

Справка по продукту «Симулятор контура»

Назначение

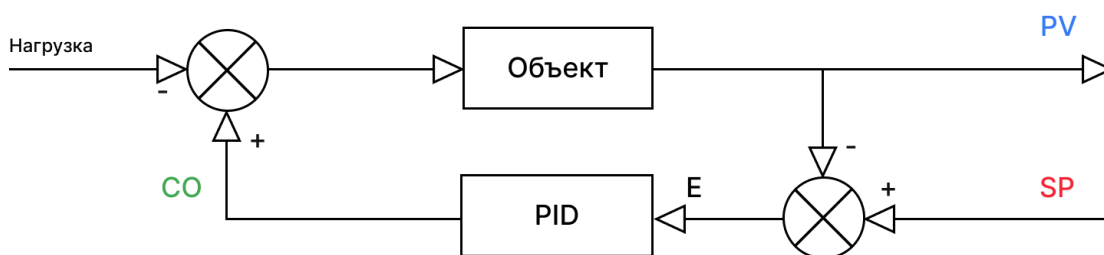
Симулятор предназначен для работы программы САР-эксперт в демонстрационном режиме (в этом режиме она может подключаться только к данному симулятору), а также для обучения и тренировки в настройке регуляторов.

Симулятор представляет собой программную модель системы автоматического регулирования (САР), включающую:

- ПИД-регулятор
- Программный имитатор клапана
- Программный имитатор объекта с самовыравниванием

Симулятор исполняется в системе реального времени с циклом 1 секунда.

Структурная схема САР:



Подключение к Симулятору контура по OPC UA

Симулятор включает встроенный OPC UA сервер, к которому можно подключаться внешним клиентом для получения данных в реальном времени.

Параметры подключения:

- Порт: 4840
- Тип подключения: анонимный
- Пароль: отсутствует
- Защита сообщений: отсутствует

Пример настройки подключения к симулятору в программе САР-эксперт:

Интерфейс настройки подключения к симулятору по OPC UA. Он разделен на три секции: Основные, Настройки безопасности и Настройки аутентификации.

- Основные:**
 - Имя конфигурации: Симулятор
 - URL конечной точки: opc.tcp:// 127.0.0.1:4840/
- Настройки безопасности:**
 - Режим защиты сообщений: None
 - Политика безопасности: None
- Настройки аутентификации:**
 - Тип подключения: Анонимный
 - Имя пользователя: Введите имя пользователя
 - Пароль: Введите пароль

Внизу интерфейса есть кнопка «Проверить подключение» и индикатор статуса: «Подключение доступно» (с зеленой галочкой).

Доступные переменные

- PV (Process Variable) – регулируемая переменная
- SP (Set Point) – задание регулятору
- CO (Controller Output) – управляющее воздействие

ПИД-регулятор

Регулятор реализует стандартный ПИД-закон регулирования в соответствии с передаточной функцией:

$$W_p(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i * s} + T_d * s \right)$$

Режимы работы

- Автоматический – управляющее воздействие CO рассчитывается по ПИД-алгоритму.
- Ручной – пользователь самостоятельно задаёт CO, алгоритм не вычисляется.

Безударность перехода из ручного режима в автоматический обеспечивается за счёт статической балансировки по выходу. Ограничения на перемещение клапана (Нижн. огр. и Верхн. огр.) действуют только в автоматическом режиме. В ручном можно задавать любые значения от 0 до 100%.

Настроечные коэффициенты

- K_p – коэффициент пропорциональности
- T_i – постоянная времени интегрирования
- T_d – постоянная времени дифференцирования
- $3H$ – зона нечувствительности
- T_f – постоянная времени фильтра

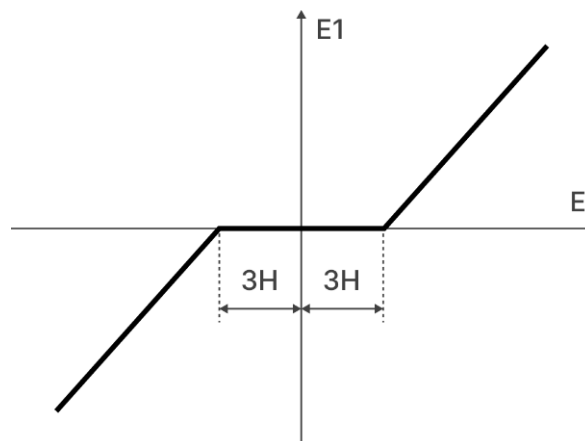
Зона нечувствительности

Зона нечувствительности преобразует рассогласование E в промежуточную переменную $E1$ в соответствии с выражением:

Если $|E| < 3H$, то $E1 = 0$;

иначе $E1 = (|E| - 3H) * \text{sign}(E)$

График зависимости приведён ниже.



Фильтр

На входе регулятора регулируемая переменная PV проходит через экспоненциальный фильтр, являющийся аperiодическим звеном первого порядка с передаточной функцией:

$$W_{\phi}(s) = \frac{1}{T_{\phi} * s + 1}$$

где

T_{ϕ} – постоянная времени фильтра (в секундах).

Шкалы

Регулятор выполняет вычисления в нормированных величинах (в процентах от шкалы). Диапазон нормирования задаётся в параметрах Шкала датчика Мин. и Шкала датчика Макс.

Клапан

Программный имитатор клапана имеет следующие параметры:

- Гистерезис — моделирует люфт исполнительного механизма.
- Минимальное перемещение — имитирует нечувствительность позиционера (для электроприводов) или статическое трение (для пневмоприводов).
- Скорость — максимальная скорость перемещения за 1 секунду.

Скорость перемещения клапана рассчитывается из времени его полного хода по формуле:

$$V_k = 100 / T_k, \text{ где}$$

V_k – скорость перемещения (%/с)

T_k – время полного хода клапана (с)

Диапазон перемещения клапана жёстко ограничен от 0 до 100% и не может быть изменён.

Объект

Модель объекта представлена апериодическим звеном второго порядка с запаздыванием и имеет передаточную функцию:

$$W_o(s) = \frac{K_o * e^{-s*\tau}}{T_{o1} * s^2 + T_{o2} * s + 1}$$

Настраиваемые параметры:

- K_o – коэффициент усиления объекта
- T_{o1} , T_{o2} – постоянные времени 1 и 2
- τ – запаздывание

Нагрузка

Нагрузка определяется двумя параметрами:

- Величина — суммарное влияние внешних факторов.
- Смещение — сдвиг диапазона регулирования.

Вход объекта рассчитывается как:

$$\text{Вход} = CO - \text{Нагрузка} + \text{Смещение}$$

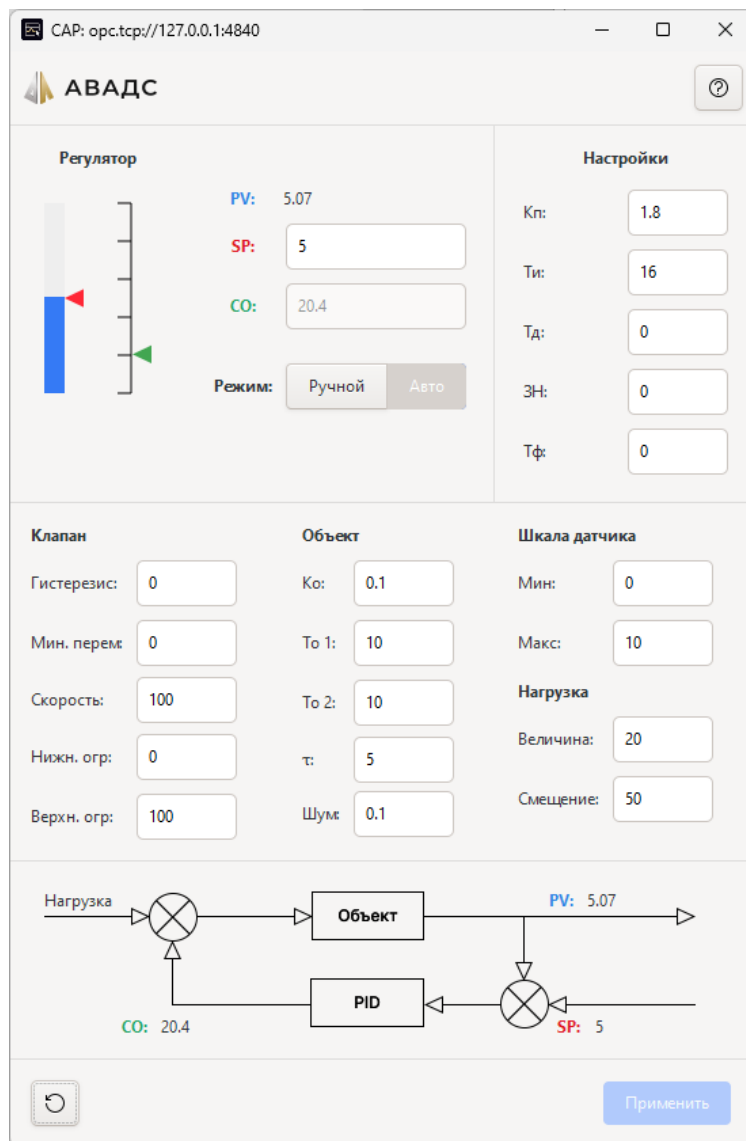
Общие принципы работы

Изменённые значения применяются после нажатия **Enter** или кнопки **Применить**. Это позволяет редактировать несколько параметров и сохранять их одновременно.

Все изменения сохраняются, и при следующем запуске симулятор продолжает работу с последними заданными значениями. Для возврата параметров к исходным значениям используется кнопка **Сброс** .

По кнопке  открывается это руководство.

Внешний вид симулятора отображен на рисунке.



Симулятор доступен как в составе программы CAP-эксперт, так и в виде отдельного приложения для соответствующей операционной системы.