

ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ В&R 2000 В АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Л.С. ГЕРАСИМОВИЧ, академик НАНБ;

И.И. ГИРУЦКИЙ, к.т.н., доцент; Ю.В. ГАГАКОВ, инженер (БГАТУ)

Одним из трудоемких этапов создания и тестирования адекватных систем управления является проведение экспериментальных исследований по идентификации параметров технологических объектов. Все, кто решал подобные задачи в недалеком прошлом, помнит сложности этих решений при использовании различных механических или оптико-механических самописцев. Практически неразрешимое противоречие существовало между необходимым быстрейшим и длительностью эксперимента, трудности снятия данных и их обработки. Причем ЭВМ можно было использовать только на стадии обработки экспериментальных исследований.

Использование приборов, не имеющих программно-технических средств связи с компьютером, делает весьма трудоемким и утомительным процесс переноса и обработки собранной информации, увеличивает возможность грубых ошибок. Сопряжение же приборов с компьютером кроет в себе основную трудность: выходные сигналы приборов (если вообще они есть) имеют различную физическую природу (напряжение, ток, импульсные или квазинепрерывные и т.д.), а компьютер понимает только язык двоичных цифр, причем переданных ему строго определен-

ным образом. Эта проблема решается применением специальной аппаратуры сопряжения или интерфейсов связи компьютера с измерительными приборами. Кроме того, персональные компьютеры не приспособлены к сложным условиям работы на реальном производственном объекте[1].

В сложившейся ситуации весьма благоприятной альтернативой может послужить применение микропроцессорных контроллеров - специализированных устройств построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП). Т.е. экспериментальные исследования технологического объекта можно проводить с помощью устройства, на котором в будущем будет осуществляться разработка системы управления. Такой подход позволяет экономить и время, и немалые деньги, кроме того, позволяет изучить и получить опыт практического применения микропроцессорного контроллера, что, несомненно, улучшит и разработку АСУТП. Программируемые контроллеры обладают развитым интерфейсом ввода/вывода электрических сигналов, что позволяет подключать к ним разнообразные датчики. Кроме того, современные компьютеризированные контроллеры обладают дос-

таточным объемом памяти и позволяют сформировать файлы данных, совместимых с популярными пакетами обработки Excel, Matcad, Statistic и другие. Программирование контроллеров осуществляется с помощью программатора, либо с помощью обычного персонального компьютера на стандартных языках программирования. Широкий ряд предлагаемых контроллеров делает возможным их применение для решения задач автоматизации любой сложности. Развитая блочно-модульная структура позволяет создавать устройства, наилучшим образом ориентированные на определенный тип оборудования и используемую технологию.

Как правило, программируемые контроллеры имеют следующую структуру:

- центральный процессор (один или несколько);
- блоки входов/выходов (дискретные (транзисторные, релейные), аналоговые);
- параметрические блоки;
- блоки коммутации (RS 323, RS 422/485, "токовая петля" и т.д.)
- специальные модули (позиционирования, прерывания, удаленные блоки);
- дополнительные опции (пульта управления, дисплеи, мониторы).

Рассмотрим на конкретных примерах применение компьютеризированных контроллеров серии В&R 2000 в автоматизации экспериментальных исследований параметров технологических процессов. Модульность и полная совместимость - вот принципы построения системы автоматизации В&R 2000. Аппаратно система содержит три класса контроллеров - 2003, 2005 и 2010, каждый из которых, в свою очередь, может быть сконфигурирован под определенную цель. Такой подход позволяет легко выбрать соответствующую аппаратную платформу под конкретную задачу. SYSTEM 2000 обеспечивает выполнение логических и аналоговых функций, сбор и накопление данных, учет аварий и статистический анализ. SYSTEM 2000 имеет многозадачную операционную систему реального времени, специально адаптированную к задачам управления технологическими процессами. Система программирования - Automation Studio - упрощает конфигурирование и программирование задач автоматизации. Технологические параметры и данные управляемого процесса адресуются символически. Аппаратные средства автоматически распознаются и поддерживаются системой программирования. Automation Studio позволяет программировать на всех стандартных языках: Automation Basic, ANSI-C, IEC 61131-3 - лестничные диаграммы (LAD), список команд (IL), структурированный текст (ST), последовательная функциональная схема

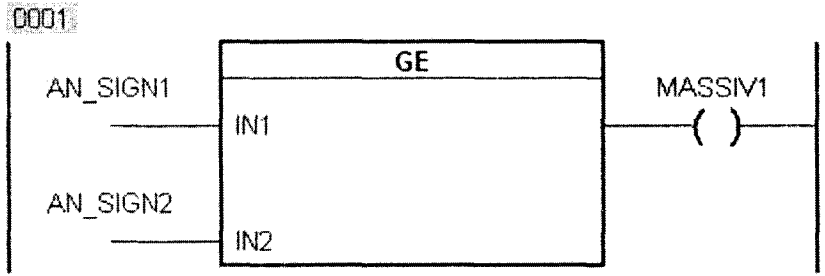


Рис. 1. Фрагмент программы, написанной на языке лестничных диаграмм (LAD) с объявлением аналоговых и дискретных переменных.

(SFC), редактор модулей данных и редактор типов данных. В Automation Studio интегрирован широкий спектр стандартных функциональных блоков - от простых логических и математических операций до протоколов связи и сложных алгоритмов управления. Наличие развитой системы отладки прикладных программ, интерактивной справочной системы и документации на русском языке обеспечивает значительное снижение затрат труда и времени на разработку и внедрение проектов. Наличие встроенных сетевых интерфейсов, таких как CAN и RS-485, создает возможность построения локальных вычислительных сетей [2].

Трассировка переменных установлена в В&R Automation Studio™. Функция формирования выходных данных реализуется с помощью выгодно встроенной внутренней функции контроллера TRACE - т.е. трассировка значений выбранной переменной или на терминал, или во внутреннюю память контроллера, или в выходной файл. Функция TRACE работает в режиме реального

времени, поскольку контроллер имеет встроенный таймер с малой степенью погрешности, приближающейся к нулю. При установке режима MONITOR, выборе необходимой переменной или переменных и запуске функции TRACE происходит запись значений выбранных переменных в реальном времени. **Трассировка переменных** - очень удобный инструмент пуска-наладки. Он дает возможность графически показать временную зависимость значения переменной. Быстро изменяющиеся процессы, типа тех, которые анализирует монитор переменных, можно показать графически и измерить. Значения записываются в режиме реального времени на ПСС В&R, что гарантирует полное представление данных.

Для реализации такого подхода достаточно в программе, написанной на одном из стандартных языков (рис. 1), объявить необходимые переменные и в меню воспользоваться стандартной функцией TRACE (рис. 2).

Нами было разработано устройство измерения расхода стоков на городской канализационной насосной станции (ГКНС№2) г. Борисова на базе ультразвукового уровнемера ЭХО-5 и микропроцессорного контроллера В&R 2003 с процессором CPU 430. Flash-памяти контроллера хватало для записи поступающих объемов стоков в течение семи суток с дискретностью 2 минуты.

Разработанные аппаратура и методика оценки мгновенного поступления стоков на ГКНС №2 позволили определить неравномерность и абсолютные объемы поступления канализационных стоков, что явилось исходной информацией для

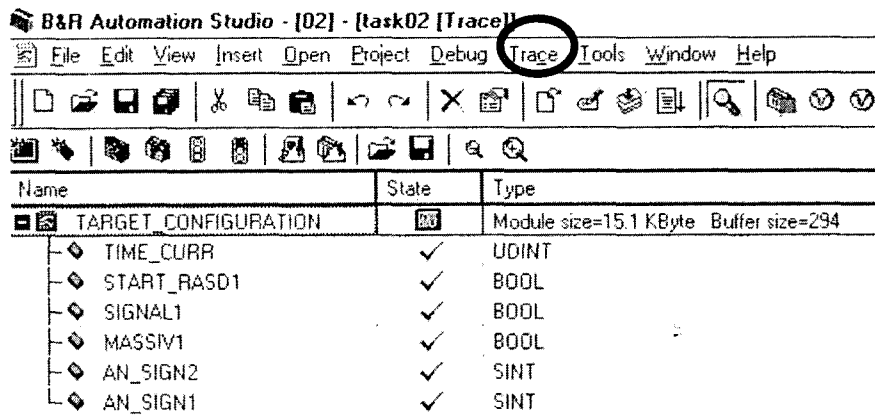


Рис. 2. Меню системы программирования В&R Automation Studio™ с выбором функции TRACE.

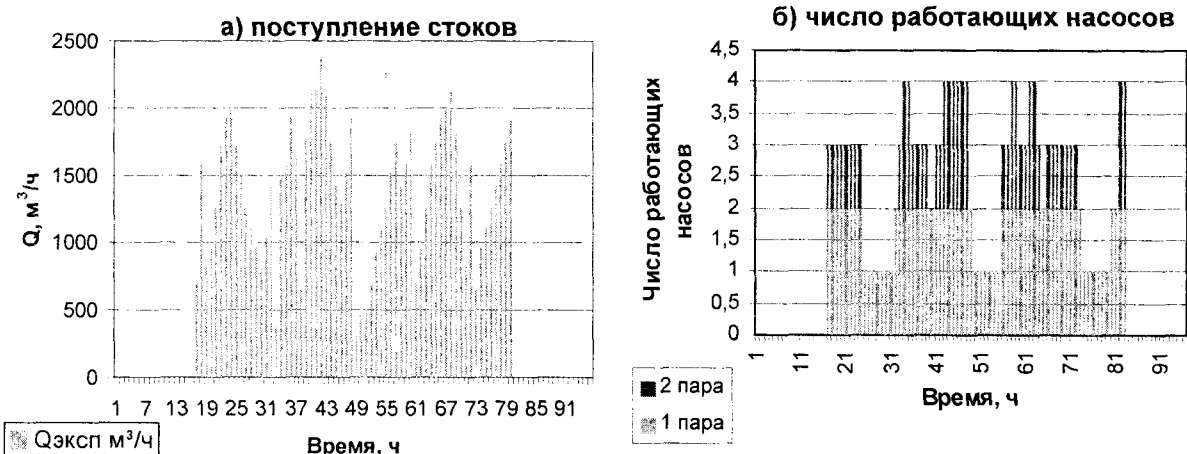


Рис. 3. Экспериментальные данные поступления стоков на ГКНС №2 с 25.05.2001 по 28.05.2001.

выбора вариантов энергосберегающей реконструкции насосной станции [3].

Один недостаток функции TRACE заключается в собственном формате представления данных. При необходимости передачи данных в редакторы обработки необходимо провести дополнительную операцию по подготовке данных, т.е. вручную задать разделители, перераспределить колонки между разделителями и т.д. В большинстве случаев это весьма трудоемкий процесс, в особенности, если необходимо представить массивы структур. Кроме того, часто требуется опрашивать число аналоговых и (или) дискретных датчиков, превышающих число входов у имеющихся в вашем распоряжении входных модулей. Тогда можно реализовать на базе выходных модулей контроллера многовходовой коммутатор. Рассмотрим пример такой программы, написанной на языке Automation Basic (рис. 4).

Программа позволяет производить запись значений с аналоговых входов контроллера и запись полученных результатов в массив данных с дальнейшим транспортированием в ЭВМ в качестве обыкновенного текстового файла с пробелами в качестве разделителей полей данных. Текстовый файл очень удобен как в плане визуального просмотра, так и в качестве импортирования в редакторы обработки данных и построения моделей. В частности, программа Microsoft Excel отлично понимает текстовый файл с разделителями. А средства Excel вполне удовлетворя-

```
(* cyclic program *)
; программа формирования массива структуры данных
; с аналоговых датчиков (ток 0..20 мА, напряжение 0..10 В)

error=RTC_gettime(adr(timer)) ; задаем часы реального времени
mn=timer.minute ; минуты
sc=timer.second ; секунды

if edgepos(d1)=1 then ; по переднему фронту
    k=k+1 ; считаем число импульсов на
endif ; дискретном входе d1.

if flag=1 then ; при включенном флаге
    stepp=stepp+1 ; начинаем формировать шаг
    if stepp>=3000 then ; при достижении заданного значения
        stepp=0 ; шаг приводим в исходное состояние
    endif
    stp=stepp/6 ; делим шаг на 6 чтобы получить реальный адрес
    VT[stp].k1=k ; далее идет запись в массив с текущим адресом
    VT[stp].h1=timer.hour ; записываем время - часы
    VT[stp].m1=timer.minute ; время - минуты
    VT[stp].A1=A_in[0] ; показания с каждого датчика
    flag=0
endif

sc1=sc mod 59 ; производим деление без остатка на 59
st1=step mod 2 ; чтобы в дальнейшем проверить 59 секунд
st2=step/2 ; операция получения реального адреса

if (sc=59) then ; если секунда=59 то
    step=step+1 ; задаем шаг
    if step>=12 then ; если он больше 12
        step=0 ; то обнуляем шаг
    endif
    if (step mod 2)=0 then ; затем проверка на синхронизацию датчиков
        A_in[step/2]=UINT(an1) ; запись значения в переменную
        out1=0 ; с аналогового входа контроллера и выключение выхода
        flag=1 ; с включением флага
    else
        out1=1 ; иначе включение нового датчика
    endif
endif
```

Рис. 4. Текст программы, осуществляющей запись коммутируемых аналоговых сигналов в массив файла формата Excel.

ют для построения несложных математических моделей. Данная программа позволяет гибко оперировать с выходными данными и формой их представления в выходном файле.

Вначале программы инициализируется таймер реального времени и массив структур. Затем задаются шаги для расчетов и математическое приведение шагов к реальным адресам массива. Далее идет проверка на каждую 59 секунду и когда таймер совпадает со значением 59, то происходит опрос аналоговых входов, к которым через релейный коммутатор подключаются датчики со стандартными аналоговыми сигналами. На опрос каждого входа отводится одна секунда, за которую значения аналогового сигнала, переведенные в цифровую форму в диапазоне 0...32768, записываются в массив данных. Далее происходит переключение датчика и процесс повторяется. После заполнения

необходимой части массива данные могут быть переданы в ЭВМ по интерфейсу RS232 и сохранены во внешнем файле на жестком диске.

ВЫВОДЫ

1. Использование компьютеризированных контроллеров позволяет резко сократить трудоемкость экспериментальных исследований по идентификации технологических объектов управления и повысить достоверность и качество получаемых моделей. Сопряжение датчиков с контроллером и последующая обработка полученных данных с помощью прикладных пакетов на ПЭВМ становится стандартной операцией, доступной массовому пользователю.

2. Такая методика позволяет отказаться от приобретения специальной дорогостоящей аппаратуры записи данных и, кроме того, исследователь приобретает опыт использования программируемых контролле-

ров как основного узла будущей системы управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Задков В.Н., Пономарев Ю.В. Компьютер в эксперименте. Архитектура и программные средства систем автоматизации. - М.: Наука. 1988. - 376 с.

2. B&R Automation Studio. Руководство пользователя. Минск. Энтас. 2000. - 90 с.

3. Гируцкий И.И., Гагаков Ю.В., Мухин О.А. Обоснование энергосберегающей реконструкции канализационной насосной станции. Коммерческий учет энергоносителей: Труды 14-й Международной научно-практической конференции 27-29 ноября 2001 года. / Под ред. В.И. Лачкова. - Санкт-Петербург. 2001. - С. 205-208.

УДК 661.185:637.1

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОДОСТРУЙНОЙ МОЙКИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**А.Б. ЯКУБОВСКИЙ; В.С. ВЕТРОВ, к.х.н., (УП "БЕЛНИКТИМП");
Н.И. БОХАН, к.т.н., профессор (БГАТУ)**

Важнейшей особенностью развития современной молокоперерабатывающей отрасли является целенаправленное решение проблемы снижения ресурсопотребления на всех этапах производственного цикла "сырье – готовая продукция".

На производственные цели молоко- и мясoperерабатывающие предприятия АПК Беларуси ежегодно потребляют 15...20 млн. м³ воды в год, 80...85% которой превращается в сточные воды, требующие комплекса технологических мероприятий и средств для их экологически безопасной утилизации. При этом

наибольший объем воды по удельному весу среди общецеховых мероприятий расходуется при проведении мойки, чистки производственных площадей и технологического оборудования, их антисептирования и других санитарно-гигиенических операций (35...40%) [1].

На молокоперерабатывающих предприятиях республики для указанных целей при мойке с использованием шлангов в основном используется вода из сети, что сопровождается значительным расходом, но в то же время незначительным очистительным и антисептирующим эффектом. Реже (до 8% предприятий)

используют моечные установки общехового назначения (типа ЦКБ, ОМ, Karcher, KEW и др.), что обеспечивает некоторое снижение потребления воды, однако повышает потребление энергоресурсов.

С целью повышения производительности и снижения энерго- и ресурсоемкости процесса водоструйной мойки производственных площадей, а также наружных поверхностей технологического оборудования молокоперерабатывающих предприятий проведены исследования по изысканию эффективных рабочих органов.

Исследованиями установлено:
1. Рабочие органы существую-