



# Комплекс ПАССАТ - от модуля к системе

**Комплекс ПАССАТ – набор унифицированных программно-аппаратных средств** (своеобразный конструктор «LEGO»), из которых могут компоноваться различные по архитектуре и уровню сложности заказные системы. Основное назначение комплекса – построение и модернизация автоматизированных систем контроля и управления (СКУ) технологическим оборудованием атомных станций. Возможно применение комплекса в таких отраслях как тепловая энергетика, транспортировка энергоносителей, производство удобрений, переработка и хранение промышленных отходов и т.п.

## Следующие свойства комплекса являются ключевыми:

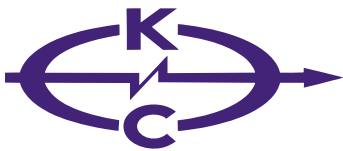
1. Функциональные модули и блоки комплекса являются проектно-компоновемыми с точностью до 1...2 каналов ввода/вывода. Каждый канал обладает индивидуальной гальванической развязкой.
2. Каналы ввода и вывода аналоговых величин имеют нормированные метрологические характеристики, подтвержденные свидетельством Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.
3. «Интеллект» функциональных модулей реализован на «жесткой» аппаратной логике с помощью программируемых логических интегральных схем (ПЛИС).
4. В комплексе реализованы контроллеры двух архитектур: централизованного управления и распределенного управления.



ООО НПП «КОМПЛЕКСЫ и СИСТЕМЫ»

440028, Россия, г. Пенза, проспект Победы, 75а  
телефон/факс: (8412) 44-76-37, 95-75-65, 95-59-98  
e-mail: office@comp-sys.ru <http://www.comp-sys.ru>

# Блок автоматического регулирования малогабаритный – мал да удал



Блок БАР-М, разработанный научно-производственным предприятием «КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ» для распределенных систем управления технологическими объектами, обеспечивает индивидуальное автоматическое управление исполнительными механизмами. В статье описаны технические особенности и функциональность данного устройства.

ООО НПФ «КОМПЛЕКСЫ и СИСТЕМЫ», г. Пенза

К основным задачам, решаемым в рамках любой АСУ ТП независимо от отрасли ее применения, относятся противоаварийная защита и автоматическое регулирование. Вместе с тем в сфере управления технологическими процессами в настоящее время наблюдается тенденция перехода от централизованных систем управления (ЦСУ) к распределенным системам управления (PCY), характерными признаками которых являются распределенная (физически) система ввода/вывода сигналов и децентрализованная (выполняемая по месту) обработка данных и управление. Это объясняется рядом преимуществ, которыми обладают PCY по сравнению с ЦСУ.

Специально для распределенных систем управления технологическими объектами в 2012 году научно-производственное предприятие «КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ» в рамках развития комплекса ПАССАТ [1] разработало блок автоматического регулирования малогабаритный (БАР-М), обеспечивающий индивидуальное автоматическое управление исполнительными механизмами, такими как запорная и регулирующая арматура, клапаны, электродвигатели, насосы, нагревательные элементы и т. п.

Основой при разработке БАР-М (рис. 1) послужил «большой» блок

автоматического управления (БАР), созданный предприятием ранее по заказу Белоярской АЭС [2] и использующийся для автоматического регулирования клапанов турбины [3].

БАР-М является проектно-компонуемым изделием, в состав которого входят:

- ▶ модуль базовый регулятора малогабаритный (далее – МБР-М);

- ▶ мезонины аналогового ввода и дискретного (цифрового) ввода/вывода (до четырех мезонинов);

- ▶ программное обеспечение (далее – ПО).

На МБР-М постоянно реализованы:

- ▶ шесть дискретных каналов ввода (тип канала – ввод 24 В или «сухой контакт» (СК) – выбирается путем установки джамперов на соответствующие разъемы МБР-М);

- ▶ два дискретных канала вывода (тип каналов – вывод 24 В или «открытый коллектор» (ОК) – устанавливается в зависимости от требований в конкретной ситуации).

Подключение к технологическому объекту осуществляется через соответствующие контакты разъема «ХР7» МБР-М.

Блок предназначен для непрерывного, круглосуточного функционирования с учетом работ по техническому обслуживанию.

Конструктивно блок выполнен по ГОСТ 28601.3. Габаритные размеры: высота – 3U, ширина – 4 НР.

Блоки устанавливаются в блочные каркасы, выполненные по ГОСТ 28601.3.

Блок обеспечивает:

- ▶ прием дискретных (цифровых) сигналов;

- ▶ прием унифицированных аналоговых сигналов от датчиков физических величин;



Рис. 1. Блок автоматического регулирования малогабаритный (БАР-М)

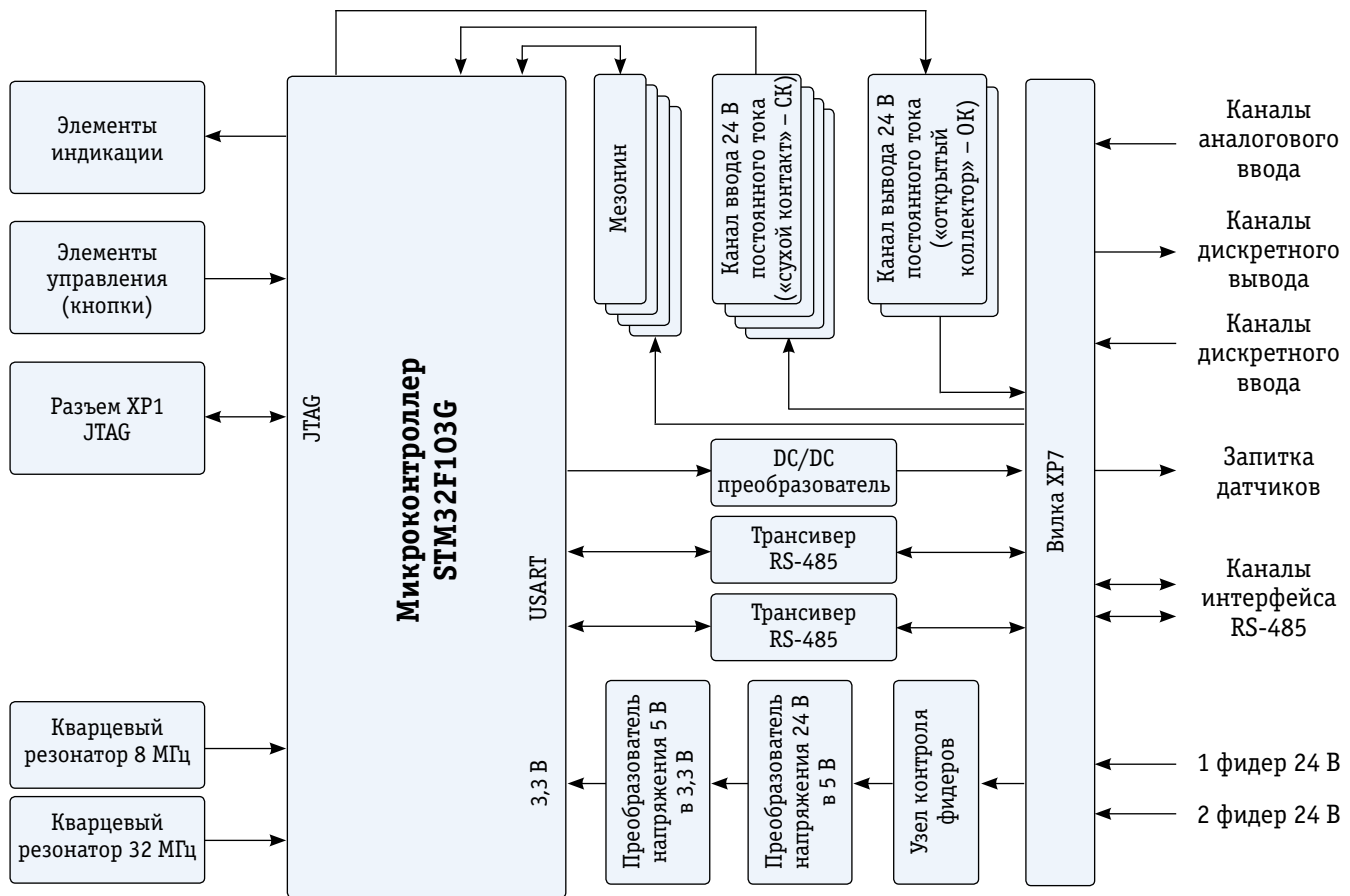


Рис. 2. Структурно-функциональная схема БАР-М

- ▶ запитку четырех датчиков «сухой контакт» напряжением  $(24 \pm 4)$  В постоянного тока;
- ▶ формирование унифицированных сигналов управления исполнительными механизмами технологического объекта, определенных проектом;
- ▶ автоматическое регулирование по дифференциальному, пропорциональному и интегральному законам (ПИД-регулирование), технологические защиты и блокировки;
- ▶ дистанционное управление;
- ▶ взаимодействие с другими устройствами по одному и/или двум каналам интерфейса RS-485;
- ▶ контроль состояния фидеров питания с выдачей соответствующей информации по каналам сетевого интерфейса RS-485;
- ▶ управление режимами работы при помощи кнопок, расположенных на панели блока;
- ▶ прочность изоляции аналоговых и дискретных гальванически развязанных каналов ввода/вывода не менее 1500 В;

- ▶ индикацию режимов работы с помощью светодиодов, расположенных на панели блока.
- Электропитание блока осуществляется от источника постоянного тока напряжением  $(24 \pm 2)$  В по одному или двум независимым фидерам.
- Мощность, потребляемая блоком, составляет не более 10 Вт.
- В качестве вычислителя БАР-М был выбран микроконтроллер (МК) STM32 производства компании STMicroelectronics. МК этой серии в настоящее время являются стандартом де-факто 32-битных микроконтроллеров. STM32 построен на основе ядра ARM Cortex-M3. Высокая производительность при низком потреблении, характерном для ARM, делают данный микроконтроллер практически идеальным для создания PCY.
- Микроконтроллер имеет достаточное количество контактов для подключения аналоговых и дискретных гальванически развязанных каналов ввода/вывода. Все ка-

- налы обладают прочностью изоляции не менее 1500 В.
- Несмотря на наличие встроенных в МК 12-разрядных АЦП аналоговые каналы реализованы на базе мезонинов аналогового ввода из состава комплекса ПАССАТ, что дало возможность обеспечить более высокие метрологические характеристики.
- На рис. 2 приведена упрощенная структурно-функциональная схема блока.
- Программное обеспечение блока состоит из двух частей:
- ▶ метрологически значимой;
  - ▶ прикладной базовой.
- Метрологически значимая часть обеспечивает выполнение следующих функций:
- ▶ прием данных по каналам аналогового ввода в условных единицах;
  - ▶ перерасчет полученных данных в единицы физических величин (мА, В, Ом, °С и пр.);
  - ▶ проведение градуировки и калибровки (при наличии одного или



нескольких каналов аналогового ввода/вывода);

- ▶ формирование массива результатов измерений.

Прикладная базовая часть обеспечивает:

- ▶ автоматическое управление (технологические защиты и блокировки);

- ▶ дистанционное управление;

- ▶ ручное управление;

- ▶ автоматическое регулирование;

- ▶ конфигурирование алгоритма работы изделия с помощью сервисных средств;

- ▶ установку параметров функционирования изделия;

- ▶ поддержку аппаратных средств изделия (индикаторы, кнопки, таймеры, каналы дискретного и аналогового ввода/вывода, каналы сетевого взаимодействия);

- ▶ функционирование в соответствии с записанными конфигурационными данными алгоритма работы изделия и установленными параметрами его функционирования;

- ▶ сетевое взаимодействие по каналам интерфейса RS-485 со скоростью 1 Мбит/с.

При разработке и корректировке ПО БАР-М специалисты предприятия используют инструментальную среду MDK-ARM professional version 4.60.0.0.

При реализации и корректировке алгоритмов обработки сигналов и управления специалисты проектной или эксплуатирующей организации применяют дизайнер алгоритмов – графический FBD-редактор, обеспечивающий наглядное представление и позволяющий пользователю-непрограммисту создавать алгоритмы с последующим их преобразованием в конфигурационный файл. Затем конфигура-

ционный файл загружается в память блока. После этого устройство функционирует в точном соответствии с заданной конфигурацией.

Редактор обеспечивает создание алгоритмов из графических блоков, каждый из которых представляет математическую функцию или операцию. Поддерживается свыше 50 функциональных блоков, состав которых непрерывно расширяется.

БАР-М является средством измерения, внесен в Государственный реестр под № 50776-12 (Свидетельство Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии об утверждении типа средств измерений RU.C.34.033.A № 47626). Измерительные каналы блока формируются на основе мезонинов аналогового ввода из состава комплекса ПАССАТ.

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности каналов аналогового ввода (0–5 мА, 4–20 мА, 0–100 мВ, 0–1 В, 2–10 В, ±20 мВ, ±50 мВ, ±5 В, 0–20 мВ, ±10 мВ, 0–50 мВ) составляют ±0,1 %.

Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности, вызываемой изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °С в диапазоне рабочих температур от плюс 1 до плюс 40 °С каналов аналогового ввода, составляют ±0,05 %.

На БАР-М получен патент на изобретение № 2487385.

В настоящее время на базе БАР-М построены средства автоматизации системы контроля и управления электрообогревом оборудования (СА СКУ ЭО) энергоблока № 4 Белоярской АЭС (используются до 4500 БАР-М), система автоматического регулирования температу-

ры натрия (Na) индикатора водорода автоматического (используются 16 БАР-М). Особенностью СА СКУ ЭО является то, что БАР-М, объединенные в контроллеры, установлены непосредственно в электротехнические шкафы (НКУ РУ), что позволило существенно сократить количество оборудования и кабелей [4]. Разработано техническое предложение по созданию системы автоматического регулирования (САР) клапанов турбины энергоблоков №№ 3 и 4 Кольской АЭС.

Учитывая гибкость технических и программных решений, примененных при проектировании БАР-М, правомерно сделать вывод, что РСУ, построенные на основе БАР-М, способны решать задачи автоматического управления и мониторинга в самых разных областях промышленности, транспорта, энергетики.

#### Литература

1. Мякишев Д. В., Тархов Ю. А., Столяров К. А. Что такое ПАССАТ? // ИСУП. 2010. № 1

2. Мякишев Д. В., Тархов Ю. А., Столяров К. А., Учайкин Н. Н., Южаков А. П., Матафонов В. П. Блок автоматического регулирования из состава комплекса ПАССАТ // Автоматизация & ИТ в энергетике. 2010. № 11.

3. Мякишев Д. В., Тархов Ю. А., Столяров К. А., Учайкин Н. Н., Южаков А. П., Матафонов В. П., Рябкин В. М. Аппаратура автоматического регулирования клапанов турбины на основе средств комплекса ПАССАТ // Автоматизация в промышленности. 2011. № 2.

4. Мякишев Д. В., Раввич Т. К., Тархов Ю. А., Учайкин Н. Н. Интеллект спускается вниз, или Как заставить работать в одной упряжке коня и трепетную лань // Автоматизация в промышленности. 2013. № 2.

Б. Е. Абезгауз, ведущий специалист-программист,  
Д. В. Мякишев, к. т. н., доцент, генеральный директор –  
главный конструктор,  
С. Ю. Сергеев, главный метролог,  
Ю. А. Тархов, заместитель главного конструктора  
по схемотехнике,  
Н. Н. Учайкин, заместитель главного конструктора  
по проектам,  
НПП «КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ», г. Пенза,  
тел.: (8412) 44-7637,  
e-mail: office@comp-sys.ru,  
www.comp-sys.ru