

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ГАЗОНАПОЛНЕНИЯ УСТАНОВКИ «ГАММА-4»

AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR «GAMMA-4» INSTALLATION GAS-FILLING

Я. В. Бодряшкин, Р. В. Грачев, А. В. Жильцов, О. Н. Ляднова, Т. В. Рабион, К. В. Савосин, В. А. Юхневич

*Ya. V. Bodryashkin, R. V. Grachev, A. V. Zhiltsov, O. N. Lyadnova, T. V. Rabion, K. V. Savosin,
V. A. Yukhnevich*

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.

Russian Federal Nuclear Center – All-Russia Research Institute of Experimental Physics

В работе представлены технические решения при автоматизации работы системы газонаполнения. Система газонаполнения установки «Гамма-4» предназначена для заполнения объемов генераторов напряжения и разрядников установки смесью элегаза и азота в заданном процентном соотношении, определяемом режимом работы. Объекты системы газонаполнения насчитывают более ста штук и находятся на трех этажах здания. Автоматизация системы газонаполнения позволила существенно сократить трудовые затраты на выполнение технологических операций и непрерывно отслеживать состояние системы.

Автоматизированная система газонаполнения обеспечивает заполнение разрядников модулей установки как из пультовой, и, при необходимости, из любой стойки системы газонаполнения.

The paper presents solutions when automating a gas-filling system's operation. The «Gamma-4» gas-filling system is meant for filling the volumes of voltage generators and installation's spark gaps by a mixture of insulating gas and nitrogen in the given percentage, specified by an operation mode. The gas-filling system's objects number more than a hundred items and are located on three floors of the building. Automation of the gas-filling system allows a significant reduction of labor-time expenditure for jobs fulfillment and monitoring of the system's state.

The automated gas-filling system provides filling of installation modules' gas sparks both from the desk room, and, if necessary, from any rack of the gas-filling system.

Система газонаполнения установки «Гамма-4» предназначена для заполнения до заданного давления разрядников типового модуля установки и генераторов импульсных напряжений смесью элегаза и азота в заданном процентном соотношении, а также для заполнения до заданного давления элегазом рабочих объемов генераторов импульсных напряжений.

Объекты системы газонаполнения насчитывают более ста штук и находятся на трех этажах здания. В качестве объектов, подлежащих автоматизации, были выбраны система синхронизации и ускорительные модули установки. Автоматизация ускорительного модуля предусматривает контроль давления в разрядниках и генераторах модуля, автоматическое заполнение разрядников и генераторов смесью азота и элегаза, а также сброс газовой смеси. Автоматизация системы синхронизации

предусматривает дистанционный контроль за давлением смеси в генераторах системы синхронизации оператора из пультовой. Таким образом, АСУ системы газонаполнения обеспечивает следующие функции:

- Сброс смеси из необходимого разрядника или группы разрядников ускорительного модуля;
- Заполнение смесью с заданным процентным составом разрядника или группы разрядников ускорительного модуля;
- Уравнивание давлений в разрядниках;
- Дистанционный контроль давления в генераторах системы синхронизации.

Для АСУ системы газонаполнения был выбран блочно-модульный принцип построения и пространственно-распределенная структура, что обеспечивает ряд преимуществ по сравнению с другими способами реализации:

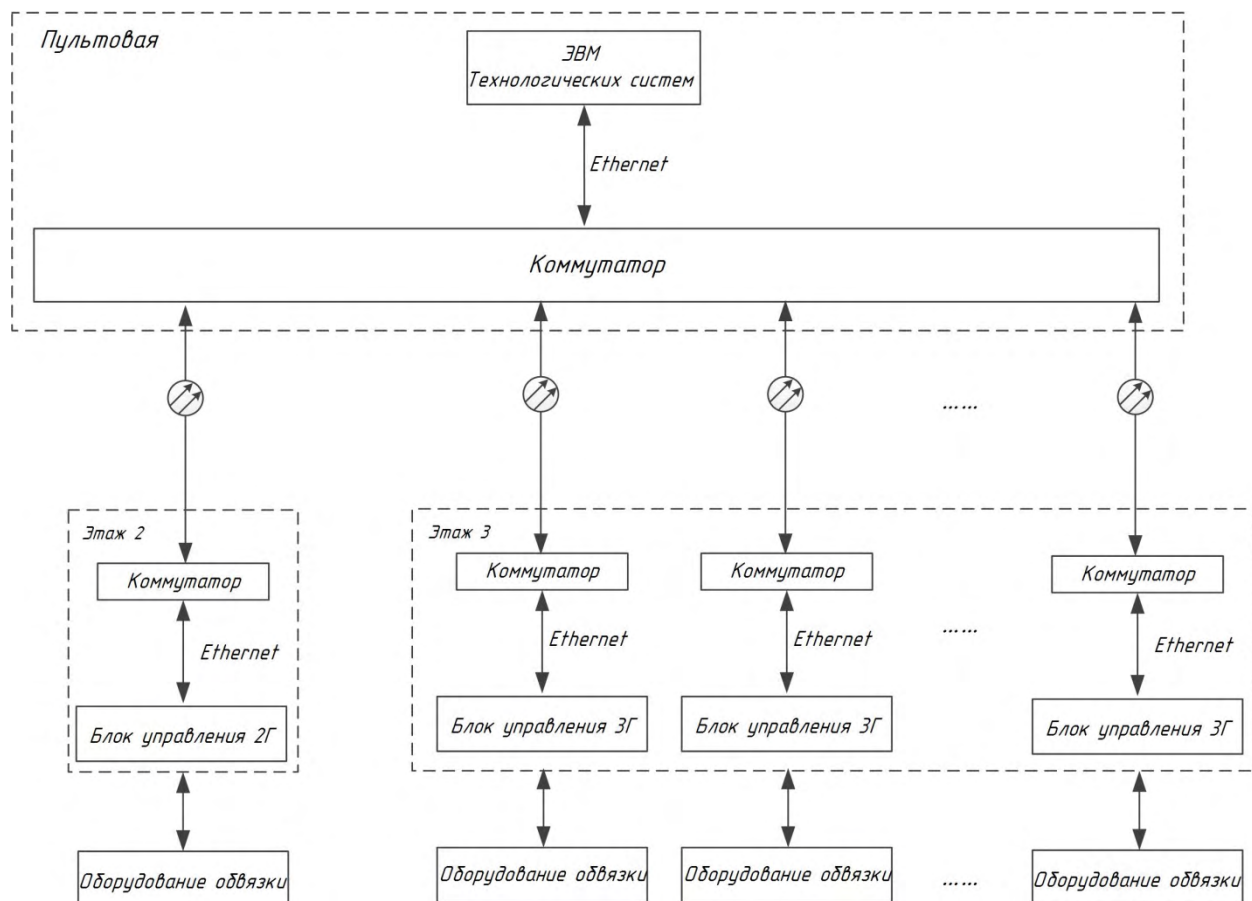


Рис. 1. Структурная схема АСУ системы газонаполнения

- сокращение длины кабеля;
- отдельные элементы и узлы системы относительно независимы и автономны;
- возможность отладки и введение в строй отдельных элементов системы поэтапно;
- гибкость при расширении системы.

Структурная схема АСУ системы газонаполнения приведена на рис. 1.

Блоки управления АСУ системы газонаполнения конструктивно представляют собой металлические корпуса с перфорированными крышками сверху и снизу предназначенные для установки в стойках 19” стандарта. Внутри блока расположены программируемый контроллер iP-8841 компании ICP DAS и блоки питания. Данный тип контроллера обладает возможностью подключения по протоколу Ethernet, что обеспечивает передачу данных со скоростью до 100 Мбит/с, что имеет большое значение для уменьшения времени доступа и опроса каждого конкретного блока. В слоты контроллера установлены соответствующие модули ввода/вывода. Наличие широкого ассортимента модулей ввода-вывода и стандартизированных объектов управления (клапанов и датчиков давле-

ния), позволило полностью отказаться от использования дополнительных согласующих схем и использовать готовые решения. В блоках управления были применены модули аналогового ввода I – 87017RCW, осуществляющие измерение значений тока в диапазоне 0–20 мА по 8 каналам для измерений значений токов с датчиков давления и 16-и канальные релейные модули I – 87061W, осуществляющие управление электромагнитными клапанами.

Связь между контролерами в блоках управления и коммутаторами в технологических стойках осуществляется по протоколу 100 Base-T Ethernet. Для обеспечения высокого уровня устойчивости к электромагнитным помехам и гальванической развязки связь между корневым коммутатором технологических систем, размещенным в пультовой, и стойками управления осуществляется по оптоволоконной многомодовой линии.

Блоки управления АСУ системы газонаполнения изготовлены в двух базовых исполнениях – БУ 2Г и БУ 3Г. Исполнение блоков управления определяется выполняемыми блоком функциями.

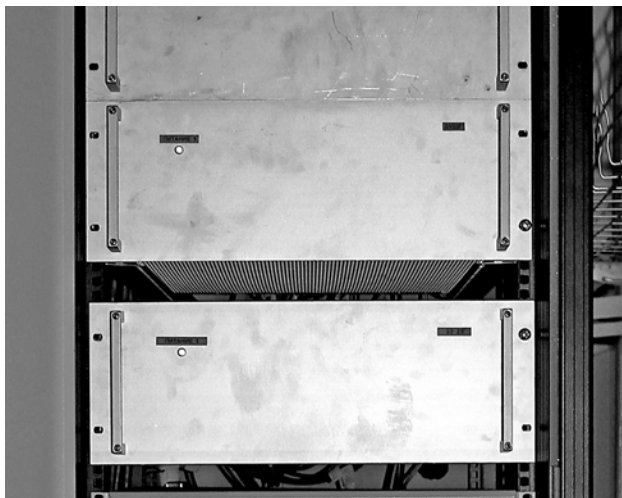


Рис. 2. Технологическая стойка второго этажа

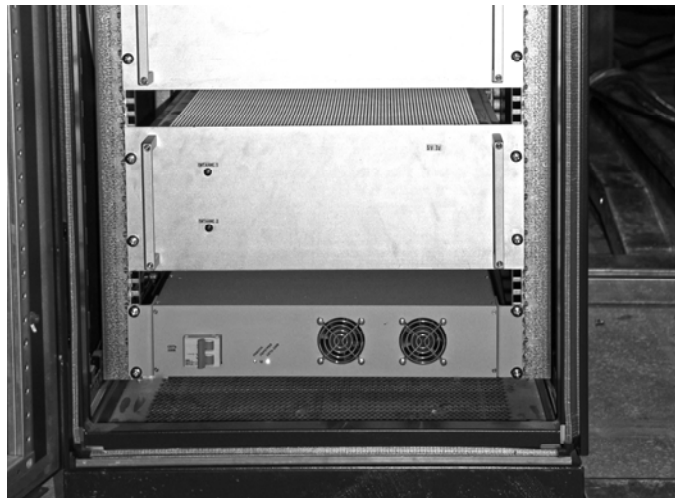


Рис. 3. Общий вид стойки ускорительного модуля

Блок управления 2Г (БУ 2Г)

Блок управления 2Г имеет следующие варианты исполнения:

- БУ 2.1Г;
- БУ 2.2Г.

Блоки управления расположены в технологической стойке одного из помещений здания на втором этаже. Вид стойки приведен на рис. 2.

Блоки предназначены для контроля давления газовой смеси в разрядниках генераторов системы синхронизации. Общее количество опрашиваемых датчиков – 72. Каждый из блоков БУ-2Г рассчитан на измерение сигналов от 40 датчиков давления.

Блок управления 3Г (БУ 3Г)

Блоки управления 3Г расположены внутри технологических стоек в непосредственно близости от модулей установки. Блок управления производит контроль и управление электромагнитными клапанами, отслеживает давление газовой смеси посредством датчиков давления в следующих объемах:

- Разрядники предимпульсные;
- Разрядники ДСФЛ;
- ГИН-1000.

Общее количество заполняемых объемов – 26, количество каналов датчиков давления – 29.

Общий вид стойки с установленным блоком БУ - 3Г приведен на рис. 3

Блок управления БУ-3Г работает под управлением программного обеспечения нижнего уровня.

Программная часть состоит из программ нижнего уровня для контроллеров и программного

обеспечения верхнего уровня, написанного с помощью SCADA-системы MasterScada. Оператор имеет широкие возможности управления и настройки системы непосредственно с мнемосхемы программы верхнего уровня (рис 2). Программа верхнего уровня управляет программами нижнего уровня и обеспечивает их согласованную работу. Их связь обеспечивается по протоколу Modbus по сети Ethernet.

Автоматизированная система газонаполнения обеспечивает заполнение разрядников модулей установки как из пульта, так, при необходимости, из любой стойки.

Управление технологическим процессом программа верхнего уровня, ведет посылкой макрокоманды программе нижнего уровня блока управления. Контроль технологического процесса ведет непосредственно программа нижнего уровня, что позволяет закончить процесс даже при потере связи между ЭВМ технологических систем и технологической стойки, в которой расположен конкретный блок управления.

В системе реализованы несколько учетных записей пользователей, у каждой из которой есть свои права доступа к объекту управления. Для учетной записи «Оператор системы» доступен только контроль состояния разрядников, запуск и остановка технологических процессов в автоматическом режиме, для учетной записи «Руководитель» обеспечен полный доступ к управлению системой, как в автоматическом режиме, так и в ручном. Вход в систему оператора сопровождается вводом пароля.

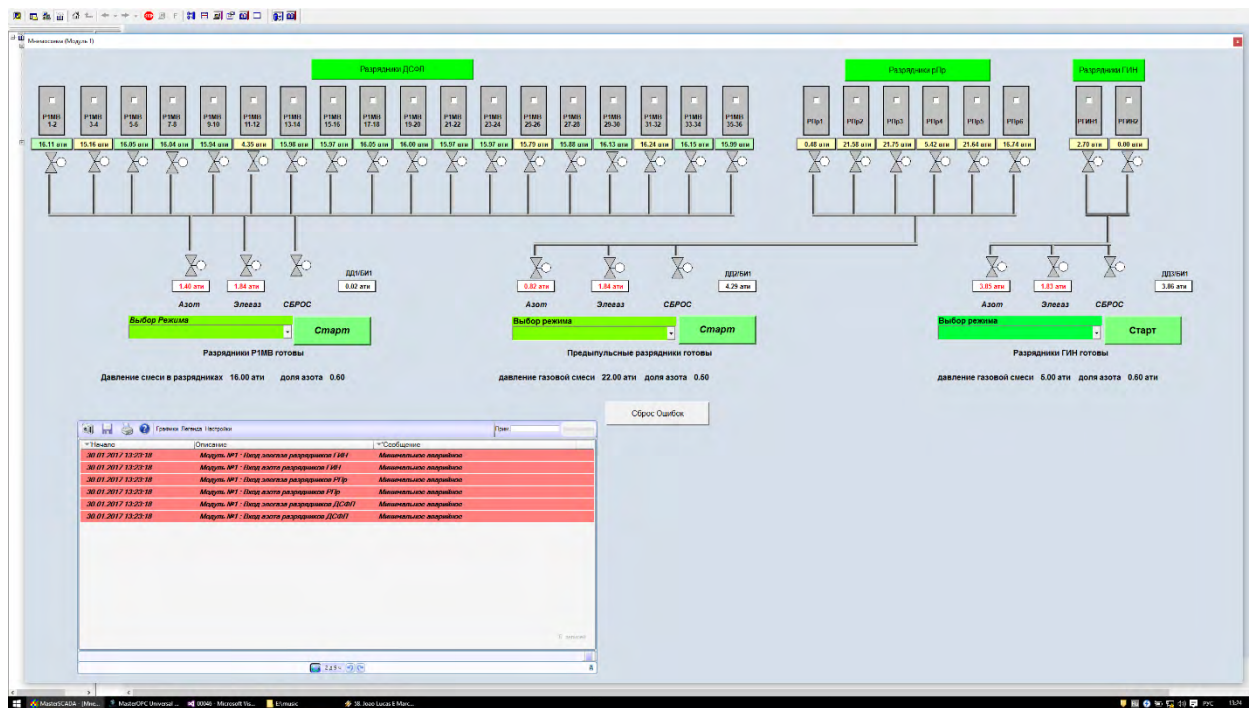


Рис. 4. Внешний вид программы верхнего уровня

В программе верхнего уровня также реализованы постоянное сохранение состояния газовых разрядников. Сохранение ведется в базе данных, что позволяет в последующем быстро и удобно их обрабатывать.

При заполнении разрядника в автоматическом режиме погрешность соотношения составляющих газовой смеси в объеме разрядника, относительно заданного значения, оценивается величиной 2...3 %.

В 2017 году была проведена отработка режимов функционирования ускорителя. За это время АСУ газонаполнения показала надежность и удобство в работе. При пусках системы синхронизации

и при рабочих пусках ускорителя сбоев и отказов в работе сети Ethernet, сетевого оборудования и блоков управления не происходило. Заполнение разрядников в автоматическом режиме не требует вмешательства оператора, задача которого контролировать ход процесса. Внедрение АСУ позволило почти полностью исключить ручной труд при заполнении объемов модулей газовой смесью.

Список литературы

1. Руководство пользователя. Инсат, Москва, 2015.