

АВАДС® САР-эксперт

Функциональное описание

Товарные знаки

АВАДС®, AVADS®, АВАДС САР-эксперт являются товарными знаками, принадлежащими ООО «АВАДС СОФТ» (далее по тексту – компания АВАДС СОФТ). Прочие названия и обозначения продуктов в документе являются товарными знаками их производителей, продавцов или разработчиков.

Интеллектуальная собственность

Правообладателем продукта АВАДС САР-эксперт является компания АВАДС СОФТ. Все права защищены. Данный документ является результатом интеллектуальной деятельности, права на который принадлежат компании АВАДС СОФТ. Все материалы данного документа, а также его части/разделы могут свободно размещаться на любых сетевых ресурсах при условии указания на них источника документа и активных ссылок на сайт компании АВАДС СОФТ: www.avads.ru. При использовании любого материала из данного документа несетевым/печатным изданием обязательно указание в этом издании источника материала и ссылок на сайт компании АВАДС СОФТ: www.avads.ru. Цитирование информации из данного документа в средствах массовой информации допускается при обязательном упоминании первоисточника информации и компании АВАДС СОФТ. Любое использование в коммерческих целях информации из данного документа, включая (но не ограничиваясь этим) воспроизведение, передачу, преобразование, сохранение в системе поиска информации, перевод на другой (в том числе компьютерный) язык в какой-либо форме, какими-либо средствами, электронными, механическими, магнитными, оптическими, химическими, ручными или иными, запрещено без предварительного письменного разрешения компании АВАДС СОФТ.

О документе

Материал, содержащийся в данном документе, прошел доскональную проверку, но компания АВАДС СОФТ не гарантирует, что документ не содержит ошибок и пропусков, поэтому оставляет за собой право в любое время вносить в документ исправления и изменения, пересматривать и обновлять содержащуюся в нем информацию.

Оглавление

Оглавление	3
Введение	4
Назначение продукта	4
Поддерживаемые платформы.....	4
Основные функции и интерфейс программы	5
Основные функции программы	5
Интерфейс программы.....	5
Панель выбора.....	6
Панель навигации.....	6
Основное окно.....	Ошибка! Закладка не определена.
Контурсы	6
Настройка подключений	8
Редактор формул.....	8
Настройки приложения.....	9
Сценарий использования программы	10
Подготовка программы	10
Архивирование данных и выделение из них фрагментов.....	10
Идентификация	11
Расчет настроек и моделирование	11
Архивы	12
Расчет статистики	12
Отчеты.....	12
Взаимодействие с другими программами.....	13
Лицензирование	15
ДЕМО-версия определить место – лицензирование?	15
Активация лицензии	15

Введение

Назначение продукта

Программа АВАДС САР-эксперт (САР-эксперт) предназначена для настройки ПИД-регуляторов. Она выполняет идентификацию объекта регулирования, определяет его модель, рассчитывает настройки, проводит имитационное моделирование, архивирует результаты и формирует отчеты. Продукт ориентирован на повышение эффективности работы систем автоматического регулирования в производственных процессах.

САР-эксперт является российским продуктом.

Поддерживаемые платформы

САР-эксперт — кроссплатформенный продукт, использующий независимые от операционной системы и аппаратной платформы решения. Поддерживаются:

- Windows (AMD64)
- Linux (AMD64)

Работоспособность на конкретной платформе ARM64 следует уточнять в технической поддержке.

Основные функции и интерфейс программы

Основные функции программы

- 1. Сбор и хранение данных:**
 - Получение значений технологических переменных в реальном времени (OPC UA клиент).
 - Архивирование данных с использованием сервера архивирования АВАДС СА.
- 2. Отображение данных:**
 - Визуализация текущих и архивных данных в виде трендов.
 - Масштабирование и навигация по данным.
 - Выбор фрагментов данных для анализа в модуле расчётов.
- 3. Расчёты и моделирование:**
 - Идентификация объекта и расчёт настроек регулятора.
 - Моделирование переходных процессов на основе рассчитанных данных.
 - Архивирование параметров модели и настроек регулятора.
- 4. Статистический анализ:**
 - Вычисление средних значений, СКО и других показателей.
 - Визуализация результатов в виде гистограмм.
 - Сравнение двух фрагментов данных.
- 5. Формирование отчётов:**
 - Создание отчётов по результатам расчётов.
 - Генерация отчётов по статистическому анализу.

Интерфейс программы

На рисунке показан интерфейс программы САР-эксперт.



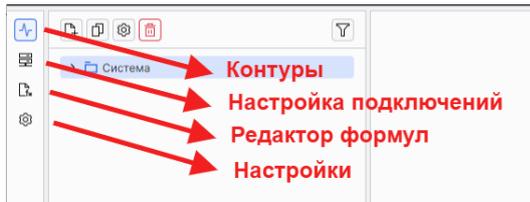
Он состоит из трёх основных областей:

1. **Панель выбора:** используется для переключения основного окна и настройки параметров.
2. **Панель навигации:** содержит дерево папок и контуров.
3. **Основное окно:** отображает данные в зависимости от выбранного пункта на панели выбора.

В верхней строке интерфейса расположена кнопка **Запустить опрос**, которая запускает сбор данных OPC-переменных (за исключением тех, для которых опрос отключён в подразделе **Общие** свойств контура). После начала сбора данных кнопка изменяется на **Остановить опрос**.

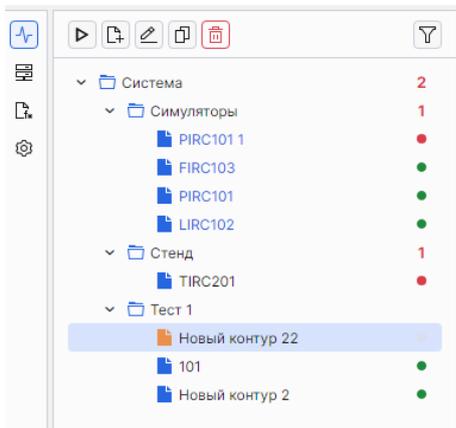
Панель выбора

Панель выбора (1) включает четыре иконки, которые управляют содержимым основного окна программы.



Панель навигации

Панель навигации (2) представляет собой стандартное дерево, в котором контуры могут быть сгруппированы в папки по технологическому назначению или по другим принципам на усмотрение пользователя.



Контуры

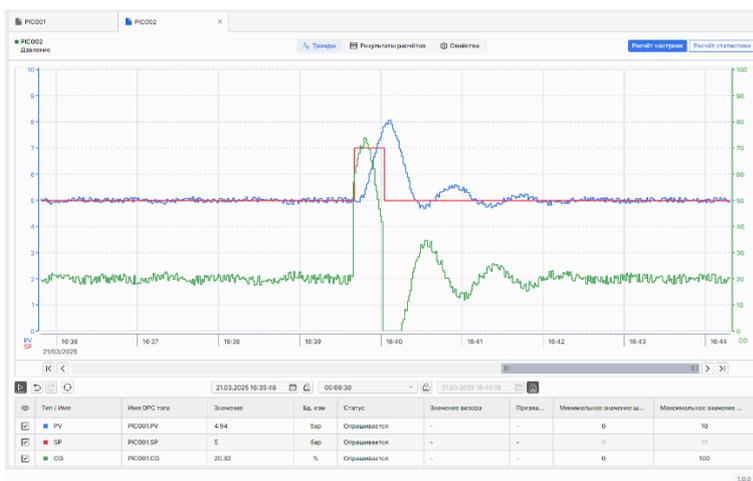
Контур – минимальная единица конфигурации системы. Одна конфигурация может включать от одного до нескольких сотен контуров. Все контуры имеют одинаковый набор свойств.

Для каждого контура в отдельной вкладке настраивается тренд, отображающий регулируемую переменную, задание регулятору и управляющее воздействие. Расчёт настроек выполняется отдельно для каждого контура, при этом одновременно возможен только один расчётный процесс (идентификация → расчёт настроек → моделирование). Архив расчётов также индивидуален.

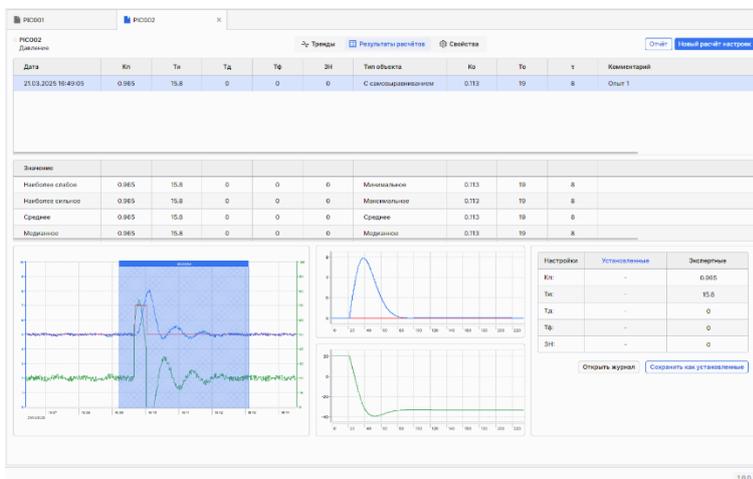
Контуров можно группировать в папки, но их имена должны быть уникальными во всей системе.

Основное окно (3) содержит вкладки с информацией о контурах, позволяя быстро переключаться между ними и одновременно наблюдать или настраивать несколько контуров. Имя вкладки соответствует названию контура в **Панели навигации**. В каждой вкладке есть три закладки: **Тренды**, **Результаты расчетов** и **Свойства**.

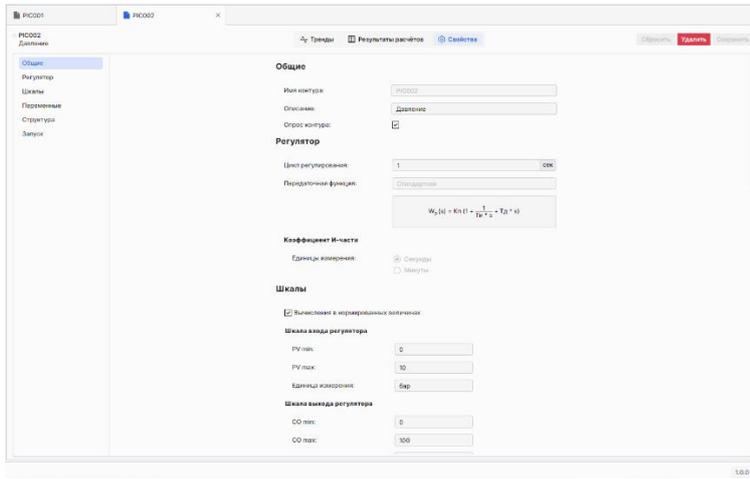
Закладка **Тренды** отображает графики переменных контура – PV, SP и CO. Кроме того, здесь отображаются и другие переменные, если они были заданы на закладке **Свойства** по кнопке **Добавить переменную**.



Закладка **Результаты расчетов** отображает результаты расчетов и моделирования переходных процессов.

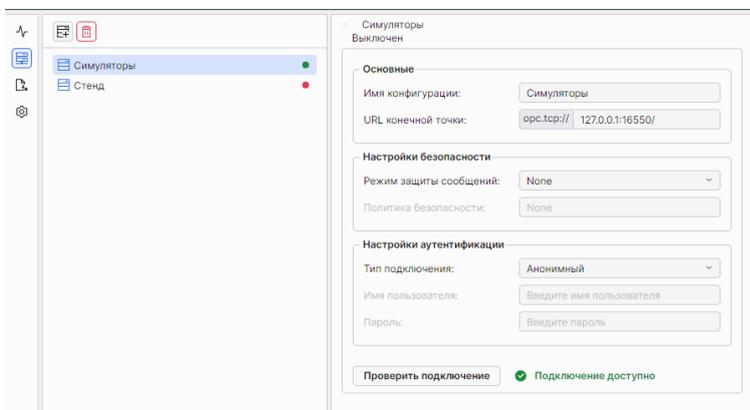


Закладка **Свойства** содержит параметры, описывающие работу контура и необходимые для расчёта настроек и моделирования. В их числе: передаточная функция регулятора, шкалы, параметры исполнительного устройства. Также в этом разделе выполняется привязка к OPC-тегам технологических переменных, которые используются программой CAP-эксперт для идентификации объекта.



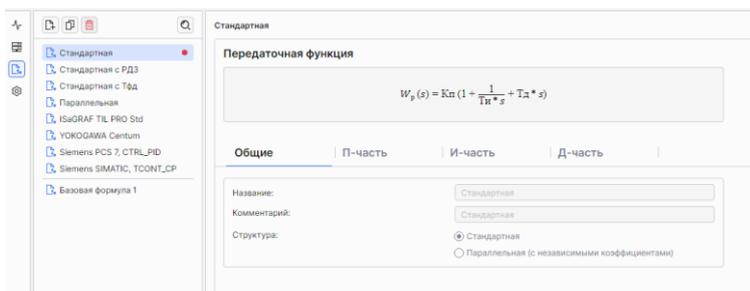
Настройка подключений

Основное окно содержит набор параметров соединения с OPC-сервером для выбранного в **Панели навигации** подключения.



Редактор формул

Основное окно содержит конфигуратор формул, позволяющий задать форму передаточной функции регулятора, если необходимая формула отсутствует среди предустановленных.



Настройки приложения

Окно содержит общие настройки конфигурации системы, такие как версия программы, лицензия, внешний вид и дополнительные.

The screenshot shows a settings window titled "Настройки приложения" (Application Settings). It is organized into several sections:

- Версия программы** (Program Version):
 - Версия ядра (Kernel version): 1.0.0
 - Версия хранилища (Storage version):
- Лицензия** (License):
 - Статус лицензии (License status): Лицензия активирована (License activated)
 - Лицензировано для (Licensed for): InSAT инженеры (InSAT engineers)
 - Дистрибьютор (Distributor): DEV
 - Срок окончания лицензии (License expiration date): *
 - Доступные версии (Available versions): 1.*
 - There is a blue button labeled "Обновить лицензию" (Update license).
- Внешний вид** (Appearance):
 - Цвет пера PV: #367BF5
 - Цвет пера SP: #F22738
 - Цвет пера CO: #44A754
 - Цвет пера аппроксимации: #EC8F4C
 - Цвет выделения первого отрезка: Бледно-голубой (Pale blue)
 - Цвет выделения второго отрезка: Красный рубин (Red ruby)
- Дополнительные** (Additional):
 - Уровень OPC переменной для отображения имени: 2

Сценарий использования программы

Настройка регуляторов включает несколько этапов: подготовка, выделение фрагмента данных, идентификация объекта регулирования, расчет параметров и подготовка отчетов.

Выполнить подготовку программы. Сначала выполняется поиск фрагмента данных, содержащий переходный процесс, на основе которого будет проводиться идентификация. В результате идентификации строится упрощенная модель объекта и выполняется поиск ее параметров. После этого рассчитываются и корректируются с помощью моделирования оптимальные настройки регулятора, обеспечивающие требуемое качество управления.

Процедура включает несколько этапов:

- Подготовка программы.
- Поиск и выделение переходного процесса для идентификации.
- Идентификация.
- Расчет настроек и моделирование.
- Сохранение результатов расчета.

Ниже рассмотрены основные шаги настройки регулятора в АВАДС САР-эксперт.

Подготовка программы

Запустить программу АВАДС САР-эксперт. Проверить наличие подключения к источнику данных. Выбрать необходимый контур регулирования. Убедиться, что программа подключена к АСУ ТП. Запустить опрос входных данных. В режиме онлайн наблюдать значения переменных контура (PV, SP, CO).

Архивирование данных и выделение из них фрагментов

Идентификация объекта проводится по переходному процессу, возникшему в системе регулирования, который необходимо найти или инициировать. Существует несколько способов поиска такого процесса или фрагмента, на котором наблюдается переходной процесс. Переходный процесс возникает в ответ на возмущение в системе регулирования. Возмущения возникают в результате воздействий, которые могут быть естественными (возникшими в результате штатной эксплуатации системы регулирования: изменение нагрузки, действия оператора по корректировке технологического процесса) или искусственными (преднамеренными).

Естественные возмущения можно найти в архиве или дожидаться их появления. Это не всегда возможно, т.к. некоторые процессы могут протекать монотонно, без явно выраженных отклонений. Для поиска в архиве необходимо открыть тренд технологических переменных, просмотреть исторические данные и выделить участки с изменениями, соответствующими требованиям к переходным процессам.

Если процессы, возникшие в результате естественных возмущений, не отвечают требованиям к исходным переходным процессам, выполняется проведение активного эксперимента, в котором нужно преднамеренно нанести возмущение с целью получения переходного процесса.

Пользователь выбирает способ нанесения возмущения для получения одного из переходных процессов и создает условия для его реализации в системе управления за пределами программы САР-эксперт. Например, посредством ступенчатого изменения уставки (SP), после чего полученное возмущение должно отразиться на технологических трендах в программе САР-эксперт. Поскольку значения переменных записываются непрерывно, данные с

переходным процессом сохраняются в архиве, откуда их можно извлечь и выделить фрагмент переходного процесса.

Фрагмент должен начинаться с установившихся значений PV, CO и заканчиваться – также установившимися значениями PV и CO. Здесь необходимо определить **термины Начального и Конечного установившихся значений** переменной.

Установившиеся значения переходного процесса – это конкретные значения регулируемой переменной, которые свидетельствуют о достижении стабильного состояния системы до начала и после завершения переходного процесса.

Начальное установившееся значение определяется следующим образом:

- Это значение переменной, наблюдаемое до внесения возмущения, когда система находится в состоянии равновесия.
- Стабильность подтверждается, если в течение, например, 10 секунд изменение величины переменной не превышает установленного порога (например, $\pm 2\%$ от среднего значения).

Конечное установившееся значение определяется так:

- Это значение переменной, которое система достигает после завершения переходного процесса, и оно характеризует новый режим работы.
- Считается, что значение установилось, если в течение аналогичного периода (например, 10 секунд) колебания остаются в пределах $\pm 2\%$ от среднего конечного значения.

Необходимо уточнить, что обозначенные выше параметры (время установки значения и пределы колебаний) приведены для примера и могут отличаться в каждом конкретном случае. Указанные 10 секунд в примере зависят от динамики процесса: для более длительных процессов это значение будет значительно больше.

Такие критерии позволяют объективно зафиксировать моменты, когда система переходит из одного устойчивого состояния в другое, что важно для корректной идентификации объекта и последующего расчёта настроек регулятора.

Идентификация

Идентификация объекта заключается в определении его типа, модели и параметров. Предполагается, что поведение объекта можно описать упрощённой феноменологической моделью, которая отражает основные характеристики реального объекта, достаточные для расчёта параметров регулятора.

Программа **CAP-эксперт** автоматически определяет тип объекта, выбирает формулу модели и рассчитывает ее параметры. При необходимости пользователь может изменить эти параметры, чтобы добиться максимального, насколько это возможно, соответствия поведения модели реальному процессу.

Расчет настроек и моделирование

Моделирование позволяет оценить, как изменится поведение системы регулирования при изменении параметров или внешних условий.

Основная цель — получить ответ на вопрос «Что будет, если?» Например:

- изменить коэффициент усиления;
- изменить задание;
- изменить нагрузку;
- добавить шум;

- изменить параметры модели объекта;
- изменить настройки регулятора;
- и многие другие вопросы.

Моделирование помогает заранее спрогнозировать реакцию системы, подобрать оптимальные настройки регулятора и получить ответы на указанные выше вопросы, экспериментируя не на реальном объекте, а на модели объекта в программе.

Архивы

Программа САР-эксперт содержит три архива:

- данных;
- результатов расчетов;
- установленных настроек.

Архив данных хранит текущие значения технологических переменных (PV, SP, CO и дополнительных переменных при их наличии). Он реализован на базе отечественного программного продукта **АВАДС Сервер Архивирования** от компании **АВАДС СОФТ (avads.ru)**, встроенного в программу. Дополнительная установка, настройка и лицензирование Сервера Архивирования не требуются.

Все изменения переменных контура, отображаемые на закладке **Тренды** в **Основном окне**, записываются в архив данных в режиме реального времени. Эта закладка представляет собой графическое отображение архива технологических переменных.

Расчет статистики

Статистический анализ предназначен для оценки характеристик работы системы за выбранный период. Он позволяет вычислить такие показатели, как среднее значение регулируемой переменной, среднеквадратическое отклонение, интегрированная абсолютная ошибка, суммарный ход клапана и количество реверсов. Эти данные помогают определить стабильность системы и качество работы регулятора.

Сравнительный статистический анализ используется для оценки изменений в системе до и после настройки регулятора. Он позволяет сопоставить ключевые параметры двух участков и оценить эффективность внесенных изменений.

Отчеты

Отчеты предназначены для анализа и документирования результатов расчета настроек регулятора и статистической обработки переходных процессов. **Отчет по расчету** фиксирует параметры модели объекта, характеристики контура и настройки регулятора, что позволяет сравнивать различные методы настройки и их влияние на динамику системы. **Отчет по статистике** помогает оценить и сравнить параметры нескольких переходных процессов, выявить тенденции и обоснованно выбирать оптимальные настройки. Оба отчета можно сохранить или распечатать для дальнейшего использования.

Взаимодействие с другими программами

Программа САР-эксперт может получать данные от любого OPC-сервера, включая симулятор, который поставляется совместно с ней, но не входит в её состав.

Симулятор замкнутого контура

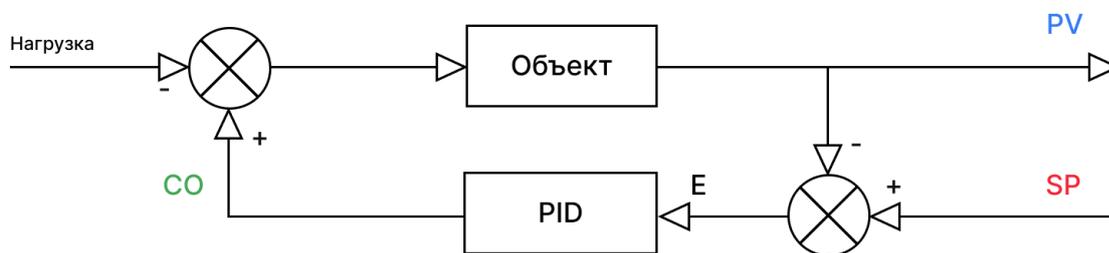
Симулятор предназначен для работы программы САР-эксперт в демонстрационном режиме (в этом режиме подключение возможно только к данному симулятору), а также для обучения и тренировки в настройке регуляторов.

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 по OPC UA

Симулятор включает встроенный OPC UA сервер, обеспечивающий доступ к данным в реальном времени. Подключение возможно из внешних OPC UA клиентов.

Внешний вид симулятора представлен на рисунке.

САР: opc.tcp://127.0.0.1:4840

АВАДС

Регулятор



PV: 5.07

SP: 5

CO: 20.4

Режим: Ручной Авто

Настройки

Кп:

Ти:

Тд:

ЗН:

Тф:

Клапан

Гистерезис:

Мин. перем:

Скорость:

Нижн. огр:

Верхн. огр:

Объект

Ко:

То 1:

То 2:

τ:

Шум:

Шкала датчика

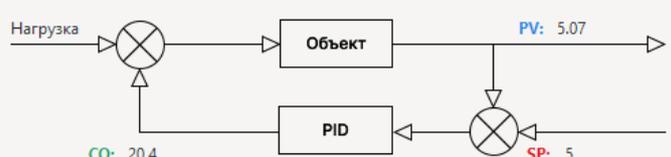
Мин:

Макс:

Нагрузка

Величина:

Смещение:



Нагрузка → (summing junction) → PID → Объект → PV: 5.07

CO: 20.4 → (summing junction) ← SP: 5

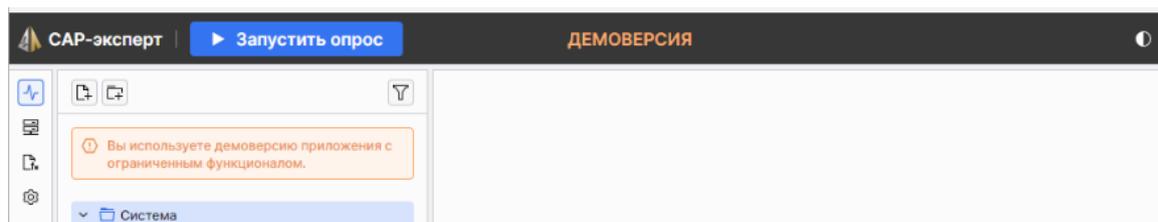
↻
Применить

Лицензирование

Для лицензионной защиты программы САР-эксперт используется программный ключ. Программа поставляется «как есть». Для получения информации о приобретении обращайтесь в отдел продаж или посетите официальный сайт компании АВАДС СОФТ: www.avads.ru.

ДЕМО-версия

При первом запуске САР-эксперт работает в демо-режиме с ограничением на подключение: программа может опрашивать только OPC-сервер программного симулятора контура регулирования, который поставляется совместно с программой. При этом вся расчетная часть остается полнофункциональной.



После активации лицензии становится возможным подключение к любым OPC-серверам и настройка собственных регуляторов.

Активация лицензии

При покупке коммерческой версии программы САР-эксперт пользователь получает код активации. Чтобы программа начала работать в соответствии с купленной лицензией код активации необходимо ввести в систему.

Внимание! Для выполнения процедуры активации компьютер, на который устанавливается САР-эксперт должен быть подключен к Интернет. После завершения активации компьютер можно отключить от Интернета.

Чтобы ввести код активации надо кликнуть кнопкой мыши на иконке настроек, в открывшемся окне настроек кликнуть по кнопке **Активировать**. После этого на экране появится форма для ввода кода активации.

После ввода ключа активации САР-эксперт связывается через интернет с сервером компании АВАДС Софт и тот присылает обратно электронный ключ, который привязывает данную копию САР-эксперт к компьютеру. После успешного завершения этой процедуры на экране появится сообщение об активации продукта.

Лицензирование симулятора

Симулятор не требует лицензии и распространяется свободно.