

М. А. Ястребенецкий

Государственный научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности, г. Киев, Украина

К 25-летию Харьковского филиала ГНТЦ ЯРБ

Харьковский филиал Государственного предприятия «Государственный научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» специализируется в вопросах анализа безопасности информационных и управляющих систем АЭС. Автор статьи рассказывает об истории создания филиала, этапах становления, направлениях работы, полученных результатах, перспективах развития.

Ключевые слова: АЭС, автоматика, информационно-управляющая система, безопасность, надежность.

М. О. Ястребенецкий

До 25-річчя Харківської філії ДНТЦ ЯРБ

Харківська філія Державного підприємства «Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки» спеціалізується в питаннях аналізу безпеки інформаційних і керуючих систем АЕС. Автор статті розповідає про історію створення філії, етапи становлення, напрямки роботи, отримані результати, перспективи розвитку.

Ключові слова: АЕС, автоматика, інформаційно-керуюча система, безпека, надійність.

© М. А. Ястребенецкий, 2017

Харьковский филиал Государственного предприятия «Государственный научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (далее — ГНТЦ ЯРБ) ведет свое летоисчисление с даты создания отдела анализа надежности АСУТП АЭС в г. Харькове — 12 апреля 1993 г. — в составе тогда еще Научно-технического центра по ядерной и радиационной безопасности (НТЦ ЯРБ). Предыстория создания этого отдела такова.

Головной организацией в Министерстве приборостроения, средств автоматизации и систем управления СССР (Минприбор) по разработке автоматизированных систем управления в различных отраслях народного хозяйства был Центральный научно-исследовательский институт комплексной автоматизации (ЦНИИКА), который находился в Москве и имел ряд отделений в разных городах СССР. Наибольшим как по объему работ, так и по численности персонала, было Харьковское отделение. Направлениями деятельности отдела надежности АСУТП в Харьковском отделении были обеспечение и анализ надежности АСУТП и средств управления, разрабатываемых ЦНИИКА и другими организациями Минприбора, а также совершенствование эксплуатации систем и средств управления в разных отраслях промышленности, в первую очередь — на тепловых и атомных электростанциях.

Деятельность по анализу и обеспечению надежности на АЭС охватывала, прежде всего, разработанные ЦНИИКА информационно-вычислительные системы энергоблоков ВВЭР-440, ВВЭР-1000 (начиная с головного энергоблока № 1 Запорожской АЭС), РБМК-1500 Игналинской АЭС. Интерес представляли работы (оставшиеся незавершенными после распада СССР) по обеспечению надежности новой перспективной АСУТП АЭС, создание которой возглавлял сначала ЦНИИКА, а затем Институт проблем управления Академии наук СССР при участии Института атомной энергии им. Курчатова, института «Атомэнергопроект» и др.

Огромнейшая многолетняя работа, проведенная совместно со Всесоюзным теплотехническим институтом и трестом ОРГЭС по совершенствованию эксплуатации, потребовалась для создания нормативов технического обслуживания оборудования цехов автоматики и тепловых измерений (ЦТАИ). В ее основе лежали сбор и обработка большого объема статистических данных о надежности всего оборудования ЦТАИ в трех энергосистемах: Свердловэнерго, Башкирэнерго и Пермэнерго. Нормативы были внедрены сначала в масштабе этих трех энергосистем, а затем в масштабах отрасли — на всех тепловых электростанциях СССР, и дали реальный существенный экономический эффект.

Был разработан ряд нормативных документов различного уровня по надежности: ГОСТы СССР (в том числе совместно с «Атомэнергопроект» и ВНИИАЭС серия из восьми ГОСТов по аппаратуре, приборам и оборудованию АСУТП АЭС [1]), стандарты Минприбора и Минэнерго. Издательство «Энергия» выпустило в свет несколько книг, в создании которых участвовали специалисты отдела надежности АСУТП, по различным вопросам надежности и эффективности систем управления [2—6].

Развал СССР и провозглашение независимости Украины поставили вопрос о необходимости выбора Харьковским отделением ЦНИИКА своего дальнейшего пути развития. На базе отдела надежности его сотрудники создали и зарегистрировали новую отдельную организацию с громким названием — Институт безопасности и надежности технологических систем, учредителями которого выступили ЦНИИКА (г. Москва) и Харьковский

политехнический институт. Заведующий отделом надежности ЦНИИКА, автор этой статьи, был выбран директором института. Собственностью института являлись одна ЭВМ советского производства, две пишущие машинки, столы, стулья, большая библиотека по автоматике и надежности, а также подвальное помещение с окнами на уровне земли.

Главной проблемой в деятельности новой организации стало финансирование. Ранее работы по надежности финансировал Минприбор. После того как основной источник финансирования исчез, осталось несколько небольших договоров по прежним работам, например со Свердловэнерго по оптимизации сроков проверок оборудования. Затем был заключен договор с «Хартроном» — крупнейшей фирмой по разработке систем управления ракетами, головной в Украине по созданию АСУТП АЭС.

Институт предложил свои услуги недавно созданному в Киеве НТЦ ЯРБ. В ответ на предложение в Харьков приехал начальник отдела Госатомнадзора Украины Жидок — первоклассный специалист по автоматике, работавший ранее заместителем начальника цеха тепловой автоматики и измерений Чернобыльской АЭС. Его визит положил начало многолетним совместным контактам. Г. И. Жидок ознакомился с нашими предыдущими работами; особое впечатление на него произвели разработанные нами стандарты. Результатом визита стал первый заключенный договор между Институтом безопасности и надежности технологических систем и НТЦ ЯРБ.

Проводимые институтом работы были перспективными, но денег катастрофически не хватало ни на приобретение техники, ни на зарплату. Начали уходить сотрудники среднего звена. Выживать самостоятельно не получалось, нужно было идти к кому-то «под крыло».

На правах отдела, занимающегося АСУТП АЭС, предложил войти в свой состав «Хартрон». Но эту тематику уже осваивали некоторые подразделения «Хартрона». Как станут развиваться наши взаимоотношения с давно сложившимся коллективом, да еще находившемся в стадии существенной реорганизации, было неясно. Несмотря на хорошие взаимоотношения с генеральным директором «Хартрона» (он же был назначен генеральным конструктором АСУТП АЭС Украины), такой вариант казался рискованным.

Войти в свой состав отдельным институтом под уже имеющимся названием предложило Минэнерго Украины. Впрочем, обсуждение на уровне Технического управления показало недостаточную серьезность.

С удовольствием звали в свои ряды возникшие недавно Академия наук технической кибернетики и Международная академия компьютерных наук, членами которых я был избран. Но на их финансовую помощь нечего было рассчитывать.

Судьбоносной стала моя встреча с председателем Госатомнадзора Украины Н. А. Штейнбергом, который знал о нашей деятельности в ЦНИИКА как бывший заместитель председателя Госатомнадзора СССР. Он тут же пригласил своего заместителя Г. А. Копчинского со словами «Смотрите, кто к нам пришел...». Н. А. Штейнберг обрисовал перспективы работ и предложил войти в состав НТЦ ЯРБ на правах отдела в Харькове. Поскольку в НТЦ ЯРБ автоматикой никто не занимался, место отдела в системе Госатомнадзора могло быть четко определено.

Сотрудники нашей организации приняли предложение о вхождении в состав НТЦ ЯРБ и, как показал 25-летний

опыт работы, это решение было оптимальным как для них самих, так и для дела.

Итак, 12 апреля 1993 г. был создан отдел анализа надежности АСУТП АЭС в НТЦ ЯРБ. В состав отдела вошли сотрудники Института безопасности и надежности технологических систем С. В. Виноградская, С. А. Вилкомир (в настоящее время — профессор университета Восточной Каролины, США), Л. Н. Гарагуля, В. М. Гольдрин, Н. И. Головкин, Л. И. Спектор (один из первых сотрудников Харьковской лаборатории ЦНИИКА, затем — Харьковского отдела ГНТЦ ЯРБ, проработавший с нами до последнего дня жизни), М. А. Ястребенецкий (назначенный начальником отдела) и др. Несколько позже к ним присоединились О. Н. Бутова; выпускник Харьковского политехнического института А. Л. Клевцов (с 2014 г. — начальник отдела); С. Я. Королева; Ю. В. Розен, который ранее работал главным конструктором СКБ систем автоматического управления, а затем преподавателем Харьковского политехнического института (с 2000 г. — начальник лаборатории в отделе); В. В. Скляр, работавший ранее преподавателем Харьковского военного университета (в настоящее время — профессор Бомбейского института технологии, Индия).

В 1995 г. название НТЦ ЯРБ трансформировалось в ГНТЦ ЯРБ, а с 2000 г. отдел анализа надежности АСУТП АЭС стал называться отделом анализа безопасности управляющих и информационных систем АЭС.

В НТЦ ЯРБ отдел был встречен очень доброжелательно — как руководством (В. Н. Глыгало, В. В. Ломакин, П. А. Бондарчук), так и сотрудниками, работавшими по первому адресу НТЦ ЯРБ: Киев, Харьковское шоссе, д. 165. С сотрудниками, дислоцированными в других местах, контактов практически не было. Для начала нас обеспечили техникой — впервые в жизни мы обрели возможность пользоваться факсом, а немного позже на рабочих столах появились персональные компьютеры.

Наибольшее понимание того, что такое регулирование безопасности АЭС, как оно осуществляется в мире, каковы задачи Украины в этой сфере деятельности, нам дали Н. А. Штейнберг и Г. И. Жидок. Из входящих в состав понятия «регулирование безопасности» составляющих мы имели представление только об одном из них — о нормировании: стандарты СССР по автоматике мы знали, а некоторые и сами разрабатывали. Но вот что такое лицензирование и необходимая для него экспертиза?.. Практически ежемесячно проходили встречи в кабинете Н. А. Штейнберга, во время одной из которых он сказал: «Я знаю все на АЭС, кроме вашей автоматики». Конечно, он преувеличивал. Многие часы пронесли в маленькой, заваленной до потолка папками комнате Г. И. Жидка на ул. Обсерваторной в обсуждении поставленных задач и полученных результатов с ним и его великолепно подобранной командой: С. Г. Божко, Б. В. Столярчук, А. И. Жинжером, каждый из которых тогда курировал одну из АЭС. В дальнейшем эти люди сыграли большую роль в деятельности Госатомрегулирующего. Разговоры с Г. И. Жидком носили порой весьма острый характер, точки зрения часто не совпадали. Общие позиции сформировались только к моменту подготовки нормативного документа [7] с требованиями к информационным и управляющим системам, гармонизированного с требованиями, имевшими место в мире на то время. Этот документ был выпущен в 2000 г.

Сразу же удалось наладить тесные связи с руководством цехов автоматики и тепловых измерений АЭС: Запорожской (В. И. Лылак), Южно-Украинской (Н. В. Афанасьев), Ровенской (В. Н. Колесник).

Первой резонансной работой было разрешение ситуации с инверторами — оборудованием электроцехов. На верхние уровни руководства Украины, включая органы госбезопасности, пришли письма российского завода-изготовителя, где сообщалось, что срок службы инверторов истек, необходима их замена на новые, которые этот же завод и производит, — в противном случае всем энергоблокам грозит авария или, как минимум, простой. Выяснить ситуацию поручили НТЦ ЯРБ, в частности нашему отделу. С инверторами нам ранее не приходилось иметь дела, а завод никаких сведений не давал. Мы собрали данные о надежности инверторов, вошли в контакт со специалистами Всесоюзного электротехнического института и смогли доказать, что оснований для замены оборудования нет, а письмо продиктовано интересами завода, ищущего сбыт своей продукции.

Проблема истечения срока службы многих технических средств контроля и управления оказалась общей (поскольку отсутствовала возможность их замены или модернизации в то время), и уже в 1994 г. она рассматривалась на коллегии Госатомнадзора Украины. Во исполнение принятого решения о разработке регулирующих требований к порядку продления срока эксплуатации средств контроля и управления, входящих в важные для безопасности системы АЭС, в 1996 г. вышел нормативный документ [8], в основе которого лежала необходимость анализа тренда параметра потока отказов для выявления тенденции к снижению надежности. В 2003 г. документ [8] был переработан ([9]) и в соответствии с [8, 9] на всех АЭС Украины проанализирована возможность продления ресурса средств контроля и управления.

В 1990-е годы информационные и управляющие системы АЭС в Украине модернизировались с помощью оборудования зарубежных фирм. Одной из задач регулирования безопасности в то время стала разработка процесса лицензирования систем, созданных зарубежными компаниями по их национальным стандартам, которые нуждались в координации с требованиями Украины [10]. Наиболее масштабная работа по оценке безопасности была связана с абсолютно новой для АЭС Украины системой — системой представления параметров безопасности (СППБ). Такие системы появились в США после аварии на АЭС «Три-Майл-Айленд» и решением американского правительства были презентованы Украине для всех блоков ВВЭР-1000 и РБМК-1000. Их внедрением занимался специально сформированный коллектив разработчиков (компания «Вестингауз», США), изготовителей оборудования (совместная американо-украинская организация «Вестрон», названная так по имени учредителей — «Вестингауз» и «Хартрон»), проектных организаций, групп функционального дизайна (образованных на каждой АЭС) и экспертной организацией — НТЦ ЯРБ. Проблема заключалась в том, что в Украине не существовало никаких требований к СППБ, как не существовало и международных стандартов, а стандарты США не соответствовали действующим тогда в Украине стандартам СССР. К тому же каждая АЭС преобразовывала эти системы под свои требования, и они существенно отличались друг от друга.

В 2000 г. был создан Харьковский филиал ГНТЦ ЯРБ, куда вошел отдел анализа безопасности управляющих

и информационных систем АЭС. Директором филиала был приглашен опытный менеджер — С. В. Тимофеев. К этому времени отделы ГНТЦ ЯРБ, расположенные ранее в разных районах Киева, стали сосредотачиваться в одном здании. Затем подошла очередь и Харьковского филиала улучшать условия работы — стараниями директора ГНТЦ ЯРБ В. Н. Васильченко и директора филиала С. В. Тимофеева из подвала мы переехали в современный офис в новом доме с несоизмеримо лучшими условиями работы.



Отдел анализа безопасности управляющих и информационных систем АЭС, 2010 г.

Первый ряд (слева направо): Бутова О. Н., Королева С. Я., Головкин Н. И., Тимофеев С. В.
Второй ряд: Еварницкий А. А., Клевцов А. А., Мошинский С. А., Ястребенцкий М. А., Розен Ю. В., Гольдрин В. М., Спектор Л. И.

Особенностями ИУС АЭС по сравнению с иными системами АЭС являются существенные и весьма быстрые изменения их вследствие бурного развития информационных технологий и компьютерной техники во всем мире. Большинство ИУС АЭС в Украине на начало функционирования харьковского отдела НТЦ ЯРБ относились к аналоговым и затем существенно модернизировались, зачастую даже по несколько раз: вместо аналогового управления стало цифровое, появились локальные вычислительные сети, значительно улучшился интерфейс с оператором и т. д. Изменения ИУС сопровождались новыми требованиями к этим системам в международных нормативных базах: МАГАТЭ, Европейского сообщества, Международной электротехнической комиссии (МЭК). Регулирование безопасности ИУС АЭС в Украине должно было не только учитывать эти изменения, но и превосходить их.

Наша страна выбрала путь развития, направленный не на покупку зарубежного оборудования или патентов, а на собственные разработки, и к настоящему времени, в отличие от ряда иных видов оборудования АЭС, практически полностью покрывает свои нужды в автоматике. В Украине разработан и внедрен ряд новых, как правило, цифровых ИУС, основанных на новых информационных технологиях и современной элементной базе. Они используются при модернизации действующих систем и оснащения двух новых энергоблоков — № 2 Хмельницкой АЭС и № 4 Ровенской АЭС, введенных в эксплуатацию в 2004 г.

По поручению регулирующего органа харьковский отдел выполнял экспертизы ядерной и радиационной безопасности всех новых и модернизированных ИУС на всех энергоблоках Украины. Основными разработчиками систем являлись научно-производственное предприятие «Радий», Северодонецкое научно-производственное объединение «Импульс», ООО «Вестрон».

Экспертизы безопасности ИУС проводились согласно нормам и правилам по ядерной и радиационной безопасности [7] и отраслевому нормативному документу [11], содержащему методику оценки соответствия ИУС требованиям по безопасности. Оба эти документа, разработанные харьковским отделом ГНТЦ ЯРБ, сформировали политику отрасли в части безопасности ИУС АЭС. Общее число выполненных отделом экспертиз по безопасности ИУС АЭС — более 1000.

После Чернобыльской аварии Украина оказалась в центре внимания мировой общественности по всем аспектам, связанным с АЭС, включая автоматику, что выразилось в методической помощи МАГАТЭ и ряда стран — США, Германии, Франции и др. Нам удалось быстро включиться в международную деятельность ГНТЦ ЯРБ и регулирующего органа. В советское время мы не имели контактов с организациями в несоциалистических странах. Теперь последовали поездки в МАГАТЭ, Комиссию ядерного регулирования США (US NRC). Тесные связи завязались с германским институтом технологий безопасности (ISTec). Направление работ этого института — безопасность систем управления АЭС — было очень близко нашему. Отдел тесно сотрудничал с ISTec в течение многих лет, пока ISTec, поменяв тематику, не перешел в северную группу старейшей и крупнейшей германской организации по техническим испытаниям (TUV Nord). Госатомнадзор делегировал меня представителем Украины в международную рабочую группу МАГАТЭ по системам управления АЭС, где я непосредственно участвовал в создании стандартов МАГАТЭ по безопасности (например, по проектированию ИУС АЭС [12]) и технических отчетов МАГАТЭ (в частности, по базовым знаниям в области ИУС АЭС [13]). В течение многих лет по сей день я являюсь экспертом технического комитета МЭК ТК 45 «Ядерное приборостроение» и участвую в разработке стандартов МЭК. Совместная разработка документов в МАГАТЭ и МЭК позволила идти в одном темпе с техническим прогрессом и влиять на развитие ИУС АЭС Украины.

ГНТЦ ЯРБ, Госатомрегулирование, Минтопэнерго Украины, НАЭК «Энергоатом», Национальная академия наук Украины проводили в Харькове международные научно-технические конференции «Информационные и управляющие системы АЭС: аспекты безопасности» (2003, 2005, 2007, 2010, 2013 гг.) с участием специалистов Украины, США, России, Германии, Чехии, Норвегии, Болгарии, Аргентины, Гонконга и ряда других стран, представителей МАГАТЭ и МЭК. В подготовке конференций участвовал весь коллектив отдела, очень много усилий приложил к их организации А. Л. Клевцов, секретарь конференций.

Сотрудниками Харьковского филиала опубликовано более 50 научных статей в журнале «Ядерна та радіаційна безпека», которому в этом году исполняется 20 лет и издателем которого выступает ГНТЦ ЯРБ. Ряд статей послужил основой для подготовки книг по вопросам безопасности ИУС АЭС, которые изданы в серии «Безопасность атомных станций» в Украине [14, 15] (книга «Информационные

и управляющие системы» [14] переведена US NRC на английский язык), а также в США по заказу издательства IGI Global [16].

Традиционно Харьковский филиал занимался безопасностью систем управления только АЭС. В последние годы к ним добавилась система управления ядерной подкритической установкой «Источник нейтронов, основанный на подкритической сборке, управляемой линейным ускорителем электронов» [17].

Новым и весьма актуальным направлением деятельности филиала с 2015 г. является компьютерная безопасность ИУС АЭС [18—21]. Работы по компьютерной безопасности предполагается интенсивно развивать.

Нынешнее руководство ГНТЦ ЯРБ (директор И. А. Шевченко, его заместители А. В. Печерица, В. С. Бойчук, А. М. Дыбач) оказывает всестороннюю поддержку и помощь во всех аспектах деятельности филиала: проведении экспертиз; научной работе; разработке нормативных документов; развитию международных контактов; обеспечении техникой и, наконец, в решении важной (как и для многих других научных организаций в ядерной отрасли) задачи по омоложению кадрового персонала и передаче молодежи накопленного опыта. В Харьковском филиале после окончания вузов и аспирантуры в последние годы начали свою трудовую деятельность С. А. Трубочанинов, В. В. Филон, А. А. Симонов, И. И. Червоненко. В 2014 г. С. А. Трубочанинов возглавил Харьковский филиал, заменив на посту директора преждевременно ушедшего из жизни замечательного человека, нашего бывшего руководителя С. В. Тимофеева.

Коллектив Харьковского филиала ГНТЦ ЯРБ прошел большой путь. Нас сплотило общее дело, каждый вложил в него часть души. Наша работа стала вторым домом, который мы любим со всей ответственностью и надежностью во всех их проявлениях. Поздравляю своих коллег с юбилеем и желаю огромного успеха и удачи!

Список использованной литературы

1. ГОСТ 25804.1-83 — ГОСТ 25804.8-83. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование систем управления технологическими процессами атомных электростанций. М. : Госстандарт СССР, 1984. 199 с.
2. Ястребенецкий М. А., Соляник Б. Л. Определение надежности аппаратуры промышленной автоматики в условиях эксплуатации. М. : Энергоиздат, 1968. 126 с.
3. Ястребенецкий М. А., Соляник Б. Л. Надежность промышленных автоматических систем в условиях эксплуатации. М. : Энергия, 1978. 168 с.
4. Ястребенецкий М. А. Надежность технических средств в АСУ технологическими процессами. М. : Энергоиздат, 1982. 230 с.
5. Ястребенецкий М. А., Иванова Г. М. Надежность автоматизированных систем управления технологическими процессами. М. : Энергоатомиздат, 1989. 264 с.
6. Корецкий А. С., Ринкус Э. К., Остер-Миллер Ю. Р., Федотов Д. К., Ротач В. Я., Ястребенецкий М. А., Горнштейн М. Ю., Гринфельд Р. Н., Золотавин В. Н. Эффективность АСУ теплоэнергетическими процессами. М. : Энергоатомиздат, 1984. 315 с.
7. НП 306.5.02/3.035—2000. Требования по ядерной и радиационной безопасности к информационным и управляющим системам, важным для безопасности атомных станций. К. : Гос. администрация ядерного регулирования Украины, 2000.
8. 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. К. : М-во охраны окружающей природной среды и ядерной безопасности, 1996. 7 с.

9. 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. К. : Гос. администрация ядерного регулирования, 2003. 10 с.

10. Brenman O., Denning R., Cybulskis P., Vynogradskaya S., Yastrebenetsky M., Afanasiev N. Licensing Review of Foreign I&C Systems for Ukrainian Nuclear Power Plants // 5-th International Topical Meeting on Nuclear Plant Instrumentation, Controls, and Human Machine Interface Technology (NPIC&HMIT 2006). Albuquerque, New Mexico, USA: American Nuclear Society, 2006.

11. 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.

12. IAEA Safety Standards. Design of Instrumentation and Control Systems for Nuclear Power Plants. No. SSG-39, Vienna, IAEA, 2016, 161 p.

13. IAEA Nuclear Energy Series. Core Knowledge on Instrumentation and Control Systems in Nuclear Power Plants. No. NP-T-3.12, Vienna, IAEA, 2011, 142 p.

14. Ястребенецкий М. А., Васильченко В. Н., Виноградская С. В., Гольдрин В. М., Розен Ю. В., Спектор Л. И., Харченко В. С. Безопасность атомных станций : Информационные и управляющие системы. К. : Техника, 2004. 470 с.

15. Ястребенецкий М. А., Розен Ю. В., Виноградская С. В., Джонсон Г., Елисеев В. В., Сиора А. А., Скляр В. В., Спектор Л. И., Харченко В. С. Безопасность атомных станций: Системы управления и защиты ядерных реакторов. К. : Основа-Принт, 2011. 768 с.

16. Goldrin V., Klevtsov A., Rozen Y., Vinogradskaya V., Yastrebenetsky M., et al. (Editors- Yastrebenetsky M., Kharchenko V.) Nuclear Power Plant Instrumentation and Control Systems for Safety and Security. Hershey PA (USA) : IGI Global, 2014. 450 p.

17. Калногуз А. Н., Олейник В. В., Демидов Е. Н., Клевцов А. Л., Дыбач А. М. Автоматизированная система контроля и управления ядерной подкритической установкой: описание системы и предварительные экспертные оценки. *Ядерная радиационная безопасность*. 2013. № 3(59). С. 54–61.

18. Клевцов А. Л., Трубочанинов С. А. Компьютерная безопасность информационных и управляющих систем АЭС: кибернетические угрозы. *Ядерная радиационная безопасность*. 2015. № 1 (65). С. 54–58.

19. Клевцов А. Л., Ястребенецкий М. А., Трубочанинов С. А. Компьютерная безопасность информационных и управляющих систем АЭС: нормативная база. *Ядерная радиационная безопасность*. 2015. № 4 (68). С. 51–57.

20. Клевцов А. Л., Симонов А. А., Трубочанинов С. А. Компьютерная безопасность информационных и управляющих систем АЭС: категоризация. *Ядерная радиационная безопасность*. 2016. № 4 (72). С. 65–70.

21. Симонов А. А., Клевцов А. Л., Трубочанинов С. А. Компьютерная безопасность информационных и управляющих систем АЭС: меры защиты от компьютерных угроз. *Ядерная радиационная безопасность*. 2017. № 2 (74). С. 46–50.

References

1. GOST 25804.1-83 — GOST 25804.8-83. Tools, Devices, Equipment and Components of NPP Process Control Systems [Apparatura, pribory, ustroystva i oborudovaniie sistem upravleniia tekhnologicheskimi protsessami atomnykh elektrostantsii], Moscow, USSR Gosstandart, 1984, 199 p. (Rus)

2. Yastrebenetskyi, M. A., Solianyk, B. L. (1968), “Definition of Reliability of Industrial Automatics Equipment in Operation” [Opredeleniie nadiozhnosti apparatury promyshlennoi avtomatiki v usloviakh ekspluatatsii], Moscow, Energoizdat, 126 p. (Rus)

3. Yastrebenetskyi, M. A., Solianyk, B. L. (1978), “Reliability of Industrial Automatic Systems in Operation” [Nadiozhnost

promyshlennykh avtomaticheskikh sistem v usloviakh ekspluatatsii], Moscow, Energiia, 168 p. (Rus)

4. Yastrebenetskyi, M. A. (1982), “Reliability of Technical Means of Process Control Systems” [Nadiozhnost tekhnologicheskimi sredstv v ASU tekhnologicheskimi protsessami], Moscow, Energoizdat, 230 p. (Rus)

5. Yastrebenetskyi, M. A., Ivanova, G. M. (1989), “Reliability of Automated Systems of Process Control” [Nadiozhnost avtomatizirovannykh sistem upravleniia tekhnologicheskimi protsessami], Moscow, Energoatomizdat, 264 p. (Rus)

6. Koretskyi, A.S., Rinkus, E.K., Oster-Miller, Yu. R., Fedotov, D. K., Rotach, V. Ya., Yastrebenetskyi, M. A., Hornshtein, M. Yu., Grinfeld, R. N., Zolotavin, V. N. (1984), “Efficiency of Systems for Control of Thermal Processes” [Effektivnost ASU teploenergeticheskimi protsessami], Moscow, Energoatomizdat, 315 p. (Rus)

7. NP 306.5.02/3.035–2000. Requirements for Nuclear and Radiation Safety for Instrumentation and Control Systems Important to Safety of Nuclear Power Plants [Trebovaniia po yadernoi i radiatsionnoi bezopasnosti k informatsionnym i upravliaiushchim sistemam, vazhnykh dlia bezopasnosti atomnykh stantsii], Kyiv, State Nuclear Regulatory Administration of Ukraine, 2000. (Rus)

8. ND 306.711–96. NPP and Equipment Reliability. Lifetime Extension of Instrumentation and Control Components of Systems Important to Safety. General Requirements for Procedure and Contents of Activities [Nadiozhnost AES i oborudovaniia. Prodlenniie resursa sredstv kontroliia i upravleniia, vkhodiashchikh v sistemy, vazhnyie dlia bezopasnosti. Obshchiie trebovaniia k poriadku i sodержaniuu rabot], Kyiv, Ministry of Environmental Protection and Nuclear Safety, 1996. (Rus)

9. NP 306.5.02/2.068–2003. Requirements for Procedure and Contents of Activities on Lifetime Extension of Instrumentation and Control Systems Important to Safety of Nuclear Power Plants [Trebovaniia k poriadku i sodержaniuu rabot po prodlenniui sroka ekspluatatsii informatsionnykh i upravliaiushchikh sistem, vazhnykh dlia bezopasnosti atomnykh stantsii], Kyiv, State Nuclear Regulatory Administration, 2003. (Rus)

10. Brenman, O., Denning, R., Cybulskis, P., Vynogradskaya, S., Yastrebenetsky, M., Afanasiev, N. (2006), “Licensing Review of Foreign I&C Systems for Ukrainian Nuclear Power Plants”, 5-th International Topical Meeting on Nuclear Plant Instrumentation, Controls, and Human Machine Interface Technology (NPIC&HMIT 2006), Albuquerque, New Mexico, USA, American Nuclear Society, 2006.

11. GND 306.7.02 2.041–2000. Methodology to Assess Compliance of Instrumentation and Control Systems Important to Safety of Nuclear Power Plants with Requirements for Nuclear and Radiation Safety [Metodika otsenki sootvetstviia informatsionnykh i upravliaiushchikh sistem, vazhnykh dlia bezopasnosti atomnykh stantsii trebovaniiam po yadernoi i radiatsionnoi bezopasnosti], Kyiv, Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, 2000. (Rus)

12. IAEA Safety Standards. Design of Instrumentation and Control Systems for Nuclear Power Plants. No. SSG-39, Vienna, IAEA, 2016, 161 p.

13. IAEA Nuclear Energy Series. Core Knowledge on Instrumentation and Control Systems in Nuclear Power Plants. No. NP-T-3.12, Vienna, IAEA, 2011, 142 p.

14. Yastrebenetskyi, M. A., Vasylchenko, V. N., Vinogradskaya, S. V., Goldrin, V. M., Rozen, Yu. V., Spector, L. I., Kharchenko, V. S. (2004), “Safety of Nuclear Power Plants, Instrumentation and Control Systems” [Bezopasnost atomnykh stantsii: Informatsionnyie i upravliaiushchiie sistemy], Kyiv, Tekhnika, 470 p. (Rus)

15. Yastrebenetskyi, M. A., Rozen, Yu. V., Vinogradskaya, S. V., Johnson, G., Yeliseev, V. V., Siora, A. A., Skliar, V. V., Spector, L. I., Kharchenko, V. S. (2011), “Safety of Nuclear Power Plants, Instrumentation and Control Systems for Nuclear Reactors” [Bezopasnost atomnykh stantsii: Sistemy upravleniia i zashchity yadernykh reaktorov], Kyiv, Osнова-Print, 768 p. (Rus)

16. Goldrin V., Klevtsov A., Rozen Y., Vinogradskaya V., Yastrebenetskyi M., et al. (2014), “Nuclear Power Plant Instrumentation

and Control Systems for Safety and Security”, Hershey PA (USA), IGI Global, 450 p.

17. Kalnoguz, A. N., Oleinik, V. V., Demidov, Ye. N., Klevtsov, A. L., Dybach, A. M. (2013), “Instrumentation and Control System of the Neutron Source Facility: System Description and Preliminary Assessment” [Avtomatizirovannaia Sistema kontroliia i upravleniia yadernoi podkriticheskoi ustanovkoi: opisaniia sistemy i predvaritelnye ekspertnye otsenki], Nuclear and Radiation Safety, No. 3(59), pp. 54–61. (Rus)

18. Klevtsov, A. L., Trubchaninov, S. A. (2015), “Computer Security of NPP Instrumentation and Control Systems: Cyber Threats” [Kompiuternaia bezopasnost informatsionnykh i upravliaiushchikh sistem AES: kiberneticheskiye ugrozy], Nuclear and Radiation Safety, No. 1(65), pp. 54–58. (Rus)

19. Klevtsov, A. L., Yastrebenetskyi, M. A., Trubchaninov, S. A. (2015), “Computer Security of NPP Instrumentation and Control Systems: Regulatory Framework” [Kompiuternaia bezopasnost informatsionnykh i upravliaiushchikh sistem AES: normativnaia baza], Nuclear and Radiation Safety, No. 4(68), pp. 51–57. (Rus)

20. Klevtsov, A. L., Simonov, A. A., Trubchaninov, S. A. (2016), “Computer Security of NPP Instrumentation and Control Systems: Categorization” [Kompiuternaia bezopasnost informatsionnykh i upravliaiushchikh sistem AES: kategorizatsiia], Nuclear and Radiation Safety, No. 4(72), pp. 65–70. (Rus)

21. Simonov, A. A., Klevtsov, A. L., Trubchaninov, S. A. (2017), “Computer Security of NPP Instrumentation and Control Systems: Protective Measures against Computer Threats” [Kompiuternaia bezopasnost informatsionnykh i upravliaiushchikh sistem AES: mery zashchity ot kompiternykh ugroz], Nuclear and Radiation Safety, No. 2(74), pp. 46–50. (Rus)

Отримано 11.10.2017.

Передплата сьогодні — один з основних і найбільш зручних для споживача каналів розповсюдження періодики.

ДП «Преса» надає послуги з організації і проведення передплати періодичних видань — вітчизняних і зарубіжних газет, журналів, видань журнального типу та книг в Україні і за її межами.

Передплата проводиться за каталогами підприємства, які містять більше 2 400 найменувань видань України і понад 7 000 тисяч найменувань газет і журналів Болгарії, Великобританії, Іспанії, Італії, Канади, Китаю, Німеччини, Польщі, Росії, США, Узбекистану та інших зарубіжних країн.

Каталоги видаються 2 рази на рік і постійно доповнюються інформаційними додатками, що містять актуальну інформацію щодо змін порядку передплати тих або інших вітчизняних і зарубіжних видань.

Загальний тираж передплатних Каталогів — 240 000 примірників.

Приймання та оформлення передплати здійснюється у кожному поштовому відділенні України.



ДО УВАГИ ПЕРЕДПЛАТНИКІВ!

Якщо Ви не байдужі до вістей з України!

Якщо Ви бажаєте читати українську газету або журнал, які знайомі Вам багато років!

Якщо Ви прагнете ознайомитися з новинками на ринку періодичних видань України – зайдіть на сайт ДП «Преса» <http://presa.ua/dlja-podpyschuka/>

Для оформлення передплати звертайтеся до наших партнерів у Вашій країні або безпосередньо до нас. Ми будемо раді бачити Вас у числі наших клієнтів!

Гарантуємо доставку передплаченого видання у будь — яку країну світу!