

Технические средства АСУТП

Сетевые многофункциональные контроллеры

С.В. ТУЧИНСКИЙ, канд. техн. наук,
И.Н. АНДРИЯНОВ, канд. техн. наук
(ЗАО “Экоресурс”)

TUCHINSKY S.V.,
ANDRIYANOV I.N.

Организация циклических процессов с использованием контроллеров серии БАЗИС

Cyclic process organization using BASIS Series controllers

В статье рассмотрены вопросы организации циклических процессов на производстве с использованием контроллеров серии БАЗИС®. Проведен анализ модификаций контроллеров, предназначенных для решения циклических задач. На конкретном примере продемонстрирована применимость данных контроллеров при реализации циклической программы.

The organization of cyclic processes in industry using BASIS® Series controllers is discussed. Controller releases aimed at cyclic tasks are analyzed. A case study demonstrates controllers applicability for cyclic program implementation.

Ключевые слова: циклограмма, циклическое управление, дискретное управление, промышленные контроллеры, серия контроллеров БАЗИС®.

Keywords: sequence diagram, cyclic control, discrete control, industrial controllers, BASIS® Series controllers.

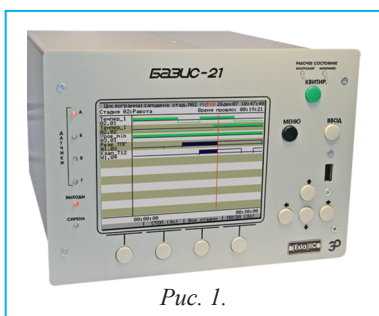


Рис. 1.

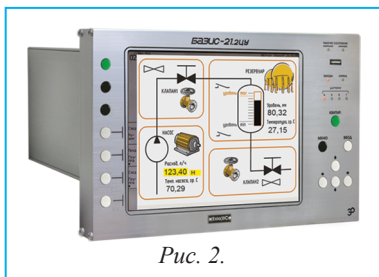


Рис. 2.

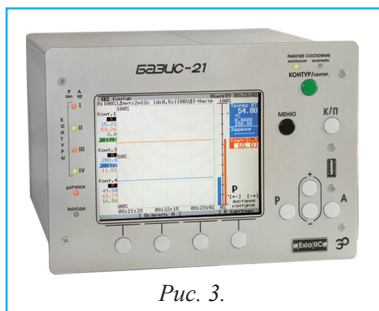


Рис. 3.

Помимо обычных задач управления технологическим процессом на современном производстве, таких как, например, организация различных ПИ- и ПИД-контуров регулирования, технологической сигнализации, блокировок, во многих случаях возникает необходимость реализации управляемых циклических процессов, начиная от простейших (продувка компрессора перед пуском), и заканчивая сложными, поэтапными реакциями органического синтеза. И, разумеется, современные программируемые контроллеры

обязаны предоставлять пользователям возможность организации подобного рода циклических процессов с помощью встроенных средств программирования. В контроллерах серии БАЗИС® для решения этих задач применяется специализированная циклическая программа (циклограмма), позволяющая гибко встроить управление циклическими процессами в общую логику работы.

Цель данной статьи – дать представление о принципах организации и алгоритмах функционирования циклограммы контроллеров серии БАЗИС.

Задавать циклограмму можно в следующих контроллерах (общий обзор серии приведен в [1]):

- БАЗИС-21.Ц (Рис. 1), БАЗИС-21.2Ц;
- БАЗИС-21.ЦУ, БАЗИС-21.2ЦУ (Рис. 2);
- БАЗИС-21.РР (Рис. 3), БАЗИС-21.2РР;
- БАЗИС-21 (с ч/б ЖКИ);
- БАЗИС-12.3Р (Рис. 4).

Необходимо отметить, что некоторые исполнения контроллеров серии БАЗИС являются новейшими разработками ЗАО “Экоресурс”. Например, исполнения БАЗИС-21.2Ц, БАЗИС-21.РР впервые демонстрировались на XI специализированной выставке “Оборудование – Нефть. Газ. Химия – 2009” в г. Волгограде (17 – 19 февраля 2009 г.), а исполнения БАЗИС-21.2ЦУ, БАЗИС-21.2РР – на XVII международной специализированной выставке “Нефть. Газ. Технологии – 2009” в г. Уфе (26 – 29 мая 2009 г.).



Рис. 4.

В таблице 1 приведены основные технические характеристики данных контроллеров.

Реализация циклограммы в контроллере БАЗИС-21

Контроллеры БАЗИС-21 (общие обзоры представлены в [3] и [4]) реализуют циклограмму, которая состоит из стадии ОЖИДАНИЕ и несколь-

ких рабочих стадий общим количеством до 12.

Если циклограмма активна и сконфигурирована, то после инициализации контроллер находится на стадии циклограммы ОЖИДАНИЕ (рис. 5). Данная стадия имеет бесконечную длительность и может содержать до 12 переходов на различные стадии, которые задаются номером дискретного выходного канала и номером стадии, куда будет выполняться переход.

Как и стадия ОЖИДАНИЕ, рабочие стадии циклограммы контроллера могут иметь до 12 переходов. Переход будет осуществляться, если сработает соответствующий выходной канал. Как правило, для реализации логики перехода используются виртуальные дискретные выходные каналы (то есть каналы, которые не имеют физической реализации (в виде реле), но логически выполняют все функции (конфигурируются, работают и отображаются)).

Время запуска стадии, а также ее номер, могут быть зафиксированы в архиве событий контроллера.

Любая из 12 рабочих стадий циклограммы может быть также запущена в заданные дни недели, в указанное астрономическое время. Если в этот момент работала другая стадия циклограммы, то ее работа завершается и происходит переход на стадию с подошедшим временем запуска.

В отличие от стадии ОЖИДАНИЕ, каждая из рабочих стадий может иметь не только бесконечную длительность, но и конкретную, заданную в часах, минутах и секундах (до 23 ч 59 мин 59 с). В таком случае задается номер стадии, на которую будет осуществляться переход после окончания текущей стадии.

Любая из рабочих стадий циклограммы может быть запущена или остановлена вручную с передней панели контроллера, кроме того, выполнение любой стадии циклограммы можно приостановить в необходимых случаях переходом в режим ПАУЗА. Для управления этими функциями при конфигурировании необходимо установить соответствующие признаки, разрешающие данные режимы.

Необходимо отметить, что если на какой-то стадии циклограммы активен режим ПАУЗА, но должен произойти переход по времени на другую стадию, то режим ПАУЗА автоматически отключается, работа текущей стадии завершается и происходит переход на стадию с подошедшим временем запуска.

Каждая стадия циклограммы, включая стадию ОЖИДАНИЕ, дает возможность в определенные моменты времени:

Таблица 1

Наименование характеристики	Контроллеры серии БАЗИС, реализующие циклограмму				
	БАЗИС-21.ЦУ / БАЗИС-21.2ЦУ	БАЗИС-21.РР / БАЗИС-21.2РР	БАЗИС-21.Ц / БАЗИС-21.2Ц	БАЗИС-21 (ч/б ЖКИ)	БАЗИС-12.3Р
Макс. кол-во собственных входных каналов, шт.	56	56	56	48	12
Макс. кол-во дополнительных входных каналов по шине расширения, шт.	132	60	132	–	24
Макс. кол-во собственных вых. каналов, шт.	43	42	43	20	8
Макс. кол-во дополнительных выходных каналов по шине расширения, шт.	100	–	100	–	10
Тренды:					
– макс. кол-во, шт.	72	72	72	64	16
– объем памяти, млн точек	24	24	24	6 или 12	6
Макс. кол-во контуров регулирования, шт.	4 / 8	4 / 8	–	–	–
Макс. кол-во расчетных каналов, шт.	24	24	24	–	6
Макс. кол-во событий архива, шт.	1000	1000	1000	1000	1000
Индикатор:					
– тип ЖКИ	TFT	TFT	TFT	STN	STN
– диагональ, дюймов	5,5 / 10,4	5,5 / 10,4	5,5 / 10,4	5,1	2,7
Макс. потребляемая мощность, ВА	50	50	50	15	12
Макс. масса, кг	6	6	6	5	1
Габаритные размеры, мм:					
– высота (H)	156 / 200	156 / 200	156 / 200	156	156
– ширина (B)	220 / 324	220 / 324	220 / 324	220	74
– длина (L)	276 / 310	276 / 310	276 / 310	240	230

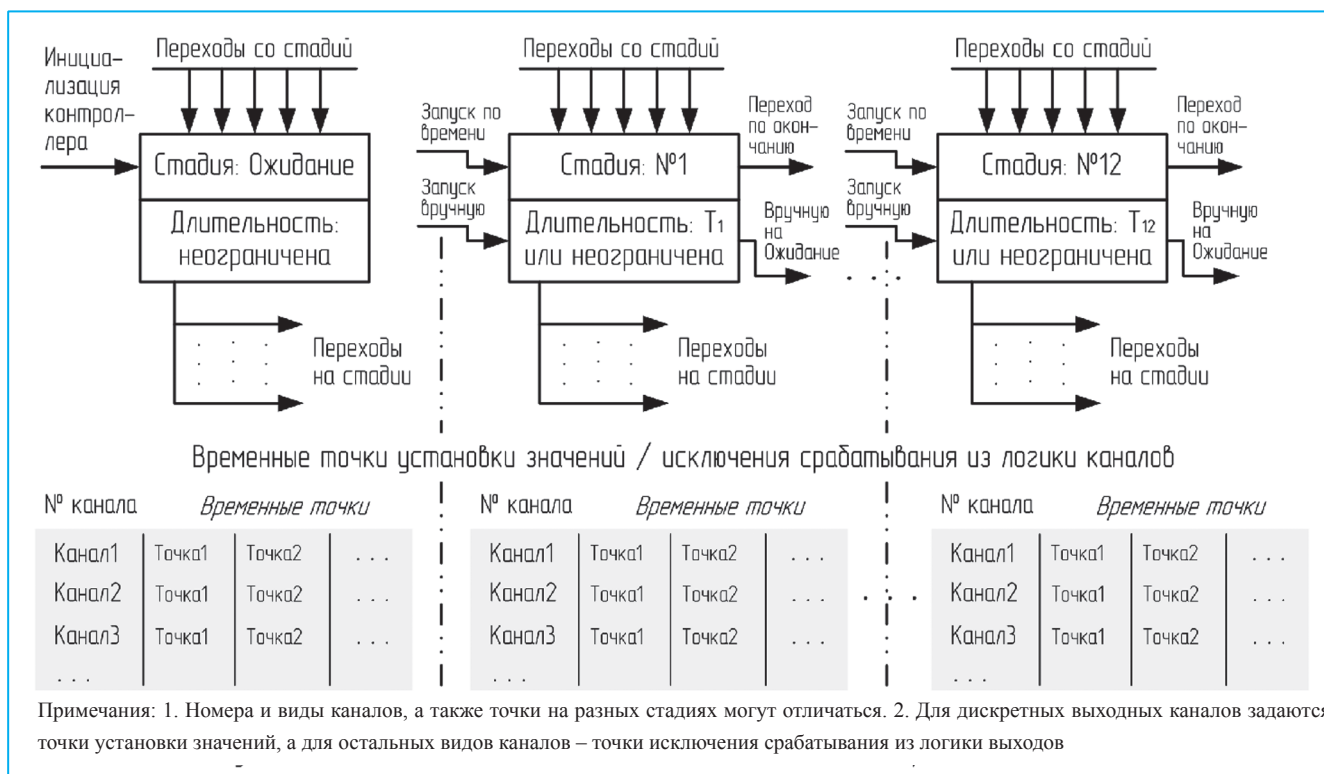


Рис. 5. Структурная схема работы циклограммы в контроллере БАЗИС-21

- для дискретных выходных каналов – на данной стадии принудительно устанавливать их значения в ноль, в единицу или инвертировать значение (рис. 6), игнорируя заданную логику срабатывания канала;
- для остальных типов каналов – принудительно исключить их срабатывания из логики блокировок или из логики всех дискретных выходных каналов, а также включить обратно (рис. 7).

Отметим, что в модификациях контроллеров БАЗИС-21.ЦУ/2ЦУ и БАЗИС-21.РР/2РР реализована синхронизация работы циклограммы с контурами регулирования: имеется возможность одновременного запуска и останова (как автоматического, так и ручного) стадий циклограммы и программных задатчиков контуров регулирования, синхронный режим ПАУЗА и другие специфические особенности.

Программные задатчики в контроллерах серии БАЗИС реализуются при помощи расчетных каналов, задаваемых при помощи временной кусочно-линейной функции. Данные расчетные каналы (задатчики) конфигурируются отрезками количеством от 1 до 32. Каждый отрезок характеризуется продолжительностью (от 00:00:00 до 11:59:59) и значением на конце отрезка. Задатчик начинает вычисляться, если:

- срабатывает определенный канал (функцию СТАРТ, можно синхронизировать со стартом стадии циклограммы);
- контур регулирования, у которого данный расчетный канал является функцией задания, перешел в программный режим.

До этого момента задатчик имеет установленное при конфигурировании начальное значение. Если установлен признак цикличности, расчет производится циклически, то есть, выполнив последний отрезок, задатчик

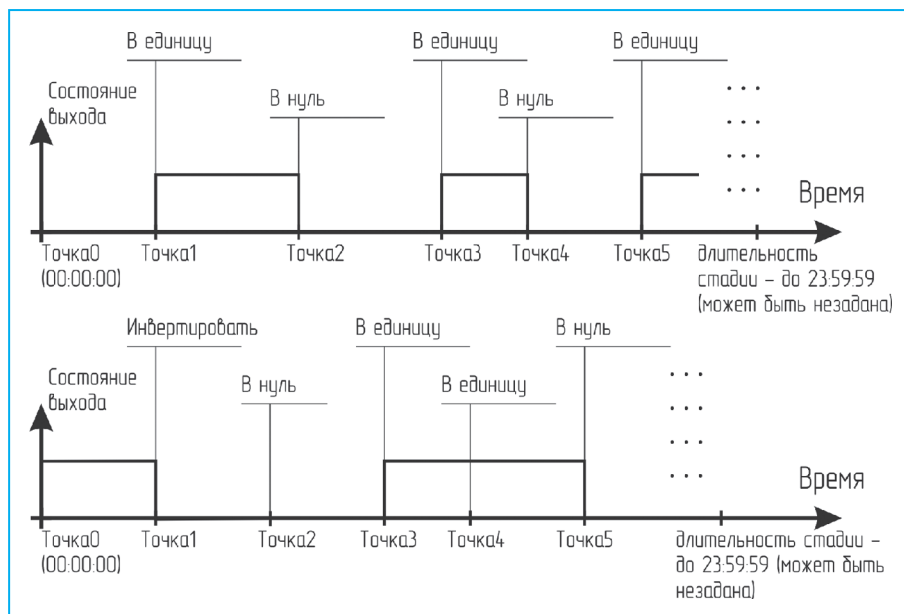


Рис. 6. Примеры задания точек установки значений для выходных каналов на стадиях циклограммы

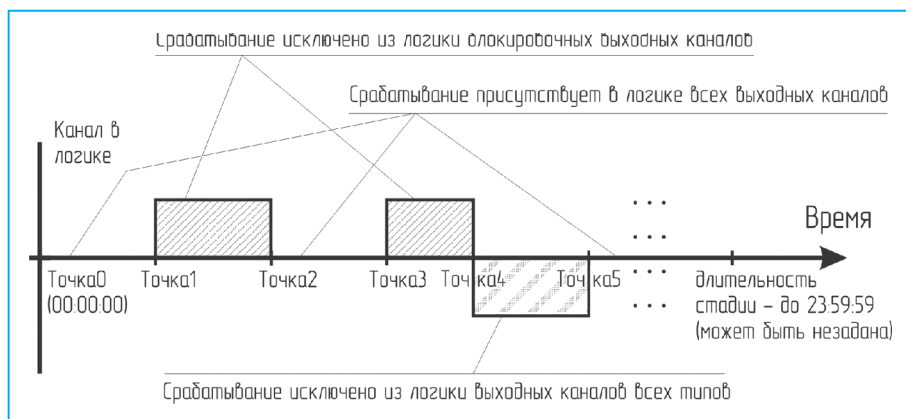


Рис. 7. Пример задания точек исключения из логики для входных каналов на стадиях циклограммы

принимает начальное значение и далее выполняет первый отрезок. Задатчик перестает вычисляться и принимает начальное значение если:

- срабатывает определенный канал (функция СТОП, можно синхронизировать с остановом стадии циклограммы);
- выполнен последний отрезок и не установлен признак цикличности;
- контур регулирования, у которого данный расчетный канал является функцией задания, перешел в автоматический или ручной режим.

Также можно синхронизировать режим ПАУЗА в циклограмме и программном задатчике регулятора.

Реализация циклограммы в контроллере БАЗИС-12.3Р

Реализация циклограммы в контроллере БАЗИС-12.3Р в целом схожа с реализацией циклограммы в контроллерах БАЗИС-21 (рис. 5). Основным отличием является “сниженная сложность” циклограммы: уменьшено количество стадий до четырех, отсутствует возможность управления циклограммой с передней панели и не реализован режим ПАУЗА.

Также отсутствует возможность пуска стадий циклограммы по времени, и изменены форматы представления времени длительностей стадий и интервалов между точками переключения/установки значений. Такое сокращение связано с тем, что контроллер БАЗИС-12.3Р является малоканальным и предназначен для автоматизации технологического процесса на небольших установках.

Сравнительные характеристики циклограмм

В таблице 2 приведены сравнительные характеристики циклограмм контроллеров серии БАЗИС, которые могут ее реализовывать.

Пример реализации циклограммы

Постановка задачи

Вводится в эксплуатацию установка с насосом SOBRA, у которого имеется:

1. Два термометра сопротивления 4-х проводного (исполнение Ex) – датчики температуры насоса и выхлопа.
2. Два токовых датчика (исполнение Ex) – датчики вибрации и давления.
3. Двухпозиционный датчик (исполнение Ex) защиты электродвигателя.
4. Три клапана управления: Y1, Y2 и Y3.

Также для работы установки потребуются четыре кнопки (обыкновенное исполнение) для обслуживания процесса: старт, стоп, в процесс, аварийный останов и 12 ламп для индикации состояния установки.

Необходимо реализовать циклическую программу

Таблица 2

Характеристика циклограммы	Контроллеры серии БАЗИС, реализующие циклограмму			
	БАЗИС-21.ЦУ/2ЦУ, БАЗИС-21.РР/2РР	БАЗИС-21.Ц/ БАЗИС-21.2Ц	БАЗИС-21 (ч/б ЖКИ)	БАЗИС-12.3Р
Макс. кол-во стадий (без учета стадии Ожидание)	12	12	6	4
Возможность управления с передней панели	Да	Да	Да	Нет
Реализация режима ПАУЗА	Да	Да	Да	Нет
Синхронизация работы с контурами регулирования	Да	–	–	–
Стадия циклограммы:				
– возможность регистрации включения в архиве	Да	Да	Нет	Да
– запуск по времени	Да	Да	Нет	Нет
– макс. длительность стадии	24 ч	24 ч	18 ч*	18 ч*
– макс. кол-во условий переключ. на др. стадии	12	12	5	4
– макс. кол-во параметров на стадии	12	12	68	5
Параметр на стадии:				
– макс. кол-во точек переключ. вых. каналов (искл. из логики вх. каналов)	12	12	8 (1**)	4
– макс. интервал между точками	24 ч	24 ч	18 ч	18 ч
Примечание: *255 шагов по 255 с ; ** – входной канал исключается на все время работы стадии.				

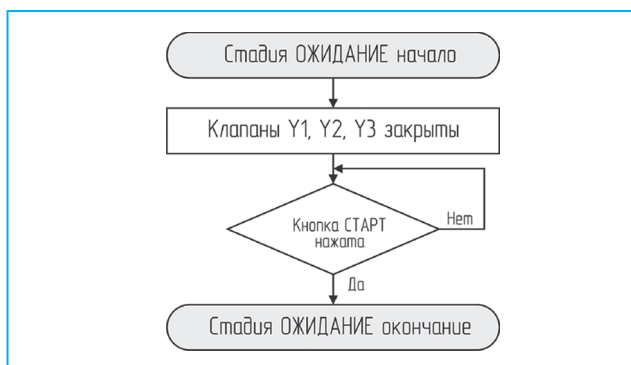


Рис. 8. Стадия ОЖИДАНИЕ

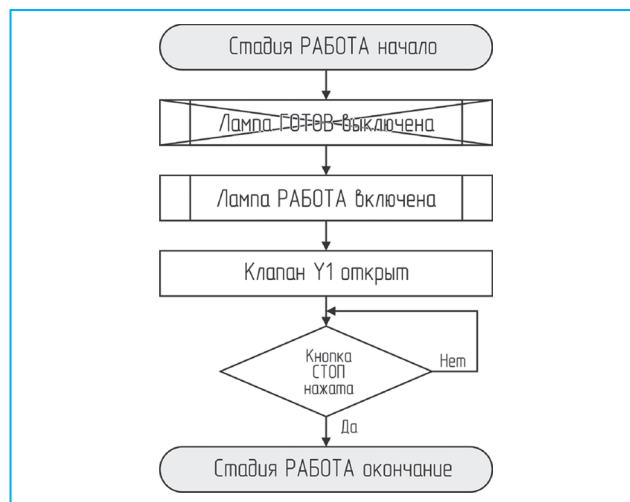


Рис. 11. Стадия РАБОТА

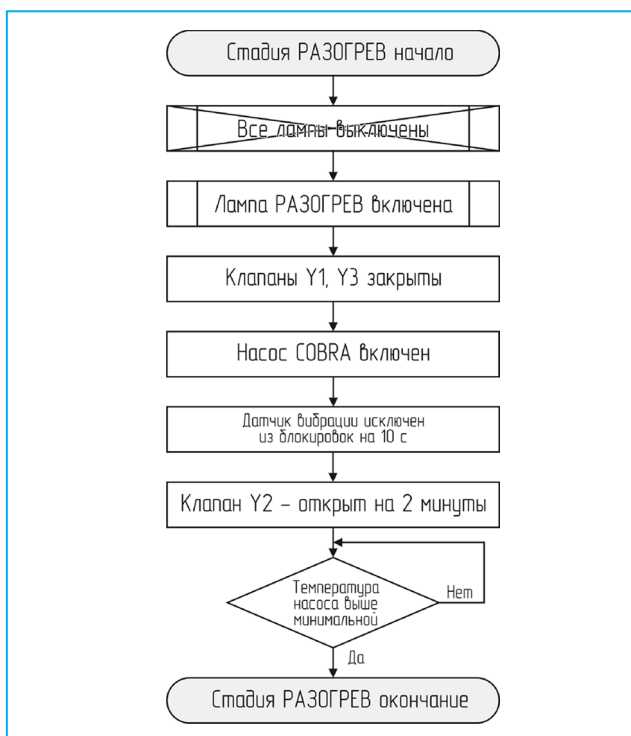


Рис. 9. Стадия РАЗОГРЕВ

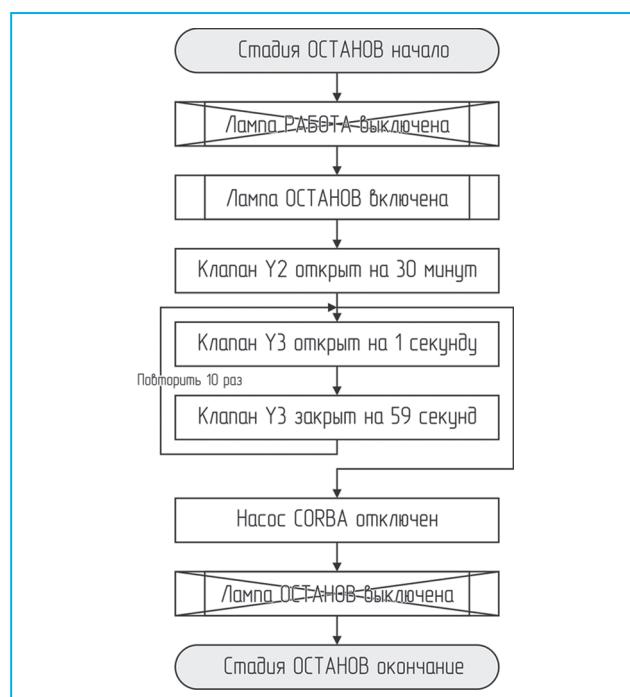


Рис. 12. Стадия ОСТАНОВ

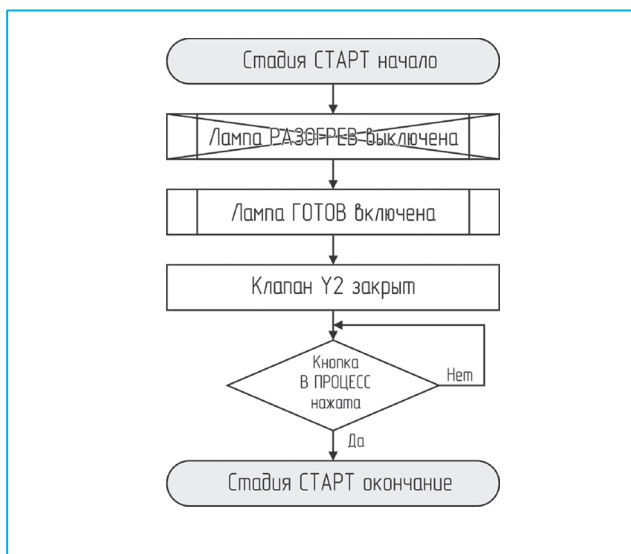


Рис. 10. Стадия СТАРТ

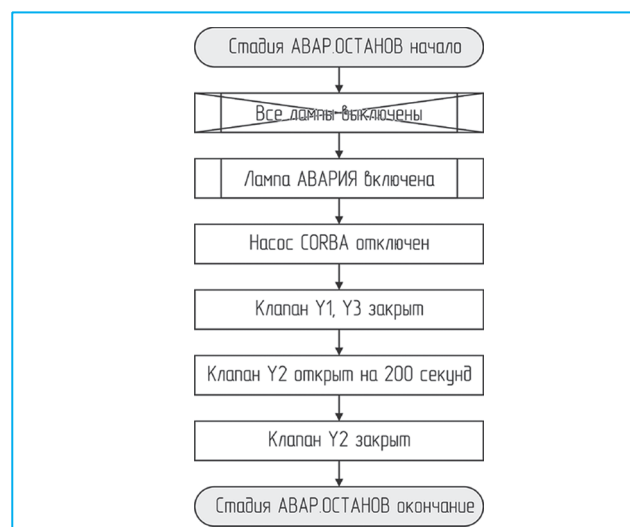


Рис. 13. Стадия АВАРИЙНЫЙ ОСТАНОВ

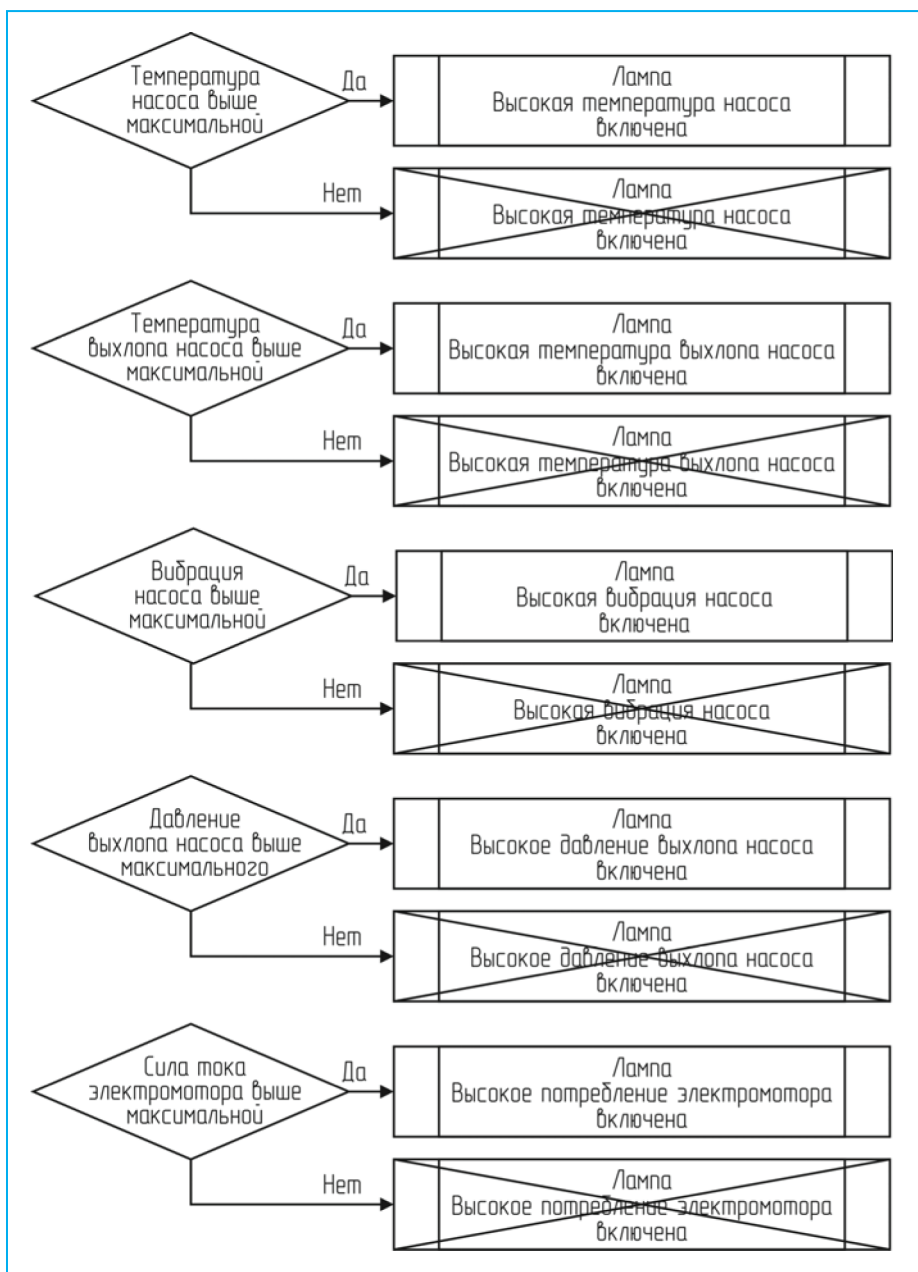


Рис. 14. Логика работы ламп, незадействованных на стадиях циклограммы

управления по заданным алгоритмам (рис. 8 – 13), а также обеспечить противоаварийную защиту установки,

ответственную многоуровневую техническую поддержку контроллеров серии, начиная от вопросов правильного подбора

Таблица 3

Наименование входного сигнала	Номер канала	Наименование выходного сигнала	Номер канала
Температура насоса	01.01	Клапан Y1	w1.01
Температура выхлопа насоса	01.02	Клапан Y2	w1.02
Вибрация насоса	01.03	Клапан Y3	w1.03
Давление выхлопа насоса	01.04	Включение насоса	w1.04
Защита электродвигателя	01.05	Виртуальные выходы для запуска стадий	w2.01–w2.06
Кнопки запуска стадий циклограммы (Старт, Стоп, В процесс, Аварийный останов)	04.01–04.04	Виртуальные выходы, сигнализирующие состояние процесса	w3.01–w3.10, w4.01, w4.02

световую (рис. 14) и звуковую сигнализацию различных событий на блоке БВТ-12Б.

Реализация

Данный проект реализуется на контроллере БАЗИС-21.Ц, который всегда содержит дискретный входной модуль, имеющий 8 обыкновенных двухпозиционных каналов, и дискретный выходной модуль, имеющий 5 реле. Дополнительно данный контроллер должен иметь один искробезопасный универсальный входной модуль.

Входные и выходные сигналы распределим по каналам контроллера (см. табл. 3).

Стадии реализуются (см. табл. 4).

Выходные каналы (w3.07–w3.10, w4.01), передающие информацию на лампы БВТ, программируются от соответствующих входных каналов (01.01–01.05).

Заключение

Данная статья наглядно показывает, что контроллеры серии БАЗИС решают не только задачи ПАЗ, регистрации и сигнализации (см. [1]–[3]), но и различные задачи АСУТП, включая реализацию сложных циклических процессов с дискретным управлением и аналоговым регулированием.

В помощь отделам проектирования, наладки и КИПиА ЗАО “Экоресурс” предоставляет качественную

Номер стадии	Название стадии	Параметр(ы), условия перехода	Описание действий
00	ОЖИДАНИЕ	Клапаны Y1—Y3 (выходы w1.01—w1.03) Кнопка “Старт” (вход 04.01), отсутствие блокировки (выход w4.02)	Устанавливаются в 0 Переходит на стадию РАЗОГРЕВ, если нет блокировки
01	РАЗОГРЕВ	Сигнальные выходы работы стадий (выходы w3.02—3.05) Сигнальный выход стадии РАЗОГРЕВ (выход w3.01) Клапаны Y1 и Y3 (выходы w1.01 и w1.03) Насос СОРВА (выход w1.04) Клапан Y2 (выход w1.02) Датчик вибрации (вход 01.03) Температура насоса (01.01) Сработала блокировка (выход w4.02)	Устанавливаются в 0 Устанавливается в 1 Устанавливаются в 0 Устанавливается в 1 Устанавливается в 1 Исключается из логики блокировок на 10 с Если прошло две минуты с момента старта стадии и значение выше минимально допустимой температуры, переходит на стадию СТАРТ Переходит на стадию АВАР.ОСТАНОВ
02	СТАРТ	Сигнальный выход стадии РАЗОГРЕВ (выход w3.01) Сигнальный выход стадии СТАРТ (выход w3.02) Клапан Y2 (выход w1.02) Кнопка “В процесс” (вход 04.03) Сработала блокировка (выход w4.02)	Устанавливается в 0 Устанавливается в 1 Устанавливается в 0 Переходит на стадию РАБОТА Переходит на стадию АВАР.ОСТАНОВ
03	РАБОТА	Сигнальный выход стадии СТАРТ (выход w3.02) Сигнальный выход стадии РАБОТА (выход w3.03) Клапан Y1 (выход w1.01) Кнопка “Стоп” (вход 04.02) Сработала блокировка (выход w4.02)	Устанавливается в 0 Устанавливается в 1 Устанавливается в 1 Переходит на стадию ОСТАНОВ Переходит на стадию АВАР.ОСТАНОВ
04	ОСТАНОВ	Сигнальный выход стадии РАБОТА (выход w3.03) Сигнальный выход стадии ОСТАНОВ (выход w3.04) Клапан Y2 (выход w1.02) Клапан Y3 (выход w1.03) Насос СОБРА (выход w1.04) Сигнальный выход стадии ОСТАНОВ (выход w3.04) Автоматический переход Сработала блокировка (выход w4.02)	Устанавливается в 0 Устанавливается в 1 Устанавливается в 1 на 30 мин Устанавливается в 1 на 1 с, в 0 на 59 с; повторяется 10 раз Устанавливается в 0 через 30 мин Устанавливается в 0 Через 30 мин переходит на стадию ОЖИДАНИЕ Переходит на стадию АВАР.ОСТАНОВ
05	АВАР.ОСТАНОВ	Сигнальные выходы работы стадий (выходы w3.01—3.04) Сигнальный выход стадии АВАР.ОСТАНОВ (выход w3.05) Насос СОБРА (выход w1.04) Клапаны Y1 и Y3 (выходы w1.01 и w1.03) Клапан Y2 (выход w1.02) Автоматический переход	Устанавливаются в 0 Устанавливается в 1 Устанавливается в 0 Устанавливаются в 0 Устанавливаются в 1 на 200 с, затем в 0 Через 200 с переходит на стадию ОЖИДАНИЕ

оборудования, подготовки специальных конфигураций контроллеров, до обслуживания контроллеров в течение всего срока эксплуатации.

*Сергей Владимирович Тучинский – технический директор,
Игорь Николаевич Андриянов – начальник отдела документирования и тестирования
ЗАО “Экоресурс”.*
Телефоны/ факсы: (4732) 72-78-20, 72-78-21, 72-78-19 (многоканальные).
E-mail: serg@ecoresurs.ru,
igor@ecoresurs.ru

Список литературы

1. Тучинский С. В., Андриянов И. Н. Промышленные контроллеры серии БАЗИС // Промышленные АСУ и контроллеры. 2008. № 5.
2. Тучинский С. В., Андриянов И. Н. Семейство малоканальных контроллеров БАЗИС-12 // Промышленные АСУ и контроллеры. 2009. № 3.
3. Тучинский С. В., Андриянов И. Н. Мини SCADA-системы на базе контроллеров БАЗИС-21 // Промышленные АСУ и контроллеры. 2009. № 5.
4. Тучинский С. В., Андриянов И. Н. БАЗИС-21.Ц – универсальный промышленный контроллер нового поколения. // Автоматизация в промышленности. 2008. № 2.