



# RT-СмартКонтроль (RT-SmartControl)

*Система модульного процедурного управления*

**Версия 1.3**

**Описание**

## Авторские права, предупреждения и торговые марки

РТ-СмартКонтроль (RT-SmartControl) – система модульного процедурного управления, предназначена для выполнения алгоритмов управления технологическим процессом с целью автоматизации рутинных функций оператора при выполнении переходов между рабочими режимами, запуском или остановом оборудования и пр.

Патент на РТ-СмартКонтроль (RT-SmartControl) принадлежит ООО «Центр Цифровых Технологий».

ООО «Центр Цифровых Технологий» является владельцем программного обеспечения. Вам разрешено использовать его с соблюдением условий лицензионного соглашения по программному обеспечению.

ООО «Центр Цифровых Технологий» не дает представления или гарантий относительно коммерческой пригодности или соответствия системы («программного обеспечения») какой-либо особой цели. Мы оставляем за собой право изменения программного обеспечения и соответствующей документации без обязательств уведомления любых физических и юридических лиц об этих изменениях. Эта лицензия и Ваше право использования программного обеспечения будут прекращены, если Вы не будете выполнять условия лицензионного соглашения по программному обеспечению.

Вы не можете распространять, давать и брать в аренду, сублицензировать программное обеспечение и соответствующую документацию.

Вы не можете изменять, модифицировать или приспособлять программное обеспечение, включая перевод, декомпилирование, разделение на части или создание производных продуктов.

Использование этой публикации должно соответствовать условиям лицензионного соглашения по программному обеспечению.

С полным текстом лицензионного соглашения можно ознакомиться на странице <http://mipt-cdt.ru/eula>. Печатную версию можно загрузить по ссылке <http://www.mipt-cdt.ru/files/EULA-CDT.pdf>.

## Техническая поддержка

Поддержка осуществляется по телефону и/или электронной почте.

- Рабочее время, с понедельника по пятницу, за исключением праздничных дней (местное): 09:00–18:00
- Телефон: +7-495-727-31-50
- Web: <http://mipt-cdt.ru>  
<http://mipt-cdt.ru/support>  
<http://mipt-cdt.ru/rt-smartcontrol>
- E-mail: [support@mipt-cdt.ru](mailto:support@mipt-cdt.ru)

# Содержание

<b>1. Общая информация.....</b>	<b>4</b>
1.1. Основные функции и состав системы .....	4
1.2. Интерфейс оператора .....	5
1.3. Интерфейс инженера .....	6
1.4. Интеграция с АСУТП различных производителей.....	7
<b>2. Схема управления и принцип работы.....</b>	<b>8</b>
2.1. Алгоритм управления процедурой .....	8
2.1.1. Структура процедуры .....	8
2.1.2. Алгоритм выполнения шага .....	8
2.2. Дополнительные модули Системы .....	10
2.2.1. Функции преобразования и сравнения параметров .....	10
2.2.2. Блоки работы с АСУТП .....	11

# 1. Общая информация

## 1.1. Основные функции и состав системы

Система процедурного управления РТ-СмартКонтроль (RT-SmartControl) представляет собой надстройку над АСУТП, предназначенную для автоматизации рутинных операторских функций за счёт выполнения формализованных процедур — последовательностей шагов (например, отправка уставок в АСУТП) и условий перехода между ними (например, достижение заданного значения параметра).

Внедрение системы РТ-СмартКонтроль позволяет:

- минимизировать время перевода технологической установки в новое состояние (пуск, останов, режимы работы);
- минимизировать риски возникновения аварийной ситуации при смене состояния технологической установки (пуск, останов, режимы работы);
- снизить нагрузку на операторов при изменении состояния технологической установки относительно изменения состояния, выполняемого вручную;
- минимизировать объем выпуска некондиционной продукции в переходных режимах работы технологической установки.

Система построена на платформе систем управления ООО «Центр цифровых технологий», что позволяет реализовывать ее «бесшовную» интеграцию с другими системами, работающими на той же платформе, такими как, «РТ-Оптимус» и «РТ-Микс».

Интерфейс пользователя модуля обеспечивает возможность управления функциями системы и реализован в виде «тонкого» веб-клиента, что позволяет отображать его фактически на любых станциях оператора АСУТП. Основные возможности:

- разграничение прав доступа к функциям для пользователей и групп пользователей на основе ролей (только просмотр, управление процессом, конфигурирование модуля и т.д.);
- предоставление пользователю детальную информацию по состоянию процесса;
- индикация нештатных ситуаций по управлению технологическим процессом, выдача сообщения оператору о наличии таких ситуаций;
- одновременная работа нескольких пользователей;
- сообщения и надписи выводятся на русском языке.

В процессе работы Система взаимодействует с АСУТП и другими системами по протоколу OPC (DA, UA), выступая клиентом OPC. Система поддерживает возможность подключения к основному и резервному OPC-серверу АСУТП и переключаться между этими серверами автоматически.

Системные функции:

- реализовано разделение прав пользователей на основе ролей;
- система является кросс-платформенной, поддерживаются ОС Windows и OS Linux (Astra Linux, Red OS и др.);
- обеспечивается отказоустойчивость за счет использования резервированной конфигурации компонентов системы.

На рисунке ниже приведена структура ПО РТ-СмартКонтроль (RT-SmartControl).



Компонент системы	Описание
Центральный сервер	Центральный резервируемый сервер, обеспечивает интеграцию компонентов, доступ к данным модулей и пр.
БД истории	Резервируемая реляционная база данных исторических значений параметров процесса для хранения снимков и/или низкочастотных исторических данных для целей анализа / отчётности.
БД события и сигнализаций	Резервируемая реляционная база для хранения данных событий / сигнализаций.
БД резервных копий и конфигурации	Резервируемая реляционная база данных конфигурации, метаданных, а также подключаемых модулей.
Веб-клиент	Клиентское ПО для организации АРМ пользователя с функциями отображения мнемосхем и системных событий / сигнализаций и пр.
Средства инженера	Инструмент конфигурирования системы, параметров, а также подключаемых модулей
Адаптеры OPC	Интерфейсное ПО для чтения или записи данных внешних систем по протоколам OPC (DA, HDA, AE, UA).
Серверы OPC	Сервер для предоставления данных внешним системам по протоколам OPC (DA, HDA, AE, UA).
Среда выполнения RTE	Процесс платформы RTE (Real-time Environment), в которой реализована исполняемая среда (оперативные значения, алгоритмы обработки данных) Системы РТ-СмартКонтроль (RT-SmartControl) для оптимизации рецептуры смешения товарных нефтепродуктов в режиме реального времени.

## 1.2. Интерфейс оператора

Интерфейс оператора реализован в виде веб-дисплеев, которые могут быть открыты в браузере или на мнемосхемах АСУТП различных производителей (при использовании программного компонента для отображения веб-страниц на станции АСУТП), примеры скриншотов экрана приведены ниже.

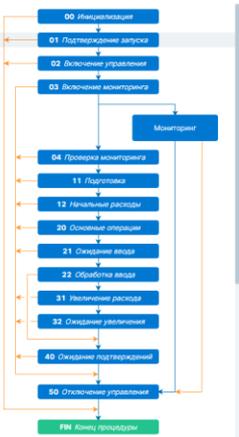
:: RT-СмартКонтроль		  Анна Кузнецова Mngr
Название	Описание	
 MPA001	Пуск реакторного блока	
 MPA002	Базовый блок процедуры	

:: RT-СмартКонтроль
MPA001 / Пуск реакторного блока

 Предыдущий шаг: FIN    Активный шаг: FIN    Режим: Stop    Состояние: -
 



 Анна Кузнецова  
Mngr



Выбранный шаг: 01    Подтверждение запуска
Время ожидания: 00:00:00
Время мониторинга: 00:04:49

Условия					
ПАРАМЕТР	ТЕКУЩЕЕ ЗНАЧЕНИЕ	УСЛОВИЕ	ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ СРАВНЕНИЯ	РЕЗУЛЬТАТ	ОПИСАНИЕ
^ Все условия					
SFC.ON	true	=	true	OK	Начальные условия выполнены
				OK	Интеграционный блок включен

Действия					
ТИП	ШАГ	ТЗГ	ЦЕЛЬ	ВРЕМЯ	ОПИСАНИЕ
iStep	MPA001_MON.Command	1	0		Инициализация подпроцедуры мониторинга
Dialog	MPA001_START	true	true		Подтверждение запуска процедуры

Активные действия								
ТИП	ШАГ	ТЗГ	ЦЕЛЬ	ВРЕМЯ	ТЕКУЩЕЕ	СОСТОЯНИЕ	ОШИБКА	ВКЛЮЧЕНО
Dialog	20	MPA001_HTWATER.OK	true		false	Ожидание		
Dialog	20	MPA001_CLSWATER.OK	true		false	Ожидание		

ВРЕМЯ	СОБЫТИЕ
05.11.25 13:24:29	MPA001_MON: Изменение режима: Останов
05.11.25 13:24:29	MPA001_MON: Запуск выполнения действий шага FIN
05.11.25 13:24:28	MPA001_MON: Изменение режима: Останов
05.11.25 13:24:28	MPA001_MON: Запуск выполнения действий шага 50
05.11.25 13:19:27	MPA001_MON: Запуск выполнения действий шага 20
05.11.25 13:19:16	MPA001_MON: Запуск выполнения действий шага 12

Управление

Стоп
Сброс
Ручной
Авто

Активировать шаг 01

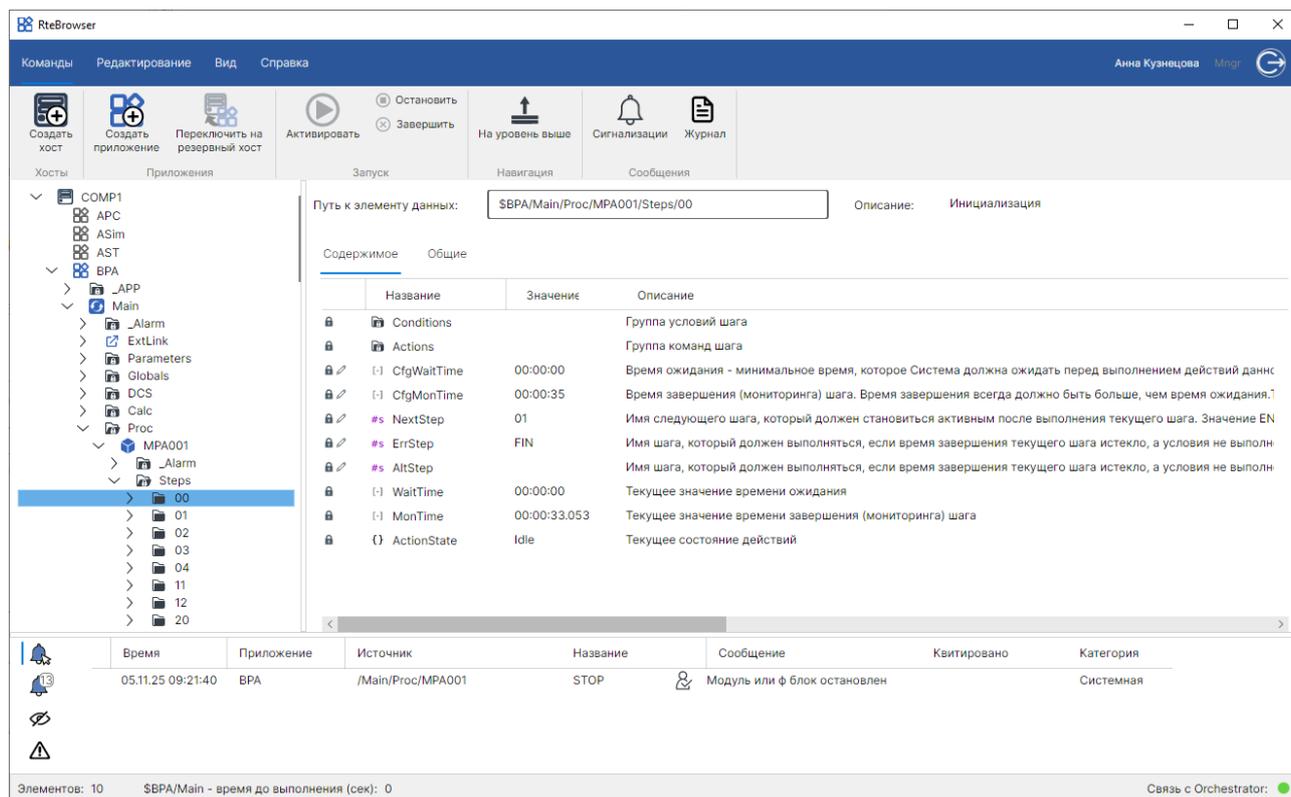
Навигация

Текущий (FIN)

←
→

### 1.3. Интерфейс инженера

Конфигурирование системы RT-СмартКонтроль (RT-SmartControl) производится с использованием инженерной утилиты RteBrowser с любого компьютера под управлением Windows или Linux, на котором установлено программное обеспечение.



## 1.4. Интеграция с АСУТП различных производителей

Система RT-СмартКонтроль (RT-SmartControl) может работать в связке с АСУТП различных производителей, коммуницируя с ними по протоколу OPC (DA или UA).

## 2. Схема управления и принцип работы

### 2.1. Алгоритм управления процедурой

#### 2.1.1. Структура процедуры

В системе РТ-СмартКонтроль (RT-SmartControl) может быть реализован набор процедур для выполнения перевода технологической установки между различными режимами, пуска или останова оборудования.

Каждая процедура состоит из цепочки последовательных шагов, обеспечивающих переход между промежуточными состояниями.



Для каждого шага конфигурируется набор условий, действий, а также дополнительные параметры, управляющие поведением шага.

#### 2.1.2. Алгоритм выполнения шага

При запуске процедуры оператором осуществляется вход в первый шаг, выполняются его процедуры, далее выполняется переход на следующий шаг и т.д. Процедура завершается после завершения последнего шага или возникновения ошибок.



На приведенной схеме описывается логика выполнения одного шага. Алгоритм определяет условия, при которых шаг может быть запущен, а также действия, выполняемые при его успешном завершении или при возникновении ошибок.

### Проверка условий

После активации шага начинается проверка условий, сконфигурированных для шага. Условия представляют собой бинарные логические операторы (сравнение параметра процесса, получаемого из АСУТП в режиме реального времени, с требуемым значением):

- = Равно,
- ≠ Не равно,
- > Больше,
- ≥ Больше или равно,
- < Меньше,
- ≤ Меньше или равно;

Примером бинарного логического оператора могут служить: «расходомер продукта В\_FIC12 в статусе NR (Normal / Ready)», «стабильный расход продукта» или «насос Н-1 запущен».

Операторы сравнения можно объединять в иерархические группы, используя логические операторы (объединяющие бинарные логические операторы в иерархические структуры):

- Логическое «И»,»
- Логическое «ИЛИ».

Логические операторы могут включать в себя другие логические операторы, благодаря чему возможно сконфигурировать условия любой сложности, например:

- Все условия (И)
  - Расход установлен (FIC101.PV > 100)
  - Задвижка открыта (Z17.Opened = True)
  - Один из насосов запущен (ИЛИ)
    - Насос 115А (Pump115A.ON = True)
    - Насос 115В (Pump115B.ON = True)
  - Один из контуров охлаждения в работе (ИЛИ)
    - Контур 1 (И)
      - Клапан 1 открыт (Z1.Opened = True)
      - Расход установлен (F1.PV>10)
    - Контур 2 (И)
      - Клапан 2 открыт (Z2.Opened = True)
      - Расход установлен (F2.PV>10)

При необходимости реализации более сложных условий могут использоваться функции преобразования параметров, описанные в разделе 2.2.1.

Для значений параметров из АСУТП может выполняться проверка, также наряду с оперативными значениями контуров управления могут использоваться и статусные сигналы (например, готовность к управлению, состояние связи и пр.) – см. раздел 2.2.2.

## **Время ожидания**

Для каждого шага конфигурируется время ожидания – это время, которое должно быть выдержано на шаге даже, если все условия выполнены. Обратный счетчик времени включается при активации шага, пока этот счетчик не дойдет до нуля, шаг находится в режиме ожидания, непрерывно проверяя, что все условия выполнены. Текущее значение таймера показывается оператору в интерфейсе.

## **Действия шага**

Действия шага представляют собой набор команд для исполнения после выполнения всех условий и истечения времени ожидания. Могут быть сконфигурированы действия следующих типов:

- Switch – запись логического значения (пуск/останов насоса, открытие/закрытие задвижки и пр.);
- IStep, Step – запись числового значения (уставка на контур управления);
- Impuls – положительный или отрицательный импульс заданной длительности;
- Cramp – генерация постепенно нарастающей/ниспадающей последовательности значений по времени или градиенту (для плавного измерения расхода);
- Dialog – Отображение диалога для оператора.

Взаимодействие с АСУТП выполняется через специализированные блоки, обеспечивающие корректную передачу данных (например, передача уставки на контур в АСУТП выполняется только при наличии разрешения на внешнее управление контуром, после отправки сигнала на запуск насоса Система дожидается обратной связи о том, что насос запущен и т.д.) – см. раздел 2.2.2.

После запуска действий, они попадают в список активных действий (и отслеживаются Системой до их завершения), и сразу выполняется переход к следующему шагу.

В любой момент оператор может приостановить активное действие и затем возобновить его выполнение.

## **Время мониторинга и проверка альтернативного шага**

Время мониторинга определяет время, допустимое для выполнения требуемых условий. Если условия не выполняются слишком долго, Система либо переходит на альтернативный шаг, либо сигнализирует об ошибке. Обратный таймер запускается при активации шага одновременно с таймером времени ожидания, поэтому для корректной работы процедуры, время мониторинга шага должно быть больше времени ожидания.

Если условия шага не выполнены, время мониторинга истекло, то система проверяет, задан ли для шага альтернативный шаг:

- если альтернативный шаг задан, то выполняет переход на этот шаг (например, не удалось запустить насос Н-1, предпринимается попытка запуска резервного насоса Н-2);
- если альтернативный шаг не задан, то выполняется переход на шаг ошибки – процедура останавливается, происходит выдача сообщения оператору.

## **2.2. Дополнительные модули Системы**

### **2.2.1. Функции преобразования и сравнения параметров**

Если логика проверки какого-либо условия является сложной, т.е. недостаточно просто проверить условие на равенство параметра, полученного «с поля» на то или иное целевой значение, а необходимо его преобразование (например, абсолютное значение температура не выше 10°C или колебания расхода за 1 минуту не превышают 0,1 м³/ч), то имеется возможность преобразования параметров, получаемых из АСУТП, и затем сравнения с

целевым значением вычисленных результатов. Подобные преобразования могут быть реализованы непосредственно в Системе, без необходимости нагрузки АСУТП дополнительной логикой.

Ниже приведен набор стандартных функций RTE для выполнения преобразований и сравнения:

Базовые:

- **Abs** – Значение по модулю
- **Division** – Деление
- **Exp** – Экспонента в степени
- **Ln** – Натуральный логарифм
- **Log10** – Логарифм по основанию 10
- **Modulus** – Остаток от деления
- **Multiplication** – Умножение
- **Negative** – Изменение знака
- **Power** – Возведение в степень
- **RandomDbI** – Генератор случайных чисел
- **RandomInt** – Генератор случайных целых чисел
- **Round** – Округление аргумента до заданного числа знаков
- **Sqrt** – Квадратный корень
- **Subtraction** – Вычитание
- **Sum** – Сложение
- **Truncate** – Отсечение целого числа

Управление:

- **Average** – Усреднение сигнала
- **Delay** – Временная задержка сигнала
- **Lag** – Инерционное звено первого порядка
- **Totalizer** – Суммирование с накоплением
- **OffDelay** – Задержка отрицательного фронта логического сигнала
- **OnDelay** – Задержка положительного фронта логического сигнала
- **Or** – Логическое сложение (ИЛИ)
- **Pulse** – Импульс заданной длительности
- **RSTrigger** – RS-триггер
- **Watchdog** – Сторожевой таймер

Сравнение с учетом допуска:

- **Eq** – равно
- **Gt** – больше или равно
- **Lt** – меньше или равно
- **Le** – меньше
- **Ne** – не равно

Универсальные

- **Calculator** – Пользовательские вычисления

Логические

- **2003** – Логика 2 из 3
- **And** – Логическое умножение (И)
- **Nand** – Инвертированное логическое умножение (НЕ И)
- **Nor** – Инвертированное логическое сложение (НЕ ИЛИ)
- **Not** – Логическое отрицание (НЕ)
- **SwitchBool** – Выбор одного значения из нескольких
- **Xor** – Логическое вычитание (Исключающее ИЛИ)

Нелинейные:

- **Gradlim** – Ограничение скорости изменения
- **Limit** – Ограничение значения
- **Max** – Выбор максимального значения
- **Min** – Выбор минимального значения
- **Switch** – Выбор одного значения из нескольких

Строки:

- **ToLower** – Строка в нижнем регистре
- **ToUpper** – Строка в верхнем регистре

При необходимости перечень функций преобразования данных может быть легко расширен специалистами Заказчика (предоставляются средства разработки) или разработчиком.

### 2.2.2. Блоки работы с АСУТП

Для взаимодействия с АСУТП предусмотрен набор специальных блоков, обеспечивающих валидацию сигналов и корректную работу с контурами управления:

- **Heartbeat** – сторожевой таймер (пульсовой или целочисленный);
- **Controller** – блок контроллера, предназначен для обработки логики обмена данными со сложными контурами управления АСУТП;
- **InPoint** – датчик (логический / целочисленный / с плавающей точкой);
- **OutPoint** – выход (логический / целочисленный / с плавающей точкой);
- **Switch** – переключатель (насос, задвижка).

Все блоки могут работать в одном из двух режимов:

- **рабочий** – выполняется обмен данными логики приложения с АСУТП, блок должен транслировать значения из/в АСУТП;
- **эмуляция** – блок подменяет значения из АСУТП вычисленными (эмулированными значениями), отправка новых значений в АСУТП не выполняется – этот режим используется для тестирования и отладки процедуры.

При необходимости могут быть созданы дополнительные специальные блоки для обмена данными с АСУТП.