функциональная схема автоматизации процесса пастеризации молока приведена в Приложении 1, где:

- ТТ–датчик температуры;
- LT – датчик уровня;
- РТ – датчик давления;
- NS–магнитный пускатель;
- GT–датчик угла поворота;
- 1-3, 3-4, 7-3– электрический исполнительный механизм.

АСУТП пастеризации молока состоит из трёх уровней управления:

- Верхний уровень (диспетчерская с одним АРМ (автоматизированное рабочее место) и принтером).
- Средний уровень (модули аналогового и дискретного ввода-вывода).
- Нижний уровень (датчики температуры, датчик уровня, датчик давления, манометр, регулирующие органы).

Нижний уровень:

Для измерения температуры нагрева используется термопреобразователь сопротивления поз. 1-1. Этот термопреобразователь подключен к модулю аналогового ввода AI ОВЕН МВ110-8А. Регулирование температуры нагрева достигается за счет изменения расхода пара регулирующим органам, установленным на трубопроводе подачи пара. Это

регулирующий орган оснащен электродвигательным исполнительным механизмом поз.1-3с датчиком угла поворота поз. 1-4. Управляющие импульсы подаются на двигатель этого механизма с модуля дискретного вывода DO ОВЕН МУ110-32Р через магнитный пускатель поз. 1-2. Для реализации сигнализации крайних положений исполнительного механизма на ЭВМ его конечные выключатели подключаются к модулю дискретного ввода DI ОВЕН МВ110-16ДН.

Для измерения уровня в уравнительном баке 4 используем преобразователь уровня поз. 3-1. На выходе преобразователя формируется унифицированный токовый сигнал (4-20)мА, который подается на вход модуля аналогового ввода AI ОВЕН МВ110-8А. Регулирование уровня в баке достигается за счет изменения расхода молока регулирующим органом, установленным на трубопроводе подачи молока. Это регулирующий орган оснащен электродвигательным исполнительным механизмом поз. 3-4. Управляющие импульсы подаются на двигатель этого механизма с модуля дискретного вывода DO ОВЕН МУ110-32Р через магнитный пускатель поз. 3-3. Для сигнализации предельного нижнего уровня в баке на щите установлена лампа HL1. Управление двигателем насоса 3 осуществляется сигналом с модуля дискретного вывода DO ОВЕН МУ110-32Р через магнитный пускатель поз. 3-2. Включение/отключение двигателя может осуществляться в ручном режиме с помощью кнопочной станции либо в автоматическом режиме.

В этом случае ЭВМ формирует сигнал отключения двигателя насоса при достижении предельно допустимого нижнего уровня в баке 4.

Для измерения давления после выдерживателя используем преобразователь давления поз. 7-1. На выходе преобразователя формируется унифицированный токовый сигнал (4-20)мА который подается на вход модуля аналогового ввода AI ОВЕН МВ110-8А. Регулирования давления происходит за счет изменения расхода продукта регулирующим органом, установленным на трубопроводе после выдерживателя. Это регулирующий

орган оснащен электродвигательным исполнительным механизмом поз. 7-3 с датчиком угла поворота поз. 7-4. Управляющие импульсы подаются на двигатель этого механизма с модуля дискретного вывода DO ОВЕН МУ110-32Р через магнитный пускатель поз. 7-2. Для реализации сигнализации крайних положений исполнительного механизма на ЭВМ его конечные выключатели подключаются к модулю дискретного ввода DI ОВЕН МВ110-16ДН.

Средний уровень:

- Основное оборудование пульта управления АСУ ТП ППОУ:
- 1 программируемый логический контроллер ОВЕН ПЛК160;
- 1 модуль дискретного ввода ОВЕН МВ110-224.16ДН;
- 1 модуль универсального аналогового ввода ОВЕН МВ110-224.8А;
- 1 модуль дискретного вывода ОВЕН МУ110-224.32Р;
- 1 частотный преобразователь ОВЕН ПЧВ;
- 2 блока питания ОВЕН БП60-Д4;
- 1 панель оператора Weintek MT8070iE;
- электропневмопреобразователи и пневмораспределители SMS;
- электрокомплекующие (автоматические выключатели, электромагнитные пускатели, электромагнитные реле) АВВ.

Верхний уровень:

Регистрация технологических параметров осуществляется панелью оператора Weintek MT8070iE на USB-флэш-накопитель в файлы формата \*.csv (MicrosoftExcel). На USB-флэш-накопитель записываются журнал событий (дискретные технологические параметры) и графики давлений и температур (аналоговые технологические параметры).

Подключение к SCADA системе. В АСУ ТП ППОУ реализована возможность удаленного управления технологическим процессом посредством SCADA системы MasterSCADA. Подключение удаленного

компьютера к ПЛК160 осуществляется через интерфейс связи Ethernet, протокол связи Modbus-TCP.

Функциональная структура АСУПТ представлена на рис. 12.



Рис. 12. – Функциональная структура АСУПТ

Техническая структура АСУПТ представлена на рис. 13.

Согласно ГОСТ 17194-76 к информационным функциям относятся функции автоматизированной системы управления, целью которых является сбор, преобразование, хранение информации о состоянии объекта управления, представление этой информации оперативному персоналу или передача ее для последующей переработки. Информационное обеспечение АСУПТ содержит, прежде всего, алгоритмы сбора и обработки технологической информации. Кроме алгоритмов сбора информации с датчиков и ее обработки (усреднение, фильтрация и т.д.) сюда же входят алгоритмы контроля достоверности исходной информации.

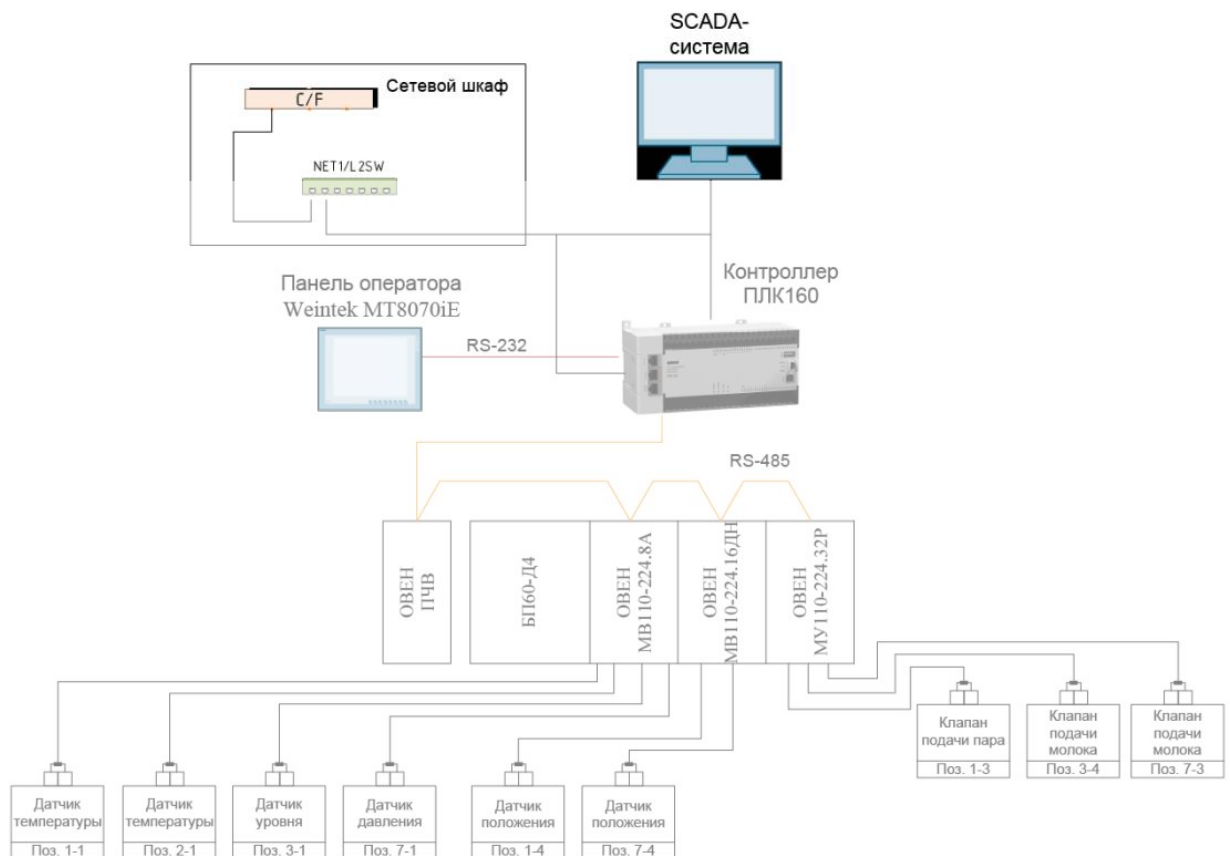


Рис. 13. – Техническая структура АСУТП

Кроме сбора и обработки входной информации с организацией массивов данных для решения задач управления информационные алгоритмы АСУТП осуществляют: проверку соответствия основных параметров ТП допустимым значениям с сигнализацией выхода за пределы, вычисления ряда комплексных показателей, характеризующих качество ведения ТП, расчет необходимых технико-экономических показателей, составление оперативной и отчетной документации. Объем этих функций зависит от сложности информационной модели данной системы управления. Под информационной моделью понимается отображение параметров внешней среды и переменных систем управления, организованное с помощью специальных средств по определенным алгоритмам.

Информационное обеспечение АСУТП должно отвечать основному требованию, которое заключается в представлении всем функциональным подсистемам информации для решения задач управления в необходимом

объеме, в требуемые сроки и в удобной для пользования форме. Отсюда вытекают основные принципы организации информационного обеспечения:

- обеспечение полноты данных, необходимых для решения задач системы; минимальное дублирование данных;
- одноразовый ввод и многократное использование данных задачами-пользователями;
- быстрый поиск информации;
- поддержание информации в достоверном состоянии.

Основные функции информационного обеспечения состоят в создании и ведении информационной базы, а также в обеспечении задач системы информацией, необходимой для автоматизации функций управления. Таким образом, информационное обеспечение играет роль обеспечивающей подсистемы.

При этом оно должно обеспечить: решение всех задач информацией с минимальными временными и стоимостными затратами на решение этих задач; единство использования технико-экономических показателей; возможность сокращения времени, необходимого для получения технико-экономических данных.

Информационное обеспечение системы однозначно и окончательно определяется только после определения всех функций системы, завершения технического проекта по всем задачам и выдачи уточненных требований и исходных данных для информационного обеспечения.

Его составной частью является информационная база (ИБ) АСУТП, под которой понимается совокупность входных и промежуточных массивов и записей данных, используемых для решения задач.

Информационные массивы представляют собой функциональную совокупность однородных по форме записей информационных сообщений, закодированных и нанесенных на носители средств вычислительной техники и в соответствии с ГОСТ 14.408-83 должны обеспечивать: минимальные

временные и стоимостные затраты на обработку информации; минимальную избыточность информации; оптимальный уровень дублирования.

Помимо понятия массивов информации при обработке информации техническими средствами АСУ используются такие информационные единицы, как данные записи, блоки и др. Данные – это информация, представленная в формализованном виде, позволяющем передавать или обрабатывать ее при помощи технических средств. Данные группируются в массивы.

Программное обеспечение АСУТП представляет собой совокупность программ для реализации АСУТП на базе применения средств вычислительной техники. Программное обеспечение составляют:

- операционная система вычислительного комплекса (системное программное обеспечение);

- система программ, включая пакеты прикладных программ, осуществляющих организацию и обработку данных с целью реализации необходимых функций управления в рамках определенных экономико-математических и организационных моделей (специальное программное обеспечение);

- инструктивно-методические материалы по применению средств программного обеспечения.

Все множество средств программного обеспечения можно условно разделить на две группы: общесистемное (общее) и функциональное (специальное) программные обеспечения.

Общесистемное программное обеспечение включает следующие компоненты: средства автоматизации программирования для создания и ведения АБД; системы управления базами данных (СУБД); средства телеобработки; средства организации вычислительного процесса; системы сортировки данных; системные сервисные средства программирования.

Основой общесистемного программного обеспечения являются операционные системы.

Операционная система (ОС) представляет собой систему, обеспечивающую автоматическое или автоматизированное прохождение задачи на машине, и состоит из набора стандартных управляющих и обрабатывающих программ, созданных для конкретной ЭВМ (обрабатывающей, управляющей).

ОС обеспечивает: организацию ввода-вывода данных программы, сообщений оператора и ЭВМ; включение и выключение транслятора или интерпретатора, средств обнаружения и исправления ошибок; запуск программы на решение; планирование решения на ЭВМ нескольких задач; установление контакта между пользователем и машиной.

Программное обеспечение многоуровневых АСУ представляет собой совокупность ряда компонентов: технологии проектирования и программирования; операционных систем; средств автоматизации проектирования; программного обеспечения решения задач конкретной ИАСУ.

Технология проектирования и программирования включает: порядок разработки и внедрения; технологию проектирования; технологию эксплуатации и развития.

В состав средств автоматизации входят: типовые проектные решения (ТПР) общесистемного и функционального назначения; ППП общего, общесистемного и функционального назначения; системы автоматизированного проектирования.

Функциональное (специальное) программное обеспечение состоит из программ решения конкретных задач АСУТП и ППП, получивших в настоящее время наибольшее распространение.

Функциональное обеспечение предназначено для целевого использования и определяется спецификой комплексов задач, реализуемых в АСУТП.

### 3.2 Технико-экономическое обоснование применения нового оборудования

Стоимость Г9–ОМ–4А составляет 700000 рублей, а с учетом доставки, монтажа составит 750000 рублей.

Рассчитаем удельные капитальные вложения:

- базовая модель:  $670000/5000=134$  руб;
- усовершенствованная модель:  $750000/14000=53$  руб.

Затраты на электроэнергию. Для сепарирования 1 тонны молока при базовом варианте расход электроэнергии составляет 0,8кВт, а при проектируемом варианте 0,27 кВт. Себестоимость одного кВт электроэнергии составляет 2,3 рубля, то есть экономия на 1 тонну молока составит:  $0,53 \cdot 2,3=1,22$  рубля.

Цеховые и общезаводские расходы. Они изменяются за счет сокращения амортизационных отчислений и расходов на ремонт и содержание оборудования. Амортизационные отчисления:

- базовая модель, формула (1).

$$A_1 = \frac{670000 \cdot A}{5000 \cdot 100}; \quad (1)$$

где  $A = 16,4$  – сумма амортизационных отчислений;

$$A_1 = \frac{670000 \cdot 16,4}{5000 \cdot 100} = 21,98 \text{ руб};$$

- усовершенствованная модель:

$$A_1 = \frac{670000 \cdot 16,4}{14000 \cdot 100} = 8,8 \text{ руб}.$$

Расходы на текущий ремонт:

- базовая модель, формула (2).

$$P = \frac{670000 \cdot p}{5000 \cdot 100}; \quad (2)$$

где  $p=5,5$  – нормативная сумма на текущий ремонт;

$$A_1 = \frac{670000 \cdot 5,5}{5000 \cdot 100} = 7,37 \text{ руб.};$$

- усовершенствованная модель:

$$A_1 = \frac{670000 \cdot 5,5}{14000 \cdot 100} = 2,95 \text{ руб.}$$

Затраты по базовому и усовершенствованному варианту соответственно:

$$z_6 = 21,98 + 7,37 = 29,35 \text{ руб.};$$

$$z_7 = 8,8 + 2,95 = 11,75 \text{ руб.};$$

Из полученных данных видно, что затраты уменьшаются на 17,6 рубля.

В итоге себестоимость 1 килограмма молока снизится на сумму:

$$1,22 + 17,6 = 18,82 \text{ руб.}$$

Так как себестоимость одного килограмма молока составляет 26 рублей, то себестоимость 1 тонны молока составит соответственно 26000 рублей, а экономия с 1 одной тонны молока составит 18,82 руб.

Годовая экономическая эффективность, формула (3).

$$\mathcal{E} = [(C_1 + E_n \cdot K_1) - (C_2 + E_n \cdot K_2)] \cdot A_2; \quad (3)$$

Где  $C_1, C_2$  – себестоимость базового и модернизированного оборудования;

$$C_1 = 22000 \text{ руб.}; C_2 = 3336 \text{ руб.};$$

$E_n = 0,12$  – нормативный коэффициент;

$K_1, K_2$  – капитальные вложения по базовому и модернизируемому варианту.

$$K_1 = 670000 \text{ руб.}; K_2 = 750000 \text{ руб.}$$

$A_2$  = производительность модернизированного варианта;

$$A_2 = 14000 \text{ л/ч.};$$

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= [(22000 + 0,12 \cdot 670000) - (3336 + 0,12 \cdot 750000)] \cdot 14000 \\ &= 126896000 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Цеховые расходы принимаются равными 5% от прямых:

$$11,75 \cdot 0,05 = 0,5 \text{ руб.}$$

Себестоимость 1 кг готовой продукции:

$$11,75 + 0,5 = 12,25 \text{ руб.}$$

Нормативная прибыль, принимается равной 15 % от себестоимости 1 кг готовой продукции:

$$12,25 \cdot 0,15 = 1,85 \text{ руб.}$$

Отпускная цена за 1 кг продукции:

$$12,25 + 1,85 = 14,1 \text{ руб.}$$

Стоимость продукции произведенной за 1 год:

$$14,1 \cdot 2800000 = 39440800 \text{ руб.}$$

Годовая сумма прибыли:

$$1,85 \cdot 2800000 = 5152000 \text{ руб.}$$

Налог на прибыль, 24% от годовой суммы прибыли:

$$0,24 \cdot 5152000 = 1236480 \text{ руб.}$$

Чистая прибыль:

$$5152000 - 1236480 = 3915520 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений:

$$\frac{750000}{3915520} = 0,19 \sim 2 \text{ месяца.}$$

Технико-экономические показатели представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Технико-экономические показатели

Показатели	Базовая модель	Усовершенствованная модель
Производительность, л/ч	5000	14000
Количество обслуживающих рабочих, чел.	2	2
Масса машины, кг	330	342,2
Мощность электродвигателя, кВт.	4	4
Удельные капитальные вложения, руб.	134	53
Чистая прибыль, руб.	-	3915520
Срок окупаемости, лет	-	0,2

Из таблицы 3 видно, что при незначительном увеличении массы сепаратора производительность увеличивается в 2,8 раза.

Удельные капитальные вложения по отношению к базовому варианту снизились на 81 рубль, а срок окупаемости капитальных вложений составляет меньше 1 года, то есть 2 месяца.

**Dist24.ru**

**ТГ: @student\_help24\_bot**

**Учебные работы под ключ!**

## Заключение

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы: СПК СХА колхоза «Москва» по размерам производства предприятие относится к малым в молочной промышленности. На предприятии работает 98 человек. Предприятие специализируется на производстве сыров жирных, масла сливочного и молока. На их долю приходится соответственно 79,4 %, 20 % и 0,5% стоимости товарной продукции. Кроме этого, предприятие выпускает пахту, на долю которой приходится всего лишь 0,1 % стоимости товарной продукции.

Также, в данной работе разработана подсистема АСУТП пастеризации молока. В качестве технических средств автоматизации выбран «ОВЕН ПЛК160».

По результатам разработки функциональной структуры и информационной модели объекта, были заменены устаревшие средства измерения и автоматизации на новые датчики. С целью повышения эффективности работы системы проект реализован на базе локальных вычислительных сетей.

В данной работе, одним из методов повышения эффективности деятельности СПК СХА колхоза «Москва» предлагается модернизация сепаратора – нормализатора – молокоочистителя: Г9–ОМ–А4. В ходе проведения технико-экономического обоснования модернизированной машины было выявлено, что производительность машины по отношению к базовой увеличилась в 2,8 раза.

Данные новшества необходимы как для реализации задачи экономичного расхода воздуха, так и для обеспечения задачи повышения производительности оборудования в целом.

Данная подсистема отвечает всем требованиям, предъявляемым к АСУТП. И может применяться на производстве.

## Библиографический список

1. Абронина М.С., Грачев А.В. Анализ финансово-экономической деятельности предприятий, Учеб. 3.изд. – М.: Дело и сервис - 2016г. 272 с.
2. Аустамов Э.А., Оборудование предприятий. – М.: Даликов и К., 2019 г. -451с.
3. Бредихин С.А. Технология и техника переработки молока. – М.: 2017 г.
4. Волкова Н.А., «Экономическое обоснование инженерно-технических решений в дипломных проектах». - М.: Колос, 2017 г. 167 с.
5. Гордеев А.В., Масленникова О.А., «Экономика предприятия пищевой промышленности», М.: Колос, 2017 г.
6. Емельянова Ф.М., Кирилов Н.К., Организация переработки с/х продукции. – М.: 2018 г.
7. Жеков А.М., Российский рынок молочных продуктов. -2017г, с 37-59.
8. Калита Е.С. Научная организация и нормирование труда в мясной и молочной промышленности. – М.: 2016 г.
9. Ковалев В.В., Волкова О.Н. Анализ хозяйственной деятельности предприятий. –М.: ООО «Тивелби», 2015 г. -424 с.
10. Крусь Г.Н., А.Г. Храмцов., З.В. Волокитина., С.В. Карпычев. «Технология молока и молочных продуктов». - М.: «КолосС», -2014г.
11. Кузюр В.М., «Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции».
12. Мухачев А.В. Современная организационная структура предприятий. Молочная промышленность. - 2013 г. с.23.
13. Назаренко А.П. Целевая ситуация на рынке молока и молочных продуктов. Экономика с/х России. – 2016 г. с.37.

14. Организация, нормирование и оплата труда на предприятиях АПК, под редакцией Ю.Н. Шунакова. – М.: 2016г.
15. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятий АПК. – М.: 2017 г.
16. Сурков С.В. Технология и техника переработки молока, - М.: 2018 г.
17. Шариров Ф.К. Организация сельскохозяйственного производства. –М.: КолосС, 2017, -267 с.

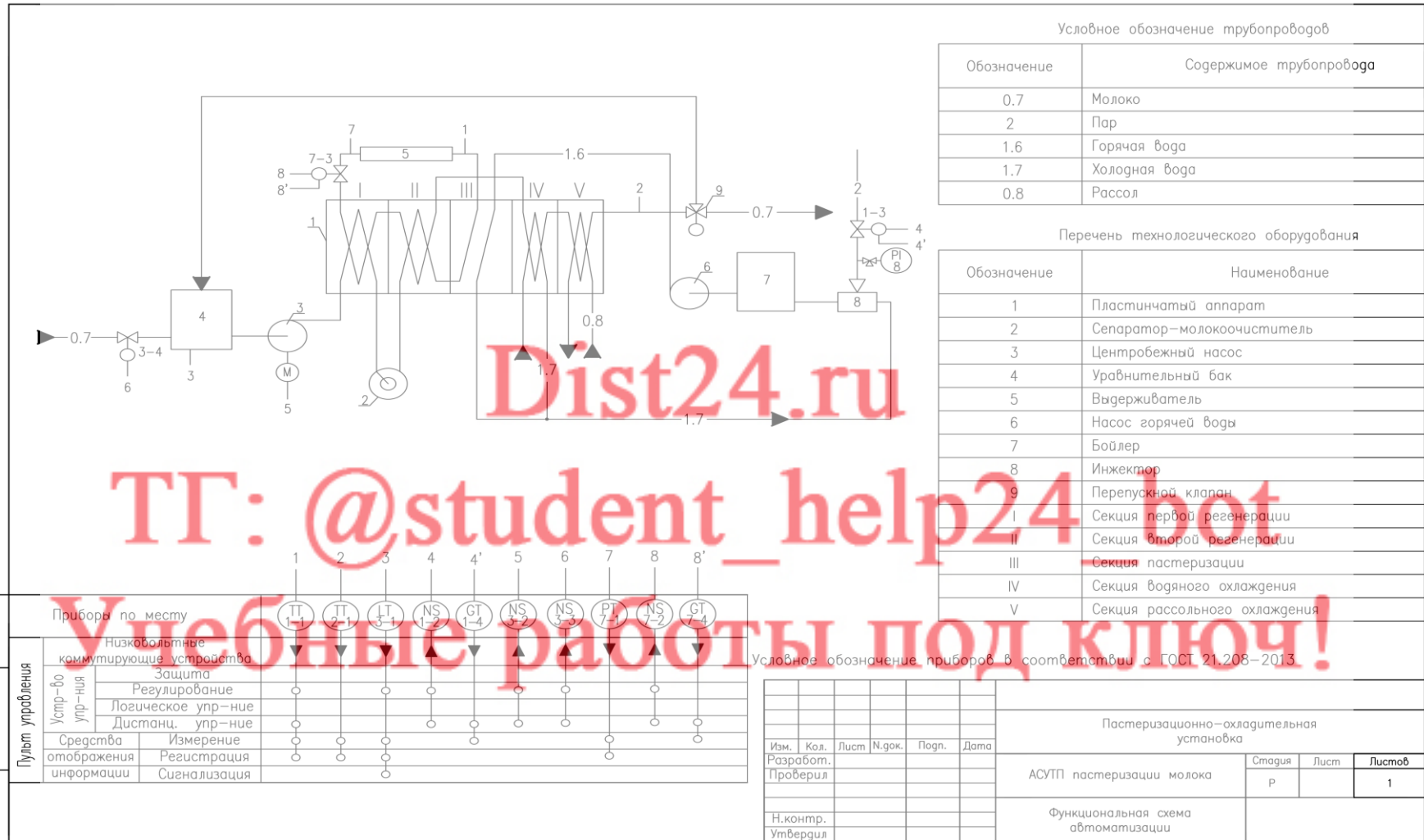
**Dist24.ru**

**ТГ: @student\_help24\_bot**

**Учебные работы под ключ!**

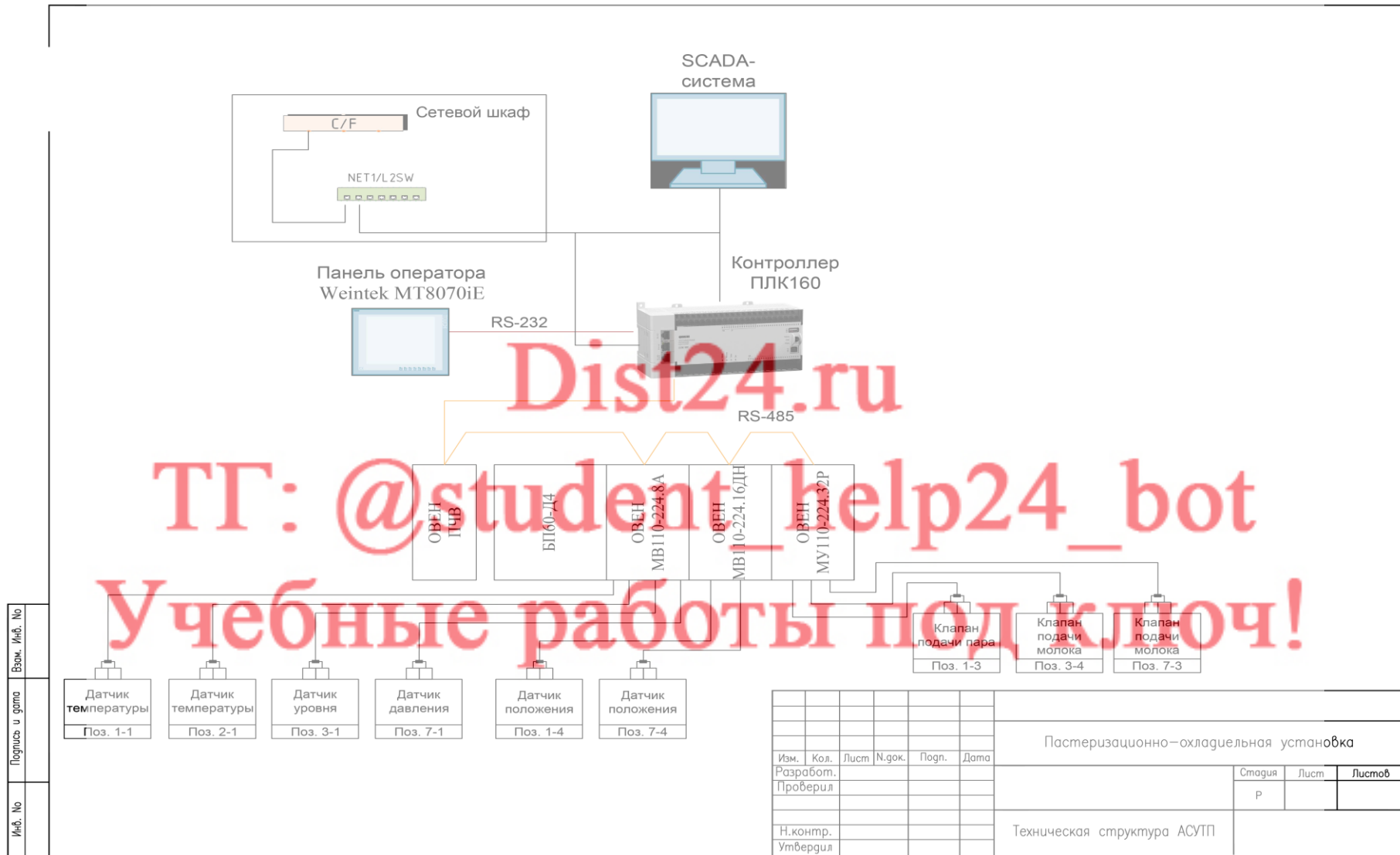
# ПРИЛОЖЕНИЕ 1

## Функциональная схема автоматизации



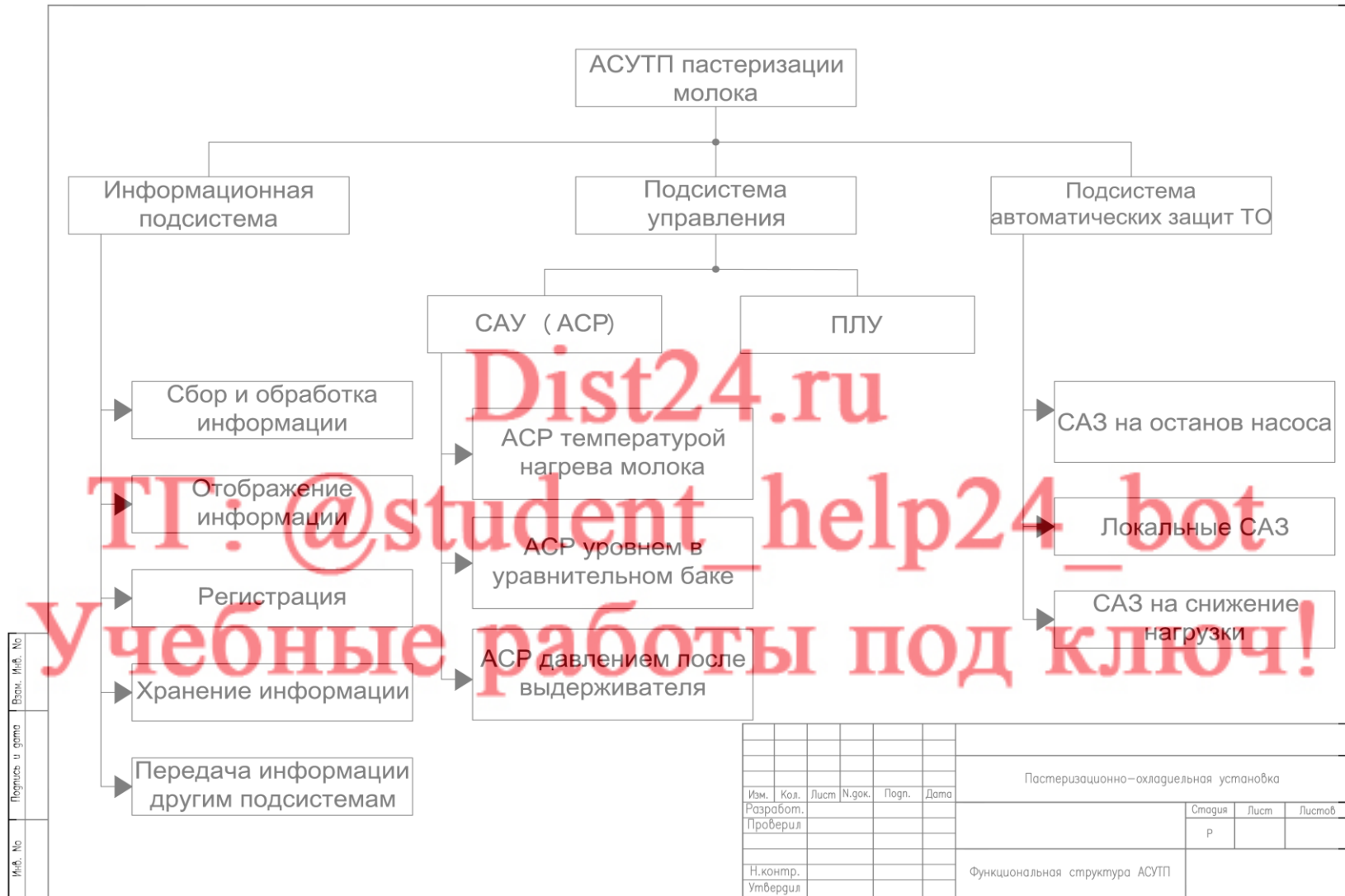
## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Техническая структура АСУТП



### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

#### Функциональная структура АСУТП



Инв. №

Погреш. и дата

Взам. Инв. №

						Пастеризационно-охладиельная установка		
Изм.	Кол.	Лист	№.док.	Погр.	Дата	Стация	Лист	Листов
Разработ.						Р		
Проверил								
Н.контр.						Функциональная структура АСУТП		
Утввердил								

**Dist24.ru**

**ТГ: @student\_help24\_bot**

**Учебные работы под ключ!**

**Dist24.ru**

**ТГ: @student\_help24\_bot**

**Учебные работы под ключ!**