

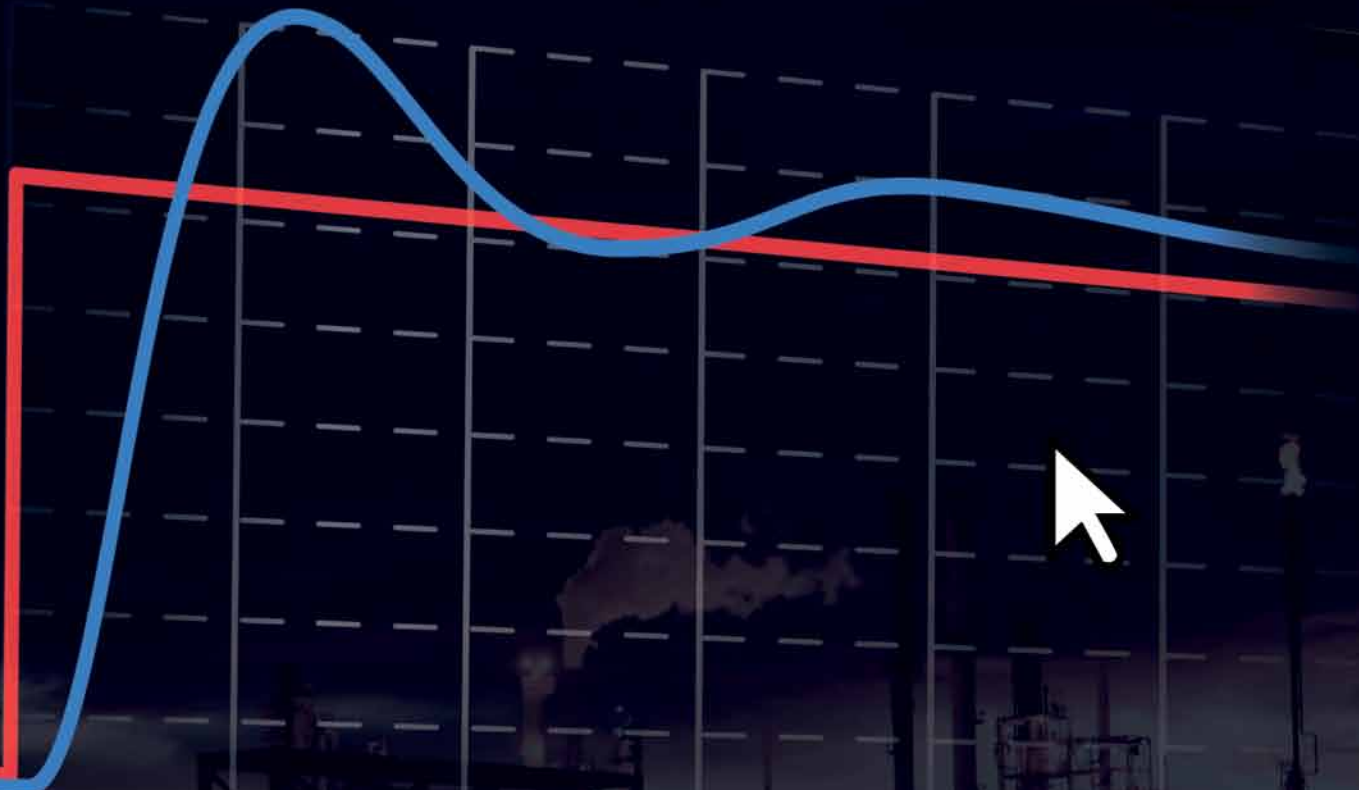
Отраслевой научно-технический журнал

Информатизация и системы управления в промышленности



## САР-ЭКСПЕРТ

НАСТРОЙКА ПИД-РЕГУЛЯТОРОВ  
ЗА НЕСКОЛЬКО КЛИКОВ



Читать на стр. 28

# Настройка ПИД-регуляторов в несколько кликов в «АВАДС САР-эксперт»



Процедура настройки регуляторов требует значительных затрат времени. Высококвалифицированные специалисты, обладающие необходимыми навыками для выполнения этой задачи, являются редким ресурсом, и их рабочее время имеет высокую ценность. Программное обеспечение «АВАДС САР-эксперт» (далее – «САР-эксперт») является инструментом специалиста по наладке систем автоматического регулирования (САР). «САР-эксперт» значительно повышает эффективность работы наладчика САР. Применение этой программы сократит время на настройку каждого контура регулирования и расширит охват выполняемых задач ценного специалиста.

ГК «ИнСАТ», г. Москва

## Место «САР-эксперт» в структуре АСУ ТП

«САР-эксперт» устанавливается на компьютер, входящий в состав автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП), например, на инженерную станцию или другой компьютер с сетевым доступом к АСУ ТП (рис. 1). Программа подключается к дейст-

вующей системе для получения данных технологического процесса через протокол OPC UA. «САР-эксперт» в режиме реального времени опрашивает значения технологических параметров и формирует архив данных, по которому идентифицирует динамическую модель объекта регулирования. Для архивирования используется высокоскоростная база данных «АВАДС

Сервер архивирования», разработанная компанией «АВАДС СОФТ».

Наличие собственного архива обусловлено несколькими факторами. Во-первых, в системах управления не всегда архивируются все параметры, необходимые для анализа наладчиком и программой «САР-эксперт». Например, задание регулятору и управляющее воздействие (выход регулятора) могут отсутствовать в основном архиве. Во-вторых, это позволяет регистрировать только те параметры, которые необходимы для настройки контуров регулирования, и хранить их длительное время, не привязываясь к глубине хранения в архиве АСУ ТП. Кроме того, это упрощает доступ к архивным данным и обеспечивает перенос информации на другой компьютер для дальнейших исследований.

Для визуального мониторинга технологических параметров в «САР-эксперт» используется функциональность трендов, доступных для каждого контура регулирования отдельно (рис. 2). Оперативное переключение между трендами позволяет отслеживать характер поведения процессов в реальном времени. Особую актуальность эта функциональность приобре-

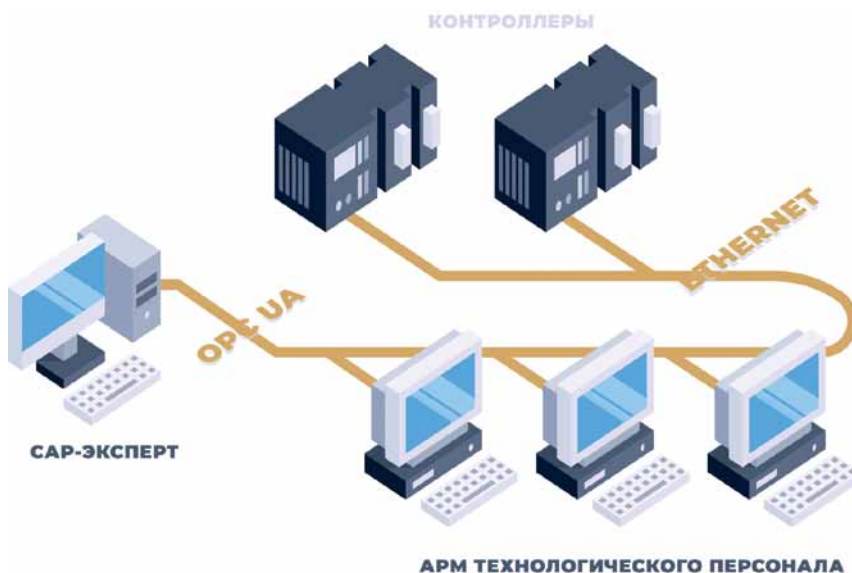


Рис. 1. Место «САР-эксперт» в структуре АСУ ТП

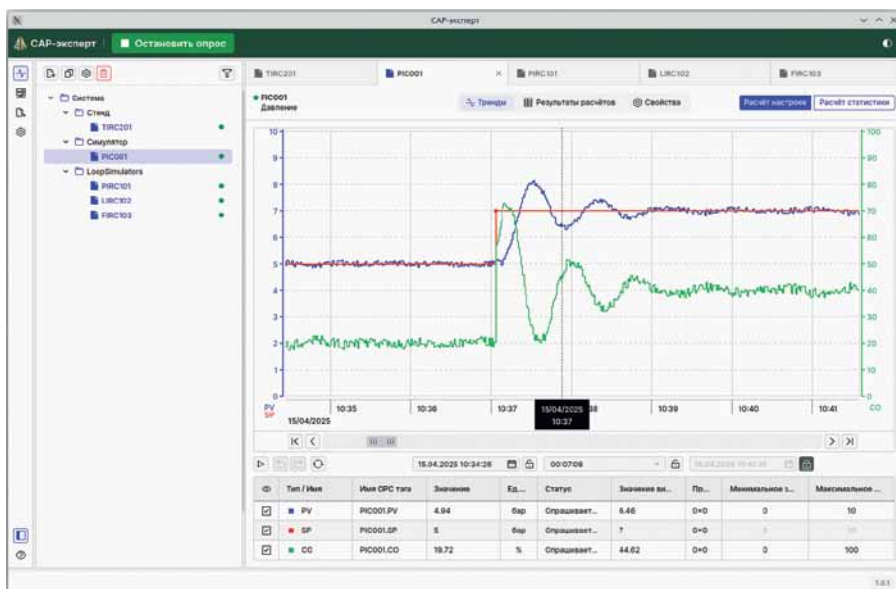


Рис. 2. Интерфейс «САР-эксперт»

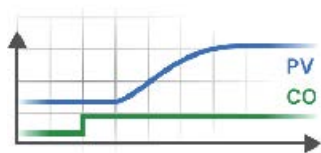


Рис. 3. «Кривая разгона»

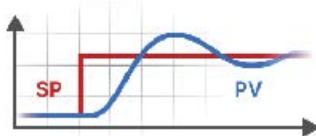


Рис. 4. Ступенчатое изменение задания регулятору

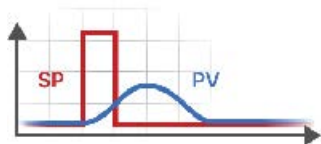


Рис. 5. Импульсное изменение задания регулятору

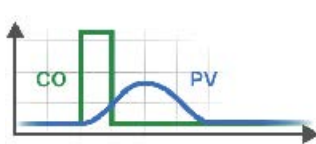


Рис. 6. Импульсное изменение управляющего воздействия

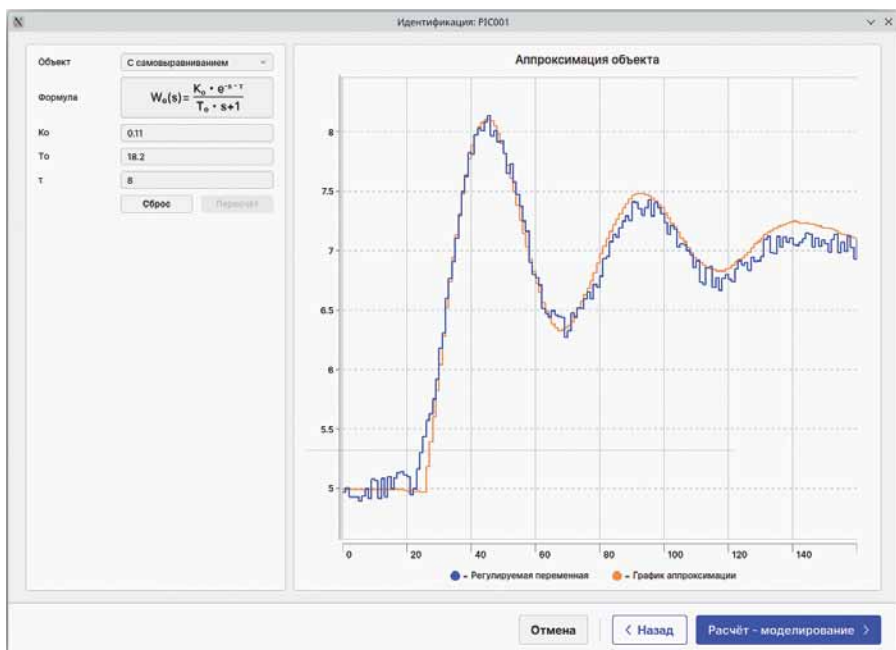


Рис. 7. Окно идентификации объекта

тает при одновременной настройке нескольких контуров.

«САР-эксперт» получает данные посредством OPC UA, являясь OPC-клиентом. При этом система управления, поставляющая данные для «САР-эксперт», должна поддерживать функцию сервера OPC UA. Если это не реализовано, но имеются другие протоколы общепромышленного назначения, то в качестве шлюза можно использовать Master OPC Server, который обеспечивает конвертацию в OPC UA из протоколов OPC DA, Modbus, BACnet, Profinet, SNMP, МЭК 61850, МЭК 60870-5-104 и других.

### Процедура расчета

Выбор переходного процесса.  
Типы процессов

Расчет настроек регулятора производится на основании идентификации объекта регулирования. В свою очередь, идентификация объекта осуществляется по переходному процессу, возникшему в замкнутом (регулятор в режиме «Авто») или разомкнутом (регулятор в режиме «Ручной») контуре. Зачастую такие процессы возникают в ходе штатной эксплуатации технологической установки: операторы меняют задание, меняются режимы работы или имеют место еще какие-либо события. Если при обычной эксплуатации явно выраженных переходных процессов не происходит, то следует преднамеренно нанести возмущение для получения переходного процесса одного из следующих видов:

- ▶ ступенчатое изменение управляющего воздействия в разомкнутом контуре — снятие так называемой «кривой разгона» (рис. 3);
- ▶ ступенчатое изменение задания регулятору (рис. 4);
- ▶ импульсное изменение задания регулятору (рис. 5);
- ▶ импульсное изменение управляющего воздействия (рис. 6).

### Идентификация

По переходному процессу производится идентификация объекта регулирования. Объект аппроксимируется феноменологическими моделями:

▶ **апериодическое звено первого порядка с запаздыванием** описывает поведение процессов регулирования температуры и давления газообразных сред;

► **интегральное звено с запаздыванием** описывает поведение процессов регулирования уровня;

► **усилитель с запаздыванием** — процессы расхода и давления жидкостей.

Данные феноменологические модели хотя и упрощают реальную динамику системы, но являются достаточно точными для настройки регуляторов. Пользователю программы предоставляются параметры полученной в результате идентификации модели объекта и график аппроксимации (рис. 7). Он отображает исходную кривую и кривую выхода модели при подаче на нее того же воздействия, которое было приложено к реальному объекту во время анализируемого переходного процесса. Изменяя вручную параметры модели объекта, наладчик визуально оценивает изменение модели по графику аппроксимации.

Расчет настроек. Критерий минимального времени регулирования

Расчет настроек производится поисково-оптимизационными процедурами с последовательным приближением к минимальному времени регулирования (рис. 8). Настройка по этому критерию обеспечивает самый быстрый переход к новому установившемуся состоянию, отсутствие колебательности, близкий к минимальному выебг и хороший запас устойчивости.

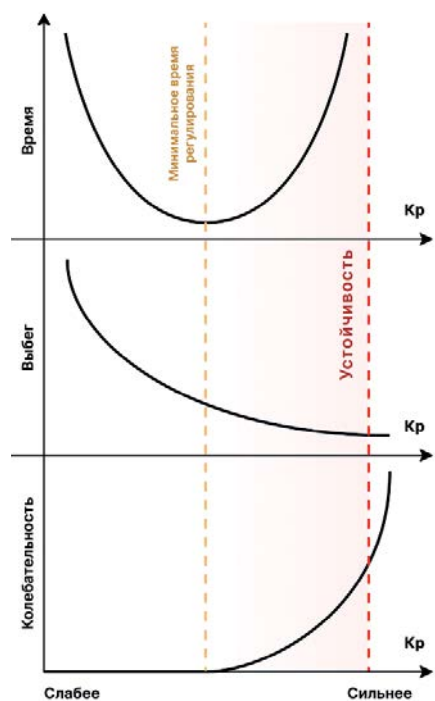


Рис. 8. Критерий минимального времени регулирования

Настройки вычисляются сразу в тех величинах, которые нужно будет установить в регулятор. При этом учитывается структура формулы регулятора, форма представления настроечных коэффициентов и шкалы.

Формулу регулятора можно выбрать из предустановленного списка. Также имеется встроенный редактор формул, в котором пользователь может создать свою.

#### Моделирование

Моделирование (рис. 9) предоставляет возможность проведения экспериментов с изменением параметров до их фактической установки в регулятор. Это позволяет ответить на вопрос: «Что произойдет, если...?». Кроме того, оно дает возможность оценить поведение системы при различных типах возмущений, как по нагрузке, так и по заданию.

В моделировании применяются инструменты автоматизированного изменения настроек регулятора — ослабления, усиления. Кроме этого, можно выбрать закон регулирования (П, ПИ или ПИД) и структуру регулятора (ПИД, ПИ-Д или И-ПД). Полученные результаты расчета настроек и моделирования сохраните в архив расчетов.

Особенности настройки реальных объектов: поиск компромиссных настроек

Одна из ключевых возможностей программы — загрузка парамет-

ров объекта, полученных в результате идентификации предыдущих процессов. Поскольку свойства реальных объектов непрерывно изменяются под влиянием внешних факторов, то на них не будет ни одного одинакового переходного процесса при одном и том же возмущении. Меняется нагрузка, меняются режимы, меняются погодные условия — все это влияет на свойства объекта. Поэтому рекомендуется провести несколько экспериментов, идентифицировать объект по каждому из них и результат сохранить в архив. Затем, подставляя свойства объекта из архива в моделирование, найти компромиссные настройки, которые обеспечат удовлетворительную работу регулятора при разных свойствах объекта.

#### Статистический анализ

Для оценки работы системы регулирования за длительный период, а также для оценки изменений в работе системы до и после настройки регулятора в «САР-эксперт» имеются средства статистического анализа. Они предоставляют гистограмму распределения регулируемой переменной (рис. 10) и выхода регулятора, а также статистические характеристики: среднее значение, среднемодульное отклонение, суммарный ход клапана, количество реверсов ИМ и др.

Уменьшение девиации регулируемой переменной предоставляет воз-

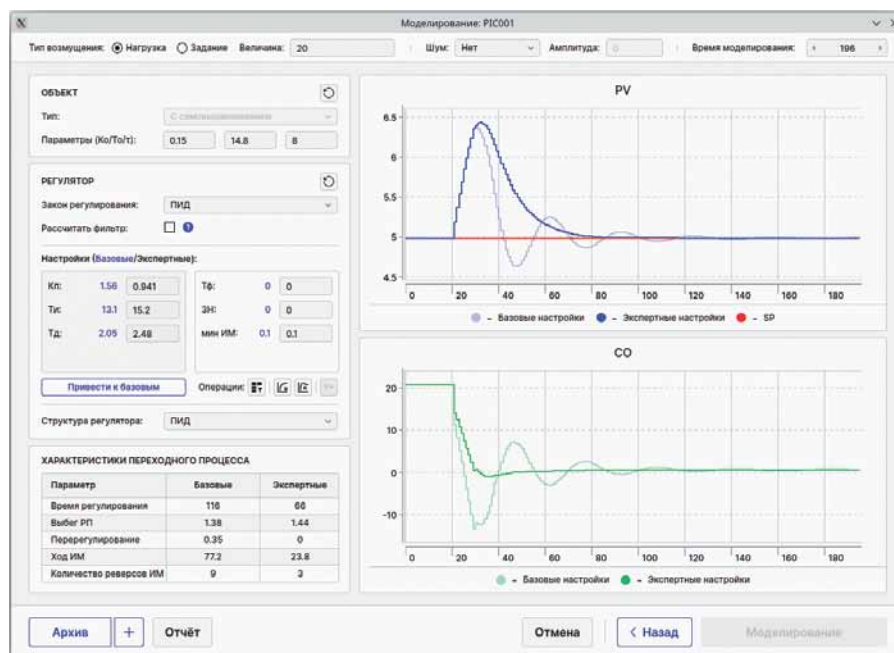


Рис. 9. Окно моделирования

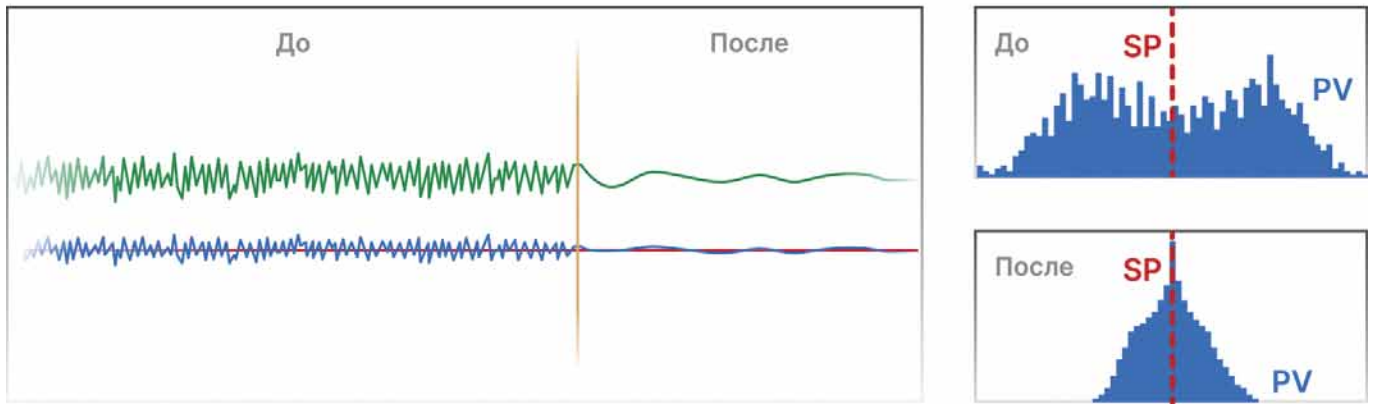


Рис. 10. Гистограмма распределения регулируемой переменной

возможность изменить задание для ведения технологического процесса ближе к границам спецификации. Другими словами, сократить так называемый запас по качеству, что обеспечит не только повышение производительности, но и снижение затрат.

За счет точной и своевременной настройки регуляторов можно снизить потребление энергии и сырья. Как правило, даже незначительное уменьшение потребления ресурсов дает ощутимую экономию. Например, за

счет оптимизации работы систем регулирования зачастую удается получить экономию энергоресурсов на 0,5–2%. Более точное регулирование технологических процессов часто ведет к увеличению выхода готовой продукции. Оптимизация режимов работы может повысить производительность до 10%.

#### Реестр отечественного ПО

ПО «САР-эксперт» внесено в Реестр российского программного обеспечения Минкомсвязи России под

номером 28066. В реестре отнесен к классу 18.10 (средства усовершенствованного управления технологическими процессами). Подробнее познакомиться с программным продуктом «САР-эксперт», а также загрузить его демоверсию можно на сайте avads.ru.

И. Г. Варламов, ведущий инженер,  
ГК «ИнСАТ», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 989-2249,  
e-mail: [scada@insat.ru](mailto:scada@insat.ru),  
сайт: [insat.ru](http://insat.ru)



# NI-TECH

2026

## 14–16 апреля

Международная выставка инноваций и конкурс научных разработок

# ОТ ИННО ВАЦИИ

📍 КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»  
Петербургское шоссе, 64

**РЕСТЭК**

16+ РЕКЛАМА



[hitech-expo.ru](http://hitech-expo.ru)

**Деловая программа:**

- Санкт-Петербургский промышленный конгресс
- Биржа поставщиков

# К РЕАЛИ ЗАЦИИ