

Пульт управления модульной пастеризационно-охладительной установки МПОУ-6

Руководство по эксплуатации

Используемые обозначения

АСУ - автоматизированная система управления

МПОУ-6 - модульная пастеризационно-охладительная установка производительностью 6 м³/ч

ПУ - пульт управления

ПЛК - программируемый логический контроллер

РЭ - руководство по эксплуатации

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	4
2. Устройство пульта управления	5
3. Описание и работа МПОУ-6.....	7
3.1 Описание технологического процесса.....	7
3.2 Пластинчатый теплообменник	11
3.3 Система воздухоподготовки	12
3.4 Автоматизированная система управления.....	12
3.5 Регистрация событий и параметров технологического процесса.....	15
4. Интерфейс панели оператора.....	17
4.1 Экран «Главное меню».....	17
4.2 Экран «ПАСТЕРИЗАЦИЯ»	19
4.3 Экран «МОЙКА».....	20
4.4 Экран «ОПОЛАСКИВАНИЕ»	22
4.5 Экран «МНEMОСХЕМА»	23
4.6 Экран «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ АВАРИИ».....	26
4.7 Экран «ЖУРНАЛ»	28
4.8 Экран «ГРАФИКИ»	32
4.9 Экран «СИТЕМА».....	33
4.10 Служебные и вспомогательные окна	39
5. Описание и настройка ПИД-регуляторов	42
5.1 Уравнение ПИД-регулирования	42
5.2 Методика настройки ПИД-регулятора.....	43
6. Техническое обслуживание	49

1. Введение

Руководство по эксплуатации (РЭ), предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с устройством, конструкцией, работой и техническим обслуживанием пульта управления (ПУ) модульной пастеризационно-охладительной установки МПОУ-6 для кваса. ПУ является составной частью автоматизированной системы управления (АСУ) технологическим процессом пастеризации кваса. ПУ используется для оперативного контроля и управления технологическим процессом МПОУ-6.

Техническое обслуживание ПУ рассчитано на обслуживающий персонал, прошедший специальную подготовку по использованию и обслуживанию микропроцессорной измерительной и регулирующей техники, имеющий квалификацию инженера-электрика или инженера-КИП.

Эксплуатация ПУ должна производиться персоналом, прошедшим обучение и соответствующую подготовку, в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

В процессе пуско-наладочных работ программное обеспечение ПУ постоянно совершенствуется, поэтому возможны несущественные расхождения между работой установки, интерфейсом оператора и сопроводительной документацией.

2. Устройство пульта управления

ПУ МПОУ-6 представляет собой крашенный шкаф размером 800x1200x300 (ШxВxГ) (рис.2.1).

На лицевой стороне пульта (на двери) расположены: индикатор «Сеть», панель оператора Weintek MT6070iH, кнопка «Аварийный стоп».

На левой боковой стенке расположен вводной переключатель, который предназначен для ручного включения и отключения электрического питания ПУ.

Автоматика ПУ построена на базе программируемого логического контроллера (ПЛК) ОВЕН ПЛК160. К ПЛК подключены датчики, исполнительные механизмы, а также панель оператора (см. приложение 1 «Электрическая схема»).

Для управления технологическим процессом и отображения технологических параметров и состояния оборудования служит сенсорная панель оператора Weintek MT6070iH (7", TFT 65536-цветов 800x480).

Пневматическое оборудование ПУ (пневмораспределители, электропневмопреобразователи) производства SMC.

Защита оборудования от перегрузки и токов короткого замыкания осуществляется с помощью автоматических выключателей производства ABB.

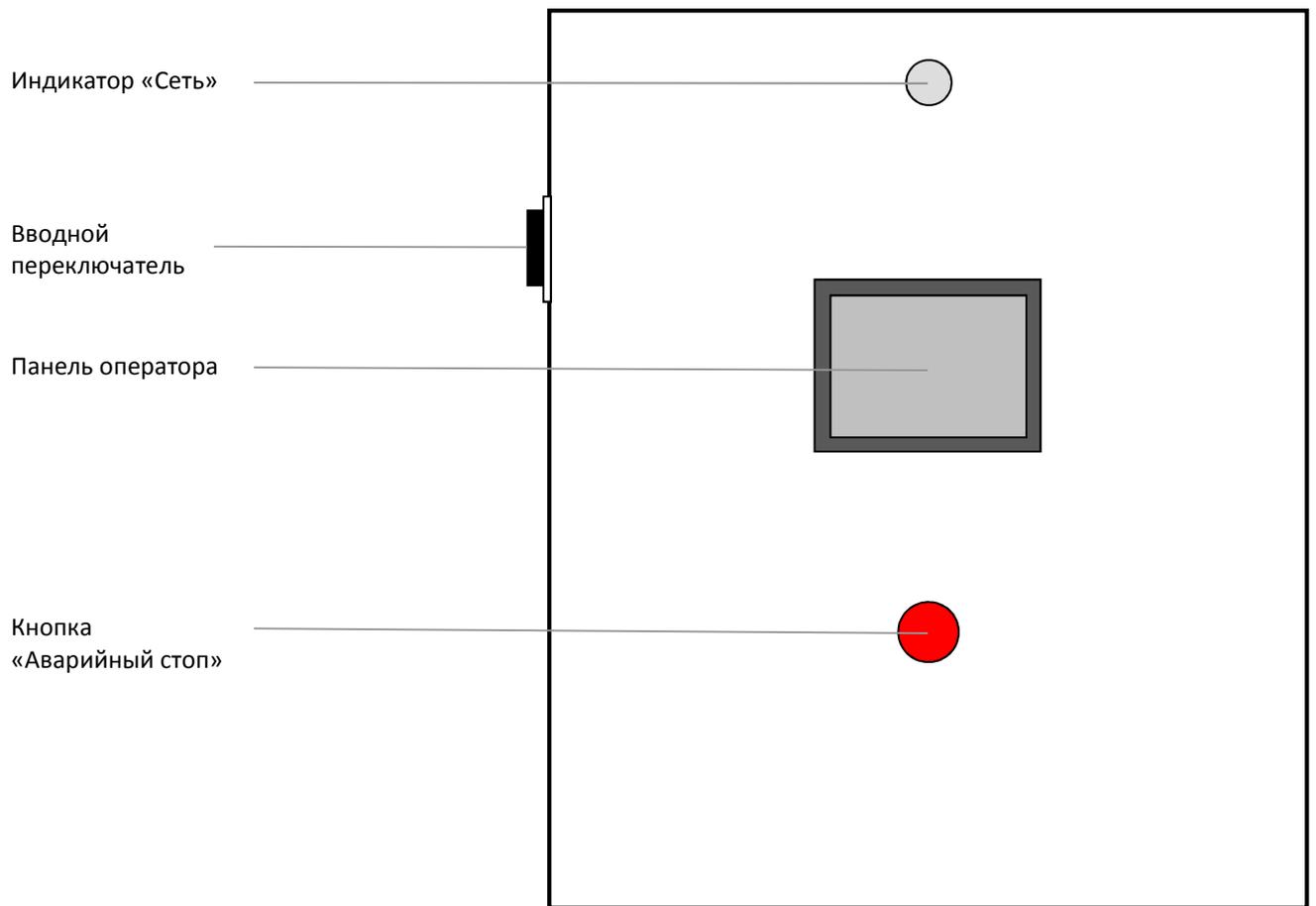


Рисунок 2.1. Внешний вид пульта управления.

3. Описание и работа МПОУ-6

3.1 Описание технологического процесса

В приложении 2 приведена технологическая схема МПОУ-6, на которой указаны исполнительные механизмы и датчики АСУ.

Технологический процесс пастеризации кваса состоит из 3 независимых процессов:

- пастеризация;
- мойка;
- ополаскивание.

Процесс «Пастеризация»

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

«Разогрев установки»

После запуска процесса пастеризации открывается клапан подачи воды в приемный бак - производится наполнение приемного бака водой. По датчику верхнего уровня закрывается клапан подачи воды в приемный бак, включаются насос горячей воды секции пастеризации и насос продукта, открывается клапан возврата. Открываются отсежные клапана горячей воды. В зависимости от температуры воды на выходе секции пастеризации, производится регулирование степени открытия регулирующего клапана горячей воды. Как только температура воды на выходе секции пастеризации достигнет уставки температуры пастеризации звучит звуковой сигнал, информирующий оператора о том, что установка разогрета и готова к выталкиванию воды. Нагрев воды/продукта (регулирование температуры пастеризации) продолжается в течение всего процесса пастеризации.

«Выталкивание воды»

Выталкивание воды заключается в вытеснении продуктом воды из установки в канализацию. После запуска подпроцесса *выталкивание воды* открывается клапан циркуляции, клапан розлива переключается на слив - производится слив воды в канализацию. Открываются отсежные клапана этиленгликоля. В зависимости от температуры воды/продукта на выходе секции охлаждения, производится регулирование степени открытия регулирующего клапана этиленгликоля. Как только уровень воды в приемном баке опустится ниже датчика нижнего уровня запускается таймер опорожнения приемного бака. По срабатыванию таймера опорожнения открывается клапан подачи продукта в приемный бак, включается таймер выталкивания

воды и таймер блокирования клапана возврата (блокирование клапана возврата в положении «открыт»)¹.

Уровень продукта в приемном баке автоматически поддерживается в течение подпроцессов *выталкивание воды* и *розлив*. Как только уровень продукта в приемном баке поднимется выше датчика верхнего уровня закрывается клапан продукта, включается таймер задержки наполнения приемного бака. По срабатыванию таймера вновь открывается клапан продукта и производится наполнение приемного бака продуктом.

Из приемного бака продукт насосом подается в секцию регенерации, где происходит предварительный нагрев продукта до температуры 40...60 °С. Затем продукт поступает в секцию пастеризации, где окончательно нагревается до заданной температуры пастеризации. Далее продукт проходит клапан возврата и выдерживатель, затем поступает в секцию регенерации, где охлаждается до температуры 40...60 °С. Далее продукт поступает в секцию охлаждения, где охлаждается до заданной температуры охлаждения продукта.

Нагрев и охлаждение продукта производятся за счет теплообмена в трех секциях: в секции регенерации теплообмен происходит между исходным продуктом и горячим пастеризованным. В секции пастеризации теплообмен ведется между продуктом и горячей водой. В секции охлаждения теплообмен ведется между продуктом и этиленгликолем. По окончании времени выталкивания воды клапан розлива переключается на розлив - автоматически запускается подпроцесс *розлив*.

«Розлив»

В течении времени подпроцессов *выталкивание воды* и *розлив* осуществляется контроль температуры пастеризации продукта. При отклонении (понижении) температуры пастеризации продукта от уставки более чем на $(dT + hys)^2$ установка автоматически переходит на возврат (закрывается клапан возврата), закрываются отсечные клапана этиленгликоля (отключается охлаждение продукта), недопастеризованный продукт проходит повторную пастеризацию (условие повторной пастеризации). Как только отклонение температуры пастеризации продукта от уставки станет меньше чем $(dT - hys)$ установка автоматически переходит на розлив

¹ Блокирование клапана возврата необходимо для предотвращения смешивания воды и продукта при выполнении условия повторной пастеризации продукта.

² dT - отклонение температуры пастеризации продукта от уставки температуры пастеризации, при которой продукт отправляется на повторную пастеризацию; hys - гистерезис отклонения температуры пастеризации продукта от уставки температуры пастеризации, при которой продукт отправляется на повторную пастеризацию.

(открывается клапан возврата), открываются отсечные клапана этиленгликоля (включается охлаждение продукта).

При понижении уровня продукта в приемном баке ниже датчика нижнего уровня, установка автоматически переключается на циркуляцию (закрывается клапан циркуляции), звучит звуковой сигнал, информирующий оператора о том, что закончился продукт. В этом случае оператор имеет два варианта действий: первый - подключить к пастеризационной установке другой резервуар с продуктом и повторно запустить *розлив*, второй - запустить подпроцесс *выталкивание продукта*. При повторном запуске подпроцесса *розлив* открываются клапана циркуляции и продукта, запускается таймер задержки розлива. На время задержки розлива отключается контроль уровня продукта в приемном баке.

«Выталкивание продукта»

Выталкивание продукта заключается в вытеснении водой продукта из установки, а также из линии розлива. После запуска подпроцесса *выталкивание продукта* открывается клапан циркуляции, клапан розлива открыт (положение «розлив»). Как только уровень воды в приемном баке опустится ниже датчика нижнего уровня запускается таймер опорожнения приемного бака. По срабатыванию таймера опорожнения открывается клапан подачи воды в приемный бак, включается таймер выталкивания продукта. По окончании отсчета времени выталкивания продукта закрываются клапана возврата, циркуляции и розлива (положение «слив»), закрываются отсечные клапана горячей воды и этиленгликоля, останавливаются насос горячей воды и насос продукта, звучит звуковая сигнализация, информирующая оператора о том, что процесс пастеризации окончен.

Процесс «Мойка»

Процесс мойки необходим для полного удаления остатков продукта из пастеризационной установки. Процесс мойки состоит из 5 подпроцессов следующих последовательно друг за другом: мойка щелочью, ополаскивание после мойки щелочью, мойка горячей водой, ополаскивание после мойки горячей водой, дезинфекция установки.

Перед запуском процесса мойки оператор вносит необходимый объем раствора щелочи в приемный бак. После запуска процесса мойки, запускается подпроцесс мойки щелочью, открывается клапан подачи воды в приемный бак - производится наполнение приемного бака водой. По датчику верхнего уровня закрывается клапан подачи воды в приемный бак, включаются насос горячей воды секции пастеризации и насос продукта,

открываются клапан возврата. Открываются отсежные клапана горячей воды. В зависимости от температуры воды на выходе секции пастеризации, производится регулирование степени открытия регулирующего клапана горячей воды. Нагрев воды (регулирование температуры пастеризации) производится только в течение подпроцессов мойка щелочью и мойка горячей водой. Как только температура воды на выходе секции пастеризации достигнет уставки температуры мойки щелочью, запускается таймер мойки щелочью. Открывается клапан мойки приемного бака. При мойке щелочью установка периодически переключается на возврат и циркуляцию.

По окончании отчета времени мойки щелочью запускается подпроцесс ополаскивания после мойки щелочью и включается таймер ополаскивания. Останавливается насос горячей воды, закрываются отсежные клапана горячей воды (отключается нагрев), закрывается клапан мойки приемного бака, клапан циркуляции открывается на розлив. Как только уровень воды в приемном баке опустится ниже датчика нижнего уровня запускается таймер опорожнения приемного бака. По срабатыванию таймера опорожнения открывается клапан подачи воды в приемный бак. Открывается клапан мойки приемного бака. В течение процесса ополаскивания автоматически поддерживается уровень воды в приемном баке: по датчику верхнего уровня закрывается клапан воды, по датчику нижнего уровня открывается. При ополаскивании установка периодически переключается на возврат, циркуляцию, слив и розлив.

По окончании отчета времени ополаскивания, запускается подпроцесс мойки горячей водой. Закрываются клапан циркуляции и клапан мойки приемного бака. Производится наполнение приемного бака водой. Включается насос горячей воды, открываются отсежные клапана горячей воды (включается нагрев). Как только температура воды на выходе секции пастеризации достигнет уставки температуры мойки горячей водой, запускается таймер мойки горячей водой. Открывается клапан мойки приемного бака. При мойке горячей водой установка периодически переключается на возврат и циркуляцию.

По окончании отчета времени мойки горячей водой запускается подпроцесс ополаскивания после мойки горячей водой и включается таймер ополаскивания. Останавливается насос горячей воды, закрываются отсежные клапана горячей воды (отключается нагрев), закрывается клапан мойки приемного бака, клапан циркуляции открывается на розлив. Как только уровень воды в приемном баке опустится ниже датчика нижнего уровня запускается таймер опорожнения приемного бака. По

срабатыванию таймера опорожнения открывается клапан подачи воды в приемный бак. Открывается клапан мойки приемного бака. В течение процесса ополаскивания автоматически поддерживается уровень воды в приемном баке: по датчику верхнего уровня закрывается клапан воды, по датчику нижнего уровня открывается. При ополаскивании установка периодически переключается на возврат, циркуляцию, слив и розлив.

По окончании отчета времени ополаскивания, установка переходит на циркуляцию, закрывается клапан мойки приемного бака, звучит звуковая сигнализация, информирующая оператора о том, что необходимо внести дезинфектант. Оператор вносит дезинфектант в приемный бак. Для равномерного распределения дезинфектанта по установке оператор вручную закрывает/отрывает клапана возврата, циркуляции, розлива и мойки приемного бака. После того как дезинфектант распределится по установке, оператор вручную останавливает процесс мойки.

Процесс «Ополаскивание»

Процесс ополаскивания, как отдельный процесс, запускается перед и после процесса пастеризации. Перед пастеризацией ополаскивание необходимо для удаления дезинфектанта из установки, а после пастеризации для удаления продукта из установки перед мойкой. При запуске процесса ополаскивания включается насос продукта, запускается таймер процесса ополаскивания. Открываются клапана возврата и циркуляции. Клапан розлива переключается на слив. В течение процесса ополаскивания автоматически поддерживается уровень воды в приемном баке: по датчику верхнего уровня закрывается клапан воды, по датчику нижнего уровня открывается. При ополаскивании установка периодически переключается на возврат, циркуляцию, слив и розлив. По окончании отчета времени ополаскивания, отключается насос продукта, закрываются клапана возврата, циркуляции, розлива и воды, звучит звуковая сигнализация, информирующая оператора о том, что процесс ополаскивания окончен.

3.2 Пластинчатый теплообменник

Процесс теплообмена в установке осуществляется в пластинчатом теплообменнике, состоящем из станины, стягивающих болтов, набора теплообменных пластин, промежуточных и нажимной плит.

Между пластинами имеются каналы для движения жидкостей и их теплообмена. Герметичность каналов обеспечивается резиновыми уплотнительными прокладками. Уплотняющее усилие на резиновых прокладках создается с помощью стягивающих болтов.

На основной, промежуточных и нажимной плитах размещаются штуцера для подвода и отвода жидкостей из аппарата.

3.3 Система воздухоподготовки

Для управления пневмоклапанами на установку должен быть подведен воздух из системы воздухоснабжения. Давление воздуха на входе в пульт управления устанавливается с помощью регулятора и манометра системы воздухоподготовки, расположенной на левой боковой стенке ПУ. Рекомендуемое давление воздуха 5 бар. Если давление воздуха будет менее 4 бар, возможно не полное открытие пневмоклапанов. Система воздухоподготовки содержит реле давления, которое срабатывает при понижении давления воздуха ниже заданного значения. Нижний порог срабатывания реле давления устанавливается с помощью винта (изменение положения стрелки) на манометре системы воздухоподготовки, расположенного под стеклом ниже оси вращения стрелки манометра. При срабатывании реле сигнал о низком давлении воздуха поступает на программируемый логический контроллер, который инициирует аварию давления воздуха. В таком случае запуск установки не возможен. Если установка была запущена, то она останавливается. При аварии давления воздуха звучит звуковая сигнализация.

3.4 Автоматизированная система управления

Система автоматики ПУ МПОУ-6 построена на базе программируемого логического контроллера ПЛК160 и модулей ввода-вывода производства ОВЕН. Контроль и управление технологическим процессом осуществляется посредством сенсорной панели оператора Weintek MT6070iH.

Управление исполнительными механизмами МПОУ-6 осуществляется как в автоматическом режиме, так и в ручном, причем переключение между автоматическим и ручным режимами возможно и во время работы (оператор имеет возможность во время работы перевести любой исполнительный механизм в ручной режим и управлять им вручную с панели оператора).

ВНИМАНИЕ! Перевод исполнительных механизмов в ручной режим во время работы установки может привести к нарушению технологического процесса.

Управление температурой пастеризации и температурой продукта на выходе осуществляется посредством регулирования подачи горячей воды и этиленгликоля в секции пастеризации и охлаждения соответственно. ПЛК посредством модуля аналогового ввода непрерывно опрашивает датчики температуры продукта на выходе

секции пастеризации и на выходе секции охлаждения. Информация о температуре поступает на вход функциональных блоков ПИД-регуляторов. ПИД-регуляторы обрабатывают информацию и выдают управляющие сигналы на регулирующие клапана.

Управление производительностью насоса продукта осуществляется посредством изменения частоты вращения двигателя насоса продукта через частотный преобразователь. Частота вращения насоса продукта определяется экспериментально, в соответствии с производительностью установки.

Управление насосом горячей воды осуществляется посредством частотного преобразователя, который обеспечивает плавный разгон и торможение насоса горячей воды. Номинальная частота вращения насоса горячей воды - 50Гц.

В установке предусмотрена функция повторной пастеризации недопастеризованного продукта. При нарушении температурного режима пастеризации (см.п.3.1 Процесс «Пастеризация» подпроцесс Розлив), продукт автоматически клапаном возврата, направляется в приемный бак на повторную пастеризацию, инициализируется предупреждение «Повторная пастеризация продукта». Отмена предупреждения происходит при переходе установки на розлив.

В установке предусмотрена циркуляция продукта при понижении его уровня в приемном баке (прекращение подачи продукта в приемный бак в процессе пастеризации). Как только уровень продукта в приемном баке станет ниже датчика нижнего уровня, установка автоматически переключается на циркуляцию.

Разогрев установки осуществляется в режиме циркуляция. При мойке установка периодически переключается на возврат и циркуляцию, тем самым идет промывка линий возврата и циркуляции. При ополаскивании установка переключается на возврат, циркуляцию, слив и розлив.

Автоматика ПУ следит за переполнением приемного бака по датчику верхнего уровня. В случае переполнения бака (срабатывание датчика верхнего уровня), подача продукта при пастеризации отключается на время задержки наполнения приемного бака (параметр задается с панели оператора), подача воды при ополаскивании отключается на время, пока уровень воды не опустится ниже датчика нижнего уровня.

При отклонении (повышении) температуры воды/продукта от уставки более чем на $(dT + hys)^3$ инициализируется предупреждение «Перегрев». Как только отклонение

³ dT - отклонение температуры воды/продукта от уставки температуры процесс, при которой инициализируется предупреждение «Перегрев»; hys - гистерезис отклонения температуры воды/продукта от уставки температуры процесс, при которой инициализируется предупреждение «Перегрев».

температуры воды/продукта от уставки станет меньше чем ($dT - hys$) автоматически происходит отмена предупреждения.

В начале каждого процесса производится наполнение приемного бака водой. Автоматика ПУ производит контроль наполнения приемного бака. Если бак не наполнится в течение времени наполнения приемного бака (параметр задается с панели оператора) инициируется предупреждение «Нет наполнения приемного бака». Отмена предупреждения осуществляется оператором с панели оператора.

АСУ контролирует теплообмен в секциях пастеризации и охлаждения. Если абсолютная разность температуры воды/продукта на выходе секции пастеризации/охлаждения и температуры теплоносителя на выходе секции пастеризации/охлаждения превышает уставку теплообмена⁴ запускается таймер задержки предупреждения⁵. По срабатыванию таймера инициируется предупреждение «Низкий теплообмен в секции пастеризации» / «Низкий теплообмен в секции охлаждения», процесс не останавливается. Отмена предупреждения производится при условии, что разность температуры воды/продукта на выходе секции пастеризации/охлаждения и температуры теплоносителя на выходе секции пастеризации/охлаждения будет меньше уставки теплообмена.

При нажатии кнопки «Аварийный стоп» - инициируется авария «Аварийный останов», процесс останавливается. Отмена аварии происходит после того как будет отжата кнопка «Аварийный стоп».

При срабатывании реле блока воздухоподготовки инициируется авария «Авария давления воздуха», процесс останавливается. Отмена аварии происходит при условии нормального давления воздуха на входе блока воздухоподготовки.

Автоматика пульта управления производит контроль напряжения и фаз питающей сети с помощью реле контроля напряжения и фаз (см. приложение 1). При срабатывании реле инициируется авария «Авария питающей сети», процесс останавливается. Как только напряжение и фазы питающей сети будут в норме, происходит отмена аварии.

В процессах мойки, а также подпроцесса разогрева установки процесса пастеризации ПУ контролирует уровень воды в приемном баке. Если уровень воды в приемном баке опустится ниже датчика нижнего уровня инициируется авария «Авария

⁴ Уставка теплообмена - максимальная абсолютная разность температуры воды/продукта на выходе секции пастеризации/охлаждения и температуры теплоносителя на выходе секции пастеризации/охлаждения при которой инициируется предупреждение «Низкий теплообмен в секции пастеризации» / «Низкий теплообмен в секции охлаждения».

⁵ Задержка предупреждения - задержка предупреждения «Низкий теплообмен в секции пастеризации» / «Низкий теплообмен в секции охлаждения».

утечка воды», процесс останавливается. Отмена аварии осуществляется оператором с панели оператора.

АСУ контролирует состояние аварийных выходов частотных преобразователей насоса горячей воды и насоса продукта. При аварии частотного преобразователя насоса горячей воды / насоса продукта формируется авария «Авария частотного преобразователя насоса горячей воды» / «Авария частотного преобразователя насоса продукта», процесс останавливается. Отмена аварий частотного преобразователя осуществляется с панели управления частотным преобразователем, либо отключением питания ПУ.

Работа каждого насоса контролируется по обратным связям частотных преобразователей (выход «работа»). Если при работающем насосе пропадает обратная связь (снимается сигнал с выхода «работа» частотного преобразователя), инициируется авария обратной связи соответствующего частотного преобразователя. Проверка обратной связи частотных преобразователей осуществляется с задержкой (параметр задается с панели оператора), относительно сигнала запуска насоса.

При запущенном процессе горит зеленый свет на сигнальной башне. При возникновении предупреждения звучит звуковая сигнализация. При возникновении аварии загорается красный свет на сигнальной башне, а также звучит звуковая сигнализация.

3.5 Регистрация событий и параметров технологического процесса

В АСУ МПОУ-6 предусмотрена функция регистрации событий и параметров технологического процесса посредством сенсорной панели оператора на USB-накопитель (до 8 ГВт), который устанавливается в соответствующее USB-гнездо панели оператора.

Регистрация событий включает в себя регистрацию времени запуска и останова процессов, запуска подпроцессов, инициализации и отмены предупреждений и аварий.

Регистрация технологических параметров включает в себя регистрацию параметров технологического процесса по времени: температуры горячей воды на входе и выходе секции пастеризации, температуры этиленгликоля на входе и выходе секции охлаждения, температуры воды/продукта на выходе секций пастеризации и охлаждения, давление горячей воды на входе секции пастеризации, давление этиленгликоля на входе секции охлаждения.

Запись событий и технологических параметров осуществляется в файлы с расширением *.evt и *.dtl на USB-накопитель соответственно. На каждый рабочий день

панель создает два файла в один из которых записываются события, в другой параметры технологического процесса. Для конвертирования файлов с расширением *.evt и *.dtl в *.csv или *.xls (Microsoft Excel) используется программа EasyConverter пакета утилит Easy8000 от Weintek.

4. Интерфейс панели оператора

Для управления технологическим процессом и отображения технологических параметров и состояния оборудования служит сенсорная панель оператора Weintek MT6070iH (7", TFT 65536-цветов 800x480).

Интерфейс панели оператора состоит из восьми разделов (экранов): «ПАСТЕРИЗАЦИЯ», «МОЙКА», «ОПОЛАСКИВАНИЕ», «МНЕМОСХЕМА», «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ АВАРИИ», «ЖУРНАЛ», «ГРАФИКИ», «СИСТЕМА». Переход в раздел осуществляется нажатием соответствующей кнопки экрана «Главного меню» панели оператора.

4.1 Экран «Главное меню»

На рисунке 4.1 изображен экран «Главное меню» панели оператора ПУ.



Рисунок 4.1. Экран «Главное меню» панели оператора.

В правом нижнем углу экрана «Главное меню» панели оператора расположена кнопка вызова окна авторизации  .

Кнопка вызова окна авторизации является также индикатором доступа:

-  - уровень доступа «0»;
-  - уровень доступа отличный от «0»

Кнопка «СИСТЕМА» (кнопка перехода на экран «СИСТЕМА») имеет первый уровень доступа (уровень «1»). Если пользователь не ввел пароль первого уровня доступа, то при нажатии на кнопку «СИСТЕМА» появиться окно «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ Защищено паролем! Необходима авторизация!» (см. рисунок 4.2).

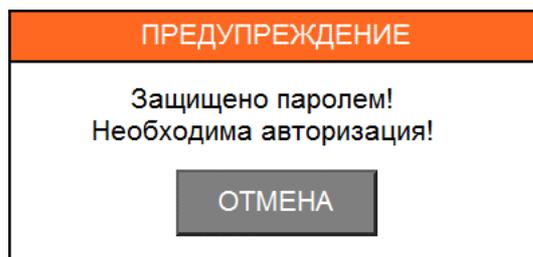


Рисунок 4.2. Окно «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ Защищено паролем! Необходима авторизация!»

Для того чтобы пройти авторизацию и ввести пароль первого уровня доступа необходимо нажать на кнопку вызова окна авторизации  экрана «Главное меню».

После нажатия кнопки вызова окна авторизации на панели оператора появится окно «Авторизация» (см. рисунок 4.3).



Рисунок 4.3. Окно «АВТОРИЗАЦИЯ»

Первому уровню доступа соответствует имя пользователя «1», пароль доступа «12345». В случае ошибки ввода пароля, поле ввода пароля окрашивается в красный цвет. Поле «Уровень доступа» отображает текущий уровень доступа для оператора. Изменение пароля доступа к соответствующему уровню доступа осуществляется на экране «СИСТЕМА» страница 6 «Дата и время, смена пароля» (см. раздел Интерфейс панели оператора подраздел Экран «СИСТЕМА»).

Кнопка «МЕНЮ» окна «Авторизация» служит для возврата на экран «Главное меню». Кнопка «СБРОС» - сбрасывает уровень доступа на общий уровень доступа («0»).

4.2 Экран «ПАСТЕРИЗАЦИЯ»

На рисунке 4.4 изображен экран «ПАСТЕРИЗАЦИЯ» панели оператора.



Рисунок 4.4. Экран «ПАСТЕРИЗАЦИЯ»

На экране «ПАСТЕРИЗАЦИЯ» отображаются управляющие кнопки, кнопки меню, информационные поля, а также параметры технологического процесса.

Управляющие кнопки:

- «ПУСК» - запуск процесса пастеризации;
- «СТОП» - останов процесса пастеризации;
- «ВЫТАЛКИВАНИЕ ВОДЫ» - запуск подпроцесса «Выталкивание воды»;
- «РОЗЛИВ» - запуск подпроцесса «Розлив»;
- «ВЫТАЛКИВАНИЕ ПРОДУКТА» - запуск подпроцесса «Выталкивание продукта».

Кнопки меню:

- «МЕНЮ» - возврат на экран «Главное меню»;
- «СХЕМА» - переход на экран «МНЕМОСХЕМА»;
- «ЖУРНАЛ» - переход на экран «ЖУРНАЛ»;
- «ГРАФИКИ» - переход на экран «ГРАФИКИ»;
- «СИСТЕМА» - переход на экран «СИСТЕМА».

Между кнопок «ПУСК» и «СТОП» расположены два информационных поля:

- статус процесса:
 - ПРОЦЕСС ЗАПУЩЕН,

- ПРОЕЦСС НЕ ЗАПУЩЕН;
- маршрут:
 - ВОЗВРАТ,
 - ЦИРКУЛЯЦИЯ,
 - СЛИВ,
 - ВЫТАЛКИВАНИЕ ВОДЫ,
 - РОЗЛИВ,
 - ВЫТАЛКИВАНИЕ ПРОДУКТА.

На экране расположена таблица технологических параметров процесса пастеризация. В поле «Уставка» задается уставка технологического параметра, в поле «Значение» отображается текущее значение параметра.

4.3 Экран «МОЙКА»

На рисунке 4.5 представлен внешний вид экрана «МОЙКА».

ПРОЦЕСС МОЙКА					
ПУСК		ПРОЦЕСС НЕ ЗАПУЩЕН	СТОП		

Параметр	Уставка	Значение	Ед. изм.		
Мойка щелочью - температура на выходе секции пастеризации	0.0	0.0	'С		
Время мойки щелочью	0	0.0	мин		
Время ополаскивания после мойки щелочью	0	0.0	мин		
Мойка горячей водой - температура на выходе секции пастеризации	0.0	0.0	'С		
Время мойки горячей водой	0	0.0	мин		
Время ополаскивания после мойки горячей водой	0	0.0	мин		
МЕНЮ		СХЕМА		ЖУРНАЛ	
		ГРАФИКИ		СИСТЕМА	

Рисунок 4.5. Экран «МОЙКА»

На экране «МОЙКА» отображаются управляющие кнопки, кнопки меню, информационные поля, а также параметры технологического процесса.

Управляющие кнопки:

- «ПУСК» - запуск процесса мойки;
- «СТОП» - останов процесса мойки.

Кнопки меню:

- «МЕНЮ» - возврат на экран «Главное меню»;
- «СХЕМА» - переход на экран «МНЕМОСХЕМА»;
- «ЖУРНАЛ» - переход на экран «ЖУРНАЛ»;
- «ГРАФИКИ» - переход на экран «ГРАФИКИ»;
- «СИСТЕМА» - переход на экран «СИСТЕМА».

Между кнопок «ПУСК» и «СТОП» расположены два информационных поля:

- статус процесса:
 - ПРОЦЕСС ЗАПУЩЕН,
 - ПРОЕЦСС НЕ ЗАПУЩЕН;
- маршрут:
 - ВОЗВРАТ,
 - ЦИРКУЛЯЦИЯ,
 - СЛИВ,
 - ВЫТАЛКИВАНИЕ ВОДЫ,
 - РОЗЛИВ,
 - ВЫТАЛКИВАНИЕ ПРОДУКТА.

На экране расположена таблица технологических параметров процесса Мойка. В поле «Уставка» задается уставка технологического параметра, в поле «Значение» отображается текущее значение параметра.

Процесс «Мойка» состоит из пяти подпроцессов:

- мойка щелочью;
- ополаскивание после мойки щелочью;
- мойка горячей водой;
- ополаскивание после мойки горячей водой;
- дезинфекция.

Настроечные параметры первых четырех подпроцессов задаются в таблице параметров экрана «МОЙКА». В зависимости от того какой подпроцесс выполняется, подсвечивается зеленым цветом соответствующее поле таблицы параметров.

4.4 Экран «ОПОЛАСКИВАНИЕ»

На рисунке 4.6 представлен внешний вид экрана «ОПОЛАСКИВАНИЕ».

The screenshot shows a control interface for the 'ОПОЛАСКИВАНИЕ' process. At the top, there is a title bar 'ПРОЦЕСС ОПОЛАСКИВАНИЕ'. Below it are three main buttons: a green 'ПУСК' button on the left, a central status field containing 'ПРОЦЕСС НЕ ЗАПУЩЕН' and '---', and a red 'СТОП' button on the right. Below these is a table with the following data:

Параметр	Уставка	Значение	Ед. изм.
Время ополаскивания	0	0.0	мин

At the bottom of the screen is a blue menu bar with five buttons: 'МЕНЮ', 'СХЕМА', 'ЖУРНАЛ', 'ГРАФИКИ', and 'СИСТЕМА'.

Рисунок 4.6. Экран «ОПОЛАСКИВАНИЕ»

На экране «ОПОЛАСКИВАНИЕ» отображаются управляющие кнопки, кнопки меню, информационные поля, а также параметры технологического процесса.

Управляющие кнопки:

- «ПУСК» - запуск процесса ополаскивания;
- «СТОП» - останов процесса ополаскивания.

Кнопки меню:

- «МЕНЮ» - возврат на экран «Главное меню»;
- «СХЕМА» - переход на экран «МНЕМОСХЕМА»;
- «ЖУРНАЛ» - переход на экран «ЖУРНАЛ»;
- «ГРАФИКИ» - переход на экран «ГРАФИКИ»;
- «СИСТЕМА» - переход на экран «СИСТЕМА».

Между кнопок «ПУСК» и «СТОП» расположены два информационных поля:

- статус процесса:
 - ПРОЦЕСС ЗАПУЩЕН,
 - ПРОЦЕСС НЕ ЗАПУЩЕН;
- маршрут:
 - ВОЗВРАТ,

- ЦИРКУЛЯЦИЯ,
- СЛИВ,
- ВЫТАЛКИВАНИЕ ВОДЫ,
- РОЗЛИВ,
- ВЫТАЛКИВАНИЕ ПРОДУКТА.

На экране расположена таблица технологических параметров процесса Ополаскивание. В поле «Уставка» задается уставка технологического параметра, в поле «Значение» отображается текущее значение параметра.

4.5 Экран «МНЕМОСХЕМА»

На рисунке 4.7 представлен внешний вид экрана «МНЕМОСХЕМА».

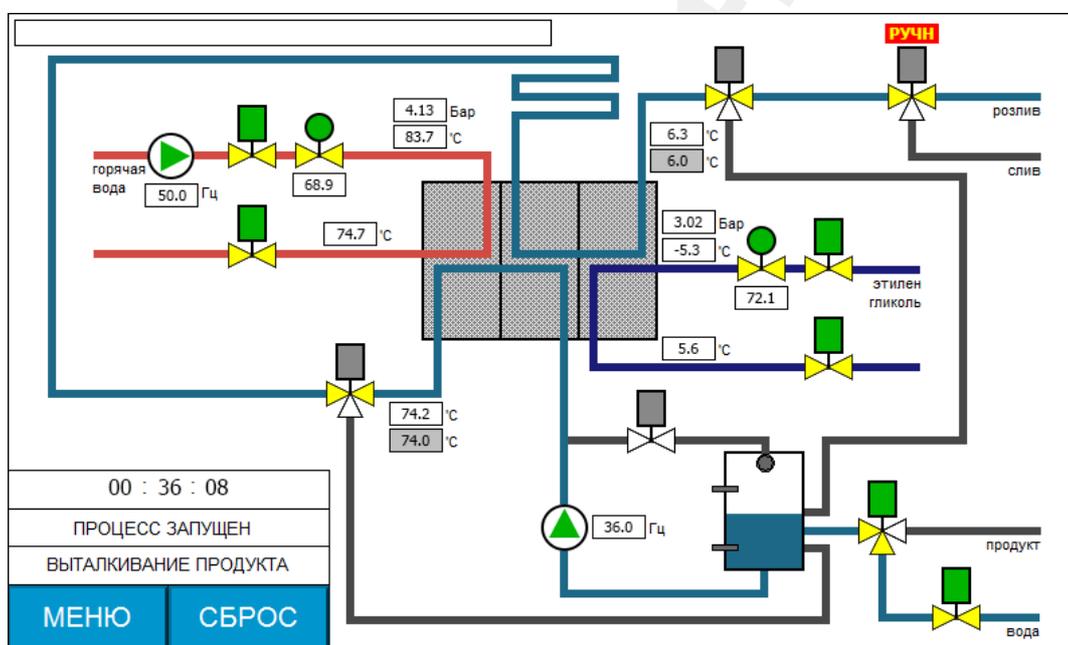


Рисунок 4.7. Экран «МНЕМОСХЕМА»

На экране «МНЕМОСХЕМА» отображается мнемосхема технологического процесса.

На мнемосхеме отображаются:

- информационные поля:
 - «бегущая строка» (активные предупреждения и аварии);
 - общее время процесса,
 - статус процесса (ПРОЦЕСС ЗАПУЩЕН, ПРОЦЕСС НЕ ЗАПУЩЕН),
 - маршрут (ВОЗВРАТ, ЦИРКУЛЯЦИЯ, СЛИВ, ВЫТАЛКИВАНИЕ ВОДЫ, РОЗЛИВ, ВЫТАЛКИВАНИЕ ПРОДУКТА);
- индикаторы состояния исполнительных механизмов (насосов, клапанов);

- индикаторы ручного режима работы исполнительных механизмов;
- индикатор уровня жидкости в приемном баке;
- цифровые поля технологических параметры (показания датчиков температуры и давления, частота вращения насоса горячей воды и насоса продукта, степень открытия регулирующих клапанов горячей воды и этиленгликоля);
- кнопка «МЕНЮ»;
- кнопка «СБРОС».

В таблице 4.1 приведено описание индикаторов мнемосхемы.

Таблица 4.1. Индикаторы мнемосхемы

Насос	
	- насос выключен
	- насос включен
Пневматический двухходовой клапан	
	- клапан закрыт
	- клапан открыт ⁶ (на клапан подан воздух)
Пневматический запорно-распределительный (трехходовой) клапан	
	- клапан закрыт
	- клапан открыт (на клапан подан воздух)
Пневматический регулирующий клапан	
	- клапан закрыт
	- на электропневматический преобразователь подан воздух
Режим работы	
	- индикатор ручного режима работы исполнительного механизма
Труба	
	- труба (путь) движения горячей воды
	- труба (путь) движения этиленгликоля
	- труба (путь) движения воды/продукта

⁶ Желтым цветом отображается направление движения жидкости через клапан.

В верхней левом углу экрана «МНЕМОСХЕМА» располагается поле «бегущая строка», в котором отображаются активные предупреждения и аварии.

В информационном поле «общее время процесса» отображается время процесса с момента его запуска.

Кнопка «МЕНЮ» служит для перехода на экран «Главное меню» панели оператора.

Кнопка «СБРОС» служит для сброса звуковой сигнализации, предупреждений и аварий.

С экрана «МНЕМОСХЕМА» осуществляется управление исполнительными механизмами в ручном режиме, причем, переключение между автоматическим и ручным режимами возможно во время работы установки. Для того чтобы переключить исполнительный механизм в ручной режим, а также управлять им вручную с панели оператора, необходимо нажать на соответствующий индикатор экрана «МНЕМОСХЕМА» панели оператора. На рисунках 4.8-4.10 представлен внешний вид всплывающих окон ручного управления исполнительными механизмами.

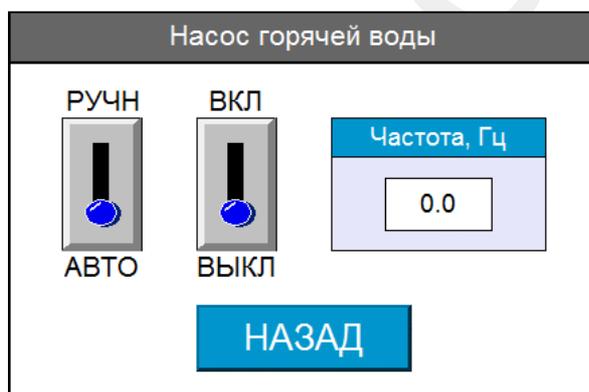


Рисунок 4.8. Окно ручного управления насосом горячей воды



Рисунок 4.9. Окно ручного управления регулирующим клапаном горячей воды

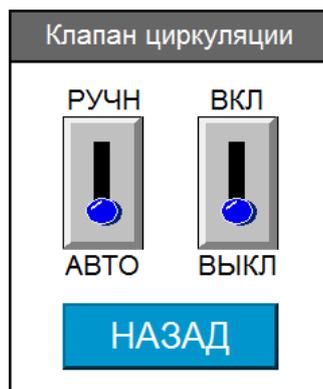


Рисунок 4.10. Окно ручного управления клапаном циркуляции

С помощью переключателя «**РУЧН/АВТО**» производится выбор режима работы исполнительного механизма - ручной/автоматический. Переключателем «**ВКЛ/ВЫКЛ**» производится ручное управление исполнительным механизмом. Для насосов и регулирующих клапанов задаются соответственно частота вращения насоса в герцах и степень открытия клапана в процентах. Кнопка «**НАЗАД**» закрывает всплывающее окно.

При переводе исполнительного механизма в ручной режим над соответствующим индикатором исполнительного механизма экрана «МНЕМОСХЕМА» отображается (мигает) индикатор ручного режима **РУЧН** (см. рисунок 4.7 - клапан циркуляции).

ВНИМАНИЕ! Перевод исполнительных механизмов в ручной режим во время работы установки может привести к нарушению технологического процесса.

РЕКОМЕНДАЦИЯ! Перед запуском процесса рекомендуется проверить режимы работы исполнительных механизмов. Для корректной работы МПОУ-6 переключить в автоматический режим работы все исполнительные механизмы.

4.6 Экран «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ АВАРИИ»

Раздел «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ АВАРИИ» состоит из двух страниц «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ» и «АВАРИИ». На рисунках 4.11 и 4.12 представлены страницы раздела «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ АВАРИИ».

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ		
Предупреждение повторная пастеризация продукта		
Предупреждение перегрев		
Предупреждение нет наполнения приемного бака		
Предупреждение низкий теплообмен в контуре пастеризации		
Предупреждение низкий теплообмен в контуре охлаждения		
МЕНЮ		АВАРИИ

Рисунок 4.11. Раздел «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ АВАРИИ» страница «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ»

АВАРИИ		
Аварийный останов		
Авария давления воздуха		
Авария питающей сети		
Авария утечка воды		
Авария частотного преобразователя насоса горячей воды		
Авария частотного преобразователя насоса продукта		
Авария обратной связи частотного преобразователя насоса горячей воды		
Авария обратной связи частотного преобразователя насоса продукта		
МЕНЮ		ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

Рисунок 4.12. Раздел «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ АВАРИИ» страница «АВАРИИ»

Если предупреждения и аварии не активны, то соответствующие поля отображаются серым цветом. Если предупреждение активно, то соответствующее поле мигает оранжевым цветом, для активной аварии - мигает красным цветом.

Кнопки «АВАРИИ» и «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ» служат для перехода между страницами. Кнопка «МЕНЮ» служит для возврата на экран «Главное меню».

4.7 Экран «ЖУРНАЛ»

На экране «Журнал» отображаются события АСУ с отметкой времени возникновения.

На рисунке 4.13 представлен внешний вид экрана «ЖУРНАЛ».

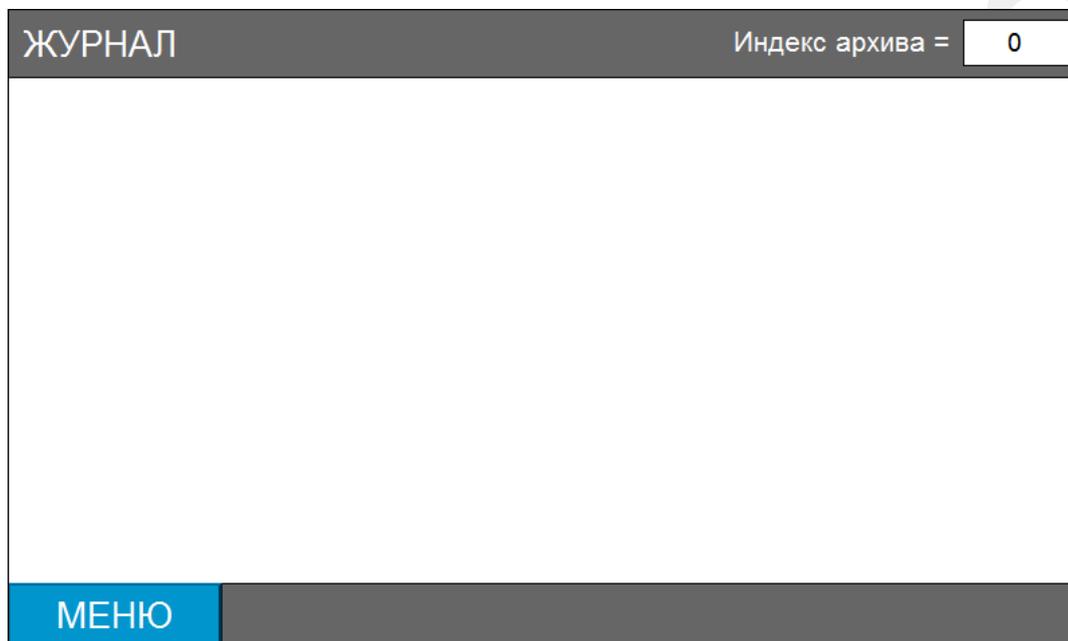


Рисунок 4.13. Экран «ЖУРНАЛ»

Классификация событий:

1. События управления технологическим процессом (таблица 4.2).
2. События - предупреждения (таблица 4.3).
3. События - аварии (таблица 4.4).

Таблица 4.2. События управления технологическим процессом

№	Событие	Комментарий
1.	Процесс пастеризации запущен	Событие возникает по сигналу запуска процесса «Пастеризация» (нажата кнопка «ПУСК»).
2.	Установка готова к пастеризации продукта	Событие возникает по окончании подпроцесса «Разогрев установки» процесса «Пастеризация».
3.	Выталкивание воды	Событие возникает по сигналу запуска подпроцесса «Выталкивание воды» (нажата кнопка «ВЫТАЛКИВАНИЕ ВОДЫ»).
4.	Розлив	Событие возникает по таймеру подпроцесса «Выталкивание воды», а также по сигналу запуска подпроцесса «Розлив воды» (нажата кнопка «РОЗЛИВ»).
5.	Выталкивание продукта	Событие возникает по сигналу запуска подпроцесса «Выталкивание продукта» (нажата кнопка «ВЫТАЛКИВАНИЕ ПРОДУКТА»).
6.	Процесс пастеризации остановлен	Событие возникает по таймеру подпроцесса «Выталкивание продукта», по сигналу остановки процесса «Пастеризация» (нажата кнопка

		«СТОП»), по аварии (процесс останавливается при возникновении аварии).
7.	Процесс мойки запущен	Событие возникает по сигналу запуска процесса «Мойка» (нажата кнопка «ПУСК»).
8.	Мойка щелочью	Событие возникает после разогрева установки и запуска таймера мойки щелочью.
9.	Ополаскивание после мойки щелочью	Событие возникает по таймеру мойки щелочью.
10.	Мойка горячей водой	Событие возникает по таймеру ополаскивания после мойки щелочью.
11.	Ополаскивание после мойки щелочью	Событие возникает по таймеру мойки горячей водой.
12.	Процесс мойки остановлен	Событие возникает по сигналу остановки процесса «Мойка» (нажата кнопка «СТОП»), а также по аварии (процесс останавливается при возникновении аварии).
13.	Процесс ополаскивания запущен	Событие возникает по сигналу запуска процесса «Ополаскивание» (нажата кнопка «ПУСК»).
14.	Процесс ополаскивания остановлен	Событие возникает по таймеру процесса «Ополаскивание», по сигналу остановки процесса «Ополаскивание» (нажата кнопка «СТОП»), по аварии (процесс останавливается при возникновении аварии).

Таблица 4.3. События - предупреждения

№	Событие	Комментарий
1.	Предупреждение повторная пастеризация	Событие возникает при условии повторной пастеризации продукта (см.п.3.1 Процесс «Пастеризация» подпроцесс Розлив).
2.	Отмена предупреждения повторная пастеризация продукта	Событие возникает при отмене условия повторной пастеризации продукта.
3.	Предупреждение перегрев	Событие возникает при перегреве продукта (см.п.3.4).
4.	Отмена предупреждения перегрев	Событие возникает при сбросе предупреждения перегрев.
5.	Предупреждение нет заполнения приемного бака	В начале каждого процесса производится наполнение приемного бака водой, если приемный бак не наполняется в течение заданного времени инициируется предупреждение (см.п.3.4).
6.	Отмена предупреждения нет заполнения приемного бака	Событие возникает при сбросе предупреждения нет заполнения приемного бака (см.3.4).
7.	Низкий теплообмен в контуре пастеризации	Событие возникает при высокой абсолютной разности температуры теплоносителя на выходе секции пастеризации и температуры воды/продукта на выходе секции пастеризации (см.п.3.4).
8.	Отмена предупреждения низкий теплообмен в секции пастеризации	Событие возникает при отмене условия низкого теплообмена в контуре пастеризации (см.п.3.4).
9.	Низкий теплообмен в контуре охлаждения	Предупреждение возникает при высокой абсолютной разности температуры теплоносителя на выходе секции охлаждения и температуры воды/продукта на выходе секции охлаждения (см.п.3.4).
10.	Отмена предупреждения низкий теплообмен в контуре охлаждения	Событие возникает при отмене условия низкого теплообмена в контуре охлаждения (см.п.3.4).

Таблица 4.4. События - аварии

№	Событие	Комментарий
1.	Аварийный останов	Событие возникает при нажатии кнопки «Аварийный стоп».
2.	Отмена аварийного останова	Событие возникает после отжатия кнопки «Аварийный стоп».
3.	Авария давления воздуха	Событие возникает при понижении давления воздуха на входе блока воздухоподготовки ниже заданного стрелкой значения (размыкается контакт реле давления воздуха).
4.	Отмена аварии давления воздуха	Событие возникает при замыкании контакта реле давления воздуха.
5.	Авария питающей сети	Событие возникает при размыкании контакта реле контроля напряжения и фаз.
6.	Отмена аварии питающей сети	Событие возникает при замыкании контакта реле контроля напряжения и фаз.
7.	Авария утечка воды	При разогреве установки контролируется уровень воды в приемном баке, если уровень воды в приемном баке станет ниже датчика нижнего уровня - формируется авария утечка воды.
8.	Отмена аварии утечка воды	Событие возникает при сбросе аварии утечки воды.
9.	Авария частотного преобразователя насоса горячей воды	Событие возникает при замыкании контакта «авария» частотного преобразователя насоса горячей воды.
10.	Отмена аварии частотного преобразователя насоса горячей воды	Событие возникает при снятии аварии частотного преобразователя насоса горячей воды.
11.	Авария частотного преобразователя насоса продукта	Событие возникает при замыкании контакта «авария» частотного преобразователя насоса продукта.
12.	Отмена аварии частотного преобразователя насоса продукта	Событие возникает при снятии аварии частотного преобразователя насоса продукта.
13.	Авария обратной связи частотного преобразователя насоса горячей воды	Событие возникает при наличии сигнала запуска насоса горячей воды и размыкании контакта «работа» частотного преобразователя насоса горячей воды (см.п.3.4).
14.	Отмена аварии обратной связи частотного преобразователя насоса горячей воды	Событие возникает при сбросе аварии обратной связи частотного преобразователя насоса горячей воды.
15.	Авария обратной связи частотного преобразователя насоса продукта	Событие возникает при наличии сигнала запуска насоса горячей воды и размыкании контакта «работа» частотного преобразователя насоса продукта (см.п.3.4).
16.	Отмена аварии обратной связи частотного преобразователя насоса продукта	Событие возникает при сбросе аварии обратной связи частотного преобразователя насоса продукта.

Панель оператора хранит историю событий в ежедневной базе на USB-накопителе в файлах EL_ггггммдд.evt, где ггггммдд показывает год, месяц и день создания файла. Имя файла формируется автоматически. Например, имя файла EL_20131126.evt говорит о том, что файл был создан 26 ноября 2013 года. При отсутствии событий в течение дня пустой файл событий не сохраняется.

На экране «ЖУРНАЛ» отображаются данные в соответствии с индексом архива. Индекс архива - это номер записи на USB-накопитель (номер файла записи). Индекс

[index = 0] относится к самой последней архивной записи (запись текущего дня), [index = 1] относится к предыдущей записи и т.д.

Предупреждения и аварии сопровождаются звуковой сигнализацией.

При возникновении события управления технологическим процессом, на экран выводится окно «СООБЩЕНИЕ» (рисунок 4.14) с описанием события технологического процесса.

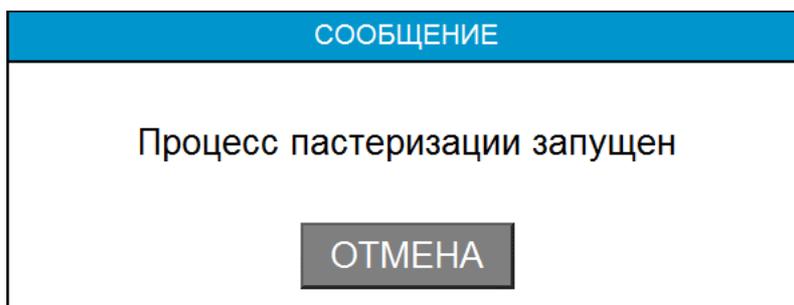


Рисунок 4.14. Окно «СООБЩЕНИЕ»

При возникновении события - предупреждение, на экран выводится окно «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ» (рисунок 4.15) с описанием предупреждения.

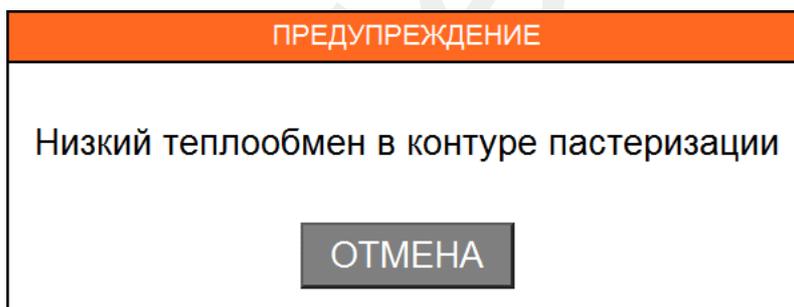


Рисунок 4.15. Окно «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ»

При возникновении события - авария, на экран выводится окно «АВАРИЯ» (рисунок 4.16) с описанием аварии.

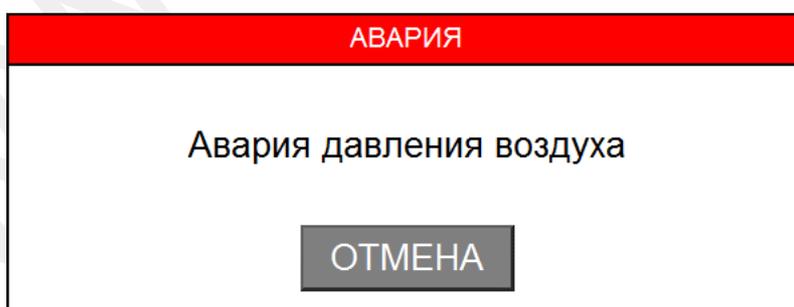


Рисунок 4.16. Окно «АВАРИЯ»

С помощью кнопки «ОТМЕНА» закрывается соответствующее окно и сбрасывается звук.

Кнопка «МЕНЮ» экрана «ЖУРНАЛ» служит для возврата на экран «Главное меню».

4.8 Экран «ГРАФИКИ»

Раздел «ГРАФИКИ» состоит из двух страниц, первая страница - «ГРАФИКИ (архив)», на которой отображаются зависимости технологических параметров от времени и вторая страница - «ГРАФИКИ (свойства)», на которой задаются параметры отображения графиков.

На рисунке 4.17 представлен внешний вид страницы «ГРАФИКИ (архив)».

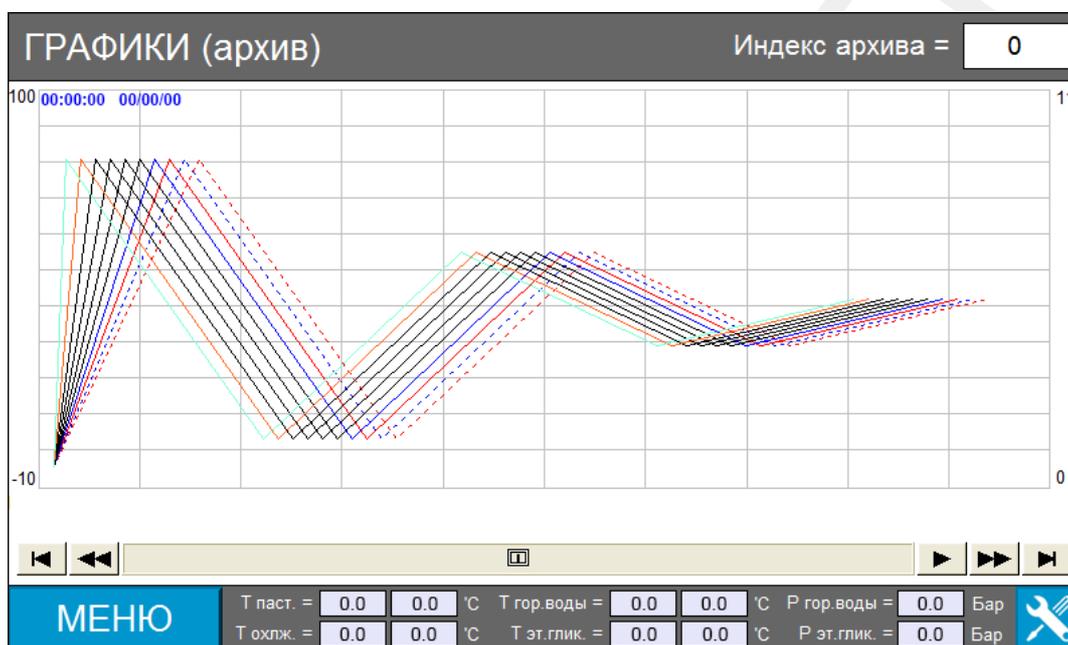


Рисунок 4.17. Раздел «ГРАФИКИ» страница «ГРАФИКИ (архив)»

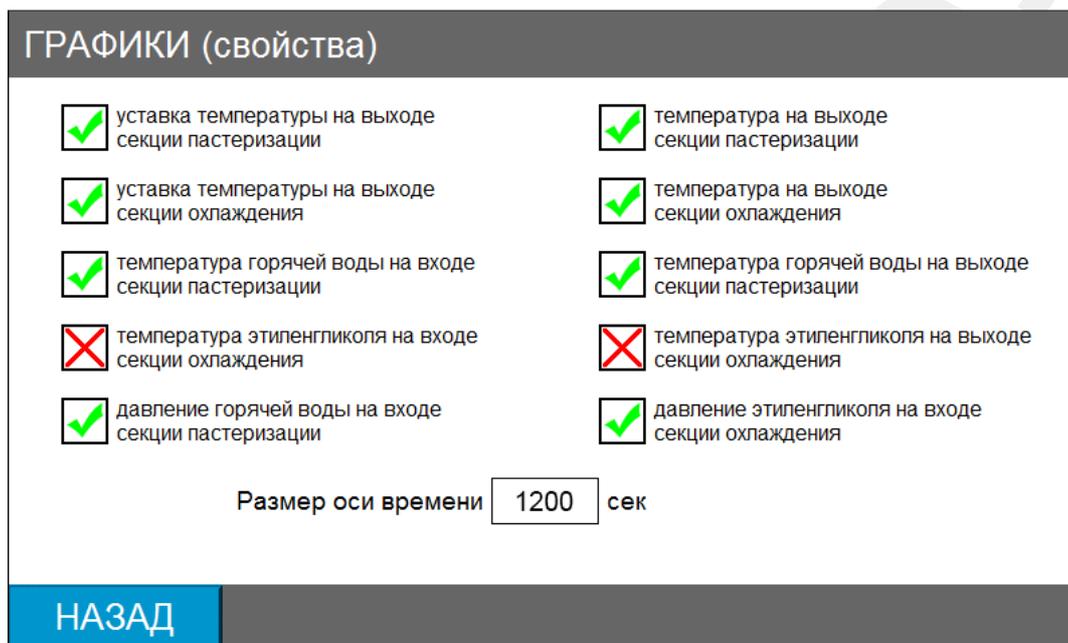
Панель оператора хранит информацию о параметрах технологического процесса в ежедневной базе на USB-накопителе в файлах Parameters_ггггммдд.dtl, где ггггммдд показывает год, месяц и день создания файла. Имя файла формируется автоматически. Например, имя файла Parameters_20131126.dtl говорит о том, что файл был создан 26 ноября 2013 года.

На странице «ГРАФИКИ (архив)» отображаются данные в соответствии с индексом архива. Индекс архива - это номер записи на USB-накопитель (номер файла записи). Индекс [index = 0] относится к самой последней архивной записи (запись текущего дня), [index = 1] относится к предыдущей записи и т.д.

Слева от графика расположена шкала температуры (-10...100) °C, справа - шкала давления 0...11 Бар.

Внизу страницы «ГРАФИКИ (архив)» расположены поля вывода технологических параметров на определенный момент времени (временной срез технологических параметров). Момент среза технологических параметров выбирается нажатием на соответствующую точку графика.

В правом нижнем углу расположена кнопка  , при нажатии на которую происходит переход на страницу «ГРАФИКИ (свойства)» (рисунок 4.18), где задаются параметры отображения графиков.



ГРАФИКИ (свойства)	
<input checked="" type="checkbox"/> уставка температуры на выходе секции пастеризации	<input checked="" type="checkbox"/> температура на выходе секции пастеризации
<input checked="" type="checkbox"/> уставка температуры на выходе секции охлаждения	<input checked="" type="checkbox"/> температура на выходе секции охлаждения
<input checked="" type="checkbox"/> температура горячей воды на входе секции пастеризации	<input checked="" type="checkbox"/> температура горячей воды на выходе секции пастеризации
<input type="checkbox"/> температура этиленгликоля на входе секции охлаждения	<input type="checkbox"/> температура этиленгликоля на выходе секции охлаждения
<input checked="" type="checkbox"/> давление горячей воды на входе секции пастеризации	<input checked="" type="checkbox"/> давление этиленгликоля на входе секции охлаждения

Размер оси времени сек

НАЗАД

Рисунок 4.18. Раздел «ГРАФИКИ» страница «ГРАФИКИ (свойства)»

С помощью переключателей (), задается видимость того или иного графика. В поле размер оси времени, задается размер видимой части оси времени графика в секундах. С помощью кнопки «НАЗАД» производится переход на страницу «ГРАФИКИ (архив)».

Кнопка «МЕНЮ» страницы «ГРАФИКИ (архив)» служит для возврата на экран «Главное меню».

4.9 Экран «СИТЕМА»

Кнопка «СИСТЕМА» экрана «Главное меню» имеет первый уровень доступа. Поэтому для перехода в раздел «СИСТЕМА» необходимо предварительно ввести пароль первого уровня доступа в окне авторизации (см.п.4.1).

Раздел «СИСТЕМА» состоит из шести страниц, на которых задаются настроечные параметры АСУ.

Для всех страниц с помощью кнопки «МЕНЮ» производится возврат на экран «Главное меню». С помощью кнопок «ВПЕРЕД» и «НАЗАД» осуществляется навигация по страницам раздела «СИСТЕМА».

ПИД-регуляторы

На рисунке 4.19 представлен внешний вид страницы «ПИД-регуляторы».

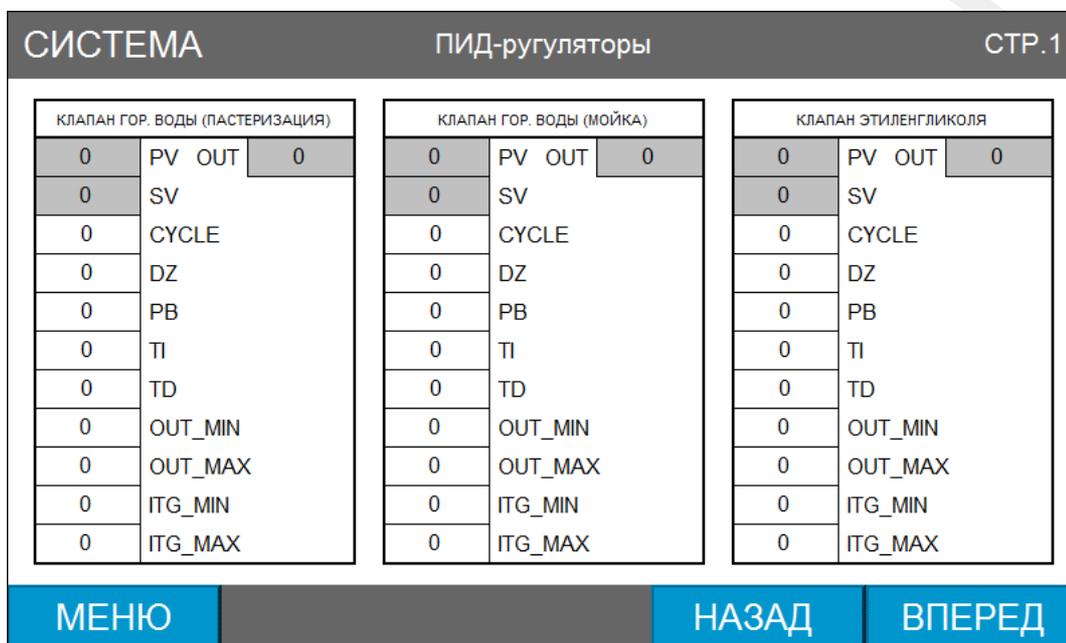


Рисунок 4.19. Раздел «СИСТЕМА» страница «ПИД-регуляторы»

На странице «ПИД-регуляторы» задаются настройки трех ПИД-регуляторов АСУ:

- ПИД-регулятор клапана горячей воды (процесс пастеризация),
- ПИД-регулятор клапан горячей воды (процесс мойка),
- ПИД-регулятор клапан этиленгликоля (процесс пастеризация).

Подробное описание ПИД-регуляторов приведено в разделе «Описание и настройка ПИД-регуляторов».

Общие настройки процессов

На рисунке 4.20 представлен внешний вид страницы «Общие настройки процессов».

На странице «Общие настройки процессов» задаются настройки, относящиеся к нескольким процессам одновременно. В таблице 4.5 приведены комментарии к настроечным параметрам страницы «Общие настройки процессов» (под словом «параметр» в комментариях понимается соответствующий настроечный параметр АСУ).

СИСТЕМА		Общие настройки процессов		СТР.2
Параметр	Уставка	Ед. изм.		
Частота частотного преобразователя насоса горячей воды	0.0	Гц		
Частота частотного преобразователя насоса продукта - процесс пастеризация	0.0	Гц		
Частота частотного преобразователя насоса продукта процесс мойка и ополаскивание	0.0	Гц		
Отклонение температуры на выходе секции пастеризации от уставки температуры процесса при которой установка считается разогретой	0.0	'С		
Время мойки/ополаскивания на возврат	0	сек		
Время мойки/ополаскивания на циркуляцию	0	сек		
Время мойки/ополаскивания на слив	0	сек		
МЕНЮ		НАЗАД		ВПЕРЕД

Рисунок 4.20. Раздел «СИСТЕМА» страница «Общие настройки процессов»

Таблица 4.5. СИСТЕМА - Общие настройки процессов

№	Настроечный параметр	Комментарий
1.	Частота частотного преобразователя насоса горячей воды	Параметром задается частота вращения насоса горячей воды. Частота фиксирована для всех процессов.
2.	Частота частотного преобразователя насоса продукта процесс пастеризация	Параметром задается частота вращения насоса продукта. Частота выбирается экспериментальным путем под требуемый расход продукта.
3.	Частота частотного преобразователя насоса продукта процесс мойка и ополаскивание	Параметром задается частота вращения насоса продукта ⁷ . Частота фиксирована для процесса мойка и ополаскивание.
4.	Отклонение температуры на выходе секции пастеризации от уставки температуры процесса при которой установка считается разогретой	Параметр задает отклонение температуры воды/продукта на выходе секции пастеризации при которой установка считается разогретой.
5.	Время мойки/ополаскивания на возврат	Параметром задается время мойки/ополаскивания контура возврата.
6.	Время мойки/ополаскивания на циркуляцию	Параметром задается время мойки/ополаскивания контура циркуляции.
7.	Время мойки/ополаскивания на слив	Параметром задается время мойки/ополаскивания на слив, клапан розлива переключается периодически на слив и розлив с периодом 10 секунд.

Настройки процесса пастеризация

На рисунке 4.21 представлен внешний вид страницы «Настройки процесса пастеризация».

⁷ Время опорожнения приемного бака для процесса мойки фиксировано на производительность насоса продукта соответствующую 50 герцам частотного преобразователя.

СИСТЕМА		Настройки процесса пастеризация		СТР.3
Параметр	Уставка	Ед. изм.		
Отклонение температуры пастеризации продукта при которой продукт отправляется на повторную пастеризацию	0.0	'С		
Гистерезис отклонения температуры пастеризации продукта при которой продукт отправляется на повторную пастеризацию	0.0	'С		
Время опорожнения приемного бака	0	сек		
Время блокировки клапана возврата	0	сек		
Время выталкивания воды	0	сек		
Задержка наполнения приемного бака	0	сек		
Задержка повторного розлива	0	сек		
Время выталкивания продукта	0	сек		
МЕНЮ		НАЗАД	ВПЕРЕД	

Рисунок 4.21. Раздел «СИСТЕМА» страница «Настройки процесса пастеризация»

На странице «Настройки процесса пастеризация» задаются настройки, относящиеся к процессу пастеризации. В таблице 4.6 приведены комментарии к настроечным параметрам страницы «Настройки процесса пастеризации» (под словом «*параметр*» в комментариях понимается соответствующий настроечный параметр АСУ).

Таблица 4.6. СИСТЕМА - Настройки процесса пастеризация

№	Настроечный параметр	Комментарий
1.	Отклонение температуры пастеризации продукта при которой продукт отправляется на повторную пастеризацию	Описание <i>параметра</i> см.п.3.1 процесс «Пастеризация» подпроцесс Розлив.
2.	Гистерезис отклонения температур пастеризации продукта при которой продукт отправляется на повторную пастеризацию	Описание <i>параметра</i> см.п.3.1 процесс «Пастеризация» подпроцесс Розлив.
3.	Время опорожнения приемного бака	<i>Параметром</i> задается время, за которое уровень воды в приемном баке опустится от датчика нижнего уровня до дна бака при заданной производительности пастеризационной установки.
4.	Время блокировки клапана возврата	<i>Параметром</i> задается время блокирования клапана возврата в подпроцессе выталкивания воды (блокировка клапана возврата необходима для предотвращения смешивания воды и продукта в приемном баке, см.п.3.1 процесс «Пастеризация» подпроцесс Выталкивание воды).
5.	Время выталкивания воды	<i>Параметром</i> задается время на 5 секунд больше времени, за которое вода пройдет путь от приемного бака до клапана розлива (см.п.3.1 процесс «Пастеризация» подпроцесс Выталкивание воды).
6.	Задержка наполнения приемного бака	<i>Параметром</i> задается время, на которое в процессе пастеризации закрывается клапан продукта по достижению датчика верхнего уровня.

2.	Гистерезис отклонения температуры воды/продукта на выходе секции пастеризации при которой инициируется предупреждение «Перегрев»	Параметр задает гистерезис отклонения (превышение) температуры воды/продукта относительно уставки, при которой инициируется предупреждение «Перегрев».
3.	Задержка предупреждения «Нет наполнения приемного бака»	При запуске процесса производится наполнение приемного бака, если бак не наполнится в течение времени (значение параметра), инициируется предупреждение «Нет наполнения приемного бака».
4.	Максимальная разность температуры теплоносителя и продукта секции пастеризации при которой инициируется предупреждение «Низкий теплообмен в контуре пастеризации»	(комментарий не требуется)
5.	Задержка предупреждения «Низкий теплообмен в секции пастеризации»	Параметром задается время задержки предупреждения «Низкий теплообмен в секции пастеризации» при условии, что разность температуры теплоносителя и продукта секции пастеризации больше чем параметр 4.
6.	Максимальная разность температуры продукта и теплоносителя секции охлаждения при которой инициируется предупреждение «Низкий теплообмен в контуре охлаждения»	(комментарий не требуется)
7.	Задержка предупреждения «Низкий теплообмен в секции охлаждения»	Параметром задается время задержки предупреждения «Низкий теплообмен в секции охлаждения» при условии, что разность температуры теплоносителя и продукта секции пастеризации больше чем параметр 6.

Аварии

На рисунке 4.23 представлен внешний вид страницы «Аварии» раздела «СИСТЕМА».

На странице «Аварии» задаются настройки аварий АСУ. В таблице 4.8 приведены комментарии к настроечным параметрам страницы «Аварии» (под словом «параметр» в комментариях понимается соответствующий настроечный параметр АСУ).

СИСТЕМА			Аварии		СТР.5
Параметр	Уставка	Ед. изм.			
Задержка аварии обратной связи частотного преобразователя	0	сек			

МЕНЮ НАЗАД ВПЕРЕД

Рисунок 4.23. Раздел «СИСТЕМА» страница «Аварии»

Таблица 4.8. СИСТЕМА - Аварии

№	Настроечный параметр	Комментарий
1.	Задержка аварии обратной связи частотного преобразователя	Параметр задает время проверки сигнала обратной связи с частотного преобразователя (см.п.3.4).

Дата и время, смена пароля

На рисунке 4.24 представлен внешний вид страницы «Дата и время, смена пароля».

На странице «Дата и время, смена пароля» устанавливается дата и время панели оператора, а также изменяется пароль первого уровня доступа.

The screenshot shows a web interface titled 'СИСТЕМА' with the subtitle 'Дата и время, смена пароля' and 'СТР.6'. It contains two main sections: 'Дата и время панели оператора' with input fields for Day (23), Month (3), Year (2015), Hour (16), Minutes (26), and Seconds (37); and 'Смена пароля' with a 'Новый пароль' field containing '12345' and an 'ИЗМЕНИТЬ' button. At the bottom, there are navigation buttons: 'МЕНЮ', 'НАЗАД', and 'ВПЕРЕД'.

Рисунок 4.24. Раздел «СИСТЕМА» страница «Дата и время, смена пароля»

4.10 Служебные и вспомогательные окна

На рисунке 4.25-4.28 представлены всплывающие служебные окна панели оператора.

The screenshot shows a dialog box with an orange header 'ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ'. The main text reads 'Нет связи с ПЛК!'. Below the text is a grey button labeled 'ОТМЕНА'.

Рисунок 4.25. Служебное окно «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ Нет связи с ПЛК!»

Служебное окно «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ Нет связи с ПЛК!» информирует об отсутствии связи панели оператора с программируемым логическим контроллером.

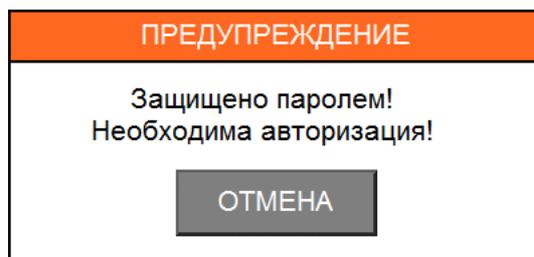


Рисунок 4.26. Службное окно «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ Защищено паролем! Необходима авторизация!»

Службное окно «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ Защищено паролем! Необходима авторизация!» появляется на экране если оператор с уровнем доступа «0» производит действие над каким-либо объектом, который имеет уровень доступа отличный от 0 (например, оператор нажал на кнопку с уровнем доступа «1», см.п.4.1).

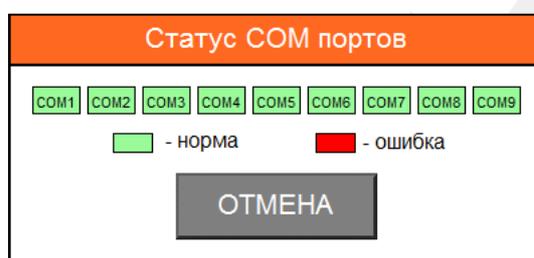


Рисунок 4.27. Службное окно «Статус COM портов»

Службное окно «Статус COM портов» появляется при возникновении ошибки COM порта. При активной ошибке COM порта соответствующий индикатор COM порта окрашивается в красный цвет.



Рисунок 4.28. Службное окно «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ Недостаточно памяти!»

Службное окно «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ Недостаточно памяти!» информирует о том, что недостаточно памяти (ошибка памяти или память переполнена) для операций записи событий и технологических параметров. Одной из первых причин появления данного окна может явится отсутствие USB-накопителя в панели оператора.

На рисунке 4.29 представлен внешний вид вспомогательного окна «Цифровая клавиатура». С помощью цифровой клавиатуры осуществляется ввод чисел в цифровые поля ввода панели оператора.



Рисунок 4.29. Вспомогательное окно «Цифровая клавиатура»

5. Описание и настройка ПИД-регуляторов

5.1 Уравнение ПИД-регулирования

В функциональном блоке ПИД-регулятора ПЛК реализована следующее уравнение ПИД-регулирования (см. Википедия <https://ru.wikipedia.org> - ПИД-регулятор):

$$u(t) = K_p \left(e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de}{dt} \right) \quad (1)$$

В дискретной реализации метода расчета выходного сигнала уравнение принимает следующую форму:

$$U(n) = K_p \cdot E(n) + K_p \cdot K_i \cdot T \cdot \sum_{k=0}^n E(k) + \frac{K_p \cdot K_d}{T} \cdot (E(n) - E(n-1)) \quad (2)$$

$E(n)$ - текущая ошибка регулирования;

$E(n-1)$ - ошибка регулирования на предыдущем шаге;

K_p, K_i, K_d - коэффициенты усиления пропорциональной, интегрирующей и дифференцирующей составляющих регулятора соответственно;

T - время дискретизации;

Относительный диапазон коэффициентов ПИД-регулирования:

$$\begin{aligned} K_p &= \frac{1}{P_b} \\ K_i &= \frac{1}{T_i} \\ K_d &= T_d \end{aligned} \quad (3)$$

В таблице 5.1 приведены коэффициенты ПИД-регулятора ПЛК.

Таблица 5.1. Коэффициенты ПИД-регулятор ПЛК

Обозначение	Описание
PV	Значение регулируемой величины
SV	Значение уставки регулируемой величины
CYCLE	Время дискретизации (единицы измерения миллисекунды)
DZ	Зона нечувствительности («мертвая зона») - зона относительно уставки регулируемой величины в пределах которой функция ПИД-регулирования не вычисляется (задается в единицах регулируемой величины)
PB	Коэффициент пропорциональности (задается в единицах регулируемой величины)
TI	Время интегрирования (единицы измерения миллисекунды)
TD	Время дифференцирования (единицы измерения миллисекунды)
OUT_MIN	Минимальное значение управляющего сигнала (-100...100%)
OUT_MAX	Максимальное значение управляющего сигнала (-100...100%)
ITG_MIN	Минимальное значение интегральной составляющей (-100...100%)
ITG_MAX	Максимальное значение интегральной составляющей (-100...100%)
OUT	Значение управляющего сигнала (-100...100%)

Ошибка регулирования вычисляется как разность между уставкой и регулируемой величиной $E(n) = SV - PV$

Уравнение ПИД-регулирования с учетом обозначений коэффициентов ПИД-регулятора ПЛК:

$$OUT = \frac{1}{PB} \cdot \left(E(n) + \frac{CYCLE}{TI} \cdot \sum_{k=0}^n E(k) + \frac{TD}{CYCLE} \cdot (E(n) - E(n-1)) \right) \cdot 100\% \quad (4)$$

Значение выхода ПИД-регулятора OUT - ограничено и находится в пределах от OUT_MIN до OUT_MAX . Для «нагревателя»⁸ сигнал OUT должен находиться в диапазоне (0...+100 %), для «холодильника»⁹ - в диапазоне (-100...0 %).

При настройке ПИД-регулятора «нагревателя» должно выполняться условие:

$$(0 < OUT_MIN < OUT_MAX < 100)$$

При настройке ПИД-регулятора «холодильника» должно выполняться условие:

$$(-100 < OUT_MIN < OUT_MAX < 0)$$

Интегральная составляющая (5) уравнения ПИД-регулирования (4) ограничена и находится в пределах от ING_MIN до ITG_MAX .

$$\frac{1}{PB} \cdot \frac{CYCLE}{TI} \cdot \sum_{k=0}^n E(k) \cdot 100\% \quad (5)$$

При настройке ПИД-регулятора должно выполняться условие:

$$(ITG_MIN < ITG_MAX)$$

ВНИМАНИЕ! Коэффициенты ПИД-регулирования PB и TI должны быть отличны от нуля (ошибка деления на ноль, см. формулу 4).

5.2 Методика настройки ПИД-регулятора

Рассмотрим настройку ПИД-регулятора на примере проточного электронагревателя воды. Регулируемая величина - температура воды.

Настройка коэффициентов ПИД-регулирования проводится в несколько этапов:

1. Настройка коэффициента пропорциональности

Для настройки коэффициента пропорциональности необходимо перевести ПИД-регулятор в режим двухпозиционного регулятора. Для этого значения коэффициентов необходимо выставить в соответствие с таблицей 5.2.

⁸ Нагревателем условно называют устройство, которое увеличивает значение регулируемой величины при увеличении значения управляющего сигнала.

⁹ Холодильником условно называют устройство, которое уменьшает значение регулируемой величины при увеличении значения управляющего сигнала

Таблица 5.2.

Коэффициент ПИД-регулятора	Значение	Комментарий
CYCLE	0	время дискретизации равно циклу ПЛК
DZ	0	
PB	0.01	Минимальное значение PB
TI	9999	Максимальное значение TI
TD	0	Минимальное значение TD
OUT_MIN	-100	
OUT_MAX	100	
ITG_MIN	-100	
ITG_MAX	100	

После того, как коэффициенты будут выставлены необходимо запустить процесс и снять переходную характеристику двухпозиционного регулятора (зависимость регулируемой величины от времени). На рисунке 5.1 отображена переходная характеристика (зависимость температуры от времени) для двухпозиционного регулятора электронагревателя.

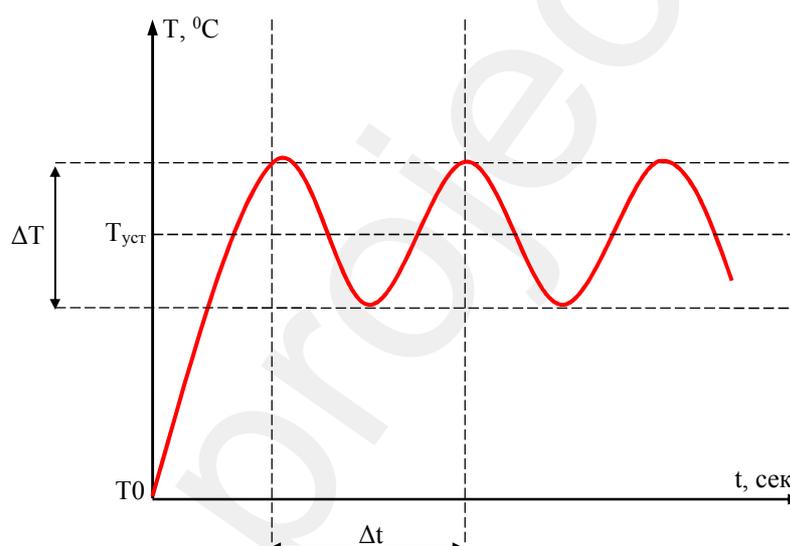


Рисунок 5.1. Переходная характеристика двухпозиционного регулятора электронагревателя

T_0 - начальная температура

$T_{уст}$ - уставка температуры

ΔT - размах колебаний температуры

Δt - период колебаний температуры

Далее необходимо установить коэффициент пропорциональности равным размаху колебаний температуры $PB = \Delta T$ и повторно снять переходную характеристику. Затем необходимо проанализировать переходную характеристику и, при необходимости,

скорректировать коэффициент пропорциональности. Возможные варианты переходных характеристик показаны на рисунке 5.2.

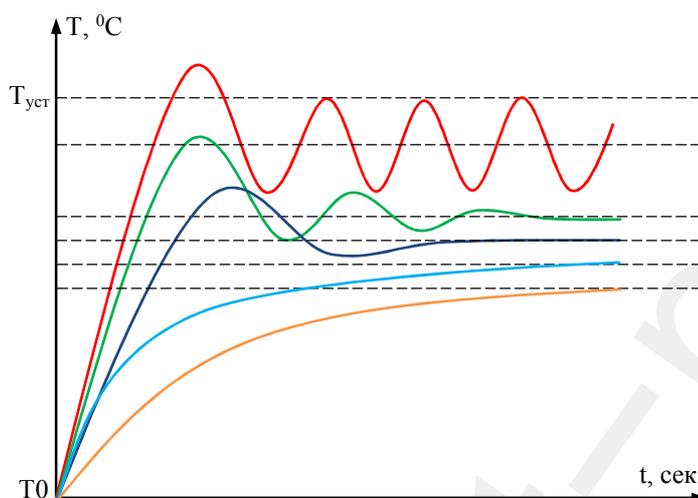


Рисунок 5.2. Варианты переходных характеристик при настройке коэффициента пропорциональности

Переходная характеристика типа 1 (красная линия)

Значение зоны пропорциональности очень мало, переходная характеристика (а значит, и настройка регулятора) далека от оптимальной. Коэффициент пропорциональности следует значительно увеличить.

Переходная характеристика типа 2 (зеленая линия)

В переходной характеристике наблюдаются затухающие колебания (5-6 периодов). Если в дальнейшем предполагается использовать интегральные и дифференциальные компоненты регулятора, то выбранное значение зоны пропорциональности является оптимальным. Для этого случая настройка зоны пропорциональности считается законченной.

Переходная характеристика типа 3 (синяя линия)

В переходной характеристике наблюдаются небольшой выброс и быстро затухающие колебания (1-2 периода). Этот тип переходной характеристики обеспечивает хорошее быстроедействие и быстрый выход на заданную температуру. В большинстве случаев его можно считать оптимальным, если в системе допускаются выбросы (перегревы) при переходе с одной температуры на другую. Выбросы устраняются дополнительным увеличением зоны пропорциональности так, чтобы получилась переходная характеристика типа 4.

Переходная характеристика типа 4 (голубая линия)

Температура плавно подходит к установившемуся значению без выбросов и колебаний. Этот тип переходной характеристики также можно считать оптимальным, однако быстродействие регулятора несколько снижено.

Переходная характеристика типа 5 (оранжевая линия)

Сильно затянутый подход к установившемуся значению говорит о том, что зона пропорциональности чрезмерно велика. Динамическая и статическая точность регулирования здесь мала. Коэффициент пропорциональности следует уменьшить.

Следует обратить внимание на два обстоятельства. Во-первых, во всех рассмотренных выше случаях установившееся значение температуры в системе не совпадает со значением уставки. Чем больше зона пропорциональности, тем больше остаточное рассогласование. Во-вторых, длительность переходных процессов тем больше, чем больше зона пропорциональности. Таким образом, нужно стремиться выбирать зону пропорциональности как можно меньше. Вместе с тем, остаточное рассогласование, характерное для чисто пропорциональных регуляторов (П-регуляторов), убирается интегральной компонентой регулятора.

2. Настройка времени интегрирования

После настройки коэффициента пропорциональности необходимо перейти к настройке времени интегрирования T_I . Интегральная компонента предназначена для того, чтобы убрать остаточное рассогласование между установившимся в системе значением температуры и уставкой. Начинать настраивать постоянную времени интегрирования следует с величины, равной Δt (период колебаний температуры).

Возможные варианты переходных характеристик показаны на рисунке 5.3.

Переходная характеристика типа 1 (красная линия)

Переходная характеристика соответствует оптимальному коэффициенту пропорциональности, время интегрирования равно максимальному значению.

Переходная характеристика типа 2 (оранжевая линия)

Получается при чрезмерно большой величине времени интегрирования. Выход на уставку получается очень затянутым по времени. Время интегрирования следует уменьшить.

Переходная характеристика типа 3 (зеленая линия)

Получается при слишком малой величине постоянной времени интегрирования. Выход на уставку затянут по времени. Если постоянную времени интегрирования уменьшить, то в системе могут возникнуть колебания (перерегулирование). Время интегрирования следует увеличить.

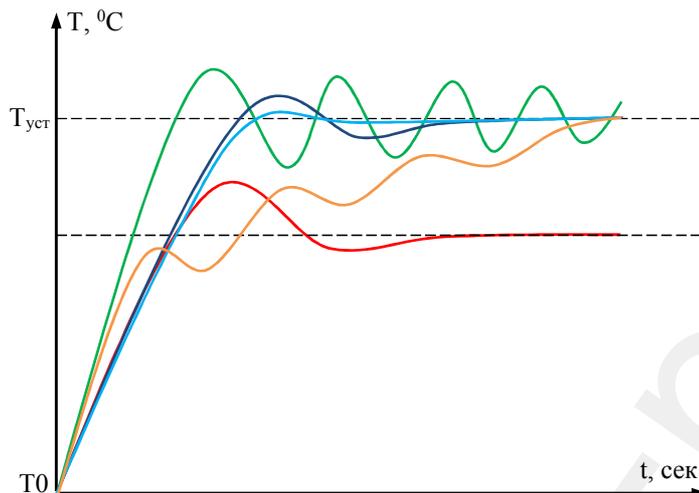


Рисунок 5.3. Варианты переходных характеристик при настройке времени интегрирования

Переходная характеристика типа 4 (синяя линия)

Характеристика близкая к оптимальной.

Переходная характеристика типа 5 (голубая линия)

Оптимальная.

Не все регуляторы позволяют выйти на оптимальную характеристику регулирования. В большинстве случаев получается характеристика близкая к оптимальной. Если при настройке времени интегрирования не получается получить стабильного регулирования прибегают к ограничению интегральной составляющей (см. Уравнение ПИД-регулирования - коэффициенты ITG_MIN и ITG_MAX).

3. Настройка времени дифференцирования

После настройки коэффициента пропорциональности и времени интегрирования, настраивается время дифференцирования. Настройка времени дифференцирования не обязательна при оптимальной характеристике регулирования. Время дифференцирования следует начинать настраивать с величины равной $0.05 \cdot T_I$. Постепенно увеличивая время дифференцирования необходимо контролировать переходную характеристику. Не рекомендуется устанавливать время дифференцирования более чем $0.2 \cdot T_I$.

4. Время цикла и зона нечувствительности

Время цикла - это период пересчета выходного сигнала ПИД-регулятора. Устанавливается не менее времени получения данных о регулируемой величине. Для инертных процессов имеет смысл увеличить время цикла.

Зона нечувствительности (мертвая зона) - это максимальное отклонение измеряемой величины от уставки, в пределах которого значение управляющего сигнала ПИД-регулятор постоянно. Настройка зоны нечувствительности не обязательна при оптимальной характеристике регулирования.

6. Техническое обслуживание

Техническое обслуживание ПУ рассчитано на обслуживающий персонал, прошедший специальную подготовку по использованию и обслуживанию микропроцессорной измерительной и регулирующей техники, имеющий квалификацию инженера-электрика или инженера-КИП.

Техническое обслуживание ПУ должно производиться в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» специально подготовленным обслуживающим персоналом.

С целью контроля, за нормативным техническим состоянием пульта управления необходимо периодически проводить планово-предупредительные осмотры. При осмотре необходимо удалить с наружных и доступных частей пульта управления пыль, грязь и посторонние предметы сухой тканью либо сжатым воздухом без конденсата и масла с давлением 1.5...3 Бар. При загрязнении наружной части пульта возможно использование влажной ткани и моющих средств, не повреждающих покрытие пульта и материал из которого он изготовлен. Категорически запрещается попадание на ПУ открытых струй воды. Проверить надежность механического крепления составных частей и поджать крепежные детали. Убедиться в надежности крепления проводов к клеммным соединениям.

Предприятие-изготовитель оставляет за собой право на внесение изменений в конструкцию и состав ПУ направленных на модернизацию, улучшение технических и технологических характеристик изделия. В связи с этим, могут наблюдаться незначительные расхождения работы изделия с описанным в РЭ функционалом, не влекущие за собой негативных последствий.

По всем вопросам технического характера обращаться:

ООО «ПРОЕКТ-П»

Адрес: 160002, РФ, г.Вологда, ул.Щетинина, д.4, оф.32

Тел.: +7 981 424 06 01

E-mail: info@project-p.ru

Сайт: www.project-p.ru