

**Общество с ограниченной ответственностью
«Ключевые Информационные Технологии Тамбова»
(ООО «КИТТ»)**



**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
«Программный комплекс Автоклав 4.0»**

Руководство пользователя

Листов 21

АННОТАЦИЯ

В документе представлено руководство пользователя для работы с программным обеспечением (далее – ПО) «Программный комплекс Автоклав 4.0» (далее — «ПК Автоклав 4.0»).

ПО «ПК Автоклав 4.0» разработано компанией Общество с ограниченной ответственностью «Ключевые Информационные Технологии Тамбова» (ООО «КИТТ»).

Основное назначение ПО «ПК Автоклав 4.0» — управление и мониторинг работы автоклавной установки.

Документ содержит инструкцию по работе с примером реализации ПО «ПК Автоклав 4.0», позволяющим оценить возможности ПО и базовый порядок работы с ним.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общая характеристика ПО «ПК Автоклав 4.0»	4
2. Описание интерфейса	4
2.1. Главный экран (схема)	4
2.1.1. Отображение готовности установки	5
2.1.2. Отображение статуса текущего процесса	5
2.1.3. Отображение состояния крышки	6
2.1.4. Отображение исполнительных механизмов	6
2.1.5. Отображение режима работы	8
2.1.6. Отображение параметров	8
2.2. Настройки	8
2.3. Тренды	9
2.4. Рецепты	9
2.5. Журнал	10
3. Выполнение программы	10
3.1. Авторизация пользователя	10
3.2. Работа с рецептами	11
3.2.1. Создание рецепта	11
3.2.2. Редактирование рецепта	13
3.2.3. Удаление рецепта	13
3.2.4. Выбор рецепта для запуска обработки	13
3.3. Запуск обработки заготовок по рецепту	13
3.4. Контроль и управление оборудованием	14
3.4.1. Режимы	14
3.4.2. Контур нагрева	15
3.4.3. Циркуляционный вентилятор	16
3.4.4. Контур охлаждения	16
3.4.5. Контур нагнетания давления	17
3.4.6. Контур сброса давления	17
3.4.7. Контур создания вакуума	17
3.4.8. Блоки заготовок	17
3.4.9. Система продувки	18
3.5. Контроль параметров	18
Перечень терминов	20
Перечень сокращений	21

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПО «ПК АВТОКЛАВ 4.0»

1.1. Назначение ПО — управление и мониторинг работы автоклавной установки.

1.2. ПО содержит следующие программные модули:

- Программное обеспечение для программируемых логических контроллеров (ПЛК).
- Программное обеспечение верхнего уровня — SCADA-система.

1.3. ПО «ПК Автоклав 4.0» предоставляет следующие функции:

- Визуализация технологического процесса в режиме реального времени.
- Управление работой оборудования (нагрев, давление, вентиляция и др.).
- Поддержка режимов управления системой.
- Архивирование параметров (температура, давление, вакуум), а также формирование и ведение журналов событий и аварий.
- Блокировка действий, нарушающих безопасность.
- Конфигурирование рецептов.
- Ведение пользовательских прав доступа и ролей.

Набор функций ПО подбирается под конкретную реализацию в зависимости от потребностей производства.

2. ОПИСАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА

Взаимодействие оператора с «ПК Автоклав 4.0» производится с помощью графического интерфейса. Интерфейс включает несколько рабочих экранов, переключение между которыми производится с помощью меню в верхней части экрана (рис. 1).

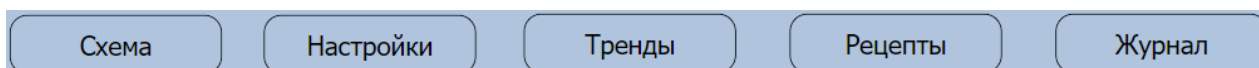


Рисунок 1 — Меню для переключения рабочих окон

2.1. Главный экран (схема)

На главном экране (рис. 2) показаны следующие элементы:

- мнемосхема с отображением оборудования установки и текущих параметров;
- строка состояния с отображением текущего техпроцесса в нижней части экрана;
- статус готовности и кнопки пуска/остановки в левой части экрана.

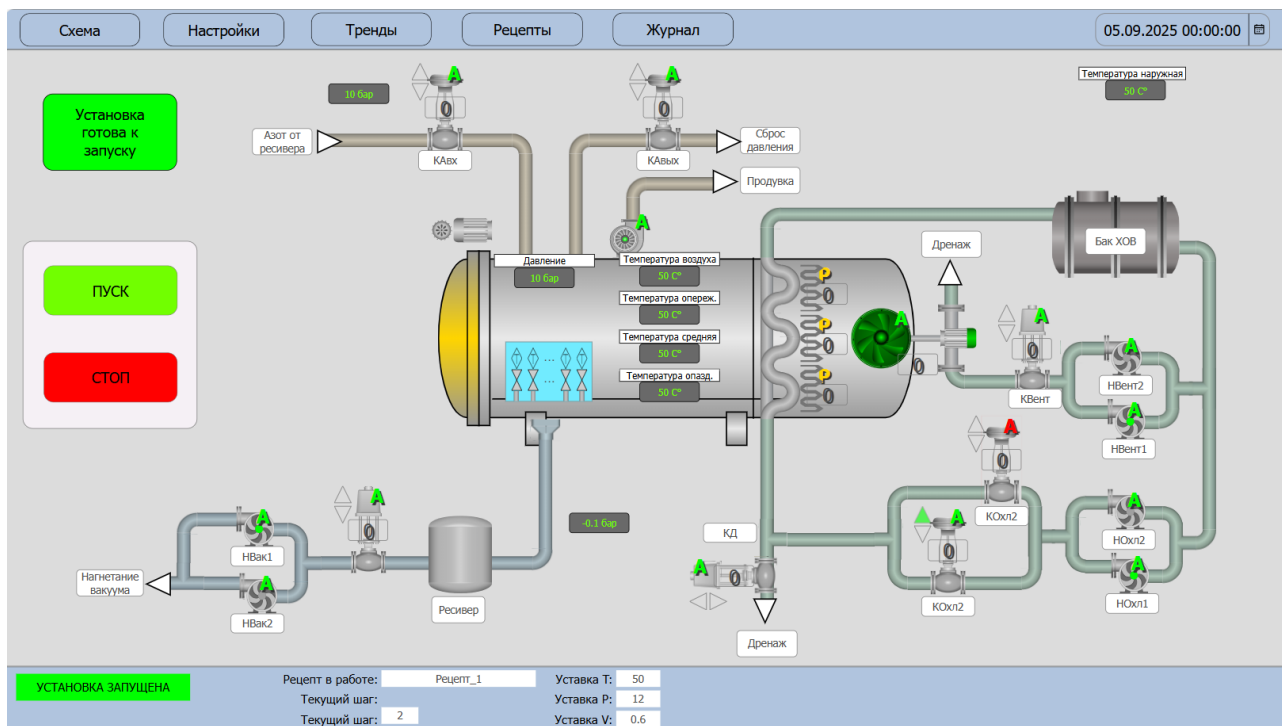


Рисунок 2 — Главный экран

2.1.1. Отображение готовности установки

В левом верхнем углу экрана отображается статус установки: «Ожидание подтверждения готовности» (рис. 3) или «Установка готова к запуску».

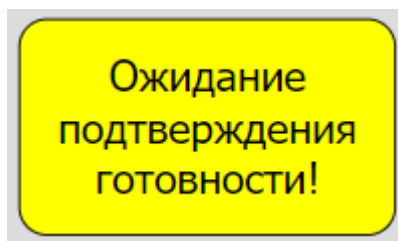


Рисунок 3 — Статус готовности

Готовность определяется по нажатию физической кнопки на установке. Кнопка должна быть нажата после всех подготовительных процессов: включения необходимого оборудования, загрузки заготовок, закрытия крышки и т. д.

Запуск программы возможен только в статусе «Установка готова к запуску».

2.1.2. Отображение статуса текущего процесса

При работе установки в автоматическом режиме текущий процесс и его параметры отображаются в строке состояния в нижней части экрана (рис. 4).

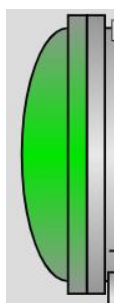
Рецепт в работе:	Рецепт_1	Уставка T:	50
		Уставка P:	12
Текущий шаг:	2	Уставка V:	0.6

Рисунок 4 — Отображение текущего процесса

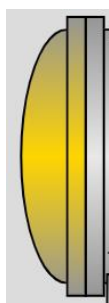
2.1.3. Отображение состояния крышки

Интерфейс ПО графически визуализирует состояние крышки автоклава:

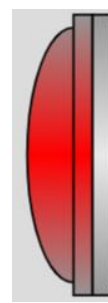
- С помощью цвета показано осевое положение крышки (рис. 5).



Зеленый — крышка
закручена
а



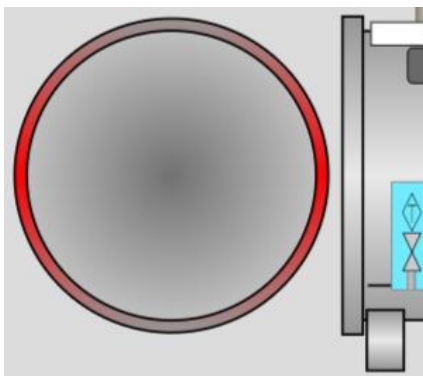
Желтый — крышка не закручена
(промежуточное положение)
б



Красный — крышка
откручена
в

Рисунок 5 — Осевое положение крышки автоклава

- С помощью формы показано изменение положения крышки относительно емкости (рис. 6).



Крышка открыта
а



Крышка закрыта
б

Рисунок 6 — Положение крышки относительно емкости

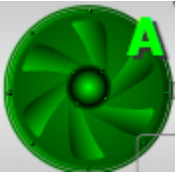
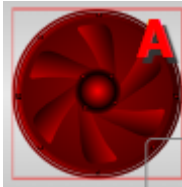
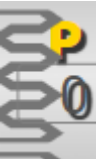
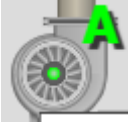
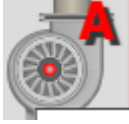
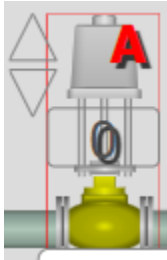
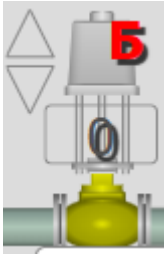
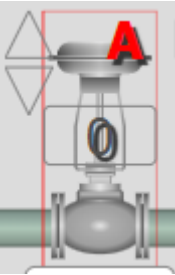
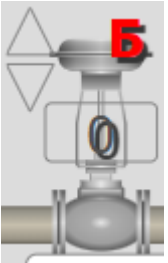
Запуск установки разрешен при закрытой закрученной крышке. Управление крышкой осуществляется механически, управление с помощью ПО не предусмотрено.

2.1.4. Отображение исполнительных механизмов

Интерфейс ПО позволяет управлять исполнительными механизмами и графически визуализирует их состояние.

Исполнительные механизмы показаны на мнемосхеме условными обозначениями с сокращенными наименованиями. Расшифровка обозначений исполнительных механизмов и их состояний приведена в таблице 1.

Таблица 1 — Условные обозначения исполнительных механизмов

Исполнительный механизм	«Выключен» («Закрит»)	«Включен» («Открит»)	«Авария»	«Блокировка»
Циркуляционный вентилятор				
ТЭН				
Продувочный вентилятор				
Насос				
Клапан с электроприводом				
Клапан с пневмоприводом				

Дополнительные условные обозначения предусмотрены в окне блока заготовок:



— клапан вакуума / клапан сброса в атмосферу.

2.1.5. Отображение режима работы

Режим работы исполнительных механизмов отображается на условных обозначениях в виде символов:

- «Р» — ручной;
- «А» — автоматический.

В процессе обработки заготовок по рецепту в нижней части окна отображается индикатор «Установка запущена» на зеленом фоне, в случае аварии — индикатор «Авария» на красном фоне (рис. 7).

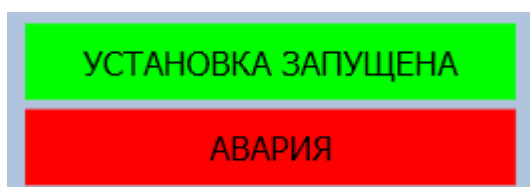


Рисунок 7 — Варианты индикаторов режима

2.1.6. Отображение параметров

В интерфейсе отображаются текущие значения параметров, получаемые с датчиков. Наименование параметра указано рядом с полем отображения. Пример см. на рисунке 8, где показано текущее значение давления внутри автоклава.

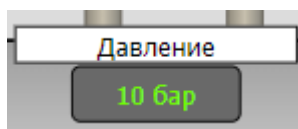


Рисунок 8 — Отображение текущего давления

2.2. Настройки

На экране «Настройки» отображается статус и значения коэффициентов регуляторов (рис. 9). Коэффициенты могут быть установлены в соответствующих полях в процессе наладки установки.

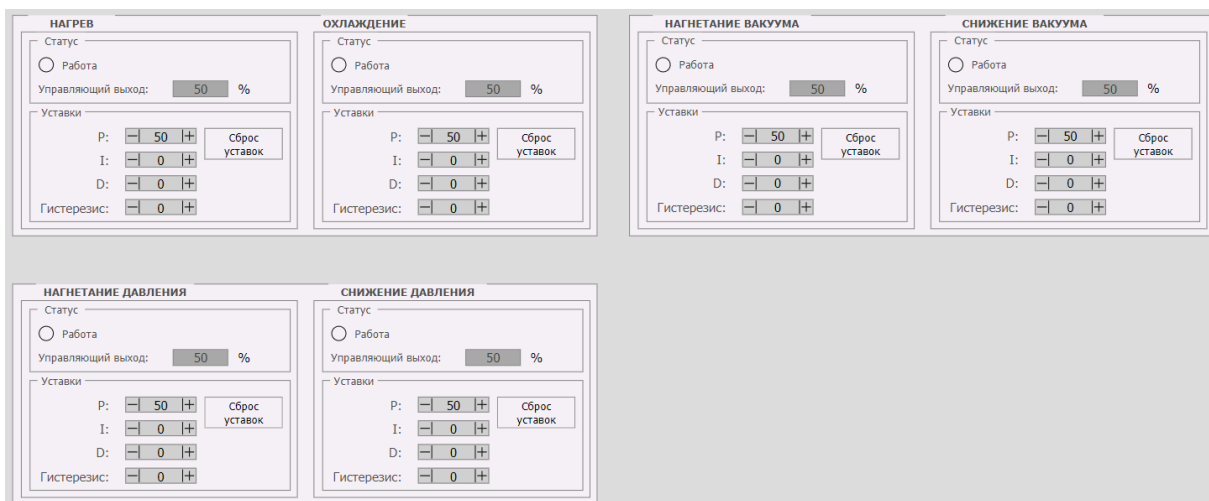


Рисунок 9 — Экран «Настройки»

2.3. Тренды

На экране «Тренды» отображается динамика изменения выбранных параметров в реальном времени или архив изменений для выбранного промежутка времени (рис. 10). График можно распечатать, экспортировать или выгрузить в таблицу.

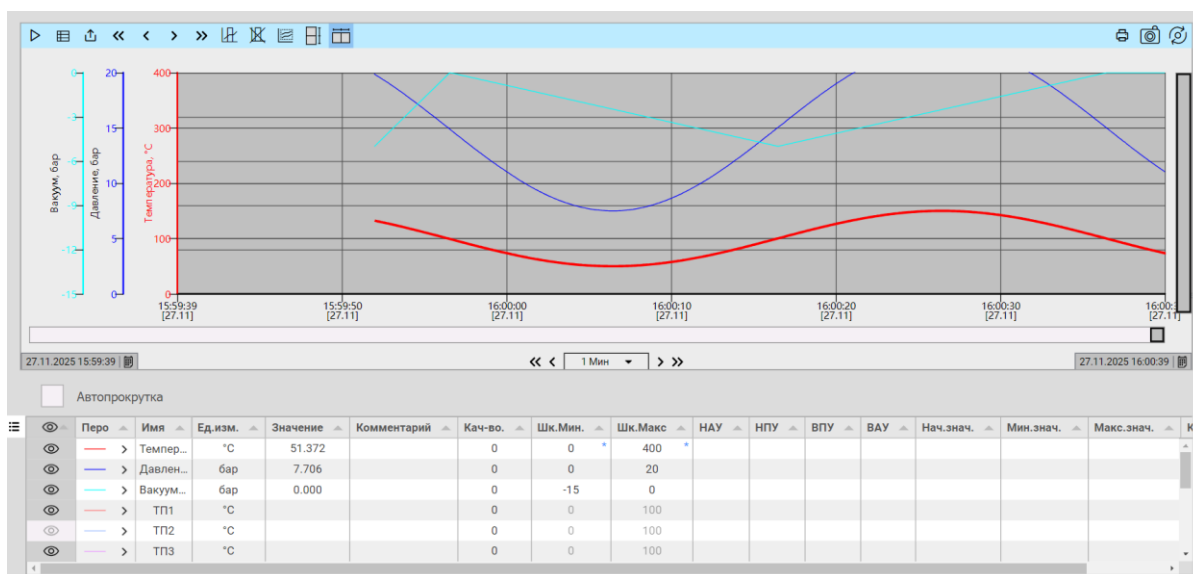


Рисунок 10 — Экран «Тренды»

2.4. Рецепты

На экране «Рецепты» задаются техпроцессы (рецепты) для автоматической обработки и параметры их шагов. Экран включает следующие элементы (рис. 11):

1. Список всех доступных рецептов с кнопками управления.
2. Кнопка загрузки рецепта в ПЛК для начала обработки.
3. Редактор рецепта, где для выбранного рецепта задаются шаги и их параметры.

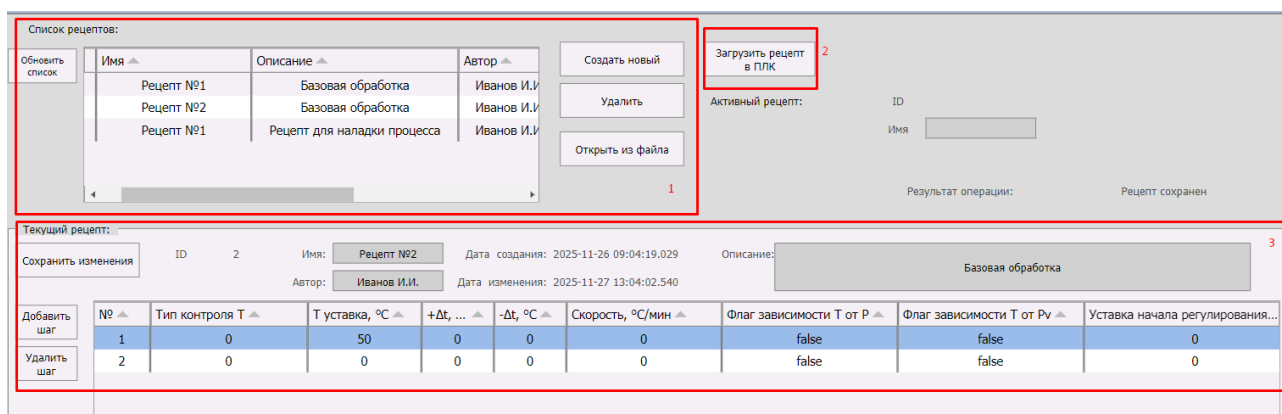


Рисунок 11 — Экран «Рецепты»

2.5. Журнал

На экране «Журнал» отображаются аварийные и информационные сообщения. Данные журнала можно архивировать, сортировать, фильтровать.

3. ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Выполнение программы предполагает следующую последовательность действий:

1. Авторизация пользователя.
2. Создание / загрузка / выбор рецептов.
3. Запуск обработки и контроль автоматической работы автоклавной установки или задание управляющих воздействий в ручном режиме.

Перед запуском обработки установка должна быть подготовлена к работе и переведена в статус готовности нажатием кнопки на установке.

3.1. Авторизация пользователя

Работа с программой начинается с авторизации пользователя. В окне авторизации, которое открывается при запуске программы, выберите пользователя и введите пароль (рис. 12).

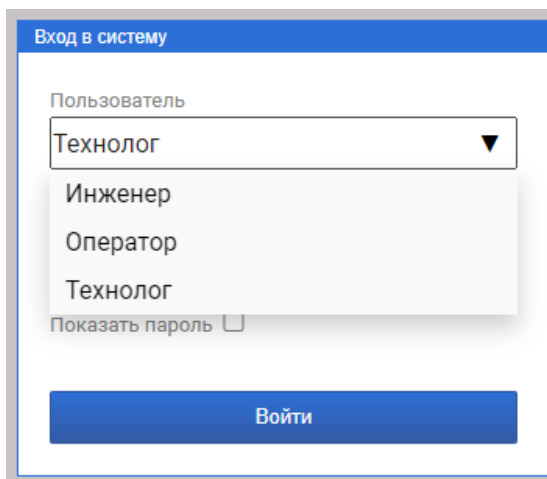


Рисунок 12 — Окно авторизации

В программе предусмотрено несколько ролей: инженер, технолог, оператор (не имеет доступа к редактированию рецептов).

3.2. Работа с рецептами

Для просмотра и управления рецептами откройте экран «Рецепты».

3.2.1. Создание рецепта

1. Нажмите кнопку «Создать новый».

2. В открывшемся окне укажите название, автора, описание рецепта и нажмите «Создать» (рис. 13). Рецепт будет открыт в редакторе «Текущий рецепт» в нижней половине экрана. Убедитесь, что поля «Имя», «Автор» и «Описание» заполнились введенными в окне создания значениями.

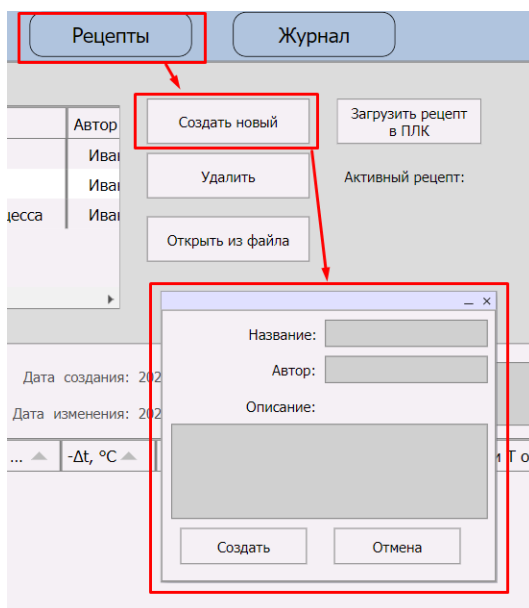


Рисунок 13 — Создание рецепта

3. Добавьте в редакторе необходимое количество шагов нажатием кнопки «Добавить шаг» (рис. 14).

Текущий рецепт:

Сохранить изменения ID 4 Имя: Рецепт №3 Дата создания: 2025-11-27 13:49:23.215 Описание: Обработка при температуре 90 градусов

Автор: Петров П.П. Дата изменения: 2025-11-27 13:49:23.222

№	Тип контроля Т	Т уставка, °C	+Δt, ...	-Δt, °C	Скорость, °C/мин	Флаг зависимости Т от Р	Флаг зависимости Т от Рv	Уставка начала регулирования...
1	0	0	0	0	0	false	false	0

Добавить шаг

Удалить шаг

Рисунок 14 — Добавление нового шага в рецепт

4. Перейдите к параметрам шага двойным щелчком левой кнопкой мыши по строке шага. Откроется диалоговое окно «Редактирование» (рис. 15).

Редактирование

№ 1

Тип контроля Т 0

Т уставка, °C 0

+Δt, °C 0

-Δt, °C 0

Скорость, °C/мин 0

Флаг зависимости Т от Р ☐

Флаг зависимости Т от Рv ☐

Уставка начала регулирования при зависимых от Т 0

Р уставка, бар 0

+Δр, бар 0

-Δр, бар 0

Скорость, бар/мин 0

Флаг зависимости Р от Т ☐

Флаг зависимости Р от Рv ☐

Уставка начала регулирования зависимых от Р 0

Рv уставка, бар 0

Применить Отмена

Рисунок 15 — Окно редактирования параметров шага

5. Укажите необходимые настройки температуры (Т), давления (Р) и вакуума (Рv) для выбранного шага. В поле «Тип контроля Т» вы можете указать один из вариантов:

- «0» — контроль температуры воздуха в автоклаве;
- «1» — контроль по запаздывающей термопаре (для контроля выбирается минимальное значение температуры среди всех заготовок);
- «2» — контроль по среднему значению температуры заготовок;
- «3» — контроль по опережающей термопаре (для контроля выбирается максимальное значение температуры среди всех заготовок).

Для настройки взаимных зависимостей между параметрами используйте опцию «Флаг зависимости». Например, при включенной опции «Флаг зависимости Т от Р» регулирование температуры начнется только при достижении значения давления, указанного в поле «Уставка начала регулирования зависимых от Р».

6. После указания всех параметров нажмите «Применить».

7. После добавления и редактирования всех шагов нажмите «Сохранить изменения». Рецепт будет добавлен в список рецептов.

3.2.2. Редактирование рецепта

1. Нажмите на строку рецепта в списке.
2. В контекстном меню нажмите «Выбрать данный рецепт» (рис. 16). Рецепт будет открыт в редакторе «Текущий рецепт» в нижней половине экрана.

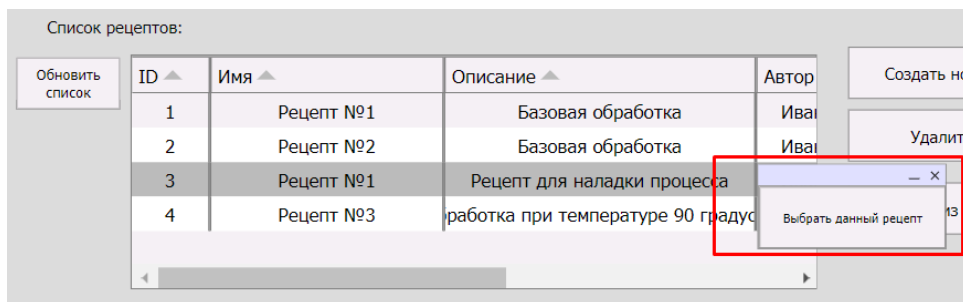


Рисунок 16 — Выбор рецепта

3. Отредактируйте рецепт и нажмите «Сохранить изменения».

3.2.3. Удаление рецепта

1. Выберите рецепт в списке (нажмите на строку рецепта).
2. Нажмите кнопку «Удалить».

3.2.4. Выбор рецепта для запуска обработки

1. Нажмите на строку рецепта в списке.
2. В контекстном меню нажмите «Выбрать данный рецепт» (рис. 16).
3. Нажмите «Загрузить рецепт в ПЛК».
4. Проверьте результат операции (рис. 17).

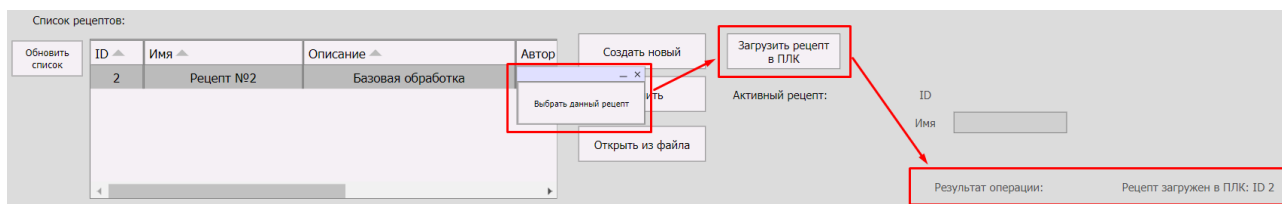


Рисунок 17 — Загрузка рецепта в ПЛК

3.3. Запуск обработки заготовок по рецепту

1. Убедитесь, что установка готова к запуску (см. пункт 2.1.1).
2. Откройте блок заготовок и отметьте пакеты, участвующие в обработке (рис. 18).
3. Выберите рецепт для обработки и загрузите его в ПЛК (см. пункт 3.2.4).
4. Нажмите кнопку «ПУСК» на экране «Схема».

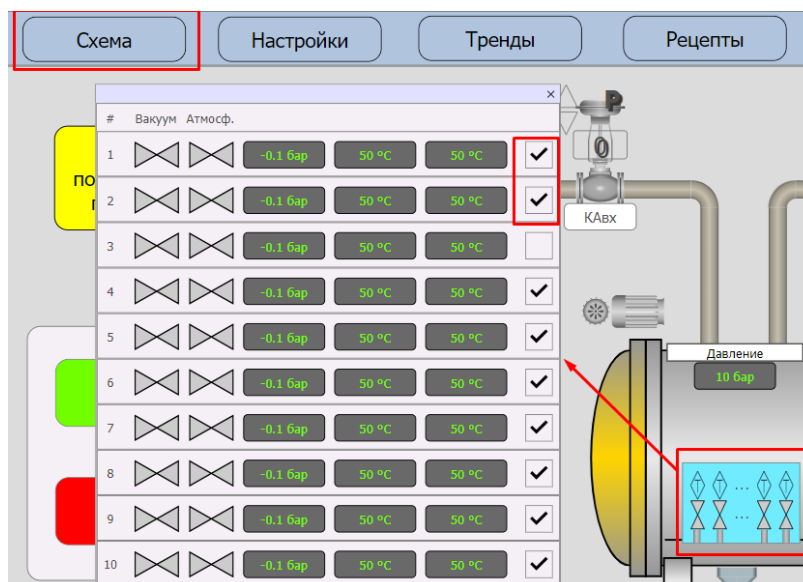


Рисунок 18 — Выбор пакетов заготовок

3.4. Контроль и управление оборудованием

Автоклавное устройство состоит из автоклава, системы подачи давления, нагревательной системы, системы водяного охлаждения, вакуумной системы. Программа позволяет управлять оборудованием перечисленных систем для достижения требуемых параметров техпроцессов, выполняющихся в автоклаве. В алгоритмах ПЛК предусмотрены взаимные зависимости между параметрами: вакуумом, температурой, давлением.

3.4.1. Режимы

Основной режим работы оборудования — автоматический. Режим включается при запуске обработки заготовок по рецепту. В автоматическом режиме исполнительные механизмы управляются алгоритмами для поддержания заданных в рецепте параметров. Возможность самостоятельно включать и выключать оборудование и менять его параметры заблокирована.

Для наладки в системе доступен ручной режим, в котором исполнительные механизмы могут быть включены или выключены с помощью кнопок на экране «Схема», для некоторых механизмов могут быть установлены параметры.

В случае возникновения ошибок и аварий оборудование может перейти в одно из состояний:

- Блокировка — состояние, требующее снятия оператором. При включении блокировки оператор должен устранить ошибку или аварию, затем нажать кнопку сброса блокировки в диалоговом окне исполнительного механизма (рис. 19). После этого оборудование может продолжить работу.

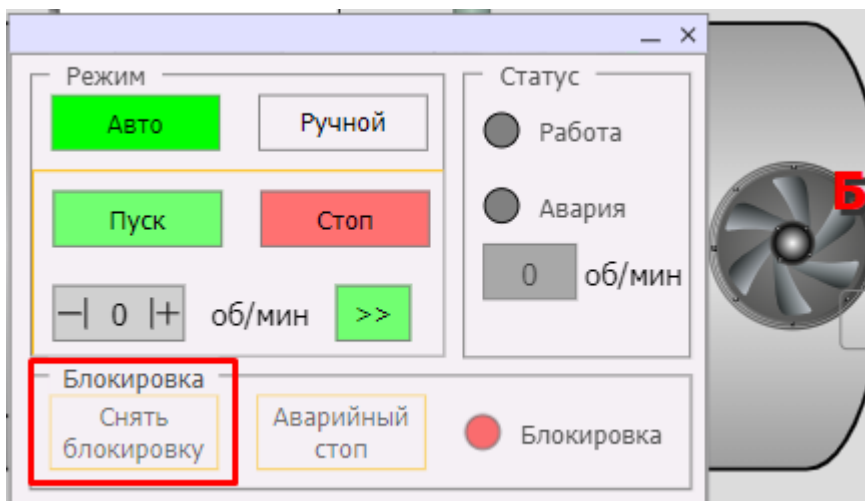


Рисунок 19 — Снятие блокировки

- Авария — состояние, не требующее снятия оператором. После устранения аварии оборудование автоматически выходит из аварийного состояния. Возможность продолжения или возобновления техпроцесса зависит от типа аварии. Например, при аварии основного насоса аварийный насос включится без остановки техпроцесса.

Также в интерфейсе есть возможность вручную перевести исполнительный механизм в состояние аварии с помощью кнопки «Аварийный стоп» в диалоговом окне соответствующего механизма.

3.4.2. Контур нагрева

Нагрев осуществляется с помощью ТЭНов, размещенных на задней стенке автоклава. В процессе работы ТЭНов циркуляционный вентилятор должен быть запущен, контур охлаждения должен быть выключен.

В автоматическом режиме температура в автоклаве задается рецептом и поддерживается посредством автоматического управления ТЭНами. Текущая температура в автоклаве отображается на мнемосхеме.

При нажатии на ТЭН открывается окно, в котором можно выполнить следующие действия (рис. 20):

- Посмотреть текущий режим работы ТЭНа, в том числе статус аварии или блокировки.
- Снять блокировку после устранения ее причин.
- Аварийно остановить работу.
- Включить или выключить ТЭН в ручном режиме (заблокировано в автоматическом режиме).
- Задать мощность ТЭНа в процентах в ручном режиме (заблокировано в автоматическом режиме).

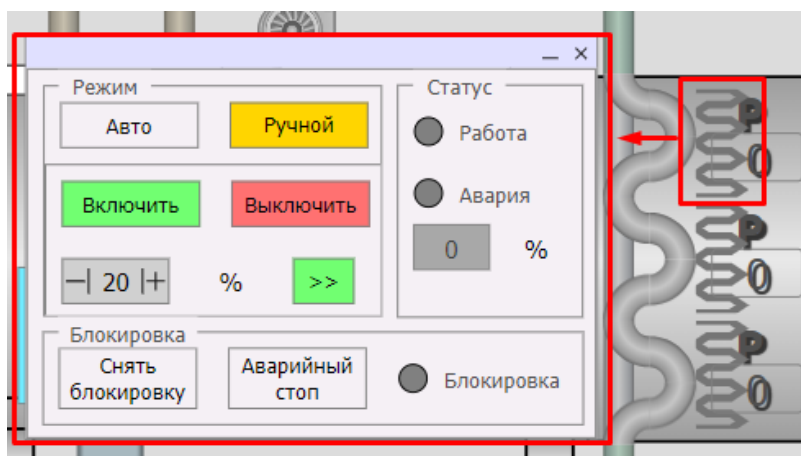


Рисунок 20 — Окно управления ТЭНом

3.4.3. Циркуляционный вентилятор

Вентилятор для равномерного распределения температуры внутри автоклава установлен за внутренней стенкой автоклава. Имеет водяное охлаждение (управляется по расходу, управление насосами предусмотрено в ПО).

Вентилятор работает на протяжении всего технологического процесса. При запуске техпроцесса в автоматическом режиме включается автоматически в соответствии с алгоритмом.

Для управления вентилятором и мониторинга его состояния нажмите на вентилятор. Откроется окно, где можно посмотреть состояние и режим работы вентилятора, снять блокировку, аварийно остановить работу, задать частоту и включить или выключить в ручном режиме (рис. 21).

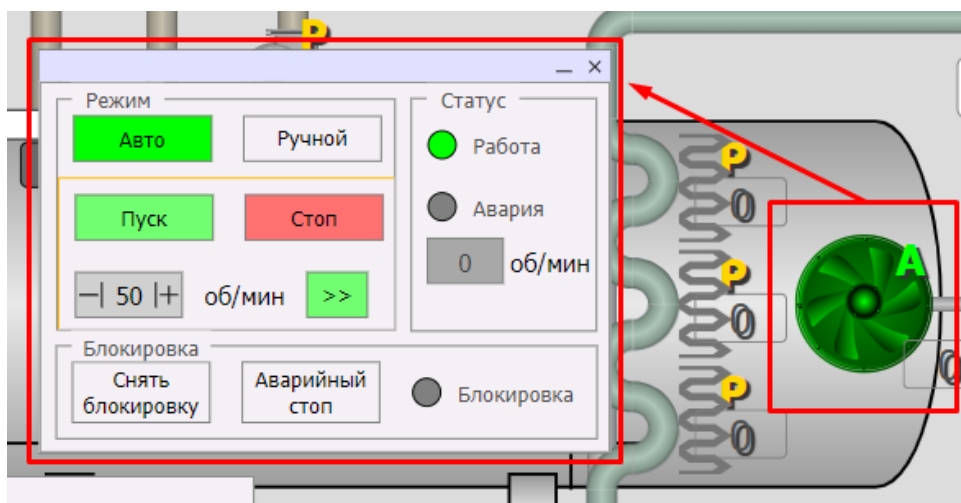


Рисунок 21 — Окно управления вентилятором

Для открытия окна управления насосом / клапаном охлаждения вентилятора нажмите на насос / клапан.

3.4.4. Контур охлаждения

Охлаждение осуществляется с помощью змеевиков с холодной водой, размещенных перед циркуляционным вентилятором. Работа охлаждения предусматривает выключенный контур

нагрева. Подача воды осуществляется насосами с регулировкой с помощью клапанов. Допустимое открытие клапана зависит от температуры в автоклаве. Температура в автоклаве задается рецептом. Предусмотрен слив остаточной воды из змеевиков в дренаж через электромагнитный клапан.

Для открытия окна управления насосом / клапаном контура охлаждения нажмите на насос / клапан (рис. 22).

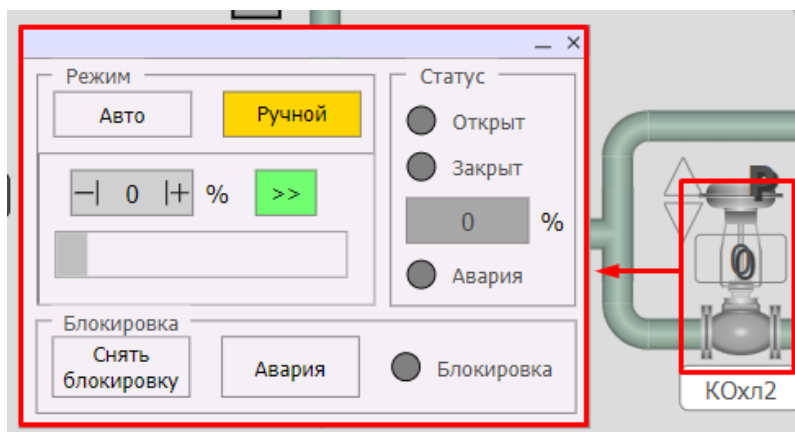


Рисунок 22 — Окно управления клапаном

3.4.5. Контур нагнетания давления

Нагнетание давления осуществляется с помощью подачи азота с ресивера компрессорной станции по трубопроводу через клапан. Давление регулируется согласно рецепту по датчику в автоклаве со скоростью не выше допустимой, также учитывается предельно допустимое значение по паспорту. Работа контура нагнетания давления предусматривает выключенный контур сброса давления.

Для открытия окна управления клапаном контура нагнетания давления нажмите на клапан.

3.4.6. Контур сброса давления

Сброс избыточного давления производится через трубопровод с регулирующим клапаном. Давление регулируется согласно рецепту по датчику в автоклаве со скоростью не выше допустимой. Работа контура сброса давления предусматривает выключенный контур нагнетания давления.

Для открытия окна управления клапаном контура сброса давления нажмите на клапан.

3.4.7. Контур создания вакуума

Вакуум создается вакуумным насосом через регулирующий клапан и контролируется давлением в ресивере. С ресивера вакуум подается на пакеты с заготовками согласно рецепту. Также предусмотрен сброс вакуума с заготовок.

Для открытия окна управления насосом / клапаном контура создания вакуума нажмите на насос / клапан.

3.4.8. Блоки заготовок

Вакуум формируется на пакетах с деталями согласно рецепту. В установке может быть

подключено до 16 пакетов с заготовками. К каждой линии подключен один клапан вакуума и один клапан сброса в атмосферу, одновременно на линии детали открыт только один клапан.

Для управления пакетами и мониторинга их состояния нажмите кнопку блоков заготовок на мнемосхеме (рис. 23). В окне доступен просмотр состояния клапанов и датчиков. Также предусмотрена возможность выбрать пакеты, участвующие в обработке, с помощью установки отметок в соответствующих строках.

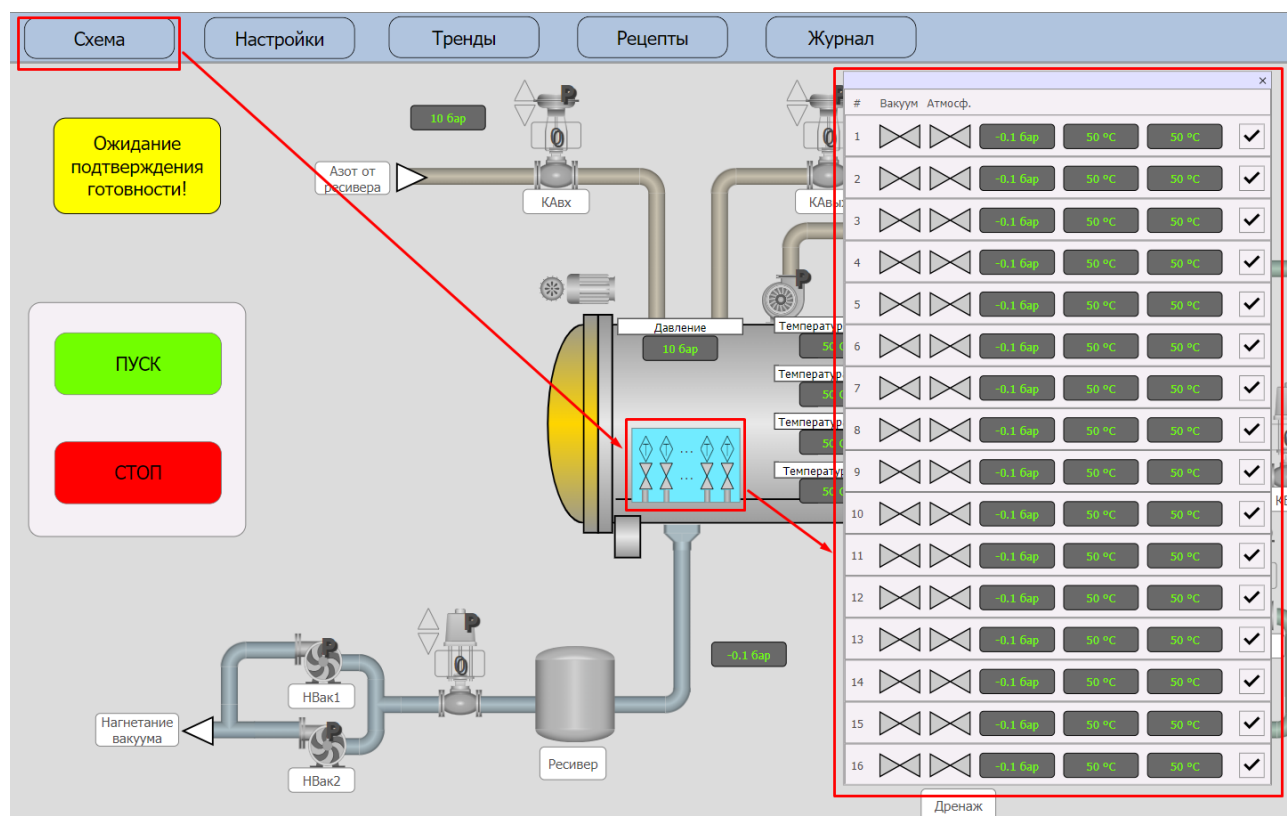


Рисунок 23 — Управление блоками заготовок

3.4.9. Система продувки

Насыщение автоклава воздухом осуществляется с помощью продувочного вентилятора. Вентилятор включается в автоматическом режиме после завершения технологического процесса и снижения давления в автоклаве.

Для открытия окна управления вентилятором нажмите на вентилятор.

3.5. Контроль параметров

Чтобы проследить за изменением значений параметров в процессе обработки, откройте экран «Тренды». В нижней части окна вы можете включить или выключить отображение выбранного параметра на графике нажатием кнопки , а также настроить стиль линии и шкалу для параметра. Для просмотра изменений в реальном времени включите опцию «Автопрокрутка» (рис. 24).

☒ Автопрокрутка									
Поро	Имя	Ед.изм.	Значение	Комментарий	Кач-во.	Шк.Мин.	Шк.Макс		
☒	Темпер...	°C	143.804		0	0 *	400 *		
☐	Давлен...	бар	21.571		0	0	20		
☐	Вакуум...	бар	-5.000		0	-15	0		
☐	ТП1	°C			0	0	100		
☐	ТП2	°C			0	0	100		
☐	ТП3	°C			0	0	100		

Рисунок 24 — Настройка отображения графиков

С помощью кнопок управления в верхней части окна вы можете задать период для построения графика, отобразить данные в формате таблицы, вывести график на печать или экспортировать (рис. 25).

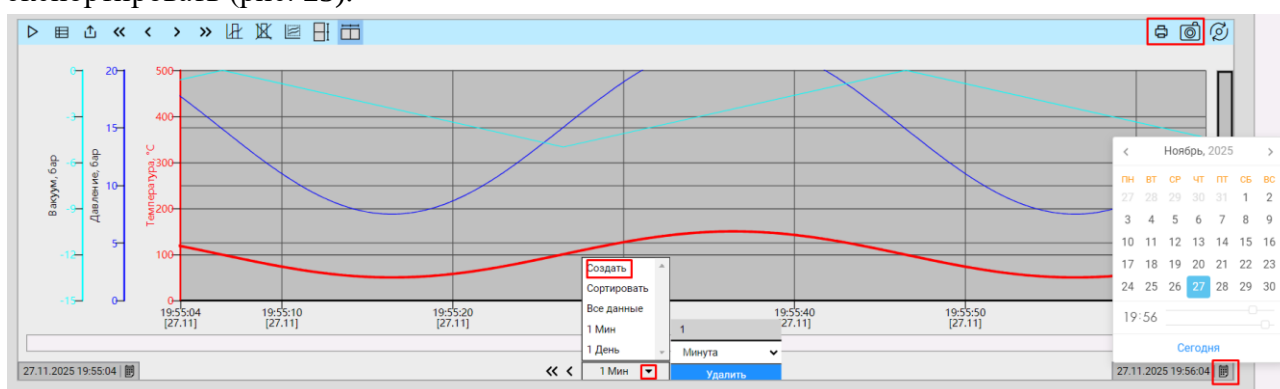


Рисунок 25 — Настройка и просмотр графиков

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕРМИНОВ

Термин	Описание
Авария	Состояние объекта или системы, при котором наблюдаются критические отклонения от допустимых значений параметров, требующие немедленного вмешательства или остановки процесса.
Автоклавная установка	Герметичное технологическое оборудование, предназначенное для проведения производственных процессов при повышенном давлении и температуре.
Датчик	Измерительный элемент, предоставляющий SCADA-системе текущие значения технологических параметров (температура, давление, уровень и т. д.).
Журнал событий	Хронологически отсортированный лог, в котором фиксируются действия оператора, изменения параметров, сигналы тревог и ошибки системы.
Интерфейс оператора	Графическая оболочка SCADA-системы, предоставляющая доступ к отображению технологических параметров, управлению оборудованием, настройке рецептов и журналированию событий.
Исполнительный механизм	Устройство, приводящее в действие физический элемент технологического оборудования по команде от системы управления. Примеры: клапаны, насосы, нагреватели.
Контроллер	Программируемый логический контроллер (сокр. ПЛК) — небольшой промышленный компьютер с модульными компонентами, предназначенный для автоматизации процессов управления. Используется для управления двигателями, насосами, освещением, вентиляторами, автоматическими выключателями и другим оборудованием.
Конфигурация оборудования	Описание состава и характеристик подключенного оборудования, включая типы датчиков, диапазоны измерений, назначение исполнительных механизмов и связи между ними.
Оператор	Пользователь SCADA-системы, ответственный за запуск, мониторинг и корректировку хода технологического процесса, а также за реагирование на аварийные и предаварийные ситуации.
Рецепт	Структурированное описание последовательности технологических шагов (этапов), параметров управления и условий выполнения, предназначенных для автоматического или полуавтоматического выполнения процесса в автоклавной установке.
Уставка	Заданное (целевое) значение технологического параметра, которое система должна поддерживать или достичь в процессе работы по рецепту.
SCADA	Автоматизированная система диспетчерского управления и сбора данных, предназначенная для мониторинга, управления и архивирования данных в реальном времени на промышленном объекте.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

Сокращение	Описание
ИМ	Исполнительный механизм
ПЛК	Программируемый логический контроллер.
ПО	Программное обеспечение.
ТЭН	Трубчатый электрический нагреватель.
SCADA	От англ. Supervisory Control And Data Acquisition (диспетчерское управление и сбор данных).