

УДК 658.012.011.56:658.512

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДА «EAGLE». ПОДСИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Ильиных С.А., Сысалетин А.В., Ермаков В.А., Кудранова А.Б., Наурызбаев Р.Ж., Исламов Р.С.

*Филиал «Институт атомной энергии» РГП НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан*

С начала 2020 года и по настоящее время в филиале «Институт атомной энергии» РГП «Национальный ядерный центр Республики Казахстан» проводятся работы по модернизации подсистемы автоматического управления информационно-управляющей системы экспериментального стенда «EAGLE». В рамках этой работы было смонтировано приобретенное оборудование, произведена первичная настройка модулей и корзин расширения с помощью специализированного программного обеспечения Modbus Utility идущего в комплекте поставки. Разработаны алгоритмы для приёма и передачи данных на модули, экран управления и предоставления информации о состоянии агрегатов стендовой автоматики (АСА). В результате данной работы будет усовершенствован процесс контроля, регистрации и отображения экспериментальной информации о состоянии агрегатов экспериментального стенда «EAGLE».

**Ключевые слова:** информационно-управляющая система, система автоматического управления, модуль, корзина расширения, автоматизированное рабочее место.

**ВВЕДЕНИЕ**

Объектом исследования в данной работе является ИУС экспериментального стенда «EAGLE», в части подсистемы автоматического управления.

Актуальность разработки проекта определяется тем, что существующая ИУС, введенная в эксплуатацию в 2002 году не в полной мере соответствует современным требованиям к качеству представляемой информации и не всегда обеспечивает полноту и точность проводимых измерений. Поэтому разработка и реализация проекта помимо улучшения системы измерений также способствует увеличению показателей надежности исследовательского стенда «EAGLE». В рамках данной работы производится модернизация подсистемы автоматического управления.

До конца 2020 года будут разработаны алгоритмы:

- срабатывание узлов АСА по заданной циклограмме с соблюдением временных интервалов и последовательности срабатывания с одновременной индикацией состояния узлов и агрегатов;
- поддержание заданного уровня давления в печи и устройстве приема расплава установки с помощью включения /отключения системы сброса газов из установки;
- автоматическое заполнение по команде оператора емкостей системы газового анализа с включением и выключением необходимых электропневмоклапанов.

В дальнейшем, в 2021 году будет произведена модернизация подсистемы контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА).

Целью работы является увеличение показателей надежности ИУС экспериментального стенда «EAGLE» за счет полной замены устаревшего оборудова-

ования и внедрения современных информационных технологий в подсистеме САУ [1].

Задачи:

- обеспечить сбор измерительной информации с периодом опроса каналов 0,1; 1; 10 с;
- предусмотреть вывод дискретных сигналов (на аппаратуру системы автоматического управления (САУ));
- обеспечить автономную регистрацию текущих значений измеряемых параметров по всем дискретным каналам с периодом регистрации на автоматизированных рабочих местах 0,1; 1; 10 с. При этом, общее время регистрации не менее 10 ч;
- предусмотреть функциональную независимость всех автоматизированных рабочих мест (АРМ) операторов и местных пультов друг от друга, при сохранении единой архитектуры ИУС;
- обеспечить гальваническую развязку между модулями САУ и агрегатами стендовой автоматики.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ИУС САУ**

ИУС САУ предназначена сбора и регистрации информации о состоянии АСА системы автоматического управления, а также формирования управляющих воздействий на агрегаты установки с дискретным управлением на базе микроконтроллерных средств фирмы ICP DAS.

Конструктивно ИУС САУ состоит из трехуровневого комплекса на базе корзин расширения (шасси) и модулей ввода/вывода дискретных сигналов ICP DAS серии 8000 (рисунок 1).

Функциональными задачами шасси и модулей являются:

- сбор информации о состоянии АСА;
- передача сигналов управления на АСА;
- обмен информацией с автоматизированным рабочим местом оператора ИУС САУ.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДА «EAGLE».  
ПОДСИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

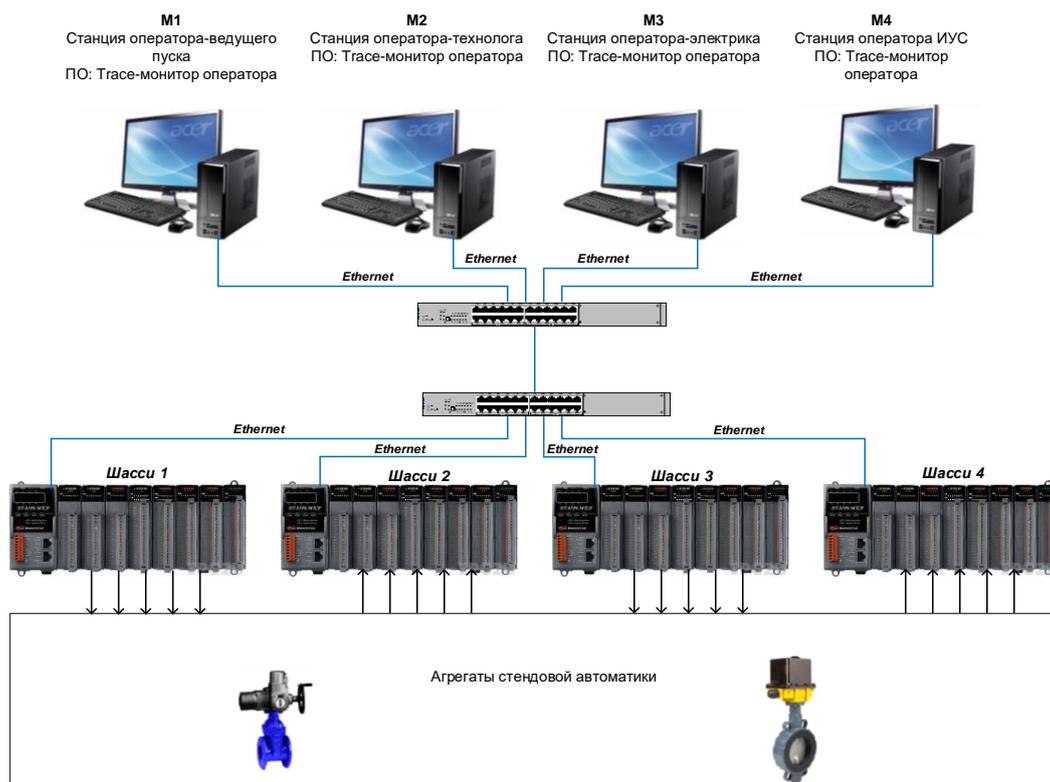


Рисунок 1. Структура ИУС САУ

Нижний уровень ИУС включает АСА. На этом уровне осуществляется согласование сигналов агрегатов стэнда с входами устройств управления.

Средний уровень ИУС осуществляет функции сбора информации о состоянии АСА в реальном масштабе времени, передачу сигналов с автоматизированного рабочего места на управление исполнительными механизмами.

Верхний уровень ИУС осуществляет прием данных от модулей среднего уровня и регистрацию текущих значений состояний АСА, отображение состояния АСА в виде визуальных фрагментов на АРМ операторов, передачу команд на управление исполнительными механизмами.

В качестве оборудования среднего уровня было выбрано оборудование компании ICP DAS, а именно – корзины расширения ICP DAS ET-87P8-MCTP, модули ввода дискретных сигналов ICP DAS I-87053W и модули вывода дискретных сигналов ICP DAS I-87061W [2]. Модули устанавливаются в корзины расширения и настраиваются через программу Modbus Utility, посредством которой пользователь может получить доступ к настройкам и таблице Modbus регистров.

Взаимодействие АРМ операторов и оборудования среднего уровня происходит по сети Ethernet через коммутаторы Cisco, что позволяет в случае необходимости увеличивать количество корзин расширения и АРМ операторов.

В настоящее время произведен монтаж оборудования среднего уровня системы. На рисунке 2 показано смонтированное оборудование.



Рисунок 2. Шкаф САУ

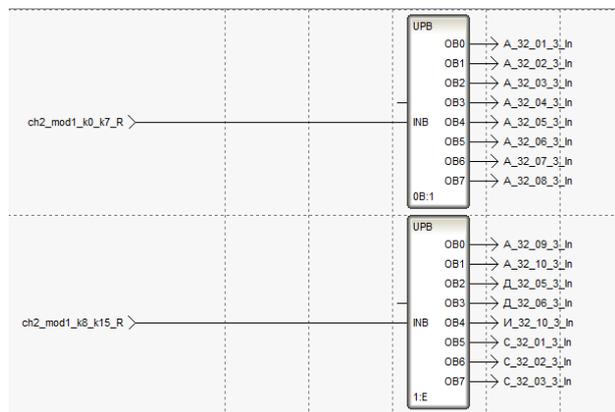


Рисунок 3. Распаковка сигналов

Подключение к модулям и разработка экрана АРМ оператора была произведена в программном обеспечении *Trace Mode 6.10* [1, 3].

Информация с модулей ввода дискретных сигналов передается в виде двух целых чисел (одно число – 1 байт – 8 бит). Каждый бит числа отвечает за состояние определенного канала. Поэтому было сделано разложение принимаемых с модулей ввода дискретных сигналов чисел на биты (преобразование десятичного числа в двоичное) и привязка получившихся составляющих к созданным ранее каналам ввода. Вид части созданного программного обеспечения в инструментальной среде *Trace Mode 6.10*,

созданного на языке *FBD* (язык функциональных блоков), показан на рисунке 3.

Все управляющие сигналы, с модулей вывода дискретных сигналов, должны иметь импульсный вид (импульс длиной в 1 секунду). Поэтому в программе было реализовано преобразование выходных сигналов в импульсный вид. По аналогии с модулями ввода, информация в модуля вывода дискретных сигналов также передается в виде двух целых (по 8 бит каждое) чисел, где каждый бит числа отвечает за состояние определенного канала. Для привязки созданных ранее каналов к модулям необходимо каждые 8 каналов объединить в одно целое (расставить по порядку, и выполнить преобразование двоичного числа в десятичное). Вид части созданного программного обеспечения выполняющий преобразование каналов в импульсный вид и их объединение показан на рисунке 4.

На рисунке 5 показана часть ПО, предназначенная для связи каналов, привязанных к графическим элементам экрана, и каналов в программе вывода дискретных сигналов. Для этой программы были созданы дополнительные функциональные блоки *YprASA*, которые принимают сигналы управления с экрана и текущее состояние АСА и после этого формируют сигнал для отправки на модули дискретного вывода. Логика работы функционального блока *YprASA* показана на рисунке 6.

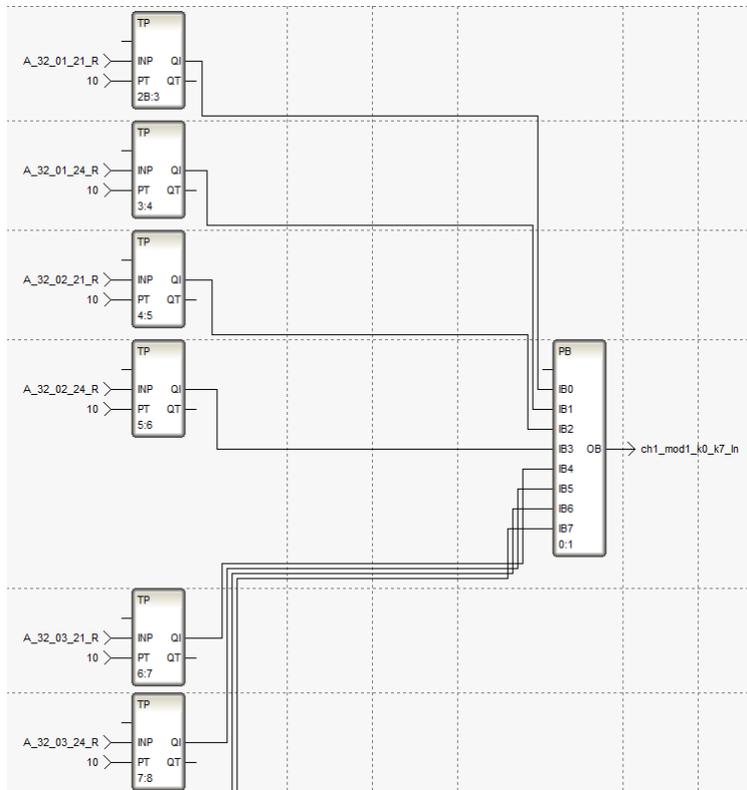


Рисунок 4. Часть ПО вывода дискретных сигналов

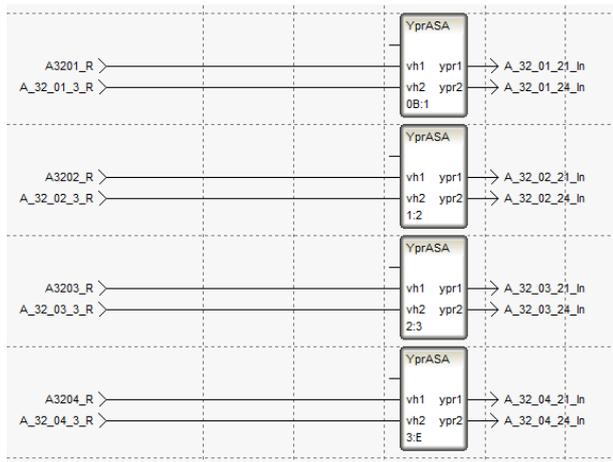


Рисунок 5. Часть ПО связи экрана с программой вывода

Для подсистемы автоматического управления была создана мнемосхема проведения пуско-наладочных работ (рисунок 7). В верхней части отображается текущие дата и время, название мнемосхемы и информационно-управляющей системы, а также расположена кнопка для перехода главный экран. На мнемосхеме расположены графические элементы, отображающие состояние агрегатов стеновой автоматики (открыт/закрыт, включен/выключен). Управление элементами АСА осуществляется посредством нажатия на соответствующий графический элемент мнемосхемы.

Регистрация данных осуществляется на АРМ, расположенных на верхнем уровне системы (рисунок 2), частота регистрации составляет 10 Гц, в случае необходимости оператор может уменьшить частоту

регистрации до 1 Гц. Все данные напрямую сохраняются в файл в виде электронных таблиц, файл EXCEL, что значительно упрощает дальнейшую работу с зарегистрированной информацией.

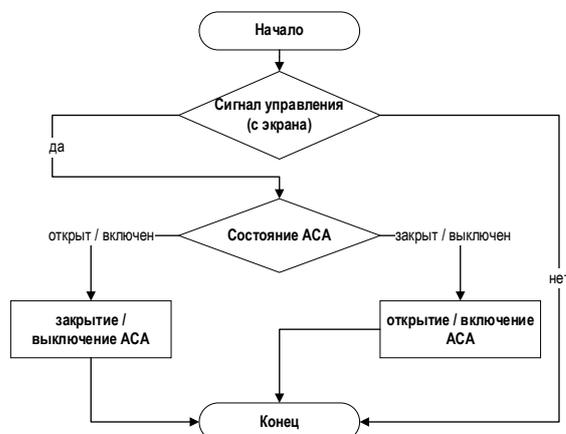


Рисунок 6. Логика работы функционального блока YprASA

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время на экспериментальном стенде «EAGLE» проводится важная и нужная работа по модернизации ИУС стенда. ИУС экспериментального стенда «EAGLE» предназначена для измерения параметров проводимых экспериментов и управления нагревателями, задвижками и другой аппаратурой стенда. В связи с моральным и физическим износом существующего оборудования ИУС, производится установка новых модулей ввода вывода, корзин расширения, АРМ и систем бесперебойного питания при неизменных АСА.

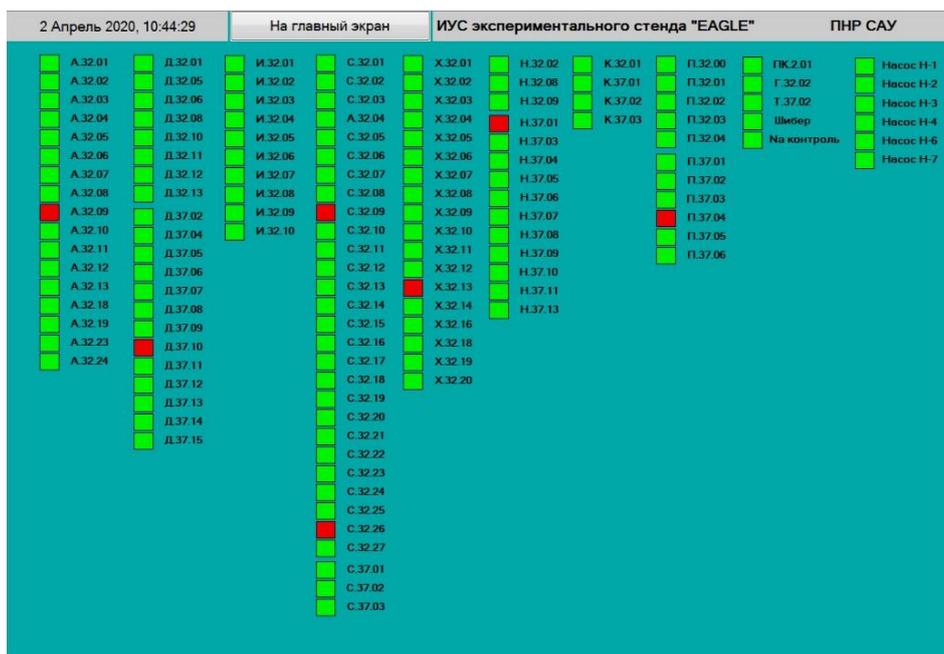


Рисунок 7. Экран ПНР ИУС САУ

В результате проделанной работы в SCADA-системе *Trace Mode 6.10* было создано программное обеспечение, которое:

- позволяет проводить опрос 176 каналов ввода дискретных сигналов от АСА;
- позволяет отправлять сигналы на 202 канала вывода дискретных сигналов для управления АСА;
- отображает информацию о состоянии АСА в виде цветовой индикации графических элементов;
- осуществляет регистрацию значений со всех каналов САУ.

Была произведена первичная настройка модулей и корзин расширения САУ. Для САУ были выбраны шестнадцать канальные модули вывода дискретных сигналов *ICP DAS I-87061W* и шестнадцатиканальные модули ввода дискретных сигналов *ICP DAS I-*

*87053W*, также корзины расширения *ET-87P8-MCTP*. Всего в САУ используется четыре корзины расширения, в двух из которых установлено по восемь шестнадцатиканальных модулей ввода дискретных сигналов, и в двух установлены модули вывода дискретных сигналов. Выбранное оборудование о программное обеспечение позволит в любой момент нарастить систему. За счет применения современного оборудования и программного обеспечения будут достигнуты большое быстродействие и надежность системы. Применение SCADA-системы позволит создать экраны операторов с высокими эргономическими характеристиками и большой информационной емкостью. Благодаря регистрации экспериментальных данных в цифровом виде, упрощается их обработка и дальнейшие расчеты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ильиных С.А., Сысалетин А.В., Ермаков В.А., Кудранова А.Б., Наурызбаев Р.Ж., Модернизация информационно-управляющей системы экспериментального стенда «EAGLE» – Вестник НЯЦ РК, 2019 г., вып. 4, с. 38-44.
2. WinPAC-8000 User Manual (For Standard WP-8000) Version 2.0.9. – 2014 ICP DAS Co., Ltd.
3. Руководство пользователя SCADA Trace Mode 6. Том 1. 14 издание. – Москва 2011.

#### «EAGLE» ЭКСПЕРИМЕНТТІК СТЕНДІНІҢ АҚПАРАТТЫҚ-БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ЖАҢҒЫРТУ. АВТОМАТТЫ БАСҚАРУДЫҢ ІШКІ ЖҮЙЕСІ

С.А. Ильиных, А.В. Сысалетин, В.А. Ермаков, А.Б. Кудранова, Р.Ж. Наурызбаев, Р.С. Исламов

*ҚР ҰАО РМК «Атом энергиясы институты» филиалы, Курчатов, Қазақстан*

Қазақстан Республикасының Ұлттық ядролық орталығы РМК «Атом энергиясы институты» филиалында 2020 жылдың басынан бастап осы уақытқа дейін «EAGLE» эксперименттік стендінің ақпараттық-басқару жүйесінің автоматты басқарудың ішкі жүйесін жаңғырту бойынша жұмыстар жүргізілуде. Осы жұмыстың аясында жеткізілім жиынтығында бірге жүретін *Modbus Utility* мамандандырылған бағдарламалық қамтамасыз етудің көмегімен сатып алынған жабдықтар құрастырылып жөнделді, кеңейту модульдері мен қоржындарына бастапқы теңшеу жүргізілді. Модульдерге деректерді қабылдауға және жіберуге арналған алгоритмдер, стендтік автоматика агрегаттарының (САА) жай-күйі туралы ақпараттарды беру және басқару экраны әзірленді. Осы жұмыстың нәтижесінде «EAGLE» эксперименттік стенд агрегаттарының жай-күйі туралы эксперименттік ақпаратты бақылау, тіркеу және бейнелеу үдерістері жетілдірілетін болады.

**Түйінді сөздер:** ақпараттық басқару жүйесі, автоматты басқару жүйесі, модуль, кеңейту қоржыны, автоматтандырылған жұмыс орны.

#### MODERNIZATION OF INFORMATION-CONTROL SYSTEM AT EAGLE EXPERIMENTAL TEST BENCH. AUTOMATED CONTROL SUBSYSTEM

S.A. Pinykh, A.V. Sysaletin, V.A. Yermakov, A.B. Kudranova, R.Zh. Nauryzbaev, R.S. Islamov

*Branch “Institute of Atomic Energy” RSE NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan*

The Institute of Atomic Energy (IAE) Branch of the Republican State Enterprise national Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan has been updating automated control subsystem of the information-control system at its experimental test bench EAGLE since the beginning of 2020. As part of modernization, IAE has installed new equipment and implemented primary adjustment of moduli and extension racks by means of specialized *Modbus Utility* software included in the delivery. In addition, IAE has developed algorithms to receive and transmit data onto moduli, directive screen and provide information regarding the state of test-bench automatic units. This work will result in the improvement of monitoring, recording and display of experimental information related to the state of EAGLE automated control units.

**Keywords:** information-control system, automatic control system, module, extension rack, computer workstation.