

Министерство образования и науки России  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»

А.В. Герасимов, А.С. Титовцев

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ АСУТП С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SCADA-СИСТЕМ

Учебное пособие

Казань  
Издательство КНИТУ  
2014

УДК 658.51.012.011.56:004(075)

ББК 32.965:32.97я7

**Герасимов А.В.**

Проектирование АСУТП с использованием SCADA-систем : учебное пособие / А.В. Герасимов, А.С. Титовцев; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2014. – 128 с.

ISBN 978-5-7882-1514-3

Является руководством к выполнению курсового проекта по курсам «Интегрированные системы проектирования и управления», «Проектирование АСОИУ». Предназначено для студентов, обучающихся по специальностям 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств», 230102 «Автоматизированные системы обработки информации и управления», а также по направлениям 220400 «Управление в технических системах», 220700 «Автоматизация технологических процессов и производств», 230100 «Информатика и вычислительная техника».

Подготовлено на кафедре интеллектуальных систем и управления информационными ресурсами.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Казанского национального исследовательского технологического университета

Рецензенты: зав. каф. автоматики и электротехники КГАСУ  
д-р техн. наук, проф. *Г.И. Захватов*  
зав. каф. автоматизации технологических  
процессов и производств КГЭУ  
д-р техн. наук, проф. *К.Х. Гильфанов*

ISBN 978-5-7882-1514-3

© Герасимов А.В., Титовцев А.С., 2014

© Казанский национальный исследовательский  
технологический университет, 2014

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время практически все используемые в промышленности производственные системы оснащены средствами автоматизации: от локальных систем контроля и стабилизации параметров технологических процессов до мощнейших автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП), для создания которых используют современные технологии с помощью компьютерных средств автоматизации и информационных технологий разного уровня.

Прогресс в области информационных технологий обусловил развитие основных составных частей таких систем. Современные удаленные терминалы, которые строят на основе микропроцессорной техники, работают под управлением операционных систем реального времени, при необходимости объединяются в сеть, непосредственно или через сеть взаимодействуют с интеллектуальными электронными датчиками объекта управления и компьютерами верхнего уровня.

Одной из важных проблем, которые решают в процессе создания современных систем промышленной автоматизации, является выбор технических, программных и инструментальных средств для реализации необходимых алгоритмов контроля и управления. Успех программно-технических комплексов разной архитектуры на рынке средств промышленной автоматизации, с одной стороны, дает широкие возможности для создания высококачественных АСУТП, с другой стороны, требует обоснованного и тщательного подхода к принятию технических решений относительно состава аппаратуры и программного обеспечения.

Для повышения качества и сроков проектирования специального программного обеспечения используют специализированные программные средства. Такие комплексные программы для другого, более приоритетного, направления создания систем называются системами диспетчерского управления и сбора данных, или SCADA-системами.

## ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовой проект выполняется в интегрированной среде разработки SCADA-системы Tracе Mode. Исходя из варианта задания, необходимо разработать информационную и математическую основу проекта, а также создать соответствующие мнемосхемы.

Требуется разработать проект автоматизированной системы управления технологическим процессом водоподготовки. Схема процесса представлена на рисунке ниже и включает две емкости, соединенные трубопроводом, на котором определенным образом установлены вентили, расходомеры и насос.

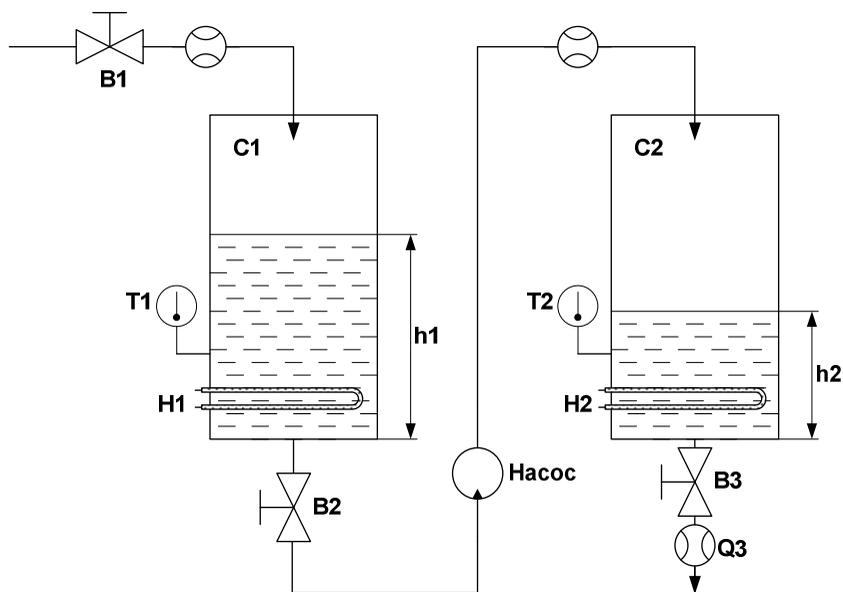


Схема технологического процесса: C1 – емкость 1; C2 – емкость 2;

B1 – вентиль 1; B2 – вентиль 2; B3 – вентиль 3;

H1 – нагреватель 1; H2 – нагреватель 2;

Q1 – расходомер на входе в первую емкость; Q2 – расходомер на входе во вторую емкость; Q3 – расходомер на выходе из второй емкости;

T1 – датчик температуры 1; T2 – датчик температуры 2;

h1 – уровень воды в первой емкости; h2 – уровень воды во второй емкости

Технологический процесс состоит из следующих этапов.

- 1) Открываются В1, В2 и В3. Включается насос.
- 2) Начинает заполняться С1, идет перекачка из С1 в С2, идет слив из С2. Расход через Q1 – 150 л/с, расход через Q2 – 110 л/с, расход через Q3 – 50 л/с.
- 3) После достижения  $h_1=1,5\text{м}$  закрываются В1 и В3. Перекачка продолжается.
- 4) После того, как С1 опустеет, отключается насос, закрывается В2, открывается В3.
- 5) После полного слива из С2 закрывается В3.
- 6) Повторяются пункты (2-5) до момента выхода из программы.

Внутренний диаметр сосудов – 1 м. Высота сосудов – 4 м. Мощность нагревателей задается пользователем, исходя из удобства визуализации процесса.

Начальное состояние системы – оба сосуда пустые, все вентили закрыты, нагреватели отключены, температура воды 20°C.

## **ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ПРОЕКТА**

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графического материала.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать следующие разделы:

1. Введение.
2. Краткое описание технологического процесса и технологического регламента. Характеристика объекта автоматизации с позиций задач управления.
3. Основные решения по автоматизации технологических процессов:
  - а) принятые проектные решения по техническому уровню и степени автоматизации;

б) предлагаемая структура управления технологическим процессом с указанием ее иерархического построения, мест расположения пунктов контроля и управления.

4. Обоснование выбора приборов и средств автоматизации с учетом условий эксплуатации, метрологических данных, быстродействия, надежности, экономичности и возможности построения эффективной информационно-управляющей системы технологическим объектом.

5. Спецификация на приборы и средства автоматизации, а также средства вычислительной техники.

6. Описание алгоритмов регулирования, а также разработки графических интерфейсов пультов управления.

7. Заключение.

Проект должен содержать следующий графический материал:

1) функциональную схему автоматизация технологического процесса;

2) схему привязки полевого оборудования к контроллерам и узлам верхнего уровня АСУТП, отражающую техническую структуру системы;

3) компоновочный чертеж щита и план операторского помещения (выполняется по указанию преподавателя);

4) схему соединения внешних электрических и трубных проводок системы автоматизации (выполняется по указанию преподавателя).

# 1. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСУТП С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SCADA-СИСТЕМ

## 1.1. Общие понятия о SCADA-системах

Концепция SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition* – диспетчерское управление и сбор данных) predeterminedена всем ходом развития систем управления и результатами научно-технического прогресса.

Применение SCADA-технологий позволяет достичь высокого уровня автоматизации в решении задач разработки систем управления, сбора, обработки, передачи, хранения и отображения информации.

На сегодняшний день SCADA-технология включает:

- 1) инструментальные средства проектирования автоматизированных систем сбора данных и управления;
- 2) проблемно-ориентированный язык проектирования программного обеспечения для автоматизации производства и экспериментальных исследований;
- 3) прикладные системы автоматизации;
- 4) технологии автоматизации производства.

Дружественность человеко-машинного интерфейса (НМИ/ММИ), предоставляемого SCADA-системами, полнота и наглядность представляемой на экране информации, доступность «рычагов» управления, удобство пользования подсказками и справочной системой и т.д. – все это повышает эффективность взаимодействия диспетчера с системой и сводит к нулю его критические ошибки при управлении.

Следует отметить, что концепция SCADA, основу которой составляет автоматизированная разработка систем управления, позволяет решить еще ряд задач, долгое время считавшихся неразрешимыми: сократить сроки разработки проектов по автоматизации и прямые финансовые затраты на их разработку.

В настоящее время SCADA является основным и наиболее

перспективным методом автоматизированного управления сложными динамическими системами (процессами).

В названии SCADA присутствуют две основные задачи, возлагаемые на системы этого класса:

- сбор данных о контролируемом процессе;
- управление технологическим процессом, реализуемое ответственными лицами (диспетчерами) на основе собранных данных и правил (критериев, алгоритмов), выполнение которых обеспечивает наибольшую эффективность технологического процесса.

Спектр функциональных возможностей определен самой ролью SCADA в системах управления и реализован практически во всех программных пакетах:

- автоматизированная разработка, дающая возможность создания ПО системы автоматизации без реального программирования;
- сбор первичной информации от устройств нижнего уровня (с датчиков и контроллеров);
- обработка и преобразование первичной информации;
- управление и регистрация алармов (сигналов об аварийных или нештатных ситуациях) и исторических данных;
- хранение информации с возможностью ее пост-обработки (как правило, реализуется через интерфейсы к различным базам данных);
- визуализация хода технологического процесса – представление текущей и архивной информации в виде мнемосхем, графиков, гистограмм, таблиц и т.п.;
- прием команд оператора и передача их для исполнения контроллерам устройств сбора данных и исполнительных механизмов;
- формирование и печать сводок, отчетов, протоколов о работе оборудования и других отчетных документов;
- регистрация событий, связанных с контролируемым технологическим процессом, состоянием системы и действиями персонала;
- использование текущей информации для решения задач

пользователя;

- средства исполнения прикладных программ;
- возможность работы прикладной системы с наборами параметров, рассматриваемых как «единое целое» – рецептами («recipe» или «установки»);
- организация связи с устройствами, подключенными к информационной сети;
- обмен информацией с автоматизированной системой управления предприятием;
- защита от несанкционированного вмешательства в функционирование SCADA-системы и в контролируемый процесс;
- самоконтроль и самодиагностика SCADA-системы.

## **1.2. Общие сведения о SCADA-системе Trace Mode**

Программные продукты класса SCADA-систем широко представлены на мировом рынке. Наиболее распространенные из них:

- InTouch (*Wonderware*, США);
- iFIX (*Intellution*, США);
- Citect (*Ci technologies*, Австралия);
- Trace Mode (*AdAstrA Research Group*, Россия);
- Genesis (*Iconics*, США);
- SIMATIC WinCC (*Siemens*, Германия);
- Factory Link (*US Data Corp.*, США);
- Sitex (*Jade SoftWare*, Великобритания);
- Real Flex (*BJ Software Systems*, США).

В рамках данного проекта для разработки АСУТП была выбрана SCADA-система Trace Mode.

Trace Mode 6 – это программный комплекс, предназначенный для разработки и запуска в реальном времени распределенных автоматизированных систем управления технологическими процессами и решения ряда задач управления предприятием (АСУП).

Основные возможности Trace Mode:

- интегрированная инструментальная среда многопользовательской разработки (более 10 редакторов);
- единый проект для распределенной АСУ (контроль целостности, масштабируемость, отладка и диагностика в реальном времени);
- автостроение проекта (каналов для ПЛК/УСО, связей с серверами/ОПС-серверами, импорт/экспорт базы каналов по ODBC);
- библиотеки драйверов к ПЛК/УСО (2087), алгоритмов обработки данных и управления (более 150), графических объектов (1116 изображений и 596 анимированных объектов), комплексные технологические объекты;
- полная поддержка всех языков стандарта IEC-61131-3;
- адаптивное регулирование (периодическая или непрерывная подстройка ПИД-регуляторов в автоматическом или полуавтоматическом режиме);
- мощные средства отладки (отладчики компонентов проекта, средства отладки и диагностики в режиме реального времени);
- встроенная система горячего резервирования (автоматическое резервирование большинства компонентов, контроллеры с двойным и с тройным резервированием, диагностика достоверности сигналов с датчиков, поддержка аппаратного сторожевого таймера и др.);
- собственный генератор отчетов (формирование документов в автоматическом непрерывном режиме);
- автодокументирование проекта (автоматическая генерация полной отчетной документации по проекту АСУТП);
- система безопасности (система паролей и прав различных групп пользователей, протоколирование доступа);
- промышленная база данных реального времени (СУБД реального времени SIAD/SQL 6 с функциями автоматического восстановления поврежденных архивов, динамической оптимизации объема записываемой информации в реальном времени, статистическая обработка архивных данных);

- открытость и связи с СУБД (DDE, OPC, SQL/ODBC, DLL, ActiveX).

Базовая структура Trace Mode представлена ниже.

**1) TRACE MODE 6 интегрированная среда** для разработки и отладки приложений АСУТП и АСУП, включающая редакторы графических экранных форм, программ на языках FBD, SFC, LD, ST, IL, шаблонов документов, SQL-запросов, паспортов оборудования (EAM), персонала (HRM), материальных ресурсов (MES).

### **2) Серверные исполнительные модули SCADA/HMI:**

1. RTM-монитор реального времени – основной сервер реального времени, который осуществляет прием данных с контроллеров, плат ввода/вывода и систем телемеханики через встроенные протоколы, драйверы, OPC- или DDE-клиенты (версии МРВ: с автоматическим горячим резервированием, адаптивным регулированием, со встроенным OPC-сервером, GSM-сервером, документированием и др.).

2. Глобальный сервер документирования – предназначен для подготовки документов произвольной формы и любой сложности в реальном времени.

3. Выделенный сервер промышленной СУБД РВ SIAD/SQL 6.

4. Глобальный регистратор – выделенный сервер исторического архива.

5. Микро TRACE MODE – исполнительные модули реального времени для установки в контроллеры (версии Микро МРВ: поддерживающие обмен через GSM-интерфейс, коммутируемую телефонную сеть, с адаптивным регулированием, с автоматическим горячим резервированием и др.).

### **3) Клиентский исполнительный модуль SCADA/HMI:**

NetLink Light – графическая HMI-консоль для создания дополнительных автоматизированных рабочих мест операторов в распределенной АСУТП для визуализации технологического процесса и супервизорного управления.

Для решения задач АСУП в TRACE MODE 6 интегрирован пакет T-FACTORY. Он включает серверный исполнительный модуль MES/EAM/HRM – сервер T-FACTORY и клиентский исполнительный

модуль MES/EAM/HRM – консоль T-FACTORY. T-Factory 6 относится к классу MES-систем (manufacturing execution system) и решает такие задачи управления производственным бизнесом, как планирование и контроль исполнения производственных заданий, учет производственных затрат, сырья, энергии, производственных и людских ресурсов, расчет себестоимости выпускаемой продукции, материальных балансов, контроль отклонения фактических значений этих параметров от нормативов, учет и техническое обслуживание производственного оборудования, снижение его простоев, учет персонала и т.д.

Разработка системы контроля и управления в SCADA-системе включает следующие этапы:

- разработка архитектуры системы автоматизации в целом (на этом этапе определяется функциональное назначение каждого узла системы автоматизации);
- решение вопросов, связанных с возможной поддержкой распределенной архитектуры, необходимостью введения узлов с «горячим резервированием» и т.п.;
- создание прикладной системы управления для каждого узла (на этом этапе специалист в области автоматизируемых процессов наполняет узлы архитектуры алгоритмами, совокупность которых позволяет решать задачи автоматизации);
- приведение в соответствие параметров прикладной системы с информацией, которой обмениваются устройства нижнего уровня (например, программируемые логические контроллеры – ПЛК) с внешним миром (датчики технологических параметров, исполнительные устройства и др.);
- отладка созданной прикладной программы в режиме эмуляции.