

Актуальные задачи регулирования безопасности применительно к информационным и управляющим системам ядерных установок

Обоснована актуальность нынешних задач регулирования безопасности информационных и управляющих систем (ИУС) в Украине: создание новых нормативных документов, содержащих требования к ИУС АЭС; проведение экспертизы модернизаций ИУС для продления сроков эксплуатации энергоблоков; регулирование безопасности ИУС для ядерной подкритической установки; подготовка к разработке ИУС для новых энергоблоков и др. Приведены направления дальнейших работ по регулированию безопасности применительно к ИУС АЭС.

Ключевые слова: информационные и управляющие системы, регулирование безопасности, ядерная подкритическая установка, гармонизация нормативных документов, модернизация.

М. О. Ястребенецкий, Г. В. Громов, В. В. Инюшев

Актуальні завдання регулювання безпеки стосовно інформаційних і керуючих систем ядерних установок

Обґрунтовано актуальність сьогоденних завдань щодо регулювання безпеки інформаційних та керуючих систем (ІКС) в Україні: створення нових нормативних документів, що містять вимоги до ІКС АЕС; виконання експертизи модернізацій ІКС для продовження термінів експлуатації енергоблоків; регулювання безпеки ІКС для ядерної підкритичної установки; підготовка до розробки ІКС для нових енергоблоків тощо. Наведено напрямки подальших робіт з регулювання безпеки стосовно ІКС АЕС.

Ключові слова: інформаційні та керуючі системи, регулювання безпеки, ядерна підкритична установка, гармонізація нормативних документів, модернізація.

© М. А. Ястребенецкий, Г. В. Громов, В. В. Инюшев, 2013

Задачи обеспечения безопасности информационных и управляющих систем (ИУС) АЭС всегда были и будут актуальны по следующим причинам:

безопасность АЭС существенно зависит от ИУС АЭС, выполняющих функции аварийной защиты управления технологическим оборудованием, контроля нейтронного потока и др.;

ИУС, в свою очередь, сами могут быть источником нарушений в работе АЭС;

ИУС являются наиболее интенсивно изменяющимися системами АЭС вследствие интенсивного возникновения новых информационных технологий и появления новых поколений электронных элементов.

Вопросам обеспечения и оценки безопасности ИУС АЭС были посвящены проведенные в Харькове 1-я (2003), 2-я (2005), 3-я (2007) и 4-я (2010) международные научно-технические конференции «Информационные и управляющие системы АЭС: аспекты безопасности», организованные ГНТЦ ЯРБ, Государственной инспекцией (комитетом) ядерного регулирования Украины, Министерством топлива и энергетики Украины, НАЭК «Энергоатом», Национальной академией наук Украины. Выбор Харькова как места проведения конференций был определен тем, что в этом городе сосредоточена существенная часть научно-технического потенциала Украины в вопросах автоматизации АЭС. Начиная с энергоблока № 1 Запорожской АЭС, на всех энергоблоках Украины и России с реакторами ВВЭР-1000 функционировали информационно-вычислительные системы «Комплекс-Титан» и АСУ турбоустановок, разработанные соответственно Харьковским институтом комплексной автоматизации (ХИКА) и Харьковским приборостроительным заводом им. Т. Г. Шевченко. ООО «Вестрон» (Харьков) выполнил работы по созданию систем представления параметров безопасности на всех энергоблоках Украины с реакторами ВВЭР-1000 и разработал ряд иных систем. В Харькове функционирует филиал ГНТЦ ЯРБ, выполняющий основные работы в Украине по разработке нормативно-методических документов и поддержке лицензирования в вопросах, касающихся ИУС АЭС. ЧАО «Манометр-Харьков» разработал и выпускает семейство датчиков давления, разрежения и перепада давления «Сафір».

За время, прошедшее после 4-й конференции, сохранилась важность задач, связанных с модернизацией ряда ИУС, в связи с необходимостью исключения имеющихся дефицитов безопасности. Однако возник и ряд новых задач для ядерной энергетики Украины, в число которых входят:

учет уроков аварии на АЭС «Фукусима-1», Япония [1];
продление сроков эксплуатации энергоблоков ВВЭР-1000;

разработка проектов новых энергоблоков № 3 и № 4 Хмельницкой АЭС;

создание в Украине нового класса ядерных установок — подкритической установки, предназначенной для использования нейтронов и ионизирующего излучения в научных и прикладных целях;

пересмотр нормативной базы Украины, относящейся к ИУС, вследствие необходимости её гармонизации с международными документами.

Значительная часть работ по повышению безопасности ИУС АЭС выполняется в рамках Комплексной (сводной) программы повышения безопасности энергоблоков АЭС Украины, разработанной с целью дальнейшей реализации долгосрочной государственной стратегии повышения безопасности эксплуатируемых энергоблоков АЭС.

Таблица 1. Новые информационные и управляющие системы и оборудование, поставленные предприятиями Украины на зарубежные АЭС

Предприятие Украины — разработчик	Наименование системы/оборудования	АЭС и номер энергоблока	Государство	Примечание
СНПО «Импульс»	Система контроля концентрации борной кислоты	Армянская, № 2	Армения	
	Система контроля нейтронного потока	Армянская, № 2	Армения	
	Информационно-вычислительная система верхнего блочного уровня	Ростовская, № 1 Балаковская, №№ 1–4 Кольская, №№ 1, 2	Россия	
	Системы контроля и управления реакторными установками «Руслан» и «Людмила»	ФГУП «ПО «Маяк»	Россия	
НПП «Радий»	Система управления табло сигнализации БЩУ и РЩУ	Эмбаласе (CANDU-6)	Аргентина	Поставка 2013 г.
	Аппаратура измерения скорости вращения ГЦН	Эмбаласе (CANDU-6)	Аргентина	Поставка 2014 г.
	Комплект шкафов РТЗО для УСБ и СНЭ (РО и ТО)	Козлодуй, №№ 5,6	Болгария	Поставка 2013-2014 гг.
ООО «Вестрон»	Информационно-вычислительная система	Аско Алмараз, №№ 1,2 Ванделлос, № 2 Куберг, №№ 1,2 Безнау, №№ 1,2	Испания Испания Испания ЮАР Швейцария	
	ПТК системы радиационного контроля	Дукованы, №№ 1–4	Чехия	
	Система автоматического управления резервными дизель-электрическими станциями	Армянская, № 2	Армения	
ЧАО «Манометр-Харьков»	Датчики давления, расхода, перепада давления	Армянская, № 2	Армения	

Эта программа включает три основных раздела, содержащих перечни мероприятий для энергоблоков с реакторными установками В-310, В-302/388, В-213. В каждом разделе есть группа мероприятий по АСУТП. Например, для энергоблоков ВВЭР-1000 (В-320) в этой группе содержится 20 мероприятий, относящихся к ИУС АЭС (6 — по информационным системам, 6 — по СУЗ, 1 — по УСБ, 7 — по иным ИУС).

Основным достижением Украины в области ИУС АЭС можно назвать то, что за последние 10–12 лет страна, импортирующая ранее для своих АЭС ИУС и устройства, входящие в эти системы, стала активно экспортировать ИУС на АЭС не только России и стран ближнего зарубежья, но и в Латинскую Америку и Африку (табл. 1). Отметим, что примененные для АЭС платформы технических средств и богатый опыт создания ИУС АЭС были в последние годы использованы разработчиками ИУС АЭС для создания АСУТП в иных отраслях промышленности и в Украине, и за рубежом (табл. 2).

Продление сроков эксплуатации энергоблоков и модернизация ИУС АЭС. Проблема продления сроков эксплуатации энергоблоков АЭС в Украине чрезвычайно важна с учетом того, что пуск 12 из 15 действующих энергоблоков Украины с проектным сроком эксплуатации 30 лет состоялся в 1980–1989 гг.

Важной вехой на пути решения данной задачи стало принятие 10.12.2010 коллегией Госатомрегулирования решения о продлении сроков эксплуатации энергоблоков №№ 1 и 2 Ровенской АЭС. Этому решению предшествовал

большой объем работ, относящихся к ряду систем этих энергоблоков и аспектов их функционирования, включая ИУС. Однако более подробно остановимся на работах по ИУС, связанных с предстоящим продлением срока эксплуатации энергоблока № 1 Южно-Украинской АЭС — наиболее старого блока с реактором ВВЭР-1000 в Украине, эксплуатация которого началась в 1982 г. Подготовка к продлению срока эксплуатации включала в себя замену практически всех ИУС, которые и морально устарели, и физически выработали свой ресурс. Эти работы выполнялись в соответствии с требованиями и подходами, установленными в НП 306.5.02/2-068-2003 [2] или в предшествующем ему НД 306.711-96 [3].

Модернизация началась в 1996 г., когда система группового и индивидуального управления органами регулирования (СГИУ) разработки ВНИИЭМ была заменена на СГИУ-М разработки «Шкода» (Чехия). Затем на энергоблоке № 1 была установлена система представления параметров безопасности, созданная ООО «Вестрон» на базе оборудования компании «Вестингауз» (как и на всех иных энергоблоках с ВВЭР-1000). На этой же платформе «Вестрон» разработал блочную информационную систему взамен действующей ранее системы «Уран-2» (созданной ЦНИИКА) и оригинальную систему управления питательной водой. Была также установлена новая система управления перегрузочной машиной фирм Evig и Ganz Energetic Machinery (Венгрия). После этого модернизация касалась только систем и аппаратуры отечественных разработчиков.

Таблица 2. Новые информационные и управляющие системы в различных отраслях промышленности, выполненные на базе технических средств и проектных решений для АЭС

Предприятие Украины-разработчик	Наименование системы	Объект внедрения	Государство
ООО «Вестрон»	АСУТП	ТЭС «Южный Багдад»	Ирак
		Славянская ТЭС	Украина
СНПО «Импульс»	Управляющая вычислительная система энергоблоков тепловых электростанций	Запорожская ТЭС, Змиевская ТЭС, Харьковская ТЭЦ-5, Углегорская ТЭС, Кураховская ТЭС	Украина
	САУ газоперекачивающим агрегатом	Компрессорная станция «Лоскутовка»	Украина
	Система управления нагревательными печами нефтеперегонных установок	ЗАО «Укртатнафта», г. Кременчуг	Украина
	Система управления компрессорной станцией	Качановская и Гнединская газоперерабатывающие станции	Украина
	Системы управления газлифтной и дожимной компрессорными станциями (КС)	КС «Солоха» и Анастасьевская КС	Украина
	Система управления установкой сайклинг-процесса	Тимофеевская КС компании «Укргаздобыча»	Украина
	Система управления производством полипропилена	АО «Уфаоргсинтез»	Россия
	Система микропроцессорно йцентрализации железнодорожных станций	Станция «Переездная» Донецкой железной дороги	Украина

Следует отметить дальнейшую модернизацию управляющих подсистем СУЗ, выполненную на базе программно-технического комплекса аварийной и предупредительной защиты (ПТК АЗ-ПЗ) и программно-технического комплекса автоматического регулирования мощности, ограничения мощности и ускоренной предупредительной защиты (ПТК АРМ-РОМ-УПЗ). Оба эти ПТК разработки НПП «Радий» выполнены на единой элементной базе (здесь впервые были применены программируемые логические интегральные схемы — ПЛИС), единой программной базе и единых конструкторских решениях с широким применением диверсности (на этой же базе заменены все три канала УСБ, что послужило прототипом новых УСБ на блоках №№ 5 и 6 АЭС «Козлодуй», Болгария). Замена старой аппаратуры АКНП-3 на новую — АКНП-ИФ разработки НПО «Импульс» — завершила модернизацию СУЗ. Впрочем, в настоящее время готовится очередная модернизация СУЗ: вместо оборудования «Шкода-М» будет установлена СГИУ-Р разработки НПП «Радий».

Наиболее крупные последующие модернизации ИУС на блоке № 1 ЮУАЭС касались систем нормальной эксплуатации реакторного отделения; систем нормальной эксплуатации турбинного отделения, важных для безопасности; аварийных регуляторов УСБ; систем управления резервными дизель-электростанциями. Проведенные модернизации охватывали датчики, преобразователи, кабели, оборудование щитов управления.

В настоящее время для блока № 1 ЮУАЭС выполняются разработки: ПТК системы сохранения информации в условиях проектных и запроектных аварий («черный ящик»); ПТК системы послеаварийного мониторинга реакторной установки (ПАМС); подсистемы автоматизированного управления течью теплоносителя из первого контура во второй контур и др.

В ГНТЦ ЯРБ проведены экспертизы ядерной и радиационной безопасности всех модернизированных систем на всех стадиях их создания: концептуальных технических решений, технических заданий, программ и методик приемочных испытаний на площадке разработчиков, технических решений на монтаж с обосновывающими документами (в число которых обязательно входит отчет по анализу безопасности), на ввод в опытную, а затем и в постоянную эксплуатацию.

Согласно постановлению коллегии Госатомрегулирования № 18 от 20.12.2012, обязательным условием рассмотрения вопроса о продлении срока эксплуатации энергоблока № 1 ЮУАЭС является выполнение ряда мероприятий по повышению безопасности, в том числе по ИУС АЭС (в частности, приборное обеспечение во время и после запроектных аварий, внедрение «черного ящика»).

Подготовка к сооружению новых энергоблоков. В сентябре 2012 г. принят закон Украины «О размещении, проектировании и строительстве энергоблоков № 3 и 4 Хмельницкой АЭС». Существенной частью создания этих энергоблоков должна быть разработка новой АСУТП, удовлетворяющей перспективным требованиям к таким системам, выдвигаемым МАГАТЭ, WENRA и МЭК. К настоящему времени по данному вопросу проведены следующие работы:

1. ХИЭП выпустил «Технико-экономическое обоснование сооружения энергоблоков №№ 3, 4» (далее — ТЭО), где в томе 7 «Основные технологические решения», часть 3 «АСУТП», установлена цель создания, приведены назначение и обоснование выбора АСУТП, структурная схема комплекса технологических средств АСУТП, сведения о системе контроля и управления реакторной установки, системе диагностики реакторной установки, системе контроля, регулирования и защиты турбины, системе «черный

ящик» и др., сведения о размещении технических средств АСУТП (компоновке БЩУ, РЩУ, МЩУ), о метрологическом обеспечении.

2. Харьковский научно-исследовательский институт комплексной автоматизации и ОАО «ЛьвовОРГРЭС» в 2010 г. разработали концепцию создания АСУТП энергоблоков №№ 3, 4 Хмельницкой АЭС.

3. НАЭК «Энергоатом» разработал в 2013 г. «Технические требования к техническому заданию на разработку проекта реакторного отделения для энергоблоков № 3 и 4 Хмельницкой АЭС». В этом документе содержится раздел 9.3 «Автоматизированные системы контроля и управления (АСКУ) реакторного отделения», содержащий общие положения, требования к составу, объему исходных технических требований и данных к АСКУ РО, требования к составу и объему ТЗ на разработку проектов отдельных систем и др.

Объем требований включает: требования к системе в целом (к структуре и функционированию системы, надежности, безопасности, эргономике и технической эстетике, защите информации от несанкционированного доступа, сохранению информации при авариях, защите от влияния внешних факторов, самодиагностике технических и программных средств); требования к структуре и функционированию системы; требования к надежности системы (состав и количественные значения показателей надежности для системы в целом и её подсистем, перечень аварийных ситуаций, по которым должны быть регламентированы требования к надежности и значения соответствующих показателей, требования к надежности технических средств и программного обеспечения, требования к методам оценки и контроля показателей надежности на разных стадиях создания системы); требования к объему автоматизации оборудования; требования к точности измерений; требования к временным характеристикам АСУТП.

4. Российские организации разрабатывают концептуальные проектные решения по энергоблокам №№ 3 и 4 Хмельницкой АЭС, включая требования к АСУТП.

По-видимому, один из наиболее сложных вопросов, не решенных к моменту подготовки настоящей статьи, — кто будет разработчиком новых систем и средств управления. На эту роль претендуют как организации Украины, так и России. Желательно, чтобы решение этого вопроса исходило из технических, а не политических или финансовых соображений.

В заключение настоящего раздела отметим, что для создания АСУТП новых блоков следует представлять перспективы развития ИУС АЭС, определить направления, в которых должна двигаться далее эксплуатирующая организация, разработчики ИУС, регулирующий орган Украины. Указанная задача осложняется быстрым развитием информационных технологий и элементной базы ИУС АЭС.

Практика зарубежных стран показала, что ответ на указанные вопросы может дать документ типа дорожной карты (roadmap). Так, в США такого рода документ был создан для новых реакторов по заказу министерства энергетики при участии ведущих специалистов США [4]. Представляется целесообразным создание в Украине документа с предварительным названием «Дорожная карта по ИУС АЭС в поддержку создания энергоблоков №№ 3 и 4 Хмельницкой АЭС», состав которого может включать: обзор текущего состояния работ по ИУС АЭС в Украине, России и других странах; анализ информации о проектах

ИУС для конкурирующих проектов реакторов новых поколений; анализ общих тенденций в развитии информационных технологий, которые предполагается использовать для АЭС в ближайшие годы; анализ перспективных нормативных документов (международных и национальных), которые содержат требования к ИУС для реакторов новых поколений; формулировку задач в части ИУС АЭС, которые следует решать эксплуатирующей организации, разработчикам ИУС, регулирующему органу Украины.

Предложения ГНТЦ ЯРБ по проведению такой работы подготовлены еще в 2012 г. и сейчас обсуждаются с НАЭК «Энергоатом» и Госатомрегулированием Украины.

Проекты новых документов, содержащих требования к ИУС АЭС. Документом верхнего уровня, содержащим требования по безопасности ко всем важным по безопасности системам АЭС, включая ИУС, к настоящему времени является НП 306.2.141-2008 «Общие положения безопасности атомных станций» [5] (рис. 1). Ряд предложений, относящихся к ИУС и касающихся изменений первой редакции [5], был опубликован в [6].

В 2012 г. ГНТЦ ЯРБ с привлечением ведущих в Украине специалистов начата разработка взамен документа [5] новых основных требований по безопасности АС [7, 8]. Это дало возможность вернуться к формулировке требований к ИУС, которые целесообразно представить в документе верхнего уровня, включая рассмотрение предложений в [6].

ИУС в новом проекте посвящены разделы 8.4 «Управление технологическими процессами»; 8.5 «Информационные и управляющие системы безопасности»; 8.9 «Дополнительные технические средства». По сравнению с [5] уточнен ряд положений и терминов, приведены требования к цифровым ИУС, использующим программное обеспечение, изложены требования к техническим средствам для управления авариями, включая тяжелые, и др.

Отдельно необходимо отметить требования, которые переосмыслены в свете уроков аварии на АЭС «Фукусима»: пересмотр подхода к управлению тяжелыми авариями; большие запасы по отношению к расширенному спектру внешних воздействий (прежде всего сейсмических); обеспечение долговременного выполнения функций безопасности в условиях длительного обесточивания (более детально эти вопросы изложены в [9]). Безусловно, эти требования касаются всех систем и энергоблока в целом, но в частности должны очень существенно отразиться на конкретных технических и проектных решениях по ИУС.

На следующем уровне действующих документов находится регулирующий документ НП 306.5.02/3.035-2000 «Требования по ядерной и радиационной безопасности к информационным и управляющим системам, важным для безопасности атомных станций» [10], посвященный непосредственно важным для безопасности ИУС АЭС. Этот документ сыграл существенную роль в разработке и эксплуатации ИУС на АЭС Украины. Однако после его создания изменились и элементная база, и информационные технологии для разработки ИУС, и требования к ИУС в документах МАГАТЭ и МЭК. К этому нужно добавить необходимость учесть уроки аварии на АЭС «Фукусима-1» [1], а также тенденцию к разделению регулирующих требований к безопасности (содержащихся в нормативно-правовых актах) и технических требований к обеспечению безопасности (нормируемых в соответствующих отраслевых стандартах).

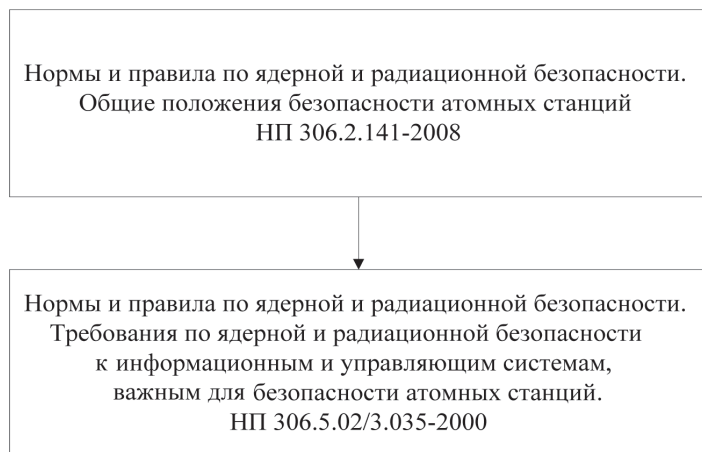


Рис. 1. Иерархия действующих документов, содержащих регулирующие требования к ИУС АЭС

Для решения этих проблем в 2012-2013 гг. ГНТЦ ЯРБ разработал проекты двух документов (рис. 2):

норм и правил с регулируемыми требованиями к важным по безопасности ИУС АЭС; стандарта Министерства энергетики и угольной промышленности Украины с техническими требованиями к ИУС АЭС.

Отметим несколько особенностей этих документов: проведена гармонизация с новыми документами МАГАТЭ (включая проект документа [11], который выйдет из печати в конце 2013 г.) и стандартами МЭК; для приближения к стандартам ЕС и МЭК введена классификация функций управления и контроля процессами по трем категориям согласно [12];

регулирующие требования охватывают все этапы жизненного цикла ИУС;

установлены требования для систем послеварийного мониторинга;

расширен перечень учитываемых электромагнитных воздействий;

включены требования к информационной безопасности ИУС.

Новые объекты регулирования безопасности. Принципиально новым типом ядерной установки и соответственно новым объектом регулирования безопасности является ядерная подкритическая установка «Источник нейтронов, основанный на подкритической сборке, управляемой ускорителем электронов» (далее — ЯПУ), строящаяся в Харьковском физико-техническом институте. В состав этой установки входит автоматизированная система контроля и управления (далее — АСКУ) ЯПУ.

АСКУ ЯПУ предназначена для координированного управления оборудованием ЯПУ при всех режимах эксплуатации с целью обеспечения безопасности работы ЯПУ. Особенностью данной системы является то, что в ее состав входят 12 различных систем, которые управляют всеми технологическими процессами ЯПУ:

- система защит и блокировок;
- интерфейсная подсистема соединения с системой управления линейным ускорителем;
- система управления оборудованием контуров охлаждения;
- система контроля технологических параметров бассейна выдержки отработанных ТВС и облученных мишеней;

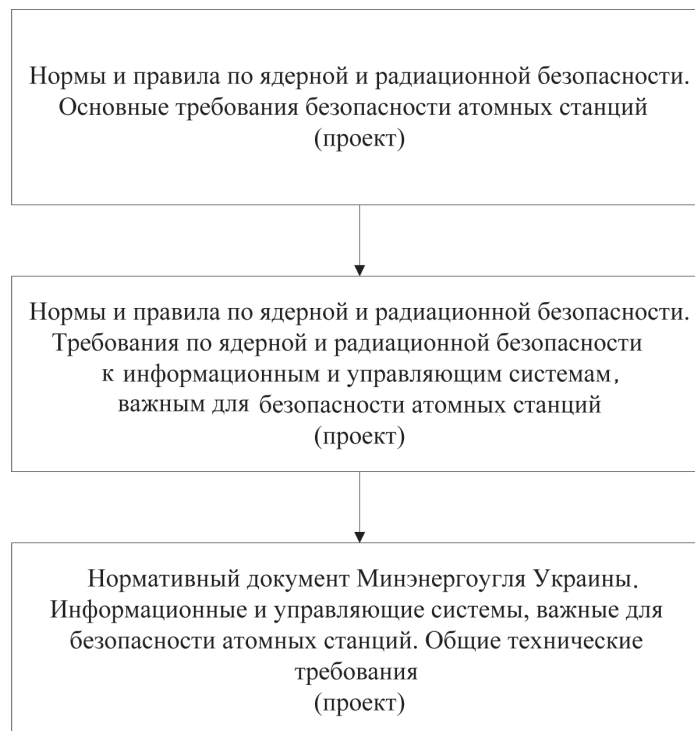


Рис. 2. Иерархия проектов документов, содержащих требования к ИУС АЭС

система технологической сигнализации и оповещения; информационно-вычислительная система; автоматизированная система контроля и управления инженерными системами; автоматизированная система радиационного контроля; система аварийной сигнализации о возникновении самоподдерживающейся цепной реакции; система контроля плотности нейтронного потока; система управления машиной перегрузочной; система управления линейным ускорителем электронов.

В основном это системы, спроектированные и изготавливаемые в Украине, используются также отдельные системы, производимые в России и Китае.

Оригинальность и сложность как самой ЯПУ, так и АСКУ ЯПУ, поставили новые задачи как по созданию регулирующих требований к этому новому классу ядерных установок, так и по оценке безопасности АСКУ ЯПУ. Работы в данном направлении продолжаются; предварительные результаты изложены в [13].

К самым новым ИУС энергоблоков ВВЭР-1000 относятся система послеварийного мониторинга (регулирование безопасности которой описано в [14]) и подсистема автоматизированного управления течью теплоносителя из первого контура во второй контур.

Украина и МАГАТЭ. Специалисты Украины и МАГАТЭ сотрудничают на протяжении многих лет. Представители Украины участвуют в деятельности Международной технической рабочей группы МАГАТЭ по информационным и управляющим системам, которая, собираясь каждые два года, вырабатывает рекомендации по дальнейшей деятельности МАГАТЭ в части ИУС АЭС. В 2009 и 2013 гг. дважды проходили рабочие встречи МАГАТЭ на тему «Применение программируемых логических интегральных схем на АЭС». В 2011 г. МАГАТЭ была выпущена книга [15], содержащая основные сведения по ИУС АЭС;

авторами книги являются специалисты ряда стран и организаций, в том числе — М. А. Ястребенецкий (ГНТЦ ЯРБ). М. А. Ястребенецкий также является одним из авторов проекта нового базового стандарта МАГАТЭ по ИУС АЭС [11], заменяющего действующие в течение ряда лет документы МАГАТЭ NS G-1.3 и NS G-1.1. Специалисты Украины активно участвуют в конференциях и совещаниях, проводимых МАГАТЭ.

Перечисленные направления сотрудничества демонстрируют деятельность Украины в поддержку МАГАТЭ. В последние годы имела место деятельность МАГАТЭ в поддержку Украины, которая выражалась в реализации миссий группы международных экспертов, осуществляющих независимый инженерный обзор ИУС АЭС с целью оценить деятельность организаций в части проектирования, испытаний, внедрения, эксплуатации и технического обслуживания ИУС. Международные эксперты, посетив ПАО «НПП «Радий» (2010 г.) и ЧАО «СНПП «Импульс» (2013 г.), дали ряд рекомендаций и отметили позитивную практику работы этих организаций.

Выводы

Приоритетными направлениями дальнейших работ по регулированию безопасности применительно к ИУС АЭС являются:

1. Гармонизация методов проверки соответствия ИУС международным требованиям (документ [16], изданный в 2000 г., существенно устарел; новая методика оценки безопасности современных ИУС АЭС развита, в частности, в документах Комиссии ядерного регулирования США).
2. Детализация уточненных в свете уроков аварии на АЭС «Фукусима» критериев и требований по отношению к безопасности ИУС для новых энергоблоков Хмельницкой АЭС №№ 3 и 4, проверка их реализации в проекте.
3. Управление знаниями, относящимися к ИУС АЭС и необходимыми для проведения экспертиз безопасности.
4. Применение новых инструментальных средств для верификации программного обеспечения.
5. Развитие работ по функциональной безопасности ИУС АЭС, включая определение количественных характеристик функциональной безопасности.
6. Разработка регулирующих требований к компьютерной безопасности (cybersecurity) ИУС и методов оценки компьютерной безопасности при экспертизе.

Список использованной литературы

1. Ястребенецкий М. А., Розен Ю. В., Громов Г. В., Инюшев В. В., Носовский А. В., Гашев М. Х., Столярчук Б. В. Требования к информационным и управляющим системам АЭС Украины по результатам анализа аварии на АЭС Фукусима-1 // Ядерная радиационная безопасность. — 2011. — № 4. — С. 3—10.
2. НП 306.5.02/2.068-2003. Требования к порядку и содержанию работ по продлению срока эксплуатации информационных и управляющих систем, важных для безопасности атомных станций / Государственная администрация ядерного регулирования. — К., 2003.

3. НД 306.711-96. Надежность АЭС и оборудования. Продление ресурса средств контроля и управления, входящих в системы, важные для безопасности. Общие требования к порядку и содержанию работ / М-во охраны окружающей природной среды и ядерной безопасности. — К., 1996.

4. Miller D., Arndt S., Bond L. etc. Roadmap in Support of Advanced Reactors and Fuel Programs in the U.S. / 5-th American Nuclear Society International Topical Meeting on Nuclear Plant Instrumentation, Control and Human-Machine Interface Technologies NPIC&HMIT 2006, Albuquerque, NM, American Nuclear Society.

5. НП 306.2.141-2008. Общие положения безопасности атомных станций / Гос. комитет ядерного регулирования Украины. — К., 2008.

6. Васильченко В. Н., Розен Ю. В., Ястребенецкий М. А. Предложения к разработке новой редакции «Общих положений безопасности атомных станций: безопасность информационных и управляющих систем» // Ядерная и радиационная безопасность. — 2007. — № 1.

7. Копчинский Г. А., Штейнберг Н. А. О совершенствовании нормативной базы по безопасности ядерной энергетики // Ядерная радиационная безопасность. — 2013. — № 2. — С. 8—11.

8. Копчинский Г. А., Штейнберг Н. А. О новой версии основных требований по обеспечению безопасности атомных станций // Ядерная радиационная безопасность. — 2013. — № 2. — С. 12—14.

9. Громов Г. В., Дыбач А. М., Зеленый О. В., Инюшев В. В., Носовский А. В., Шоломицкий С. Э., Гашев М. Х., Миколайчук Е. А. О критериях и требованиях безопасности к новым энергоблокам АЭС в свете уроков аварии на АЭС «Фукусима-Даичи» // Ядерная радиационная безопасность. — 2013. — № 1. — С. 7—9.

10. НП 306.5.02/3.035-2000. Требования по ядерной и радиационной безопасности к информационным и управляющим системам, важным для безопасности атомных станций / Гос. администрация ядерного регулирования. — К., 2000.

11. IAEA: DS-431. Design of Instrumentation and Control systems for Nuclear power plants (draft).

12. IEC 61226. Ed. 3. Nuclear power plants — instrumentation and control systems important for safety-classification of instrumentation and control functions. — 2009.

13. Калногуз А. Н., Олейник В. В., Демидов Е. Н., Клевцов А. Л. Автоматизированная система контроля и управления ядерной подкритической установкой: описание системы и регулирование безопасности // Ядерная радиационная безопасность. — 2013. — № 3.

14. Инюшев В. В., Трубочанинов С. А., Ястребенецкий М. А. Регулирование безопасности применительно к системам аварийного и послеаварийного мониторинга АЭС // Ядерная радиационная безопасность. — 2013. — № 3.

15. IAEA, NP-T-3.12. Core Knowledge on Instrumentation and Control system in NPP. — IAEA, 2011.

16. ГНД 306.7.02/2.041-2000. Методика оценки соответствия информационных и управляющих систем, важных для безопасности атомных станций, требованиям по ядерной и радиационной безопасности. — К.: М-во экологии и природных ресурсов Украины, 2000.

Получено 09.07.2013.