

УДК 658.012.011.56:658:512

ТРЕТИЙ ЭТАП МОДЕРНИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО РЕАКТОРА ИВГ.1М

Коровиков А.Г., Ильиных С.А., Ермаков В.А., Серикбаев Б.С.

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

С 2010 года и по настоящее время в филиале «Институт атомной энергии» РГП Национальный ядерный центр Республики Казахстан (далее филиал ИАЭ) проводятся работы по модернизации информационно-измерительной системы (ИИС) исследовательского реактора ИВГ.1М. В рамках первых двух этапов с 2012 по 2017 годы проведена работа по модернизации ИИС системы автоматического управления (САУ), системы управления и защиты (СУЗ) и системы контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА). Приобретено оборудование, программное обеспечение и материалы. Разработаны алгоритмы обработки данных от первичных преобразователей и экраны представления информации операторам пультов. Выполнен монтаж оборудования, и проведены пуско-наладочные работы. В 2018 году в рамках проекта технической кооперации между МАГАТЭ и Республикой Казахстан проводится третий этап модернизации, в рамках которого планируется осуществить модернизацию ИИС контроля герметичности оболочек (КГО) и ИИС дозиметрического контроля (ДК). В результате данной работы будет усовершенствован процесс контроля, регистрации и отображения экспериментальной информации систем КГО и ДК.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в РК эксплуатируется три реакторных установки с исследовательскими реакторами, и одна находится в режиме длительного останова. В качестве технических средств вычислительных комплексов информационно-измерительных систем (ИИС) реакторных установок используются физически и морально изношенные аппаратные комплексы, используется морально устаревшее программное обеспечение, которые не могут реализовать функцию обеспечения безопасности ядерного реактора.

Актуальность определяется важностью ИИС для реализации функций обеспечения безопасности любого ядерного реактора, включая реактор ИВГ.1М. Наличие точной оперативной информации о работе реактора является одним из важнейших условий разумной и адекватной реакции операторов и систем автоматического регулирования на любые ситуации, возникающие как в условиях нормальной эксплуатации, так и в аварийных ситуациях.

В период с 2012 по 2017 года проведены первые два этапа модернизации. В рамках первого этапа были модернизированы ИИС САУ и ИИС СУЗ. Вторым этапом была проведена модернизация ИИС КИПиА. модернизированные системы была разработана эксплуатационная документация [1, 2], ИИС введены в опытную эксплуатацию и на данный момент сбой в работе данных систем не зафиксированы.

Третьим этапом запланирована модернизация ИИС КГО и ИИС ДК.

Целью данной работы является модернизация ИИС КГО и ИИС ДК реактора ИВГ.1М путем применения современного оборудования и программного обеспечения.

Объект исследования является ИИС исследовательского реактора ИВГ.1М, в части подсистем кон-

троля герметичности оболочек (СКГО) и дозиметрического контроля (ДК).

ПЕРВЫЕ ЭТАПЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ИИС

В 1985 году была завершена последняя модернизация ИИС ИВГ.1М, в рамках данной модернизации были применены терминалы на базе 16-разрядных машин: диалоговый вычислительный комплекс (ДВК), агрегатная система средств вычислительной техники (АСВТ-М), терминал вычислительной связи с объектом (СМ-1634). Это семейство советских персональных компьютеров середины 80-х – начала 90-х годов XX века. В качестве операционной системы применялась агрегатная система программного обеспечения (АСПО). С течением времени встал вопрос о дальнейшей эксплуатации данного оборудования, так как сложно найти запасные части для восстановления работоспособности данного оборудования и уменьшается число персонала, способного устранять возникшие неполадки. Поэтому было принято решение о модернизации ИИС ИВГ.1М [3].

Во время опытной эксплуатации, модернизированные на первых двух этапах ИИС показали значительное превосходство над устаревшими системами [2]:

- *быстродействие*. За счет применения современного оборудования и программного обеспечения, производства компании *Allen Bradley*, достигнута частота опроса всех ИК системы 50 Гц и скорость регистрации данных на АРМ – 10 Гц. Данный показатель более чем в 10 раз превышает показатели устаревших ИИС исследовательского реактора ИВГ.1М;

- *надежность*. Разработанные ИИС системы обладают высокой надежностью, за счет применения основного оборудования, обладающего высокими показателями наработки на отказ (MTBF), например, показатель MTBF контроллера системы состав-

ляет 815822 часов или средняя продолжительность работы устройства между ремонтами около 93 лет. Расчет свидетельствует о том, что вероятность того, что системы САУ, СУЗ и КИПиА окажутся в работоспособном состоянии более 99,99 % и соответствует ГОСТ. В свою очередь в старых системах использовалось морально устаревшее оборудование середины 80-х – начала 90-х годов XX века, для которого сложно найти запасные части и уменьшается число персонала способного с ним работать;

– *удобство использования.* Предложенные методы отображения информации (SCADA-система, станции операторов, местные пульта, экран коллективного пользования на базе жидкокристаллического телевизора), за счёт более гибкой структуры и централизации источника информации для локальных пультов операторов и экрана коллективного

пользования, предоставляет функциональный инструмент организации экспериментальной информации в различных режимах эксплуатации реакторной установки и позволяет наращивать и модернизировать систему с сохранением базовых принципов эффективности. Разработанные в SCADA-системе экраны операторов обеспечивают удобный просмотр и обладают большой информационной емкостью. Все данные регистрируются в цифровом виде, что упрощает дальнейшую их обработку.

Для выполнения требований Закона Республики Казахстан № 53-ІІ от 7 июня 2000 года «Об обеспечении единства измерений» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 29.10.2015 г.) применено оборудование и первичные преобразователи, входящие в Реестр государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан.

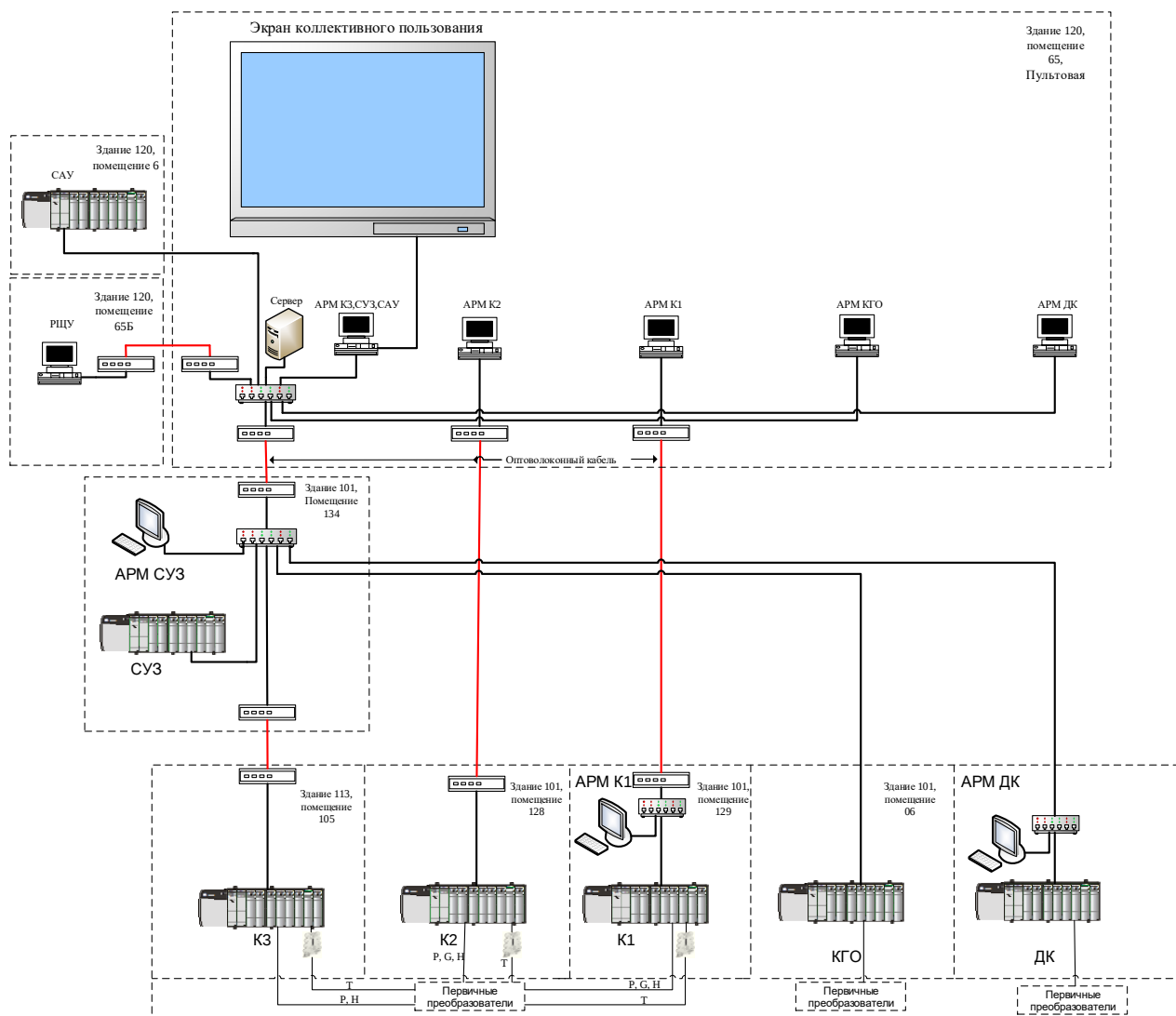


Рисунок 1. Структурная схема ИИС ИВГ.1М

ТРЕТИЙ ЭТАП МОДЕРНИЗАЦИИ ИИС

В 2018 году в рамках проекта технической кооперации между МАГАТЭ и Республикой Казахстан

проводятся работы по модернизации ИИС КГО и ИИС ДК.

ИИС КГО предназначена для:

– управления режимами отбора теплоносителя из водоохлаждаемых технологических каналов (ВОТК);

– сбора, обработки и отображения информации об активности теплоносителя, зависящей от состояния оболочек ТВЭЛОВ ВОТК.

Существующая ИИС КГО построена по иерархическому принципу. Ядром системы является управляющий вычислительный комплекс УВК-07 (рисунок 2), предназначенный для сбора и обработки информации, формирования управляющих воздействий и передачи данных по выбранному каналу связи. Вывод оперативной информации производится на монитор «Электроника МС 0507», результаты регистрации измерений выводятся на бумажный носитель.



Рисунок 2. Внешний вид управляющего вычислительного комплекса УВК-07

В состав ИИС КГО входят следующие первичные преобразователи:

- датчики давления (ДДМ) – 30 шт.;
- датчик расхода (Сапфир-22 ДД) – 1 шт.;
- датчики измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения (БДРС-01П2) – 30 шт.

ИИС ДК разработана и внедрена в эксплуатацию в 1987 году. Областью использования ИИС ДК является обеспечение мер радиационной безопасности при работах на реакторной установке, а также контроль радиационной обстановки в помещениях во время проведения подготовительных и экспериментальных работ по следующим параметрам: гамма-излучение, эквивалентная доза нейтронов, бета-активные газы.

Существующая система дозиметрического контроля реализована на основе аналоговых преобразователей АСВТ-М (рисунок 3) и ЭВМ типа ДВК-3 (рисунок 4). Вывод оперативной информации производится на монитор ДВК-3, результаты регистрации измерений выводятся на бумажный носитель.



Рисунок 3. Внешний вид аналоговых преобразователей АСВТ-М



Рисунок 4. Внешний вид ЭВМ типа ДВК-3

В состав ИИС ДК входят следующие первичные преобразователи:

- датчики мощности дозы гамма-излучения (ДГ-2) – 14 шт.;
- датчики мощности дозы гамма-излучения (ДГ-7) – 6 шт.;
- датчики мощности дозы гамма-излучения (ДГ-15) – 3 шт.;
- датчик эквивалентной дозы нейтронов (УДБН-02Р) – 1 шт.;
- датчики объемной активности бета-активных газов (ДБГ-2) – 16 шт.

Особенностью ИИС ДК по отношению к ИИС КИПиА, ИИС СУЗ и ИИС КГО является импульсный выход первичных преобразователей, т.е. на выходе преобразователя формируется сигнал в виде набора импульсов, который после подсчета в единицу времени по индивидуальной зависимости для каждого преобразователя пересчитывается в физическую величину. В связи с этим, в качестве вторичных преобразователей впервые в рамках создания ИИС

ИВГ.1М, были выбраны двухканальные счетчики импульсов 1756-HSC.

Обе системы реализованы в виде двухуровневых структур (рисунок 5, 6), где на нижнем уровне расположен контроллер, который собирает показания со всех датчиков ИИС и передает их на верхний уровень. Верхний уровень представляет собой АРМ оператора, на котором отображаются все значения измеряемых параметров и ведется их регистрация. Основные технические характеристики ИИС КГО и ИИС ДК представлены в таблице 1.

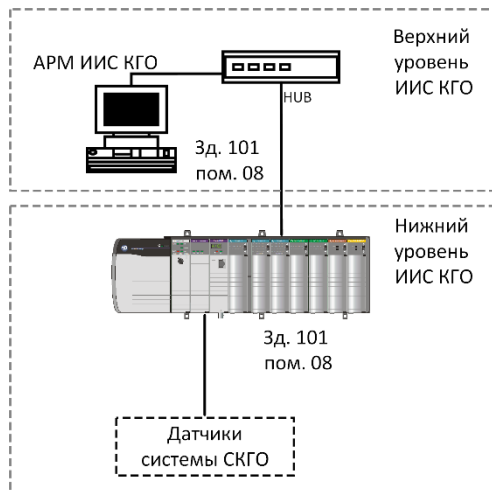


Рисунок 5. Структура ИИС КГО

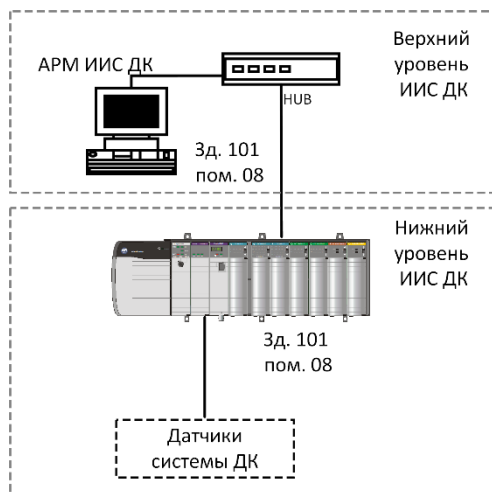


Рисунок 6. Структура ИИС ДК

Как и в уже модернизированных ИИС, в качестве средства программирования контроллеров выбран программный продукт RSLogix 5000, производитель Rockwell Automation, США. Выбор обусловлен тем, что RSLogix 5000 поддерживает архитектуру ControlLogix и позволяет провести программирование контроллера ControlLogix серии 1756. Программное обеспечение АРМ ИИС КГО и ИИС ДК разработано в SCADA системе RSView32 производства компании Rockwell Automation.

Таблица 1. Технические характеристики ИИС КГО и ИИС ДК

Наименование ИИС	КГО	ДК
Количество контроллеров	1	1
Количество каналов аналогового ввода	61	40
Количество каналов дискретного ввода	–	–
Количество каналов дискретного вывода	3	–
Количество каналов регистрации	61	40
Период регистрации на контроллерах, с	0,1	0,1

Для настройки сетевого взаимодействия между контроллером и АРМ оператора в ИИС, выбран драйвер прямых связей RSLinx, который позволяет использовать связи на основе наиболее распространенной технологии OPC.

Технология OPC определяет 2 класса программ: OPC-сервер (OPC контроллера), непосредственно взаимодействующий с контроллером, и OPC-клиент (OPC АРМ оператора), получающий данные от OPC-сервера для дальнейшей обработки и передающий в OPC-сервер команды управления.

Взаимодействие модулей ПО ИИС КГО и ИИС ДК представлено на рисунке 7.

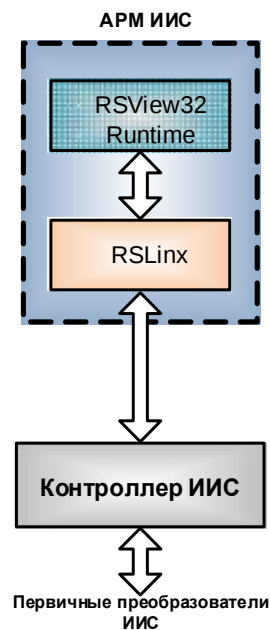


Рисунок 7. Взаимодействие ПО ИИС

Для каждого АРМ оператора разработана своя мнемосхема. Мнемосхемы всех ИИС имеют общую структуру. В верхней части экрана отображается текущие дата и время, режим работы системы, название мнемосхемы, имя текущего оператора и наличие связи с контроллерами систем. Переход между мнемосхемами осуществляется с помощью панели навигации.

ТРЕТИЙ ЭТАП МОДЕРНИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО РЕАКТОРА ИВГ.1М

ОПЕРАТОР DEFAULT		ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ ИВГ.1М		СВЯЗЬ С КОНТРОЛЛЕРАМИ		30 марта 2018 г. 15:45:42	
ТЕХНОЛОГИЯ		Мощность экспозиционной дозы (МЭД)		Давление каналов		Мощность экспозиционной дозы (МЭД)	
НАЧАЛЬНИК СМЕРИ		Канал	Контрольная точка	Тип датчика	Диагностика измерений	МЭД, мР/ч	Давление, кг/см ²
ФИЗИКИ		1	ГД.1	БДРС-01П2	0.3-10 ²	21,70	8,35
КИПИА		2	ГД.2	БДРС-01П2	0.3-10 ²	21,70	8,25
САУ		3	ГД.3	БДРС-01П2	0.3-10 ²	21,70	8,52
СУЗ		4	ГД.4	БДРС-01П2	0.3-10 ²	21,70	8,49
СКГО		5	ГД.5	БДРС-01П2	0.3-10 ²	21,70	8,54
ДОЗ. КОНТРОЛЬ		6	ГД.6	БДРС-01П2	0.3-10 ²	21,70	8,52
ТРЕВОГИ		7	ГД.7	БДРС-01П2	0.3-10 ²	21,70	8,56
ГРАФИКИ		8	ГД.8	БДРС-01П2	0.3-10 ²	21,70	8,54
На Главную		9	ГД.9	БДРС-01П2	0.3-10 ²	21,70	8,42
ПВР КГО		10	ГД.10	БДРС-01П2	0.3-10 ²	21,70	8,62
РЕГИСТРАЦИЯ		11	ГД.11	БДРС-01П2	0.3-10 ²	21,70	8,43
ВЫКЛЮЧЕНИЕ		12	ГД.12	БДРС-01П2	0.3-10 ²	21,70	8,44
		13	ГД.13	БДРС-01П2	0.3-10 ²	21,70	8,37
		14	ГД.14	БДРС-01П2	0.3-10 ²	21,70	8,38
		15	ГД.15	БДРС-01П2	0.3-10 ²	21,70	8,48
		16	ГД.16	БДРС-01П2	0.3-10 ²	21,70	8,48
		Параметры канала КГО на сливе					
		Д.4С.00, кг/с					
		0,00					
Уставка ПС дозы от мощности							
1 МВт		3 МВт					
		6 МВт					
		10 МВт					
		Текущий					
		Страница					
		Все					
		Без звука					
		Фильтр					

Рисунок 8. Мнемосхема ИИС КГО

ОПЕРАТОР DEFAULT		ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ ИВГ.1М		СВЯЗЬ С КОНТРОЛЛЕРАМИ		30 марта 2018 г. 15:38:02	
ТЕХНОЛОГИЯ		МОЩНОСТЬ ДОЗЫ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ		КОНЦЕНТРАЦИЯ БЕТА-АКТИВНЫХ ГАЗОВ			
НАЧАЛЬНИК СМЕРИ		Контрольная точка	Тип ПП	Диагностика измерений (мР/ч)	Выходной сигнал ПП В	Погрешность ПП %	
ФИЗИКИ		ДКН ДВ-6	ДГ-2	0.3-10 ²	0,2	20	
КИПИА		ДКН Т-120	ДГ-2	0.3-10 ²	0,2	20	
САУ		ДКН Т-140	ДГ-7	10-10 ⁴	0,2	20	
СУЗ		ДКН 102-02	ДГ-2	0.3-10 ²	0,2	20	
СКГО		ДКН ХП Т	ДГ-2	0.3-10 ²	0,2	20	
ДОЗ. КОНТРОЛЬ		ДКН 357	ДГ-2	0.3-10 ²	0,2	20	
ТРЕВОГИ		ДКН 010-03	ДГ-7	10-10 ⁴	0,2	25	
СОБЫТИЯ		ДКН Н-03	ДГ-7	10-10 ⁴	0,2	25	
ГРАФИКИ		ДКН 08	ДГ-2	0.3-10 ²	0,2	20	
На Главную		ДКН 200	ДГ-2	0.3-10 ²	0,2	20	
РЕГИСТРАЦИЯ		ДКН Н-02	ДГ-15	10 ² - 10 ⁴	0,2	20	
ВЫКЛЮЧЕНИЕ		ДКН Н-01	ДГ-7	10-10 ⁴	0,2	25	
		ДКН-КРАН	ДГ-2	0.3-10 ²	0,2	20	
		ДКН 010-04	ДГ-15	10 ² - 10 ⁴	0,2	20	
		ДКН 130-01	ДГ-2	0.3-10 ²	0,2	20	
		ДКН 010-01	ДГ-7	10-10 ⁴	0,2	25	
		ДКН 118	ДГ-2	0.3-10 ²	0,2	20	
		ДКН 200А	ДГ-2	0.3-10 ²	0,2	20	
		ДКН 138	ДГ-2	0.3-10 ²	0,2	20	
		ДКН 010-02	ДГ-15	10 ² - 10 ⁴	0,2	20	
		ДКН 130-02	ДГ-2	0.3-10 ²	0,2	20	
		ДКН 09-01	ДГ-7	10-10 ⁴	0,2	20	
		СКН 130	ДГ-2	0.3-10 ²	0,2	20	
		МОЩНОСТЬ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ДОЗЫ НЕЙТРОНОВ					
		Контрольная точка	Тип ПП	Диагностика измерений (мР/ч)	Выходной сигнал ПП В	Погрешность ПП %	
		ДКН Н-04	УДВН -02Р	3-10 ² - 3-10 ⁴	0,2	5	
		Текущий					
		Страница					
		Все					
		Без звука					
		Фильтр					

Рисунок 9. Мнемосхема ИИС ДК

На рисунке 8 показана мнемосхема оператора КГО. Мнемосхема выполнена в виде таблиц. Предусмотрены предупредительные сигналы по превышению заданных уставок, которые рассчитаны для различных мощностей реактора. Выбор мощности осуществляется в нижней левой части экрана. При превышении значением канала заданной уставки, ячейка, на которой отображается физическое значение, выделяется желтым цветом.

Мнемосхема оператора системы ДК разделена на три таблицы в соответствии с типами измерений первичных преобразователей (мощность дозы гамма-излучения, объемная активность бета-активных газов и мощность эквивалентной дозы нейтронов) (рисунок 9). Предусмотрены предупредительные сигналы по превышению заданных уставок, при

превышении значением канала заданной уставки, ячейка, на которой отображается физическое значение, выделяется желтым цветом.

Регистрация данных осуществляется на АРМ ИИС КГО и ИИС ДК, расположенных на верхнем уровне системы (рисунок 5, 6), частота регистрации для данных систем составляет 1 Гц, в случае необходимости оператор может увеличить частоту регистрации до 10 Гц.

Обработка экспериментальных данных осуществляется с помощью внешнего приложения, которое формирует файл в виде электронных таблиц с заранее заданными параметрами (период регистрации, номера каналов и т.д.).

Выводы

В настоящее время на реакторе ИВГ.1М проводится важная и нужная работа по модернизации ИИС реактора. В связи с моральным и физическим износом существующего оборудования ИИС, производится замена модулей ввода вывода, контроллеров, АРМ и систем бесперебойного питания при неизменных первичных преобразователях. Выполненные работы первого и второго этапов модернизации, а затем и последующая опытная эксплуатация на протяжении более 10 пусков подтвердили правильность принятых проектных решений и удобство работы для операторов и постэкспериментальную обработку результатов.

В течение 2018 года будет завершен третий этап модернизации, который позволит ввести в опытную эксплуатацию ИИС КГО и ИИС ДК.

Особенностью данного этапа модернизации является сбор информации с датчиков, имеющих импульсный выход. В связи с этим возникла необходимость использования модулей счетчиков импульсов 1756-HSC, ранее не применяемых в ИИС ИВГ.1М.

За счет применения современного оборудования и программного обеспечения, были достигнуты большое быстродействие и надежность системы, а также обеспечена возможность наращивания системы без изменений, ранее созданных ИИС.

Литература

1. Коровиков А.Г., Ольховик Д.А., Первый этап модернизации информационно-измерительной системы исследовательского реактора ИВГ.1М – Вестник НЯЦ РК, 2014 г., вып. 4, с. 5-12.
2. Коровиков А.Г., Ермаков В.А., Серикбаев Б.С., Второй этап модернизации информационно-измерительной системы исследовательского реактора ИВГ.1М – Вестник НЯЦ РК, 2016 г., вып.3, с. 140-146.
3. Информационно-измерительная система исследовательского реактора ИВГ.1М: технический проект АК.72500.00 – 2010 г. – Курчатов.

ИВГ.1М ЗЕРТТЕУ РЕАКТОРЫНЫҢ АҚПАРАТТЫҚ-ӨЛШЕУ ЖҮЙЕСІН ЖАҢАРТУДЫҢ ҮШІНШІ КЕЗЕҢІ

А.Г. Коровиков, С.А. Ильных, В.А. Ермаков, Б.С. Сериков

ҚР ҰЯО РМК «Атом энергиясы институты» филиалы, Курчатов, Қазақстан

2010 жылдан бастап қазіргі уақытқа дейін Қазақстан Республикасы Ұлттық ядролық орталығы РМК Атом энергиясы институты» филиалында (бұдан әрі АЭИ филиалы) ИВГ.1М зерттеу реакторының ақпараттық-өлшеу жүйесін (АӨЖ) жаңарту бойынша жұмыстары жүргізіледі. 2012 жылдан 2017 жылға дейінгі алғашқы екі кезеңдердің шеңберлерінде АӨЖ, автоматтық басқару жүйелері (АБЖ), басқару және қорғау жүйелері (БҚЖ) және автоматика мен бақылау-өлшеу аспаптарының жүйелері (АжәнеБӨА) жаңарту бойынша жұмыс жүргізілді. Жабдық, бағдарламалық қамтамасыз ету және материалдар сатып алынды. Алғашқы түрлендіргіштерден деректерді өңдеу алгоритмдері және пульт операторларына ақпаратты ұсыну экрандары әзірленді. Жабдықты монтаждау орындалды және іске-қосу жөндеу жұмыстары жүргізілді. 2018 жылы АТЭХАГ және Қазақстан Республикасы арасындағы техникалық кооперация жобасының шеңберінде жаңартудың үшінші кезеңі жүргізіледі, шеңберінде дозиметрлік бақылаудың (ДБ) АӨЖ және қабықшалардың герметикалығын бақылау (ҚГБ) АӨЖ жаңартуды іске асыру жоспарлануда. Осы жұмыстың нәтижесінде ДБ және ҚГБ жүйелерінің экспериментальдық ақпаратты тіркеу және көрсету, бақылау үдерісі жетілдіріледі.

Применение SCADA системы позволило создать экраны операторов с высокими эргономическими характеристиками и большой информационной емкостью. Благодаря регистрации экспериментальных данных в цифровом виде, упрощается их обработка и дальнейшие расчеты.

В результате проделанной работы было создано программное обеспечение ИИС КГО и ИИС ДК, которое:

- позволяет проводить опрос всех каналов измерения ИИС КГО и ИИС ДК, предусмотренных проектом;
- производит преобразования значений из измеренного электрического значения канала в его физическое значение;
- осуществляет регистрацию физических и электрических значений на АРМ операторов;
- производит сравнение физических значений с уставками каналов и осуществляет цветовую индикацию при выходе за пределы;
- отображает значение каналов на мнемосхемах экрана оператора в удобном, эргономичном виде;

Таким образом, разработанная ИИС ИВГ.1М демонстрирует возможность создания и внедрения современных систем измерения и контроля на сложных и опасных объектах.

**THIRD PHASE OF INFORMATION AND MEASURING SYSTEM MODERNIZATION
OF IVG.1M RESEARCH REACTOR**

A.G. Korovikov, S.A. Ilyinych, V.A. Yermakov, B.S. Serikbayev.

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

From 2010 through the present Institute of Atomic Energy Branch of the RSE National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan (IAE Branch) performs the activity for modernization of information and measuring system (IMS) of the IVG.1m Research Reactor. Within the first two phases from 2012 to 2017, modernization of automatic control system (ACS), control and protection system (CPS) and instrumentation and automated control system (I&C) of IMS system have been carried out. Equipment, software and materials have been purchased. Algorithms for data processing from primary converters and information screens for remote control operators have been developed. The equipment was installed and commissioning was performed. In 2018, within the technical cooperation project between the IAEA and the Republic of Kazakhstan, the third phase of modernization is being carried out, under which it is planned to modernize the IMS for cell sealing control (CSC) and IMS for dosimetry control (DC). Based on result of this work, the process of control, registration and displaying of experimental information of CSC and DC systems will be improved.