

# АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ВТОРИЧНЫХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

И.Н. АНДРИЯНОВ (АО “Экоресурс”)



Статья рассказывает, в каких отраслях промышленности и на каких производствах целесообразно применять пневматические устройства в наше время. В качестве примера выбрана современная серия пневматических контроллеров и преобразователей БАЗИС-ПВ производства АО “Экоресурс” (г. Воронеж). Кроме этого, затрагиваются вопросы поэтапной модернизации пневматических производств, интеграции устройств в существующую АСУ ТП и работы с верхним уровнем, а также сервисного ПО и технической поддержки.

**Ключевые слова:** БАЗИС-ПВ; пневматика; пневмоавтоматика; модернизация.

## ВВЕДЕНИЕ

В конце прошлого века, когда автор статьи только начинал работать с АСУ ТП, многие специалисты предрекали “скорую кончину” систем, использующих пневматические устройства. (Как оказалось, об этом начали говорить еще 50 лет назад.) Но вот уже прошло почти четверть XXI века, а пневматические системы продолжают применяться и являются неотъемлемой частью большого количества предприятий различных отраслей промышленности, и никто не собирается их менять на аналогичные электрические. И тому есть веские причины.

Постараемся их перечислить [1]:

- относительная простота конструкции и технического обслуживания (по сравнению с электрическими системами);
- низкая восприимчивость к плохим условиям эксплуатации (высокая влажность, присутствие различных паров или агрессивных примесей, пыль, грязь, сильные электромагнитные поля и пр.);
- пожаро- и взрывобезопасность (по своей природе);
- относительно низкие затраты на монтаж, особенно если пневмомагистрали уже имеются или необходимы для реализации производственной технологии.

Для объективной оценки укажем основные недостатки пневматических систем (по сравнению с электрическими системами) [1, 2]:

- низкое быстродействие – время опроса канала или подачи управляющего сигнала лежит в диапазоне от 100 до 500 мс;
- невысокая точность измерений – основная приведенная погрешность обычно составляет не менее 0,5 %.

Несмотря на недостатки, пневматические устройства хорошо зарекомендовали себя в нефтяной, химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей, а также пищевой и горнодобывающей отраслях промышленности [1].

Следует учитывать еще один факт: в настоящее время многие предприятия продолжают использовать старые пневматические системы с давно вышедшим назначенным сроком эксплуатации, требующие постоянного дорогостоящего ремонта. Кроме этого, данные системы в силу “возраста” имеют неудобный пользовательский интерфейс, не поддерживают современные интерфейсы и универсальные протоколы. Все это негативно сказывается на имидже пневматических систем, в том числе современных.

Иногда ситуация доходит до абсурда: стоимость ремонта или замены на идентичное устаревшее оборудование сопоставима со стоимостью нового современного аналога. Это происходит или из-за отсутствия у профильных специалистов инициативы и желания разбираться с чем-то новым, или из-за недостаточного количества информации о со-

временных пневматических устройствах. Если на первый фактор мы повлиять не можем, то на второй – вполне. Данная статья в качестве примера рассмотрит современные пневматические контроллеры и преобразователи типа БАЗИС-ПВ из серии устройств БАЗИС, выпускаемых АО “Экоресурс” (г. Воронеж), их краткие технические характеристики, возможности замены устаревшего пневматического оборудования (в том числе поэтапной), а также их интеграцию в уже действующую экосистему средств управления технологическими процессами.

**КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ БАЗИС-ПВ**

Пневматические устройства БАЗИС-ПВ выпускаются в нескольких исполнениях:

- регистратор пневматических сигналов БАЗИС-ПВ.ЦР;
- пневматический ПИ-/ПИД-регулятор БАЗИС-ПВ.Р;
- преобразователь пневматических сигналов в цифровые БАЗИС-ПВ.44 и БАЗИС-ПВ.48;
- электро-пневмо преобразователь БАЗИС-ПВ.41;
- пневмо-электро и электро-пневмо преобразователь БАЗИС-ПВ.42.

Остановимся на каждом исполнении подробнее.

**БАЗИС-ПВ.ЦР**

Исполнение – пневматический регистратор БАЗИС-ПВ.ЦР (рис. 1) – это компактный многофункциональный контроллер с цветным ЖКИ, который предназначен для выполнения следующих функций:

- прием пневматических входных сигналов (градуировка 20-100 кПа);
- регистрация значений параметров;
- сравнение значений принятых сигналов с уставками технологического регламента, индикация срабатываний;
- реализация виртуальных выходных каналов (с произвольной логикой работы);
- реализация расчетных каналов;
- реализация специальных (тренды, архив, состояние каналов и др.) и пользовательских (мнемосхемы) экранов представления информации;
- встроенная звуковая и световая сигнализация;

- ведение хозяйственной статистики;
- ведение системного архива событий;
- изменение конфигурации с лицевой панели (с защитой доступа через пароль) и посредством компьютера;
- поддержка интерфейсов RS-485, Ethernet, USB;
- взаимодействие с различными устройствами (цифровые датчики, контроллеры и компьютеры, включая технологию OPC) по протоколам БАЗБАС и/или MODBUS RTU/ТСР;
- самодиагностика с индикацией рабочего состояния.

По защищенности от воздействия окружающей среды контроллер имеет степень защиты передней панели IP54, что актуально если в операторной используется (или проектируется к использованию) автоматическая система пожаротушения.

Данное исполнение контроллера может оснащаться входным метрологическим модулем БАЗИС-91, в котором реализованы метрологические пневматические каналы, с межповерочным интервалом 4 года.

БАЗИС-ПВ достаточно просто интегрируется в существующую экосистему из цифровых датчиков, мастер-контроллеров, инженерных станций и АРМ операторов с OPC-серверами и SCADA-системами, так



Рис. 1. БАЗИС-ПВ.ЦР

Таблица 1. Технические характеристики исполнения БАЗИС-ПВ.ЦР

Характеристика	Значение
Количество пневматических входных каналов	4
Количество виртуальных дискретных выходных каналов	8
Количество расчетных каналов	4
Диагональ индикатора, дюймов	4,3
Вид монтажа	щитовой
Количество интерфейсов RS-485 / Ethernet / USB	2 / 1 / 1
Максимальное количество трендов	8
Дискретность тренда, с	0,5-300
Длительность тренда, сут	10-365
Максимальное количество пользовательских мнемосхем / групп трендов	4 / 4
Максимальное количество внешних каналов / опрашиваемых устройств	4 / 4
Максимальное количество событий в системном архиве	1000
Цикл работы, мс	100
Напряжение питания, В	~220 ± 10% ≈110 ± 10%
Максимальная потребляемая мощность, ВА	8
Максимальная масса, кг	2
Средняя наработка на отказ, ч	112 000
Срок службы назначенный, лет	10
Габаритные размеры, H (высота) × B (ширина) × L (длина), мм	186 × 84 × 255

как он имеет (табл. 1) интерфейсы Ethernet и RS-485, а также поддерживает протоколы БАЗБАС и MODBUS TCP/RTU. В комплект поставки входит подробная карта адресов MODBUS и бесплатный OPC-сервер для связи с любой SCADA-системой, работающей в ОС Windows.

**БАЗИС-ПВ.Р**

Исполнение – пневматический регулятор БАЗИС-ПВ.Р (рис. 2) – это контроллер, который имеет два пневматических входа и один пневмовыход (у всех градуировка 20-100 кПа). Основные функциональные возможности и технические характеристики, идентичны исполнению БАЗИС-ПВ.ЦР (см. предыдущий раздел).

Кроме этого реализованы:

- простое, каскадное и программное регулирование по ПИ-/ПИД-закону;
- контроль утечки выходной линии;
- специальные виды регулирования (регулирование соотношения, косвенное задание и др.);
- специальные алгоритмы регулирования;
- циклическое и командное управление;
- дополнительные расчетные, внешние и виртуальные выходных каналы.

Характеристики выходного канала:

- номинальное/максимальное давление питания – 140/300 кПа;
- максимальный расход воздуха – 33 л/мин (в устоявшемся состоянии расхода нет);
- минимальный объем выходной линии – 0,6 л.

**БАЗИС-ПВ.41**

Электро-пневно преобразователь БАЗИС-ПВ.41 (рис. 3а) – это устройство для преобразования токового или цифрового сигнала (интерфейс RS-485, протокол БАЗБАС) в пневматический. Оно позволяет принять по RS-485 (от регулятора серии БАЗИС, например, БАЗИС-14.Р – подробнее см. в [3]) или токовой петле (любое устройство с токовым выходом) сигнал и передать его на пневмопозиционер.

**БАЗИС-ПВ.42**

Пневно-электро и электро-пневно преобразователь БАЗИС-ПВ.42 (рис. 3б) – это устройство, которое имеет пневматиче-



Рис. 2. БАЗИС-ПВ.Р

ский вход и пневматический выход, а также цифровой канал (интерфейс RS-485, протокол БАЗБАС); оно позволяет принять сигнал от пневмодатчика, передать его по RS-485 регулируемому контроллеру (например БАЗИС-14.Р – подробнее см. в [3]), получить также по RS-485 рассчитанное значение клапана и передать его на пневмопозиционер.

**БАЗИС-ПВ.44 и БАЗИС-ПВ.48**

Преобразователи БАЗИС-ПВ.44 и БАЗИС-ПВ.48 (рис. 4) – это устройства для преобразования входных пневматических сигналов (на 4 и 8 входов соответственно) в цифровой и передачи полученной информации по интерфейсу RS-485 (по протоколу БАЗБАС) контроллерам серии БАЗИС, поддерживающим шину расширения (например, БАЗИС-21 или БАЗИС-100 с коммуникационным модулем – подробнее см. в [4]).

Далее рассмотрим самые распространенные типовые задачи, которые встречаются при внедрении современных пневматических вторичных устройств.

**ЗАДАЧА 1:  
Замена устаревших приборов  
контроля и регистрации**

Все те, кто давно используют пневматическое регистрирующее и контролирующее оборудование, хорошо знакомы с бумажными самописцами ПВ4.4Э, приборами контроля ПКП.1, ПКП.1-2 и ПКП.2, а также приборами контроля и регистрации ПКР.1 и ПКР.2. Это достойные средства автоматизации своего времени, но ветхий щит и многократно отслужившие свои назначенные сроки эксплуатации приборы, из которых зачастую капают чернила, создают удручающее впечатление и наводят на мысли о модернизации оборудования.

В настоящее время при разумном подходе затраты на такую модернизацию очень и очень скромны: демонтаж старого оборудования, заделывание старых, вырез новых монтажных отверстий и покраска щита, а также установка и настройка нового пневматического оборудования, которое, к слову сказать, стоит порядка ремонта старого, – это вполне подъемные деньги.

Для решения данной задачи можно, например, использовать описанный выше контроллер БАЗИС-ПВ.ЦР (см. также [5, 6]).



Рис. 3. Преобразователи:  
а) БАЗИС-ПВ.41; б) БАЗИС-ПВ.42

**ЗАДАЧА 2:  
Замена устаревших  
пневматических регуляторов  
и станций управления**

Другой класс приборов, широко известный в “пневматических” кругах, – это пневматические регуляторы и управляющие станции. В качестве примеров можно привести стан-



Рис. 4. Преобразователи:  
а) БАЗИС-ПВ.44; б) БАЗИС-ПВ.48

ции управления ФК 0071 и ФК 0072, а также приборы контроля и регулирования ПВ10.1Э, ПВ10.2Э и ПКП.2-3. Для их замены, например, можно использовать контроллер БАЗИС-ПВ.Р (см. также [5, 6]).

### ЗАДАЧА 3:

#### Поэтапный отказ от пневматического оборудования

Рассмотрим локальную систему: пневмодатчик, пневматический регистратор-регулятор и пневмопозиционер. Хорошо, когда есть средства на замену всей системы целиком и установку электрических первичных, вторичных и управляющих устройств. Зачастую выделяются средства, которых хватает только на частичную замену пневматического оборудования.

В этом случае высокоуровневый алгоритм поэтапной модернизации выглядит следующим образом [5]:

1. Закупается связка устройств БАЗИС-14.Р и БАЗИС-ПВ.42. Они устанавливаются вместо пневматического регистратора-регулятора. Появляется удобный интерфейс для оператора и возможность передачи информации на верхний уровень.
2. При появлении финансовых средств меняется пневмодатчик на электрический (например, токовый) и прокладывается двухпроводная токовая петля. В конфигурацию регулятора БАЗИС-14.Р вносятся незначительные изменения (заменяется пневмовход на токовый). Теперь система выглядит следующим образом: токовый датчик, регулятор БАЗИС-14.Р, преобразователь БАЗИС-ПВ.42 (пневмовход не используется) и пневмопозиционер.
3. При следующей возможности убираются пневмолинии, пневмопозиционер и преобразователь БАЗИС-ПВ.42. Устанавливается электрический исполнительный механизм с токовым входом и прокладывается двухпроводная токовая петля до выхода БАЗИС-14.Р. Программные изменения на данном этапе в конфигурацию регулятора не вносятся.

После выполнения указанных выше действий система будет преобразована в: токовый датчик, регулятор БАЗИС-14.Р, исполнительное устройство с токовым входом. Освободившееся оборудование (пневмопозиционер, преобразователь БАЗИС-ПВ.42, пневмодатчик) можно будет использовать в других локальных системах в качестве основного или резервного.

### ЗАДАЧА 4:

#### Обвязка многоканальных пневматических агрегатов

Существует широкий класс агрегатов, у которых присутствует большое количество пневматических сигналов – 30, 40, 60 и даже больше. В такой ситуации использование малоканальных пневматических контроллеров нецелесообразно, так как необходимо будет использовать десять и более контроллеров. Для решения данной задачи рекомендуется использовать связку из контроллера БАЗИС-21 (описание исполнений [4]) и несколько преобразователей БАЗИС-ПВ.48. Также возможен вариант: ПЛК БАЗИС-100 с модулями МК1 и требуемое количество преобразователей БАЗИС-ПВ.48 (такая связка позволяет обработать 100 и более пневматических сигналов).

Если для решения задачи требуются пневматические выходные сигналы, то дополнительно используются выходные токовые модули на основном контроллере и электропневмопреобразователи БАЗИС-ПВ.41, а конкретно канал преобразования токовый вход – пневматический выход.

### ЗАДАЧА 5:

#### Цифровой обмен с верхним уровнем

Данная задача делится на следующие части:

- оперативное (в реальном времени) получение верхним уровнем (SCADA, управляющий контроллер) информации от контроллера и передача ему управляющих сигналов;
- получение на компьютер архивных данных из контроллера;
- получение на компьютер конфигурации контроллера и загрузка с компьютера конфигурации в контроллер.

Если мы в качестве референса продолжаем рассматривать продукты АО “Экоресурс”, то все контроллеры серии БАЗИС имеют интерфейс Ethernet и RS-485, поддерживают протокол MODBUS TCP/RTU, а также работают с собственным OPC-сервером.

Для получения системного архива и хозяйственной статистики контроллеров доступна программа чтения архивов, а для работы с проектом конфигурации – программа конфигурирования контроллеров серии БАЗИС.

Все указанные выше программы бесплатны и входят в комплект поставки контроллеров, а последние версии всегда можно скачать на официальном сайте <https://www.ecoresurs.ru>

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Контроллеры серии БАЗИС (и контроллеры БАЗИС-ПВ, в частности) разработаны и серийно производятся на территории Российской Федерации (ПП РФ № 719), включены в единый реестр Российской радиоэлектронной продукции (ПП РФ № 878), что подтверждено соответствующими документами.

Они производятся на доступной несанкционированной современной элементной базе, имеют удобный пользовательский интерфейс, а также сопровождаются качественной технической поддержкой. В результате чего контроллеры завоевали популярность и широко применяются на российских предприятиях различных отраслей промышленности.

## Список литературы

1. *Пневмоавтоматика* // Плата – Проб. – М.: Советская энциклопедия, 1975. – (Большая советская энциклопедия: [в 30 т.] / гл. ред. А.М. Прохоров. 1969-1978, т. 20).
2. *Пневмоавтоматика* [электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Пневмоавтоматика> (дата обращения: 27.10.2023).
3. *Андрянов И.Н., Тучинский С.В.* Новинка серии контроллеров БАЗИС – семейство малоканалных контроллеров БАЗИС-144 // Автоматизация и ИТ в энергетике. 2017, № 9.
4. *Андрянов И.Н., Скоморохов Е.В.* Использование контроллеров серии БАЗИС для обеспечения технологического суверенитета // Автоматизация и ИТ в энергетике. 2022, № 10.
5. *Андрянов И.Н.* Модернизация пневматических систем и их интеграция в АСУ ТП предприятия // Промышленные АСУ и контроллеры. 2021, № 8.
6. *Тучинский С.В., Андрянов И.Н., Маслова И.В.* Модернизация устаревших производств с использованием контроллеров серии БАЗИС // Промышленные АСУ и контроллеры. 2010, № 9.

---

*Андрянов Игорь Николаевич* – канд. техн. наук, начальник отдела документирования и тестирования АО “Экоресурс”.