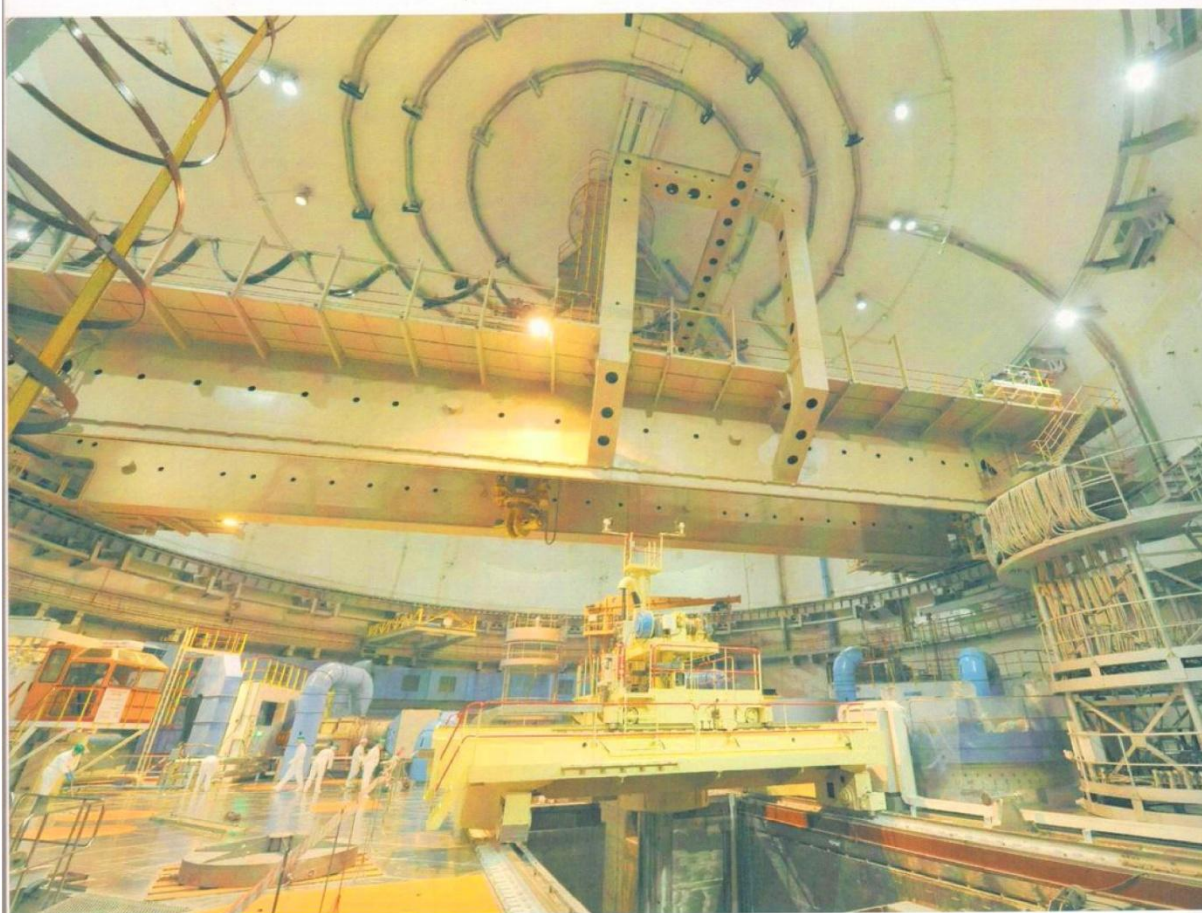


ISSN 2305-414X

ГЛОБАЛЬНАЯ ЯДЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ



Научно-практический журнал

№ 2 (7) 2013

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
«МИФИ»

ГЛОБАЛЬНАЯ ЯДЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

№ 2(7) 2013

Основан в ноябре 2011 г.

Выходит 4 раза в год

ISSN 2305-414X

Главный редактор:

М.Н. Стриханов, доктор физико-математических наук, профессор

Редакционный совет:

М.Н. Стриханов, (главный редактор, д-р физ.-мат. наук, проф.),
В.А. Руденко (заместитель главного редактора, д-р соц. наук, проф.),
А.М. Агапов (д-р техн. наук, проф.), В.В. Кривин (д-р техн. наук, проф.),
А.В. Паламарчук (к-т техн. наук), И.А. Бубликова (к-т техн. наук, доц.)

Редакционная коллегия:

М.Н. Стриханов, (главный редактор, д-р физ.-мат. наук, проф.),
В.А. Руденко (заместитель главного редактора, д-р соц. наук, проф.),
А.М. Агапов (д-р техн. наук, проф.), А.В. Чернов (д-р техн. наук, проф.),
Ю.И. Пимшин (д-р техн. наук, проф.), Ю.П. Муха (д-р техн. наук, проф.),
В.В. Кривин (д-р техн. наук, проф.), В.И. Ратушный (д-р физ.-мат. наук, проф.),
Ю.С. Сысоев (д-р физ.-мат. наук, проф.), А.В. Паламарчук (к-т техн. наук),
В.Е. Шукшунов (д-р техн. наук, проф.), В.П. Поваров (к-т физ.-мат. наук),
А.В. Жук (к-т ист. наук, доц.)

Учредитель:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ»

Адрес редакции: 115409, Россия, г. Москва, Каширское шоссе, 31; 347360, Россия, Ростовская обл.,
г. Волгодонск, ул. Ленина, 73/94, тел. (8639) 222717, E-mail: oni-viti@mephi.ru
Адрес типографии: 347360, Россия, Ростовская обл., г. Волгодонск, ул. Ленина, 73/94.

Москва
ВИТИ(ф) НИЯУ МИФИ

СОДЕРЖАНИЕ

Номер 2, 2013

ПРОБЛЕМЫ ЯДЕРНОЙ, РАДИАЦИОННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	
Расчетное обоснование пассивной системы снижения давления в гермообъеме РУ при аварии с течью в условиях длительного обесточивания энергоблока <i>А.С. Балашевский, В.А. Герлига, Н.И. Власенко</i>	5
Поведение ¹³⁷ Cs в приземном слое воздуха г. Ростова-на-Дону <i>Е.А. Бураева, В.С. Нефедов, В.В. Стасов, В.С. Малышевский</i>	15
Применение ингибитора коррозии меди «ИНКОРАМ-75» <i>А.В. Галанин, А.И. Федоров, О.В. Кучеренко</i>	21
Экологические аспекты автотранспортной безопасности тридцатикилометровой зоны РоАЭС <i>С.А. Богоровская, Е.А. Семенова, Е.И. Шаврак</i>	25
Исследование влияния лазерного излучения и постоянного магнитного поля на показатель кислотно-щёлочного равновесия воды рН <i>Ю.В. Веприков, И.А. Ким, Ю.В. Веприкова, В.И. Веприков</i>	31
ИЗЫСКАНИЕ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И МОНТАЖ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ АЭС	
Оптимальное проектирование механизма передвижения крана мостового для обслуживания машинного зала АЭС <i>Н.М. Чернова, Р.А. Кобзев, Н.А. Путро</i>	35
Модель анализатора траектории торца электрода в мультимедийном тренажере сварщика <i>В.А. Толстов, Е.А. Андреева, Л.О. Ишигова</i>	40
ЭКСПЛУАТАЦИЯ АЭС	
Влияние колебаний объема парогенератора, содержащего паровую фазу на вибрации главных паропроводов АЭС с ВВЭР–1000 <i>К.Н. Проскуряков</i>	45
Роботизированная система удаления шлама с днища парогенераторов <i>О.В. Кучеренко, В.А. Шваров</i>	50
Повышение быстродействия релейной защиты ОРУ-500 кВ РоАЭС путем ликвидации «мертвых зон» <i>С.А. Баран, П.А. Поляков</i>	60
О совершенствовании защит от неполнофазных режимов электрических сетей <i>И.В. Нагай</i>	64
СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС	
Оптические технологии для систем мониторинга текущего функционального состояния оперативного состава управления объектами атомной энергетики <i>М.В. Алюшин, А.В. Алюшин, В.М. Белопольский, Л.В. Колобашкина, В.Л. Ушаков</i>	69
Повышение квалификации специалистов, выполняющих строительно-монтажные и пусконаладочные работы на объектах использования атомной энергии <i>В.С. Опекунов, А.В. Стамбулко</i>	78
Возможности преодоления инсайдерского контроля в госкорпорации «Росатом» <i>М.В. Головкин</i>	83
Формирование культуры безопасности личности как новое направление образовательного процесса в техническом вузе <i>Ю.А. Евдошкина</i>	92
Обобщенный подход к разработке новых профессиональных стандартов в сфере атомной энергетики <i>В.А. Руденко, В.Н. Никифоров, О.Ю. Пугачева, Е.В. Арженовская, Ю.А. Бубнина, В.Ф. Гольдберг</i>	95
Разработка профессиональных стандартов ВИТИ НИЯУ МИФИ <i>В.А. Руденко, Г.А. Белых, Ю.Н. Елжов, Н.В. Резенькова, В.И. Соловьев</i>	100
Профессиональные стандарты в системе среднего профессионального образования <i>Е.Н. Булатова</i>	105
Профессиональный стандарт «оператор хранилища отработанного ядерного топлива»: актуальность разработки <i>А.Л. Подойницына, Л.В. Кондратьева</i>	108
Разработка профессиональных стандартов в атомной отрасли <i>Л.П. Егорова</i>	110
Авторский указатель номера 2, 2013.....	112

Сдано в набор 17.06.2013 г.
Усл. печ. л. 11.88
Тираж 300 экз.

Подписано к печати 15.07.2013 г.
Уч.-изд. л. 8.21

Формат 84 x 108/16
Печ. л. 7.68

Отпечатано в типографии ВИТИ(ф) НИЯУ МИФИ

CONTENTS

Number 2, 2013

THE PROBLEMS OF NUCLEAR, RADIATION AND ECOLOGICAL SAFETY

Calculation substantiation of passive system of pressure reduction in PWR containment under condition of leakage accident with continuous blackout of power-generating unit <i>A.S. Balashevskiy, V.A. Gerliga, N.I. Vlasenko</i>	5
Behavior of ¹³⁷ Cs in the lower atmosphere of Rostov-on-Don <i>E.A. Buraeva, V.S. Nefedov, V.V. Stasov, V.S. Malyshevsky</i>	15
The use of copper corrosion inhibitor "INCORAM-75" <i>A.V. Galanin, A.I. Fedorov, O.V. Kucherenko</i>	21
Ecologic aspects of transport safety of Rostov NPP thirty-kilometer zone <i>S.A. Bogorovskaya, E.A. Semenova, E.I. Shavrak</i>	25
Research of laser radiation and constant magnetic field influence on the index of water acid-base balance pH <i>Y.V. Veprikov, I.A. Kim, J.V. Veprikova, V.I. Veprikov</i>	31

SEARCH, PROJECTING, CONSTRUCTION AND ASSEMBLY OF NPP MANUFACTURING EQUIPMENT

Optimal design of movement mechanism of overhead crane for maintenance of NPP machinery hall <i>N.M. Chernova, R.A. Kobzev, N.A. Putro</i>	35
The model of electrode tip trace analyzer for the multimedia welding training system <i>V.A. Tolstov, E.A. Andreeva, L.O. Ishigova</i>	40

NPP EXPLOITATION

Influence of fluctuations in the steam generators containing vapor phase on vibrations in the equipment of the main steam WWER-1000 <i>K.N. Proskuryakov</i>	45
The robotized system of slime removal from the bottom of steam generators <i>O. V. Kucherenko, V.A. Shvarov</i>	50
Speed increasing of relay protection of switchgear-500 kV at Rostov NPP by «inert zones» phasing-out <i>S.A. Baran, P.A. Polyakov</i>	60
About perfection of protection from current networks open-phase modes <i>I.V. Nagai</i>	64

SOCIO-LEGAL ASPECTS OF DEVELOPMENT OF NPP TERRITORIES

Optical technologies for the operational staff current functional state monitoring systems for the atomic energy objects <i>M.V. Alyushin, A.V. Alyushin, V.M. Belopolsky, L.V. Kolobashkina, V.L. Ushakov</i>	69
Advanced training of the specialists in building, assembling and start-up operations at nuclear power plants <i>V.S. Opekinov, A.V. Stambulko</i>	78
Possibilities of overcoming the insider control in State Corporation «Rosatom» <i>M.V. Golovko</i>	83
The formation of safety culture as a new direction of the educational process at a technical university <i>Y.A. Evdoshkina</i>	92
Generalized Approach to the Development of New Professional Standards in the Sphere of Nuclear Power Engineering <i>V.A. Roudenko, V.N. Nikiforov, O.Yu. Pugachyova, E.V. Arzhenovskaya, J.A. Bubnina, V.F. Goldberg</i>	95
The Development of Professional Standards of VETI NRNU «MEPhI» <i>V.A. Roudenko, G.A. Belyh, Yu.N. Elzhov, N.V. Rezenkova, V.I. Solovyev</i>	100
Professional standards in the system of secondary professional education <i>E. N. Bulatova</i>	105
Professional standard "The Operator of Spent Fuel Storage": urgency of development <i>A. L. Podoyntsyna, L. V. Kondratyeva</i>	108
Development of professional standards in nuclear industry <i>L. P. Yegorova</i>	110

Author Index of vol. 2, 2013.....	112
-----------------------------------	-----

**ПРОБЛЕМЫ ЯДЕРНОЙ, РАДИАЦИОННОЙ
И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

УДК 621.311.25:532.529

**РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАССИВНОЙ СИСТЕМЫ
СНИЖЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ГЕРМООБЪЕМЕ РУ
ПРИ АВАРИИ С ТЕЧЬЮ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО
ОБЕСТОЧИВАНИЯ ЭНЕРГОБЛОКА**

© 2013 г. А.С. Балашевский*, В.А. Герлига**, Н.И. Власенко***

* Служба научно-технической поддержки ОП «Научно-технический центр»
ГП НАЭК «Энергоатом», Севастополь, Украина

** Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности,
Севастополь, Украина

*** ОП «Научно-технический центр» ГП НАЭК «Энергоатом», Киев, Украина

Поступила в редакцию 17.05.2013 г.

В статье рассмотрена пассивная система снижения давления в гермообъеме РУ АЭС с ВВЭР в условиях аварии с течью методом локальной конденсации пара струйными распылителями – охладителями (СРО).

Отличительной особенностью системы является наличие автономных гидроемкостей пассивного типа и независимость от источников электропитания в случае длительного обесточивания энергоблока. Полученные результаты позволят разработать рекомендации по внедрению пассивной системы на действующих, новостроящихся и проектируемых АЭС, а также сформулировать рекомендации по внедрению предложенной системы на энергоблоках АЭС с другими типами реакторных установок.

Ключевые слова: гермообъем, реакторная установка, атомная электрическая станция, водородной энергетический реактор, струйный распылитель-охладитель, автономная гидроемкость, запроектная авария.

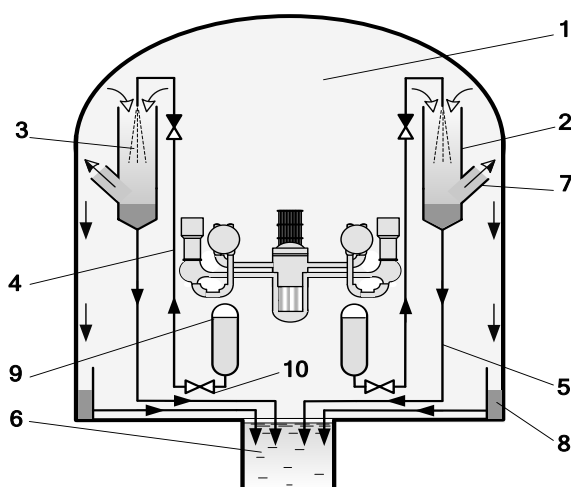
Задача недопущения повышения давления в гермообъеме (ГО) реакторной установки (РУ) для АЭС с ВВЭР-1000 выше проектного значения при авариях с течью первого и/или второго контура определяется существующими ограничениями прочностных характеристик элементов системы герметичных ограждений. На действующих АЭС с ВВЭР-1000 для обеспечения защиты гермооболочки от превышения давления в условиях аварии с течью применяется спринклерная система, которая относится к локализирующим системам безопасности и обеспечивает поддержание давления в ГО ниже расчетного, составляющего 0,5 МПа и температуры – 150 °С. Эту задачу спринклерная система выполняет путем конденсации образующегося при аварии с течами пара за счет распыла спринклерного раствора в гермообъеме РУ через потолочные распылители.

Основным недостатком применяемого на АЭС способа снижения давления в гермообъеме при аварии с потерей теплоносителя с помощью спринклерной системы является принудительная подача охлаждающего раствора электроприводным насосом. Зависимость работоспособности системы безопасности от наличия источников электроэнергии, а также использование механического устройства – насоса с приводом – существенно снижает надежность системы, а в условиях аварии с полным обесточиванием АЭС и отказом аварийных источников электроэнергии спринклерная система полностью теряет свою работоспособность.

Причиной повышенного внимания к разработке пассивных систем стала авария на японской АЭС Фукусима-Дайичи с потерей основных и аварийных источников электроснабжения из-за воздействия цунами, вызванного землетрясением 11 марта 2011 г.

Хотя подобное экстремальное внешнее воздействие и является маловероятным для украинских АЭС, тем не менее, технических средств, обеспечивающих отвод теплоты из гермообъема в условиях полного обесточивания с потерей аварийных источников электроэнергии в составе эксплуатируемых РУ с ВВЭР-1000 не предусмотрено.

Вследствие этого, нами было предложено техническое решение повышения безопасности расхолаживания гермообъема РУ при авариях с течью в условиях полного обесточивания АЭС на основе применения струйных распылителей-охладителей (СРО) с использованием автономных гидроемкостей пассивного типа (АГЕ), представленных на рисунке 1.



1 – гермообъем; 2 – СРО; 3 – капельный поток; 4 – напорный трубопровод;
5 – сливной трубопровод; 6 – бак-приямок; 7 – сепаратор; 8 – конденсатосборник;
9 – автономная гидроемкость; 10 – пневмоарматура

Рис. 1. Принципиальная схема пассивной системы защиты гермообъема

Способ реализуется подачей охлаждающего раствора из автономных гидроемкостей 9 по напорным трубопроводам 4 к струйным распылителям-охладителям 2 с помощью пневмоарматуры 10. В качестве охлаждающей жидкости используется борный раствор под давлением, создаваемым азотной подушкой.

Парогазовая смесь, попадая в СРО 2, вступает в контакт с капельным потоком 3 и в результате тепломассообменных процессов конденсируется. Конденсат дальше образовавшийся вместе с охлаждающей водой по сливному трубопроводу 5 поступает в бак-приямок 6 гермообъема 1. Не сконденсировавшийся пар, оставшийся в сепараторе 7 отделяется от воды и отводится в сторону стены ГО, где окончательно конденсируется и стекает в конденсатосборник 8.

Предполагается устанавливать от 4 до 8 АГЕ в пределах герметичной зоны, а трубы СРО размещать по периферии ГО на высотной отметке ~ 60,0 м. Заполненные борным раствором автономные гидроемкости, каждая из которых объемом ~ 60 м³ под давлением 3 МПа обеспечивают работу 3-х труб СРО, что в сумме составляет 12 труб СРО.

Основная задача предлагаемого способа – пассивная защита гермообъема от превышения расчетного давления, обеспечивается независимостью от источников электроэнергии. При полном отключении АЭС система защиты ГО от превышения расчетного давления не теряет функциональности и не требует вмешательства персонала для управления аварийным процессом.

При этом необходимо отметить, что размещение АГЕ возможно и за пределами гермообъема, а это в свою очередь позволит увеличить количество АГЕ, что, соответственно, повысит эффективность работы пассивной системы и обеспечит безопасность расхолаживания гермообъема.

Результаты расчётного моделирования ЗПА с длительным обесточиванием

Возможность практической реализации предлагаемого способа снижения давления в гермообъеме подтверждена разработанной расчётной моделью с использованием теплогидравлического кода MELCOR 1.8.5, на основе которой проведены расчеты динамики аварийных процессов в гермообъеме РУ АЭС с ВВЭР-1000 при аварии с потерей теплоносителя. Нодализация схема пассивной системы приведена на рисунке 2.

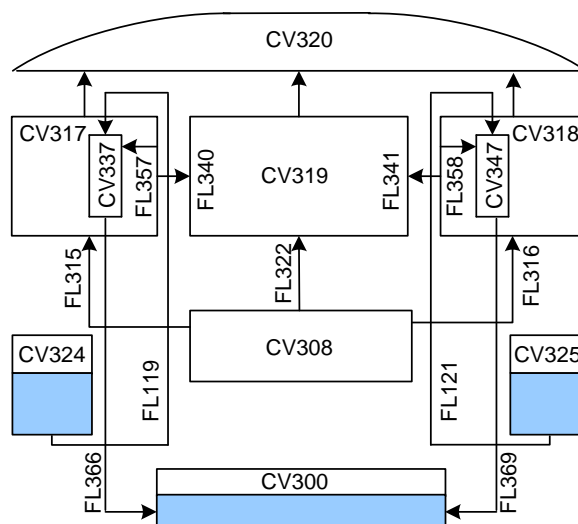


Рис. 2. Нодализация схема гермообъема реакторной установки и системы пассивного расхолаживания

В модели, гермообъем представлен контрольными объемами (CV), соединенными между собой путями течения (FL). Гермообъем разбит на четыре контрольных объема: купольная часть реакторного зала (CV320), пристеночная (неорошаемая) область (CV317, CV318) и центральная цилиндрическая (орошаемая) часть (CV319). Контрольные объемы CV337 и CV347 моделируют СРО, соединяющиеся соответствующими путями течения с CV317, CV318. АГЕ моделируются контрольными объемами CV324 и CV325, соединяющимися с СРО путями течения FL119, FL121. В данной модели в условиях обесточивания спринклерная система не моделируется.

Время работы АГЕ зависит от аварийных условий (размера течи, параметров среды в ГО) и заданной уставки срабатывания пневмоарматуры, что в итоге определяет характер изменения давления в гермообъеме.

Результаты расчетных исследований и их анализ

Главной проблемой развития современной атомной энергетики является повышение и регулирование безопасности в условиях, отличных от нормальных. основополагающей целью безопасности ядерно-энергетических установок (ЯЭУ) при переходе за проектной аварией в тяжелую стадию с плавлением активной зоны реактора является предотвращение или минимизация воздействия ионизирующего излучения на персонал станции, население за пределами санитарно-защитной зоны и окружающую среду путем сохранения целостности гермообъема с помощью пассивных систем безопасности.

Анализ эксплуатируемых на АЭС с ВВЭР систем безопасности показывает, что одной из основных проблем при переходе за проектной аварией (ЗПА) в тяжелую стадию с плавлением ядерного топлива и корпуса реактора является сохранение целостности гермообъема на протяжении всего времени развития аварийного процесса, что необходимо для предотвращения и ограничения утечки радиоактивных продуктов в окружающую среду.

В последние годы МАГАТЭ выпустило ряд обновленных документов, регламентирующих вопросы безопасности АЭС [110 – 115]. Наиболее важные требования к гермообъему АЭС содержатся в [116] и требованиях Европейских Эксплуатирующих Организаций [117]. В соответствии с рекомендациями МАГАТЭ, управление тяжелыми авариями (ТА) должно быть в первую очередь ориентировано на поддержание или восстановление проектных функций гермообъема.

С учетом обширного опыта моделирования и анализа последствий тяжелых аварий на АЭС [118] в отношении исследования характера поведения давления среды в ГО, в качестве расчетного сценария было принято наиболее опасное исходное событие:

- разрыв петли главного циркуляционного трубопровода (ГЦТ) Ду850 мм на входе в реактор с двухсторонним истечением теплоносителя;
- потеря источников электропитания, в том числе, собственных нужд АЭС с отказом на запуск всех дизель-генераторов (ДГ) более 24 часов;
- неработоспособность всех активных систем безопасности по сигналу обесточивания, включая системы аварийного охлаждения активной зоны реактора высокого и низкого давления (САОЗВД, САОЗНД), спринклерной системы, системы подпитки ПГ вспомогательными и аварийно-питательными насосами (ВПЭН, АПЭН), системы продувки и подпитки первого контура.

В сценарии учтена работа штатной пассивной системы безопасности.

Основными особенностями такой ЗПА является отсутствие источников электроэнергии. Управление аварийным процессом в условиях полного длительного обесточивания с потерей всех аварийных источников энергии будет невозможно. Развитие аварии согласно данному сценарию приведет сначала к снижению уровня в реакторе, оголению и плавлению активной зоны и далее – к интенсивной генерации пара в РУ с выходом в ГО, сопровождаясь постепенным повышением давления до предельного значения ~ 0,5 МПа.

Расчетное моделирование протекания тяжелой аварии в ГО реакторной установки АЭС с ВВЭР выполнено по коду "улучшенной оценки" MELCOR 1.8.5 [74, 75]. Код разработан для расчетного моделирования теплогидравлических процессов в первом и втором контурах реакторной установки в переходных процессах и при авариях, включая аварии с глубоким повреждением активной зоны и корпуса реактора.

Выбрано наиболее опасное место течи – «холодный» трубопровод ГЦК Ду850 мм на входе в реактор (рис. 3). Вследствие гильотинного разрыва холодной нитки на входе в реактор, происходит быстрое снижение давления первого контура и уровня в КД.

Максимальный расход теплоносителя в течь составляет ~ 36000 кг/с.

На 0,2 секунде после начала аварии формируется сигнал АЗ реактора (снижение давления в первом контуре до 14,8 МПа при мощности реактора более 75% от номинальной). В этот момент моделируется внешнее обесточивание энергоблока и отказ всех 3-х ДГ на запуск.

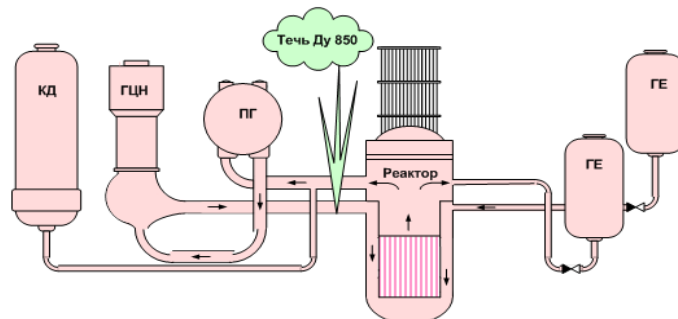


Рис. 3. Место моделируемой течи в ГЦК Ду 850 мм.

В результате, активные системы безопасности, в том числе САОЗ ВД и САОЗ НД, оказываются неработоспособными. Перевод насосов подпитки первого контура оперативным персоналом на подачу борного концентрата из баков ТВ не рассматривается, т.к. подпиточные агрегаты неработоспособны вследствие полного обесточивания.

На 0,3 секунде формируется сигнал САОЗ (уменьшение запаса до температуры насыщения на выходе из активной зоны менее 10 °С), но запуск активных САОЗ не происходит в силу выбора исходных условий.

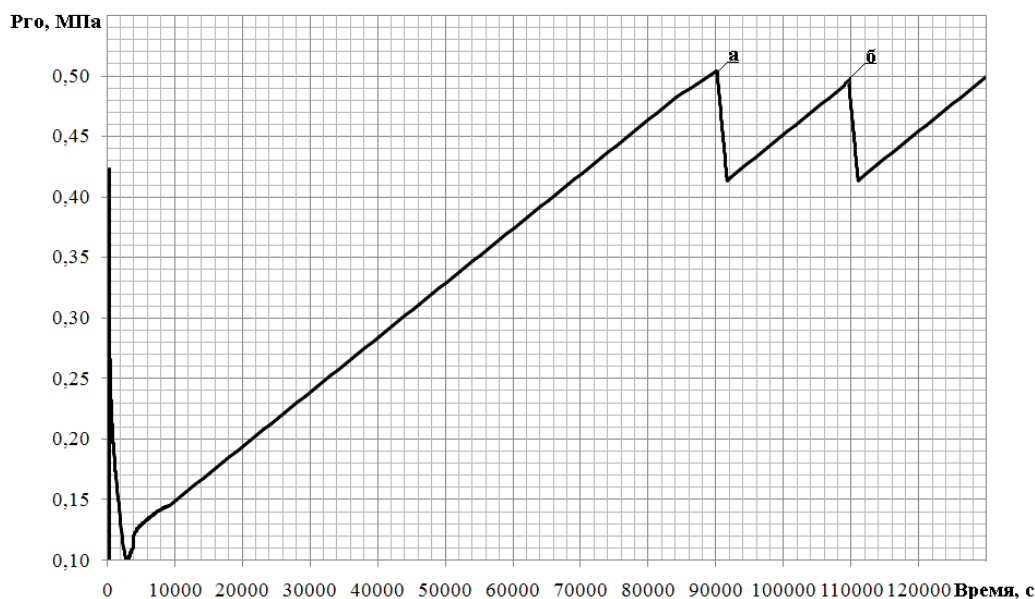
На 10-й секунде при снижении давления первого контура менее 6,0 МПа начинается слив раствора борной кислоты из ГЕ САОЗ в реактор. К 60-й секунде аварии происходит исчерпание запаса раствора борной кислоты в ГЕ САОЗ, и арматура на трубопроводах связи ГЕ с реактором закрывается (электропитание этой арматуры осуществляется от аккумуляторных батарей).

В силу крайне быстрого запаивания ГЦК и прекращения теплоотвода ко второму контуру, уставки срабатывания ПСУ не достигаются, и их работоспособность не оказывает влияния на дальнейшее развитие аварии.

Через 500 секунд исходного события после осушения активной зоны реактора и оголения тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ) происходит их разогрев до температуры парциркулиевой реакции с выделением дополнительного количества теплоты, вследствие чего начинается деградация активной зоны, расплав топлива и проплавление конструктивных элементов реактора. Полное разрушение активной зоны завершается к 3500-й секунде аварии.

Расчет был прекращен по истечении 200000 секунд с момента ИС аварии.

Изменение давления в ГО определяется соотношением темпа поступления пара из РУ и скоростью конденсации пара на поверхности «холодных» строительных конструкций и оборудования. В начальный период осушения реактора выброс теплоносителя в ГО обуславливает быстрый рост давления парогазовой среды до значения 0,43 МПа. В дальнейшем, давление в ГО (рис. 4), начиная с 20 секунды расчёта и на протяжении 3480 секунд, плавно снижается по мере уменьшения расхода пара из РУ и вследствие его конденсации внутри ГО. Интенсивная генерация пара и водорода в РУ приводит к дальнейшему непрерывному росту параметров среды в ГО. Начиная с 90000 секунды (~ 25 часов) после начала аварии абсолютное давление в ГО достигает проектного предела $\sim 0,5$ МПа.



а, б – начало срабатывания АГЕ

Рис. 4. Динамика изменения давления в ГО при длительном обесточивании энергоблока в условиях тяжелой аварии при установке от 4 до 8 автономных гидроемкостей пассивного типа

При анализе протекания тяжелой запроектной аварии по исходному сценарию определено, что для преодоления или смягчения последствий аварии необходимо принятие мер направленных на снижение давления среды в ГО после перехода аварии в тяжелую фазу. Предотвращение повышения давления в ГО до проектного значения возможно только при наличии пассивных систем, снижающих давление до безопасного уровня за счет удаления пара из ГО путем конденсации. Поэтому расчетное моделирование рассматриваемой ЗПА в условиях функционирования пассивной и активной системы СРО является весьма актуальной задачей.

Основная задача пассивной системы – как возможно дольше обеспечить снижение давления в ГО при полном обесточивании энергоблока в аварийный период. Для этого были проведены соответствующие расчеты по влиянию пассивной и активной систем СРО на изменение давления в ГО.

На следующем этапе расчета для снижения давления в ГО, начиная с 90000 секунды, в работу вступают автономные гидроемкости пассивного типа с подачей охлаждающего раствора на СРО. С этого момента, собственно, начинается снижение давления в ГО до 0,41 МПа на протяжении 1500 секунд, т.к. далее из-за исчерпания запасов воды в первой очереди 4-х автономных гидроемкостей происходит обратное повышение давления в ГО до проектного значения ~ 0,5 МПа. Преимущество заключается в том, что срабатывание первой очереди 4-х АГЕ обеспечивает запас по времени порядка 20000 секунд, что соответствует ~ 6 часам безопасного поддержания давления в ГО.

Исходя из того, что наша задача – как можно дольше обеспечить герметичность ГО в аварийных условиях, начиная с 110000 секунды, срабатывает вторая очередь 4-х гидроемкостей по достижению давления в ГО ~ 0,5 МПа, обеспечивая тем самым повторное снижение давления в ГО до 0,41 МПа на протяжении 20000 секунд.

Как показали результаты расчета на рисунке 4, с помощью пассивной системы СРО и установки от 4 до 8 автономных гидроемкостей удастся поддержать безопасное давление в ГО на протяжении 40000 секунд (~ 11,5 часов), что составляет 130000

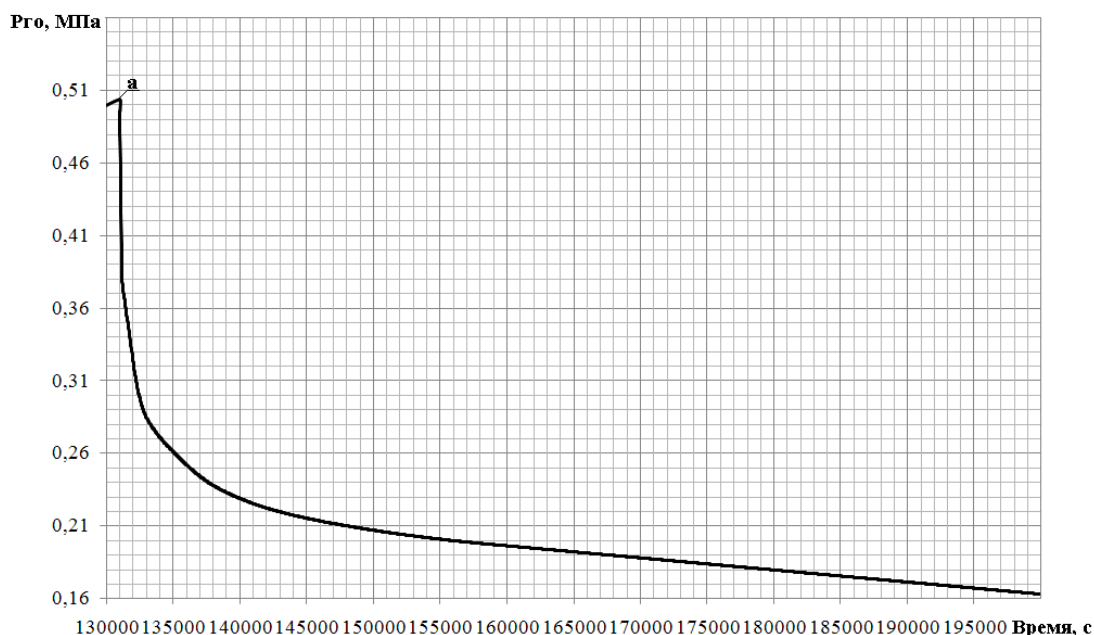
секунд (~ 36 часов) от начала аварии.

Таким образом, результаты расчетного моделирования последствий тяжелой аварии подтверждают то, что ранний отказ ГО полностью исключается, обеспечивая при этом дополнительный запас времени оперативному персоналу станции для подключения резервных источников электропитания.

Для обоснования выполнения гермообъемом своих локализирующих функций при тяжёлых авариях (ТА) с течами из реакторной установки и успешного преодоления последствий аварии в соответствии с требованиями международных норм безопасности АЭС проведен расчётный анализ протекания тяжелой аварии по дополнительному сценарию, когда по мере отключения второй очереди АГЕ моделируется переход от пассивной системы СРО к активной после возобновления аварийных источников электропитания через 130000 секунд от начала исходного события.

При этом спринклерным насосом осуществляется принудительная подача 194 кг/с борного раствора в купольный объём ГО на СРО. В данном случае моделируется работа 2-х каналов спринклерной системы, что соответствует установке 12 труб СРО.

Через 36 часов протекания аварии к моменту начала работы активной системы СРО (рис. 5) значение давления парогазовой среды в ГО достигает проектного ~ 0,5 МПа. Вследствие работы СРО происходит активная конденсация пара на каплях охлаждающей жидкости за счет поступления парогазовой смеси во внутреннюю полость трубы и интенсивного перемешивания с капельным потоком. Это приводит к снижению давления в ГО, начиная с первых секунд срабатывания системы, до безопасного значения ~ 0,16 МПа в течение 70000 секунд, не превышая при этом допустимых пределов.



а – начало подачи охлаждающей жидкости на СРО

Рис. 5. Динамика изменения давления в ГО после восстановления электропитания в условиях ТА при подключении активной системы СРО

Выполненное расчетное моделирование воздействия на последствия тяжелой аварии (мгновенный разрыв ГЦТ Ду850 мм при длительном обесточивании энергоблока) различного сочетания работы систем расхолаживания ГО показало, что системы отвода тепла из ГО через 25 часов после начала аварии на протяжении 31 часа

обеспечивают снижение давления в ГО ниже установленных в проектах пределов и тем самым сохраняют целостность гермообъема для выполнения проектных функций по предотвращению выброса радиоактивных продуктов деления в окружающую среду.

Хронология развития ЗПА с переходом в тяжелую фазу при отсутствии и наличии пассивной и активной системы СРО в пределах ГО представлена в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительная хронология развития аварии

Событие	ГО без СРО	ГО с СРО
ИС: течь Ду 850 мм	0,0 с	0,0 с
АЗ-1 + полное обесточивание с отказом дизель-генераторов (ДГ)	0,2 с	0,2 с
Начало подключения пассивной системы СРО: – первая очередь 4-х АГЕ – вторая очередь 4-х АГЕ	– –	90000 с 110000 с
Завершение работы пассивной системы СРО: – первая очередь 4-х АГЕ – вторая очередь 4-х АГЕ	– –	91500 с 111500 с
Начало подключения активной системы СРО	–	130000 с
Завершение работы активной системы СРО	–	200000 с
Запас по времени: – пассивная система СРО – активная система СРО	90000 с (~ 25 ч)	40000 с (~ 11,5 ч) 70000 с (~ 19,5 ч)

Таким образом, переходный процесс исследования ГО в условиях рассматриваемой ЗПА при наличие пассивной и активной системы СРО с момента исходного события и до окончания расчетного времени в течение ~ 55,6 часов (практически 2,5 суток) не приводит к превышению предельного значения давления в ГО.

Следовательно, персонал АЭС будет иметь необходимый запас времени для проведения ремонтных работ, что является достаточным для восстановления электроснабжения собственных нужд и проведения ремонтных мероприятий по локализации рассмотренной ЗПА.

Предложенный программный комплекс позволил сопоставить спринклерную систему и СРО, определить их влияние на состояние ГО в аварийных условиях, исследовать возможность применения активных и пассивных СРО при длительном обесточивании энергоблока, что стало началом создания научно обоснованных предпосылок для последующего развития предлагаемых систем безопасности на АЭС с ВВЭР–1000 (В–320, В–302).

ВЫВОД

Предложено пассивную систему расхолаживания ГО при авариях с течью при наличии автономных гидроемкостей, особенностью которой является независимость системы от электроснабжения, что позволяет снизить и поддержать давление в ГО на безопасном уровне в течение определенного времени, необходимого для восстановления аварийного электроснабжения с последующим переходом на активную систему снижения параметров в ГО.

Проведено и обоснованно комплексное расчетное моделирование активной и пассивной систем СРО при длительном отключении энергоблока, что позволяет стабилизировать давление, сохранить целостность и предотвратить ранний отказ ГО в течение 200000 секунд (~ 56 часов) при переходе запроектной аварии (ЗПА) в тяжелую стадию с плавлением активной зоны реактора.

Разработана расчетная методика, позволяющая сделать рекомендации по проектированию и практическому применению СРО на действующих АЭС и новых проектах АЭС с ВВЭР. Решение данной задачи позволит повысить безопасность расхолаживания ГО и РУ в аварийных режимах, соответственно повысит надежность последнего барьера безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балакан, Г.Г. и др. Математическое моделирование работы струйного распылителя-охлаждителя (СРО) [Текст] / Г.Г. Балакан, А.В. Герлига // Сб. науч. тр. ОНПУ. – Одесса, 2006. – Вып. № 2 (26). – С. 71–75.
2. Герлига, А.В. и др. Результаты расчетного моделирования системы аварийного снижения давления под гермооболочкой реакторной установки АЭС с ВВЭР-1000 на основе струйного распылителя-охлаждителя [Текст] / А.В. Герлига, Г.Г. Балакан, И.И. Свириденко // Сб. науч. тр. СевНТУ. – Севастополь, 2007. – Вып. №77. – С. 158–165.
3. Герлига, А.В. и др. Влияние параметров струйного распылителя-охлаждителя на снижение давления в гермообъеме в аварийных случаях [Текст] / А.В. Герлига, И.И. Свириденко, Г.Г. Балакан, А.С. Балашевский // Зб. наук. праць СНУЯЕтаП. – Севастополь: СНУЯЕтаП, 2007. – Вып. №4(24). – С. 43–48.
4. Балашевский, А.С. и др. Аварийное расхолаживание гермообъема АЭС с ВВЭР-1000 при наличии течи с использованием струйного распылителя-охлаждителя [Текст] / А.С. Балашевский, А.В. Герлига, С.Т. Мирошниченко // Зб. наук. праць СНУЯЕтаП. – Севастополь: СНУЯЕтаП, 2009. – Вып. №4(32). – С. 9–15.
5. Балашевский, А.С. и др. Применение струйных распылителей-охлаждителей для предотвращения орошения охлаждающим раствором гермообъема реакторного отделения при срабатывании спринклерной системы [Текст] / А.С. Балашевский, В.А. Герлига, И.И. Свириденко // Ядерна та радіаційна безпека. – 2010. – Вып. №2(46). – С. 42–49.
6. Балашевский, А.С. и др. Повышение надежности и безопасности расхолаживания гермообъема РУ АЭС с ВВЭР – 1000 [Текст] / А.С. Балашевский, А.В. Герлига, С.Т. Мирошниченко // Ядерна та радіаційна безпека. – 2010. – Вып. № 3(19). – С. 30–37.
7. Балашевский, А.С. и др. Анализ системы расхолаживания гермооболочки реакторной установки АЭС с ВВЭР – 1000 в аварийный период [Текст] / А.С. Балашевский, С.Т. Мирошниченко // Ядерна та радіаційна безпека. – 2011. – Вып. № 3(19). – С. 30–37.
8. Design of Reactor Containment Systems for Nuclear Power Plants / IAEA safety standards series. – No. NS-G-1.10. – 2004. – 127 p.
9. Passive Safety system and Natural Circulation in Water Cooled Nuclear Power Plants. IAEA-TECDOC-1624. – Vienna: IAEA, 2009. – 159 p.
10. Description of natural circulation and passive safety systems in water cooled Nuclear Power Plants. IAEA-TECDOC-DRAFT. – Vienna: IAEA, 2004. – 112 p.
11. Safety of Nuclear Power Plants: Design. Safety standards series. No.NS-R-1. – Vienna: IAEA, 2000. – 67 p.
12. Applications of probabilistic safety assessments for nuclear power plants. IAEA-TECDOC-1200. – Vienna: IAEA, 2002. – 57 p.

Calculation substantiation of passive system of pressure reduction in PWR containment under condition of leakage accident with continuous blackout of power-generating unit

A.S. Balashevskiy*, V.A. Gerliga, N.I. Vlasenko*****

** Scientific and Technical Support SE STC of SE NNEGC «Energoatom»,
7 Kurchatov St., Sevastopol, Ukraine 99015, e-mail: balaas@ua.fm*

*** Sevastopol National University of Nuclear Energy and Industry,
7 Kurchatov St., Sevastopol, Ukraine 99015, e-mail: gerligava@ua.fm*

**** Separate Entity «Scientific and Technical Center» of
State Enterprise National Nuclear Energy Generating Company «Energoatom»,
63A B. Khmelnytsky St., Kiev, Ukraine 01054, e-mail: n.vlasenko@ntc.atom.gov.ua*

Abstract – The article describes the passive system of pressure reduction in WWER containment under condition of leakage accident, with the help of the method of local steam condensation by jet sprayers-coolers.

The distinctive features of the system are autonomous hydraulic accumulators of passive type and independence from sources' power supply in the case of long-continued blackout of power-generating unit. These results permit to work out the recommendations for implementation this passive system at acting and projectible nuclear power plants and also at power-units of NPPs with other reactors types.

Keywords: containment, reactor facility, nuclear power plant, water energetic reactor, jet spray-cooler, autonomous hydraulic accumulators, beyond design basis accident.

ПРОБЛЕМЫ ЯДЕРНОЙ, РАДИАЦИОННОЙ
И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 551.510.72:551.521.2:57.013

ПОВЕДЕНИЕ ^{137}Cs В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ ВОЗДУХА
г. РОСТОВА-НА-ДОНУ

© 2013 г. Е.А. Бураева*, В.С. Нефедов**, В.В. Стасов*, В.С. Малышевский**

*Научно-исследовательский институт физики Южного федерального университета, Ростов-на-Дону

**Физический факультет Южного федерального университета, Ростов-на-Дону

Поступила в редакцию 05.06.2013 г.

Представлены результаты многолетних радиоэкологических исследований приземного слоя воздуха г. Ростова-на-Дону. Оценено содержание и сезонный ход искусственного радионуклида ^{137}Cs в приземной атмосфере исследуемого района. Объемная активность радионуклида в атмосфере соответствует фоновым значениям для Ростовской области. Содержание ^{137}Cs в приземном слое воздуха обусловлено ветровым подъемом почвенной пыли.

Ключевые слова: радионуклиды, атмосфера, сезонный ход, активность.

Основным источником поступления ^{137}Cs в приземный слой воздуха согласно имеющимся данным [1] являются пахотные земли, а также в меньшей степени зеленая зона (газоны, парки, сады, лесопосадки и т.д.) и поднятая при движении транспорта придорожная пыль.

Со временем происходит очищение атмосферы в результате естественных процессов, в том числе сухого осаждения и вымывания атмосферными осадками [2, 3, 4]. Имеет место прямая зависимость между содержанием ^{137}Cs и количеством выпавших осадков.

В то же время атмосфера вторично загрязняется пылью, поднятой в приземный слой воздуха с загрязнённой земной поверхности [4-6]. Такой механизм загрязнения особенно заметен при значительном загрязнении местности.

Все перечисленные выше факторы обуславливают поведение ^{137}Cs в приземном слое воздуха. Сезонный ход ^{137}Cs отличается минимумом в осенне-зимний период и максимумом в весенне-летний период [3, 6], связанным с началом вегетационного периода и весенне-летней перестройкой атмосферы, а также, именно в этот период времени создаются благоприятные условия для ветрового подъёма пыли.

В настоящее время содержание ^{137}Cs в приземном слое воздуха различных стран примерно одинаково, так, например, содержание ^{137}Cs в атмосферных аэрозолях в окрестностях Монако в период 1998-2010 гг. варьировало в пределах 0,1-7,4 мкБк/м³, при среднем содержании 1,06 мкБк/м³ [4], а в 2007 г. в Праге, содержание ^{137}Cs в воздухе составляло 0,68 мкБк/м³ [7].

Для отбора проб дисперсной фазы атмосферных аэрозолей и осадков в Лаборатории радиоэкологических исследований НИИ физики Южного федерального университета в 2000 году введена в эксплуатацию фильтровентиляционная установка (ФВУ). Атмосферные аэрозоли отбирали на фильтр из ткани Петрянова ФПП-15-1.7 общей площадью 0,56 м³. Реальное (чистое) время экспозиции каждой пробы, определяемое электронным хронометром, составляет 168 часов. Расход воздуха ФВУ

составляет около 510–630 м³/ч. В целом за 2001–2011 гг. было отобрано более 500 проб атмосферных аэрозолей.

Для оценки объемной активности ¹³⁷Cs ($A_{об}$) в атмосферных аэрозолях использовали радиометрическую низкофоновую установку на основе коаксиального полупроводникового детектора из особо чистого германия (GeНР) с эффективностью 25 % в диапазоне 13–1500 кэВ, отношением пик/комpton 51.7:1.

¹³⁷Cs определяли по пику с энергией 661,7 кэВ. По разности весов экспонированного и чистого фильтра определяется запыленность воздуха $P_0 = P/V$ (мкг/м³), где P_0 – удельная загрязненность воздуха, P – количество аэрозольной пыли (мкг), V – объем прокаченного за время экспозиции фильтра воздуха (м³).

На рисунке 1 представлена диаграмма распределения объемной активности ¹³⁷Cs в атмосферных аэрозолях г. Ростова-на-Дону за период 2002-2011 гг.

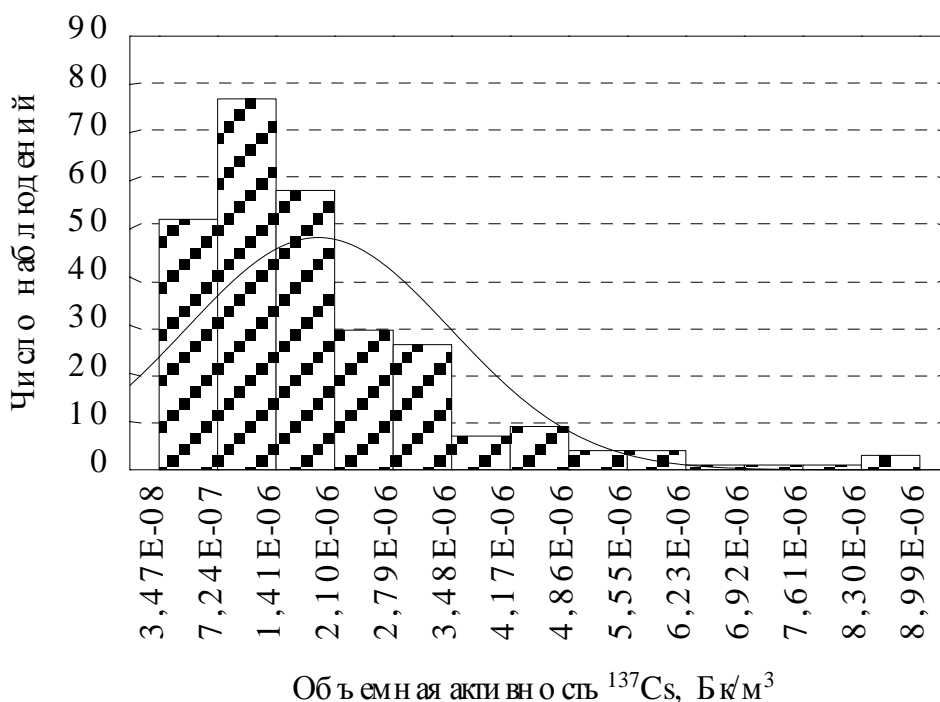


Рис. 1. Диаграмма распределения объемной активности ¹³⁷Cs

В основном (рис. 1), объемная активность ¹³⁷Cs находится на уровне 0,7-2,1 мкБк/м³. Распределение объемной активности данного радионуклида монотонно убывает без резких скачков.

В таблицах 1, 2 представлены пределы вариации и среднее значение ¹³⁷Cs в приземном слое воздуха г. Ростова-на-Дону.

Таблица 1. Показатели центральной тенденции объемной активности ¹³⁷Cs

Количество измерений	Среднее, мкБк/м ³	Минимум, мкБк/м ³	Максимум, мкБк/м ³	Стандартное отклонение, мкБк/м ³
274	2,00	0,03	19,80	2,01

В целом, объемная активность ¹³⁷Cs варьирует в широких пределах, при среднем (за 10 лет) содержании 2 мкБк/м³ (табл. 1). Полученные данные о содержании ¹³⁷Cs в приземном слое воздуха г. Ростова-на-Дону согласуются с результатами для различных стран [4, 7].

Таблица 2. Минимальные, максимальные и средние содержания ^{137}Cs

Год	Максимум, мкБк/м ³	Минимум, мкБк/м ³	Среднее, мкБк/м ³
2002	7,91	0,03	1,67
2003	6,94	0,04	1,90
2004	4,56	0,03	1,65
2005	2,88	0,08	1,55
2006	5,27	0,08	1,92
2007	3,47	0,03	1,96
2008	4,13	0,08	1,88
2009	4,56	0,09	1,99
2010	4,56	0,03	1,64
2011	4,56	0,03	1,64

В таблице 3 и на рисунке 2 представлены динамика среднегодовой объемной активности ^{137}Cs в приземной атмосфере и некоторых метеорологических параметров для г. Ростова-на-Дону.

Таблица 3. Усреднённые метеопараметры и объёмная активность ^{137}Cs

Год	$A_{об}^{137}\text{Cs}$, Бк/м ³	Количество осадков, мм	Температура, °C	Скорость ветра, м/с	Отн. влажность, %	Атмосферное давление, мм.рт.ст.
2002	1,67E-06	38,5	10,0	1,8	65,9	756,1
2003	1,90E-06	50,7	8,3	2,0	71,5	756,7
2004	1,65E-06	25,3	9,6	1,8	74,6	755,8
2005	1,55E-06	32,7	10,3	1,9	72,3	756,2
2006	1,92E-06	38,2	10,6	3,2	69,4	755,7
2007	1,96E-06	37,6	10,9	4,3	65,1	755,6
2008	1,88E-06	27,6	11,1	4,2	69,4	756,1
2009	1,99E-06	27,3	11,0	4,2	71,6	755,2
2010	1,64E-06	25,3	9,7	5,6	71,3	755,3
2011	1,64E-06	37,5	10,0	4,0	69,0	756,0

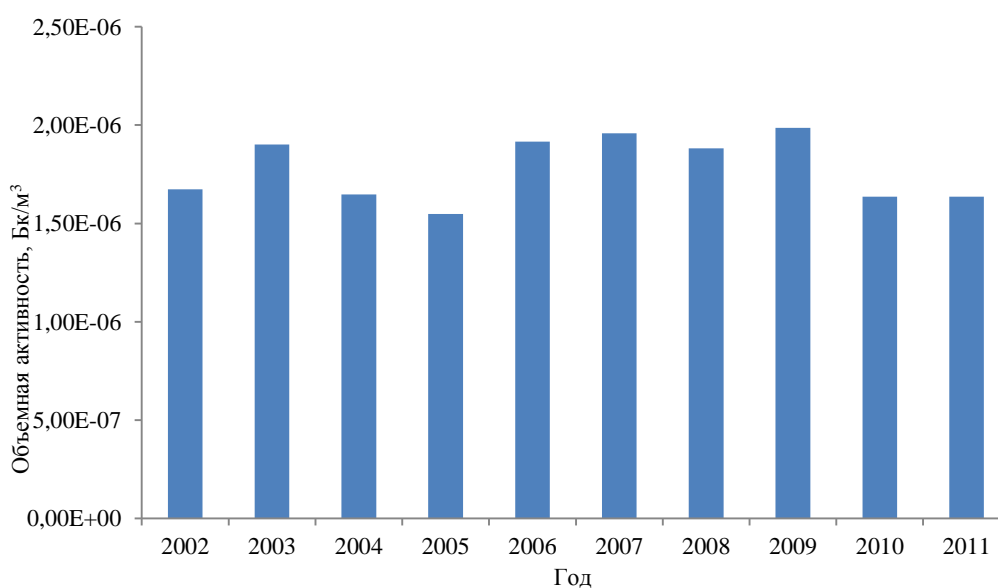


Рис. 2. Среднегодовое содержание ^{137}Cs

Данные по метеопараметрам предоставлены Гидрометцентром РФ. Как видно из полученных данных (табл. 3), среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в атмосферных аэрозолях изучаемого региона, а также атмосферное давление варьируют незначительно, в пределах 2-10%.

Анализ динамики количества осадков показал максимальное среднегодовое количество в 2003 году, минимальное – на 2004 и 2010 годы. В остальное время – среднегодовое количество осадков варьирует в пределах 30-40%. Среднегодовая скорость ветра, начиная с 2007 года, возросла в 2 раза, что, в совокупности с количеством осадков, может создавать условия для ветрового подъема пыли с подстилающей поверхности.

На рисунке 3 представлен средний за 10 лет сезонный ход в приземном слое воздуха г. Ростова-на-Дону.

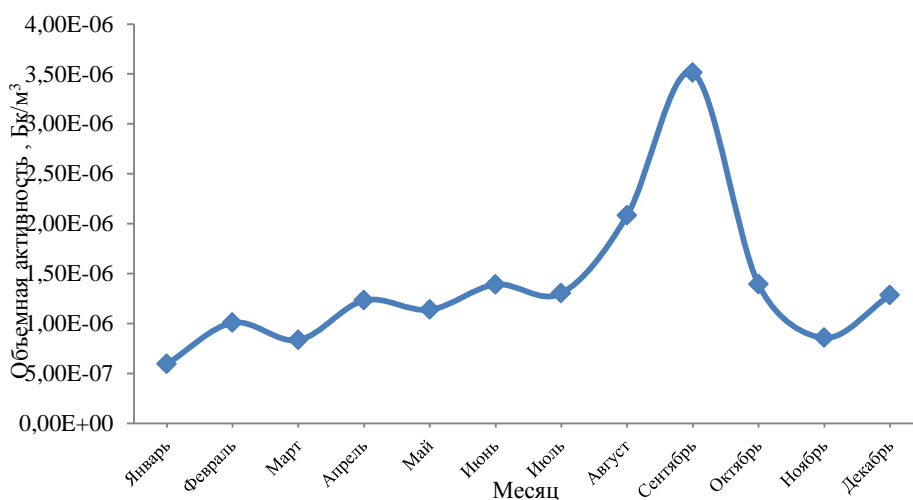


Рис. 3. Средний за 10 лет сезонный ход ^{137}Cs

Подобное поведение согласуется с литературными данными [8] и отличается минимумом в осенне-зимний период и максимумом объемной активности в весенне-летний. В атмосфере исследуемого региона основной максимум содержания ^{137}Cs приходится на август и сентябрь. В этот период в г. Ростове-на-Дону преобладают максимальная температура и скорость ветра, и минимум количества осадков.

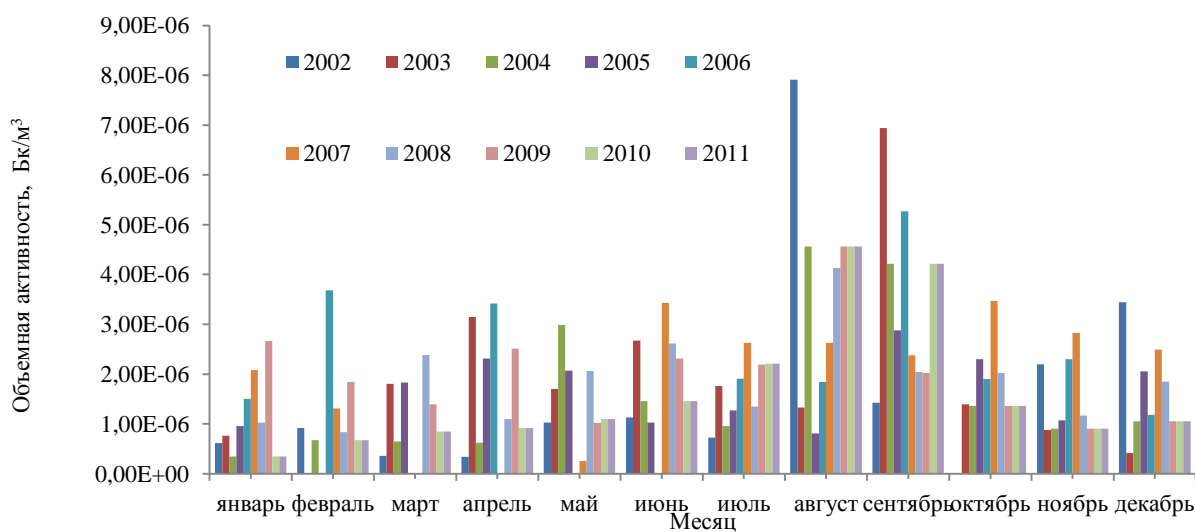


Рис. 4. Сезонный ход ^{137}Cs в приземном слое воздуха

На рисунке 4 и рисунке 5. представлен детальный сезонный ход за период с 2002г. по 2011 г.

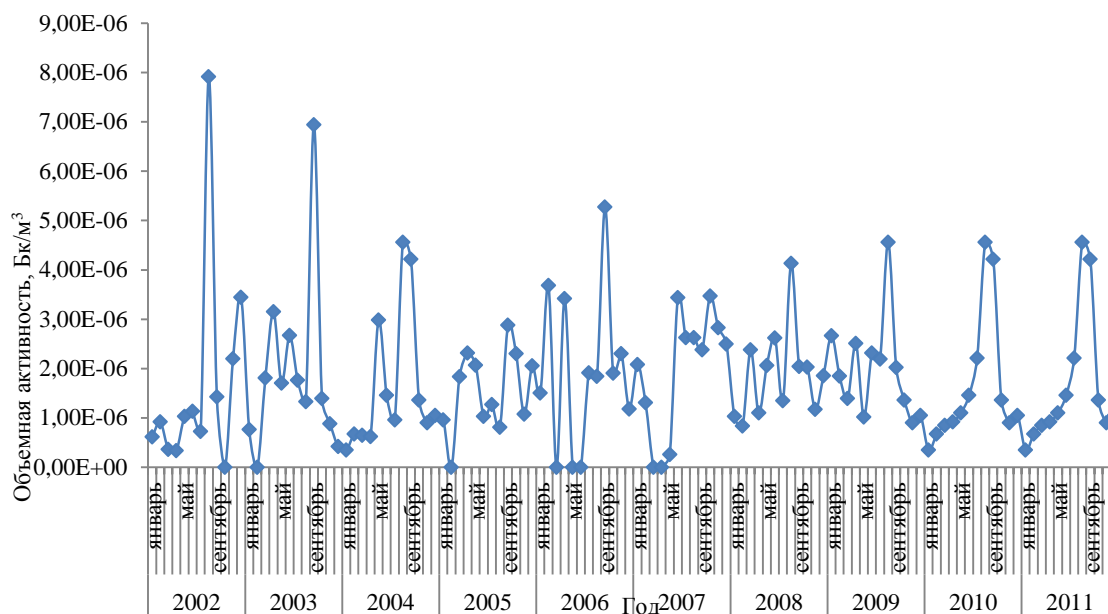


Рис. 5. Многолетний сезонный ход ^{137}Cs

Сезонное поведение, построенное по среднемесячной объемной активности ^{137}Cs , показывает наличие ряда минимумов и максимумов в разные месяцы. В основном, максимумы содержания цезия приходятся на август или сентябрь каждого года. Подобное поведение может быть связано с сочетанием погодных условий в данный период времени – низким количеством осадков, максимальной скоростью ветра, достаточно высокой температурой воздуха, а также расположением ФВУ на юго-восточной окраине г. Ростова-на-Дону.

Роль пригородных районов на восточном направлении резко возросла в 2006-2007 гг. в связи с увеличением средней силы ветра (до 3,7 м/с по сравнению с 1,8 м/с в 2002-2005 гг.), причем, повторяемость восточных ветров также возросла (до 66% по сравнению с 21% в предшествующие года), но в последующие годы скорость ветра оставалась практически неизменной (~4,2 балла в 2008-2010 гг.). Практически не изменились и среднегодовые значения температуры воздуха и средняя относительная влажность воздуха.

ВЫВОДЫ

В целом, оценено долговременное (2002-2011 гг.) содержание и поведение ^{137}Cs в атмосферных аэрозолях крупного промышленного центра (на примере г. Ростова-на-Дону) в зависимости от метеопараметров. Объемная активность ^{137}Cs варьирует в широких пределах, при среднем (за 10 лет) содержании 2 мкБк/м³. Поведение данного элемента отличается минимумом в осенне-зимний период и максимумом объемной активности в весенне-летний. В атмосфере г. Ростова-на-Дону основной максимум содержания ^{137}Cs приходится на август и сентябрь.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (грант № 14.А18.21.0633) и гранта РФФИ № 12-08-90401-Укр_а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пути миграции искусственных радионуклидов в окружающую среду. Радиоэкология после Чернобыля [Текст] / Под ред. Ф. Уорнера, Р. Харрисона. – М. : МИР, 1999. – 512 с.
2. *Alonso-Hernández C.M., Cartas-Águila H., Díaz-Asencio M., Muñoz-Caravaca A., Martín-Pérez J., Sibello-Hernández R.* Atmospheric deposition of ^{137}Cs between 1994 and 2002 at Cienfuegos, Cuba. // *Journal of Environmental Radioactivity*. 2006. №88. P. 199 – 204.
3. *Ioannidou A., Papastefanou C.* Precipitation scavenging of ^7Be and ^{137}Cs radionuclides in air. // *Journal of Environmental Radioactivity*. 2006. №85. P. 121–136.
4. *Pham K.M., Betti M., Nies H., Povinec P.P.* Temporal changes of ^7Be , ^{137}Cs and ^{210}Pb activity concentrations in surface air at Monaco and their correlation with meteorological parameters. // *Journal of Environmental Radioactivity*. 2011. № 102. P. 1045 – 1054.
5. *Fujiwara H., Fukuyama T., Shirato Y., Ohkuro T., Taniyama I., Zhang T.-H.* Deposition of atmospheric ^{137}Cs in Japan associated with the Asian dust event of March 2002. // *Science of the Total Environment*. 2007. №384. P. 306 – 315.
6. *Povinec P.P., Holý K., Chudý M., Šivo A., Sýkora I., Ješkovský M., Richtáriková M.* Long-term variations of ^{14}C and ^{137}Cs in the Bratislava air – implications of different atmospheric transport processes. // *Journal of Environmental Radioactivity*. 2012. №108. P. 33 – 40.
7. *Rulík P., Malá H., Bečková V., Hölgze Z., Schlesingerová E., Světlík I., Škrkal J.* Low level air radioactivity measurements in Prague Czech Republic. // *Applied Radiation and Isotopes*. 2009. №67. P. 969 – 973.
8. *Kulan A.* Seasonal ^7Be and ^{137}Cs activities in surface air before and after the Chernobyl event. // *Journal of Environmental Radioactivity*. № 90. 2006. P. 140-150.

Behavior of ^{137}Cs in the lower atmosphere of Rostov-on-Don

E.A. Buraeva*, V.S. Nefedov**, V.V. Stasov*, V.S. Malyshevsky**

**Research Institute of Physics, Southern Federal University, 194 Stachka Av., Rostov-on-Don, Russia 344090*
e-mail: buraeva_elena@mail.ru

***Faculty of Physics, Southern Federal University, 5 Zorge St., Rostov-on-Don, Russia 344090*
e-mail: vsmalyshevsky@sfnu.ru

Abstract – The results of long-term radio-ecological studies of the surface air of Rostov-on-Don are presented. Content and seasonal variation of the artificial radionuclide ^{137}Cs in the surface atmosphere of the studied area are estimated. The volume activity of the radionuclides in the atmosphere corresponds to the background level for Rostov region. The concentration of ^{137}Cs in the surface air is due to wind uplift of soil dust.

Keywords: radionuclides, atmosphere, seasonal trend, activity.

**ПРОБЛЕМЫ ЯДЕРНОЙ, РАДИАЦИОННОЙ
И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

УДК 66.097.8

ПРИМЕНЕНИЕ ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ МЕДИ «ИНКОРАМ-75»

© 2013 г. А.В. Галанин, А.И. Федоров, О.В. Кучеренко

*Филиал ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Нововоронежская атомная станция»
(Нововоронежская АЭС)*

Поступила в редакцию 25.05.2013 г.

Для снижения коррозионных процессов медьсодержащего сплава конденсаторов турбин применена обработка охлаждающей воды ингибитором коррозии меди «ИНКОРАМ-75». Приведены результаты промышленного опробования ингибитора коррозии меди «ИНКОРАМ-75» в системе технического водоснабжения энергоблоков №3,4 Нововоронежской АЭС.

Ключевые слова: коррозионные процессы, медьсодержащий сплав, система технического водоснабжения, ингибитор коррозии, «ИНКОРАМ-75».

При эксплуатации систем технического водоснабжения должно быть обеспечено предотвращение протекания коррозионных процессов на оборудовании, а также выполнение требований норм и правил по охране окружающей среды [1].

На энергоблоках №3, 4 НВОАЭС для обеспечения основного и вспомогательного оборудования охлаждающей водой в необходимых количествах и требуемого качества эксплуатируется система циркуляционного водоснабжения. Система циркуляционного водоснабжения является системой оборотного водоснабжения с семью башенными испарительными градирнями (см. таблицу 1).

Таблица 1. Основные характеристики циркуляционной системы энергоблоков №3, 4

Объем, тыс. м ³	Коэффициент упаривания	Температура, °С	Величина подпитки, тыс. м ³ /ч	Величина продувки, тыс. м ³ /ч	Кратность циркуляции, час ⁻¹
116	1,2÷1,4	10÷30	9,5	6	1,6

В качестве подпиточной воды для циркуляционной системы используется вода реки Дон (см. таблицу 2). Качество воды в циркуляционной системе способствует протеканию процессов коррозии трубок основных конденсаторов турбоагрегатов, изготовленных из сплава МНЖ-5-1. В результате коррозионных процессов медь переходит в охлаждающую воду. Необходимость продувки (водообмена) циркуляционного канала приводит к сбросам находящейся в циркуляционной воде меди в окружающую среду.

В связи с жесткими нормами по сбросам меди в реку Дон было инициировано проведение комплекса работ по снижению поступления меди в сбросные воды. Одним из направлений определено опробование ингибиторов коррозии. Ингибиторы коррозии медьсодержащих сплавов широко применяются за рубежом, однако, в Российской Федерации имеются только единичные случаи их применения в циркуляционных

системах небольшого объема. Опыта применения ингибитора коррозии в циркуляционных системах, подобных системе энергоблоков №3, 4, в Российской Федерации нет.

Таблица 2. Среднегодовые показатели качества воды реки Дон

Величина рН	Удельная электрическая проводимость	Содержание натрия	Содержание хлоридов	Содержание сульфатов	Жесткость общая	Жесткость кальциевая	Щелочность общая	Окисляемость	Содержание меди
ед. рН	мкСм/см	мг/дм ³	мг/дм ³	мг/дм ³	мг-экв/дм ³	мг-экв/дм ³	мг-экв/дм ³	мгКМnO ₄ /дм ³	мкг/дм ³
7,9	460	20	22	52	5,6	3,5	4,2	15,5	3,5

Проведенные на НВОАЭС лабораторные исследования отечественного ингибитора коррозии «ИНКОРАМ-75», изготовленного на основе толилтриазола – С₇Н₇N₃ с добавлением усиливающих действие ингибитора присадок, показали хорошие результаты (см. таблицу 3).

Таблица 3. Результаты лабораторных испытаний скорости коррозии медьсодержащего сплава МНЖ-5-1 в пробах циркуляционной воды энергоблоков №3,4

Анализируемая проба	Объем пробы, дм ³	Содержание «ИНКОРАМ-75», мг/дм ³	Площадь поверхности образцов, см ²	Продолжительность испытаний, сутки	Содержание меди, мкг/дм ³	Скорость коррозии, мкг/м ² · ч
Вода циркуляционного канала энергоблоков №3,4	0,5	0,0	120	14	700	86,6
Вода циркуляционного канала энергоблоков №3,4 с добавлением «ИНКОРАМ-75»	0,5	30	120	14	3,5	0,0

На основании полученных результатов в 2012 году выполнено опробование технологии ведения водно-химического режима циркуляционной системы энергоблоков №3, 4 с применением ингибитора коррозии меди «ИНКОРАМ-75».

После залпового ввода ингибитора и создания его рабочей концентрации 28-30 мг/дм³ осуществлялось его постоянное дозирование в циркуляционную воду с целью поддержания концентрации на уровне 28-30 мг/дм³. Одновременно контролировалось содержание меди в циркуляционной воде.

Начало снижения содержания меди в циркуляционной воде наблюдалось через 30 часов работы с поддержанием в циркуляционной воде концентрации «ИНКОРАМ-75» 28-30 мг/дм³, снижение происходило по экспоненте (рисунок), что указывало на резкое снижение скорости коррозии медьсодержащих трубок конденсаторов в охлаждающей воде.

Поэтапно была снижена дозировка ингибитора «ИНКОРАМ-75». Максимальное снижение содержания меди в циркуляционной воде произошло в конце четвертых суток испытаний и составило 40,5% от первоначальной концентрации. Через двенадцать суток после прекращения дозирования ингибитора «ИНКОРАМ-75» содержание меди начало увеличиваться и постепенно достигло 87% от первоначальной (до ввода ингибитора) величины.

ВЫВОДЫ

1. Создание и поддержание в течение 30-48 часов в циркуляционной воде концентрации ингибитора коррозии меди «ИНКОРАМ-75» на уровне 28-33 мг/дм³ приводит к значительному уменьшению скорости коррозии медьсодержащего сплава, что видно по снижению концентрации меди в циркуляционной воде.

2. Дальнейшее поддержание в циркуляционной воде концентрации ингибитора коррозии меди «ИНКОРАМ-75» на уровне 5-10 мг/дм³ позволяет минимизировать скорости коррозии медьсодержащих сплавов.

3. Дальнейшего снижения концентрации меди в циркуляционной воде до фоновых значений не достигнуто, что может быть обусловлено работой шариковой очистки (ШОК), которая препятствует образованию защитной пленки на теплообменной поверхности.

4. Промышленное использование ингибитора «ИНКОРАМ-75» для прекращения коррозии медьсодержащих сплавов трубок конденсаторов технически обосновано с учетом экономической целесообразности.

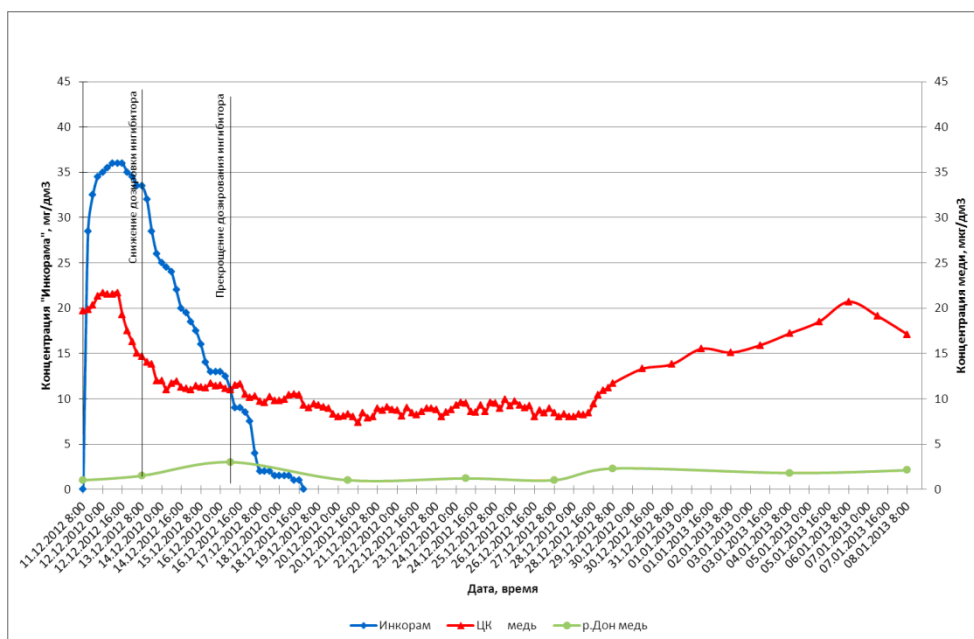


Рис. 1. Изменение концентрации меди в циркуляционной воде энергоблоков №3,4 при проведении опробования ингибитора коррозии меди «ИНКОРАМ-75».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СТО 1.1.1.01.0678-2007. Основные правила обеспечения эксплуатации атомных станций (ОПЭ АС) [Текст]. – ФГУП концерн «РОСЭНЕРГОАТОМ», 2008.

The use of copper corrosion inhibitor "INCORAM-75"

A.V. Galanin*, **A.I. Fedorov****, **O.V. Kucherenko*****

*Novovoronezh Nuclear Power Plant, Branch of JSC Concern Rosenergoatom
(Novovoronezh NPP)*

Industrial Area, Novovoronezh, Voronezh Region, Russia 396071

**e-mail: GalaninAV@nvnpp1.rosenergoatom.ru ;*

*** e-mail: FedorovAI@nvnpp1.rosenergoatom.ru ;*

**** e-mail: KucherenkoOV@nvnpp1.rosenergoatom.ru*

Abstract – To reduce the corrosion processes copper-containing alloy turbine condenser cooling water treatment applied copper corrosion inhibitor "INCORAM-75". The results of the testing of industrial copper corrosion inhibitor "INCORAM-75" in the system of water supply units № 3,4 Novovoronezh.

Keywords: corrosion processes, the copper-containing alloy, the system of water supply, corrosion inhibitor, «INCORAM-75».

ПРОБЛЕМЫ ЯДЕРНОЙ, РАДИАЦИОННОЙ
И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 502.3:504.5:621.43.064

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АВТОТРАНСПОРТНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ТРИДЦАТИКИЛОМЕТРОВОЙ ЗОНЫ РoAЭС

© 2013 г. С.А. Богоровская, Е.А. Семенова, Е.И. Шаврак

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского
ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.

Поступила в редакцию 30.04.2013 г.

Статья посвящена вопросам влияния автотранспорта на химическое и шумовое загрязнение г. Волгодонска. Проведен сравнительный анализ массовых выбросов загрязнений и уровней шума за 2008–2012 гг.

Ключевые слова: химическое загрязнение, шумовое загрязнение, автотранспорт, зеленые насаждения.

Филиал ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Ростовская атомная станция» расположена в Ростовской области на южном берегу Цимлянского водохранилища. В настоящее время размер санитарно-защитной зоны РoAЭС составляет 3 км (площадь – 44 км²), а размер зоны наблюдения – 30 км. В зону РoAЭС радиусом 30 км входят 5 муниципальных образований Ростовской области. Наиболее крупным из них является город Волгодонск, находящийся на расстоянии 13,5 км от РoAЭС. В настоящее время в городе проживает 170,5 тысяч человек [1], что составляет 79,1 % всего населения 30-и километровой зоны.

Волгодонск является промышленным центром юга России. Основными источниками загрязнения его воздушного бассейна являются такие отрасли промышленности, как деревообрабатывающая, электроэнергетическая, химическая, а также автотранспортный комплекс. В настоящее время на долю передвижных источников приходится более 90% от суммарного загрязнения атмосферы [2]. Наибольшее содержание в воздухе вредных веществ, а также высокий уровень шума отмечаются вблизи автомагистралей, на улицах с интенсивным движением транспорта, в центральной части города [1].

По данным МКУ «Департамента строительства и городского хозяйства» г. Волгодонска в настоящее время на маршрутах города ежедневно работает в среднем 129 единиц общественного транспорта, из них 33 троллейбуса, 48 автобусов большой вместимости и 48 автобусов малой вместимости. Наряду с общественным транспортом неуклонно растет количество личных транспортных средств (табл. 1).

Таблица 1. Число зарегистрированных автомобилей в г. Волгодонске [2]

Годы	2004	2005	2006	2007	2008
Количество машин, штук	40611	41537	41506	42864	45092

Рост числа автомобилей по годам выражается уравнением связи:

$$Y = 1970,24 + 0,0008 * X, \quad R^2 = 0,965$$

где Y – порядковый номер года, X – число машин, штук,

Исходя из данной зависимости, можно спрогнозировать, что к 2015 году число зарегистрированных автомобилей на территории города может составить 56250 единиц. Одновременно с увеличением числа автомашин растут показатели по химическому загрязнению атмосферы (табл. 2).

Таблица 2. Число автомобилей и масса выбросов загрязняющих веществ от них в Ростовской области [1]

Показатель	Ед. изм.	2010 год	2011 год	(-) (+)
Всего выбросов	тыс. тонн	399,20	418,76	+19,56
Число автотранспортных средств	шт.	1204792	1278578	+73786

Таким образом, отмечающийся рост автомобилизации способствует повышению экологической опасности 30-километровой зоны РоАЭС. В связи с этим актуальным является исследование пространственно-временных особенностей химического и шумового автотранспортного загрязнения территории г. Волгодонска, значительная часть населения которого занята в атомной энергетике.

Материалы исследований. В 2008 году на кафедре инженерной экологии Волгодонского филиала ЮРГТУ (в настоящее время ВИТИ НИЯУ МИФИ) проводились исследования по расчету химической и шумовой нагрузки на 14-ти наиболее крупных автомагистралях города [3]. В связи с этим представляет интерес проведение сравнительного анализа автотранспортного загрязнения за период 2008-2012 гг.

В соответствие с методикой [4] на кафедре техносферной безопасности ВИТИ НИЯУ МИФИ были проведены исследования по определению интенсивности транспортного потока на 14-ти улицах города и полученные показатели сопоставили с данными 2008 года (рис.1).

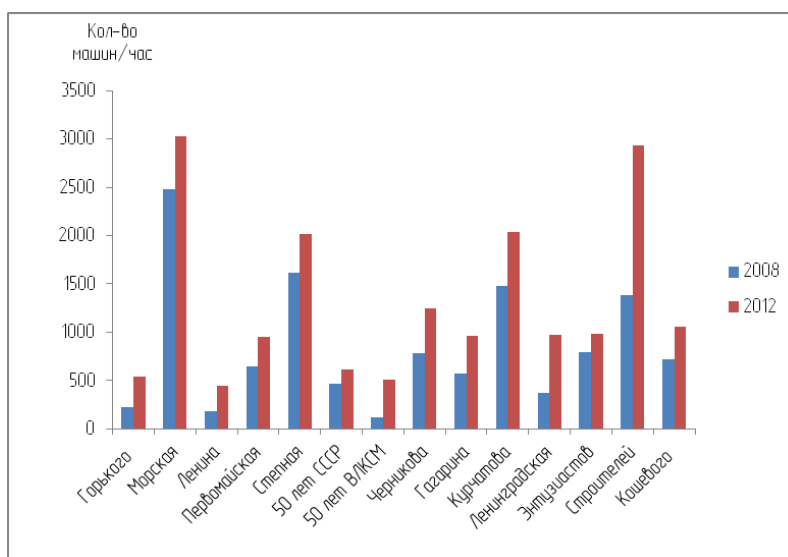


Рис. 1. Интенсивность автотранспорта в 2008 и 2012 гг.

В качестве объектов исследования также использовались древесные породы, произрастающие вдоль автодорог города, поскольку установлено, что шумозащитная функция растений во многом зависит от приемов озеленения [5,6], в том числе от типа посадок (аллейные, биогруппы, солитеры), числа рядов деревьев в аллее, а также

видового состава произрастающих растений.

Методы исследований. Для каждой автомагистрали с фиксированной протяженностью L (км) в соответствии с методикой [7] были рассчитаны массы выбросов движущимися автотранспортными потоками следующих автотранспортных токсикантов: оксидов углерода и азота, углеводородов, сажи, диоксида серы, формальдегида, бенз(а)пирена (г/час). Выброс i -того загрязняющего вещества (г/час) определялся по формуле:

$$M_i = L \cdot \sum_1^k M_{ki}^{\Pi} \cdot G_k, \quad (1)$$

где $M_{k,i}^{\Pi}$ (г/км) – пробеговый выброс i -го вредного вещества автомобилями k -й группы для городских условий эксплуатации;

k – количество групп автомобилей (легковых, легких грузовых, тяжелых грузовых и автобусов);

G_k (1/час) – фактическая наибольшая интенсивность движения;

L (км) – протяженность автомагистрали.

В целях учета различий в токсичности различных компонентов в соответствии с методикой [7] был осуществлен пересчет масс загрязняющих веществ на оксид углерода с применением коэффициентов относительной агрессивности токсикантов по формуле:

$$M_{\Sigma} = \sum_i^n R^i \cdot M^i, \quad (2)$$

где M^i – масса i -го токсиканта;

R^i – показатель его относительной агрессивности в сравнении с оксидом углерода;

n – количество рассматриваемых компонентов.

Величины относительных агрессивностей (R^i) вредных веществ, входящих в состав выбросов, следующие (за единицу принята агрессивность оксида углерода) [7]:

СО: 1; С_nH_m: 3,16; SO_x: 16,5; NO_x: 41,1; сажа: 41,1;
альдегиды: 41,5; бенз(а)пирен: 1 260 000.

Согласно методике [6] было рассчитано шумовое воздействие от автотранспорта в 2012 году. Величину эквивалентного уровня автотранспортного шума на расстоянии 7,5 м от оси ближайшей полосы движения определяли по формуле:

$$L_{A,TP} = L_{A,NV} + \Delta L_i + \Delta L_s + \Delta L_k + \Delta L_d,$$

где $L_{A,NV}$ – эквивалентный уровень звука на расстоянии 7,5 м от оси ближайшей полосы движения от автотранспортного потока интенсивностью N ;

ΔL_i – поправка на продольный уклон дороги;

ΔL_s – поправка на тип дорожного покрытия;

ΔL_k – поправка на долю бензиновых грузовиков и автобусов в транспортном потоке;

ΔL_d – поправка на долю дизельных грузовиков и автобусов в транспортном потоке.

В соответствии с [8] были проанализированы типы посадок древесных насаждений: аллея (деревья, высаженные в один или более рядов по обеим сторонам дорог); биогруппа (не менее трех экземпляров древесных растений, полностью обзриваемых с одной точки, находящихся на уровне посадки) и солитер (отдельный декоративный экземпляр дерева или кустарника на открытом пространстве). В аллейных посадках были просчитаны число рядов по каждой стороне автодороги. На всех объектах был определен видовой состав растений (по преобладающим породам).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Химическое загрязнение. В соответствии с формулами (1), (2) были сделаны расчеты масс выбросов загрязняющих веществ и осуществлен их пересчет на оксид углерода (табл. 3). Установлено, что наибольшее загрязнение в 2012 году отмечено на улицах Морская (23%), Степная (16,2%), а также на проспектах Курчатова (14,8%) и Строителей (11,4%). Доминирующий вклад в общий объем выбросов вносят такие поллютанты, как оксиды азота и углерода, углеводороды, а также бенз(а)пирен.

Таблица 3. Массы выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта в пересчете на оксид углерода в 2008 и 2012 гг.

Объект	Массы выбросов в 2008 г/массы выбросов в 2012 г. (г/час)							Вклад каждого объекта,% 2008/ 2012
	СО	NO	СН	Сажа	SO ₂	Формальдегид	Бенз(а)пирен	
ул. Горького	<u>7207</u> 17189	<u>27258</u> 64371	<u>2885</u> 6836	<u>81</u> 163	<u>549</u> 1250	<u>177</u> 389	<u>824</u> 1949	<u>2,9</u> 4,4
ул. Морская	<u>35652</u> 91136	<u>130304</u> 328924	<u>14567</u> 37034	<u>384</u> 791	<u>2666</u> 6450	<u>855</u> 1987	<u>4008</u> 10143	<u>14,2</u> 22,8
Ул. Ленина	<u>4335</u> 10634	<u>15634</u> 38480	<u>1614</u> 3949	<u>0</u> 0	<u>240</u> 588	<u>56</u> 138	<u>471</u> 1157	<u>1,7</u> 2,6
Пер. Первомайский	<u>5637</u> 8343	<u>19813</u> 29006	<u>2375</u> 3499	<u>57</u> 71	<u>411</u> 582	<u>131</u> 180	<u>623</u> 914	<u>2,2</u> 2,0
ул. Степная	<u>46172</u> 57753	<u>189599</u> 235077	<u>20120</u> 25083	<u>1254</u> 1523	<u>4890</u> 6027	<u>1890</u> 2316	<u>5712</u> 7098	<u>20,4</u> 16,0
ул. 50лет СССР	<u>2035</u> 2719	<u>7695</u> 10232	<u>814</u> 1092	<u>23</u> 30	<u>155</u> 205	<u>50</u> 66	<u>233</u> 310	<u>0,8</u> 0,7
ул. 30лет Победы	<u>2291</u> 4551	<u>9270</u> 18541	<u>1075</u> 2137	<u>74</u> 149	<u>259</u> 526	<u>104</u> 212	<u>286</u> 571	<u>1,0</u> 1,3
ул. Черникова	<u>4197</u> 6623	<u>16289</u> 25793	<u>1739</u> 2736	<u>69</u> 110	<u>361</u> 570	<u>126</u> 199	<u>493</u> 779	<u>1,8</u> 1,8
ул. Гагарина	<u>19613</u> 33056	<u>74238</u> 126128	<u>8702</u> 14619	<u>388</u> 668	<u>1787</u> 3040	<u>651</u> 1112	<u>2307</u> 3905	<u>8,1</u> 8,7
пр. Курчатова	<u>42439</u> 58752	<u>149888</u> 208768	<u>18711</u> 26050	<u>604</u> 885	<u>3404</u> 4801	<u>1163</u> 1660	<u>4764</u> 6631	<u>16,7</u> 14,7
ул. Кошевого	<u>12737</u> 16338	<u>54455</u> 70365	<u>5851</u> 7520	<u>487</u> 642	<u>1613</u> 2100	<u>667</u> 873	<u>1644</u> 2120	<u>5,9</u> 4,8
ул. Ленинградская	<u>4415</u> 11495	<u>15921</u> 41776	<u>1880</u> 4908	<u>44</u> 131	<u>321</u> 866	<u>102</u> 282	<u>497</u> 1301	<u>1,8</u> 2,9
ул. Энтузиастов	<u>18583</u> 22926	<u>68027</u> 84462	<u>7876</u> 9702	<u>289</u> 378	<u>1550</u> 1955	<u>536</u> 684	<u>2114</u> 2619	<u>7,5</u> 5,9
пр. Строителей	<u>33693</u> 40147	<u>141177</u> 166929	<u>14329</u> 17137	<u>963</u> 1140	<u>3674</u> 4360	<u>1430</u> 1696	<u>4204</u> 4988	<u>15,1</u> 11,3
Всего	<u>239008</u> 381660	<u>919569</u> 1448852	<u>102540</u> 162301	<u>4719</u> 6678	<u>21879</u> 33321	<u>7938</u> 11792	<u>28180</u> 44485	100,0

Шумовое загрязнение. Шумовое воздействие от автотранспорта в период с 2008 по 2012 гг. увеличилось (табл. 4), что обусловлено возросшим числом автомобилей.

Таблица 4. Шумовое воздействие от автотранспорта в 2008 и 2012 гг.

Объект	$L_{A,mp}$		$L_{A,мер}$		$L_{A,треб}$		Превышение уровня, раз
	2008	2012	2008	2012	2008	2012	
1	2	3	4	5	6	7	8
ул. Горького	71	73	67	69	22	24	2
ул. Морская	81	82	77	78	32	33	1
ул. Ленина	71	73	67	69	22	24	2
пер. Первомайский	74	76	70	72	25	27	2
ул. Степная	78	80,7	74	76,7	29	31,7	2,7
ул. 50 лет СССР	74	74,5	70	70,5	25	25,5	0,5
ул. 50 лет ВЛКСМ	71	73	67	69	22	24	2
ул. Черникова	75	76	71	72	26	27	1
ул. Гагарина	73	75	69	71	24	26	2
пр. Курчатова	80	81	76	77	31	32	1
ул. Ленинградская	73	78	69	74	24	29	5
ул. Энтузиастов	75	76	71	72	26	27	1
пр. Строителей	77	82	73	78	28	33	5
ул. Кошевого	75	76	71	72	26	27	1
Среднее	75	77	71	73	26	28	2

В таблице 4 $L_{A,мер}$ – уровень звука (дБА) в расчетной точке на территории защищаемого от шума объекта; $L_{A,треб}$ – требуемое снижение уровней звука в расчетной точке (дБА). Результаты таблицы 4 демонстрируют превышение допустимого уровня шумового воздействия, как в 2008, так и в 2012 г всем объектам [9]. В среднем шумовая нагрузка превышает норматив на 28 дБа в дневное время суток и на 18 дБа в ночное. За данный период уровень шума на дорогах возрос в среднем на 2 дБа.

Дендрологическая характеристика. На большинстве объектов имеет место однорядная аллея посадка деревьев, что существенно снижает их шумозащитные функции (табл. 5). Видовой состав придорожной растительности также не соответствует ассортименту, способному в полной мере поглощать шум [5].

Таблица 5. Дендрологическая характеристика насаждений

Объект	Типы посадок	Число рядов	Преобладающая порода
ул. Горького	Аллеиные	1	Тополь пирамидальный
ул. Морская	Аллеиные	1	Тополь китайский и пирамидальный
ул. Ленина	Аллеиные	1	Тополь белый, ель колючая
пер. Первомайск.	Аллеиные	1	Вяз мелколистный, тополь пирамидальный
ул. 50 лет СССР	Аллеиные	1	Тополь канадский, береза повислая
ул. 30 лет Победы	Аллеиные	1-2	Сосна обыкновенная, береза повислая
ул. Черникова	Аллеиные	1-2	Береза повислая, тополь канадский
пр. Курчатова	Биогруппы, аллеиные	1-2	Акация белая, ель колючая, клен остролистный, клен явор
ул. Ленинградская	–	1	Акация белая, плодовые деревья
ул. Энтузиастов	Аллеиные	1-2	Ясень обыкновенный, туя западная
пр. Строителей	Аллеиные	4	Тополь китайский, ясень обыкновенный, клен остролистный, ель колючая

ВЫВОДЫ

1. В Волгодонске наблюдается тенденция увеличения числа автотранспортных средств на дорогах города и рост выбросов загрязняющих веществ.

2. Наибольшие массы выбросов загрязняющих веществ отмечены на улицах Морская, Степная, а также на проспектах Курчатова и Строителей; основной вклад в общий объем выбросов вносят такие поллютанты, как оксиды азота и углерода, углеводороды, бенз(а)пирен.

3. Расчет шумового загрязнения демонстрирует несоответствие уровня шума на автомагистралях города нормируемым показателям. Установлена тенденция увеличения шумового загрязнения с 2008 по 2012 гг. в среднем на 2 дБа.

4. Придорожная древесная растительность не выполняет в полной мере санитарно-гигиенических функций в силу своего видового состава и недостаточного количества посадок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экологический вестник Дона о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2011 году [Текст]. – Ростов–на–Дону, 2012. – 360 с.
2. Экологический вестник Дона о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2008 году [Текст] – Ростов–на–Дону, 2009. – 371 с.
3. Шаврак, Е.И. и др. Моделирование взаимосвязей между состоянием зеленых насаждений, уровнем автотранспортных загрязнений и заболеваемостью населения г. Волгодонска [Текст] / Е.И. Шаврак, Т.С. Шапкина, С.А. Богоровская // Экологические системы и приборы. – 2008. – №5. – С. 49–53.
4. Шаповалов, А.Л. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха отработавшими газами автомобилей [Текст] / А.Л. Шаповалов. – М. : Транспорт, 1990. – 160 с.
5. Литвинова, Л.И. и др. Зеленые насаждения и охрана окружающей среды [Текст] / Л.И. Литвинова, Ф.М. Левон. – Киев: Здоровья, 1986. – 64 с.
6. Методические рекомендации по оценке необходимого снижения звука у населенных пунктов и определению требуемой акустической эффективности экранов с учетом звукопоглощения [Текст]. – М., 2003.
7. Кульчицкий, А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей [Текст] / А.Р. Кульчицкий. – М.: Академический проект, 2004. – 400 с.
8. Инструкция по проведению инженерно-экологических изысканий для подготовки проектной документации строительства, реконструкции объектов в г. Москве [Текст]. – М., 2008.
9. СНиП 23-03-2003 «Защита от шума» [Текст].

Ecologic aspects of transport safety of Rostov NPP thirty-kilometer**S.A. Bogorovskaya, E.A. Semenova, E.I. Shavrak**

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
73/94 Lenin St., Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360,
e-mail: VITikafIE@mephi.ru*

Abstract – The article touches upon the questions of motor transport influence on the chemical and sound pollution level in Volgodonsk. The article also presents the comparative analysis of total pollution discharges and noise levels for the period of 2008-2012.

Keywords: chemical pollution, sound pollution, motor transport, green plantations.

**ПРОБЛЕМЫ ЯДЕРНОЙ, РАДИАЦИОННОЙ
И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

УДК 53 +548

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И
ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПОКАЗАТЕЛЬ
КИСЛОТНО-ЩЁЛОЧНОГО РАВНОВЕСИЯ ВОДЫ pH**

© 2013 г. Ю.В. Веприков*, И.А. Ким**, Ю.В. Веприкова*,
В.И. Веприков*

* Южно-Российский университет экономики и сервиса, Волгодонск, Ростовская обл.

**Волгодонский инженерно-технический институт –
филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»,
Волгодонск, Ростовская обл.

Поступила в редакцию 15.05.13 г.

В статье представлены результаты исследования влияния лазерного излучения и постоянного магнитного поля на показатель кислотно-щелочного равновесия воды pH. Получено экспериментальное подтверждение смещения кислотно-щелочного баланса в щелочную сторону. Обогащение воды ионами гидроксидов OH⁻ - активизирует протекание биологических процессов на клеточном уровне.

Ключевые слова: лазерное излучение, постоянное магнитное поле, показатель кислотно-щелочного равновесия воды pH.

Водородным показателем – pH называют десятичный логарифм концентрации водородных ионов, взятый с обратным знаком, т.е. pH характеризует концентрацию свободных ионов водорода в воде.

$$pH = - \lg [H^+] \text{ или } [H^+] = 10^{-pH}$$

Величина водородного показателя имеет важнейшее значение для кислотно-щелочного баланса человеческого организма. Допустимые значения pH составляют от 7,38 до 7,42. Отклонение более чем на 10% от этого диапазона может иметь летальный исход.

- pH < 7 — кислая среда;
- pH = 7 — нейтральная среда;
- pH > 7 — щелочная среда.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВОДОРОДНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ

При активации воды, независимо от способа, помимо изменения кластерной структуры происходит смещение кислотно-щелочного баланса, т.е. превалирование положительной или отрицательной, по биологическому действию, энергетики воды.

Положительной энергетикой обладает вода, обогащённая ионами гидроксидов OH⁻. Такая активированная вода стимулирует протекание биологических процессов: прорастание семян и вегетацию растений, регенерации клеток и т.д. [1].

Гидроксилированная вода, попадая в организм человека (OH⁻), обогащает клетки и ткани электронами, что резко усиливает электронно-протонный транспорт, лежащий в основе обмена веществ. Увеличивается скорость синтеза АТФ, белков, нуклеиновых кислот и других компонентов клетки. С этим связаны некоторые механизмы лечебно-

профилактического действия активированной воды. Подщелачивание воды – обогащение её ионами гидроксидов OH^- – приводит к активизации клеточных мембран нормальных клеток и усилению в них обменных процессов. Усиление обменных процессов в клетках одинаково заряженные ионы HO^- на мембране отталкиваются друг от друга, способствуя открытию мембранных каналов для микро- и макроэлементов и других соединений, участвующих в обменных процессах [2]. Такая вода обладает антиканцерогенным эффектом.

Отрицательным эффектом по отношению к биологическим организмам обладает протонированная вода (рН 5.5), т.е. вода с избытком протонов H^+ . Протонированная вода уменьшает текучесть мембран клеток, приводит к образованию кластеров белков клеточных мембран, тормозит обменные процессы в клетке и тканях, клетки практически выключаются из обменных процессов [1].

У активированной воды структурная сетка водородных связей разрыхляется, повышается её текучесть и растворяющая способность.

Водородной называют связь между атомами молекулы через посредство атома водорода. Водородная связь образуется при положении атома водорода между двумя электроотрицательными атомами. Электрон в атоме H относительно слабо связан с протоном, поэтому максимум электронной плотности смещается к более электроотрицательному атому, а протон оголяется и начинает взаимодействовать с другим электроотрицательным атомом. При этом электроотрицательные атомы сближаются на такое расстояние, что имелось бы и при отсутствии атома водорода [3]. Водородная связь определяет не только структуру воды, но и чрезвычайно важна для биомолекул: белков, углеводов, нуклеиновых кислот.

Молекула H_2O образована двумя атомами водорода и одним атомом кислорода. Ионы водорода и кислорода занимают положения в вершинах равнобедренного треугольника с углом между водородными связями $104,5^\circ$ (рисунок 1). Так как электронная плотность в области расположения иона O^- значительно выше, чем в области ионов H^+ и центры тяжести положительных и отрицательных зарядов не совпадают, то молекула воды является диполем. Наличие водородных связей и дипольной структуры позволяет молекулам воды образовывать разнообразные, электрически активные пространственные структуры – кластеры. В противоположность в дистиллированной воде в результате фазового перехода кластеры разрушились, водородные связи между молекулами практически отсутствуют, вода электронейтральна и биологически неактивна [4].

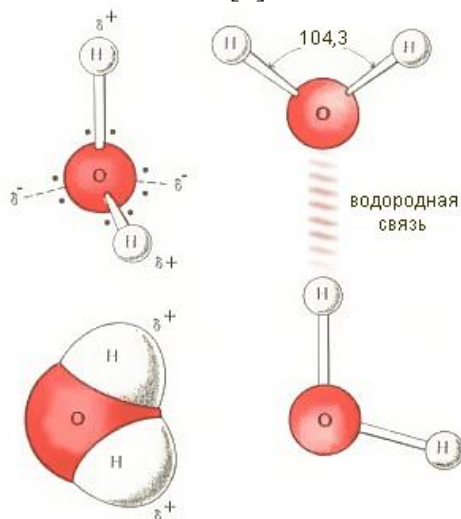


Рис. 1. Схема водородных связей в молекулах воды

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Облучение однократное. Измерения водородного показателя производились на рН-метре при температуре $t = 27^{\circ}\text{C}$, ежедневно в течение 20 суток, с периодом в 24 часа. Источник излучения – полупроводниковый лазер на арсениде галлия мощностью $P = 3 \text{ Вт}$, с длиной волны $\lambda = 808,8 \text{ нм}$, $\nu = 3 \text{ кГц}$.



Рис. 2. Полупроводниковый лазер на арсениде галлия

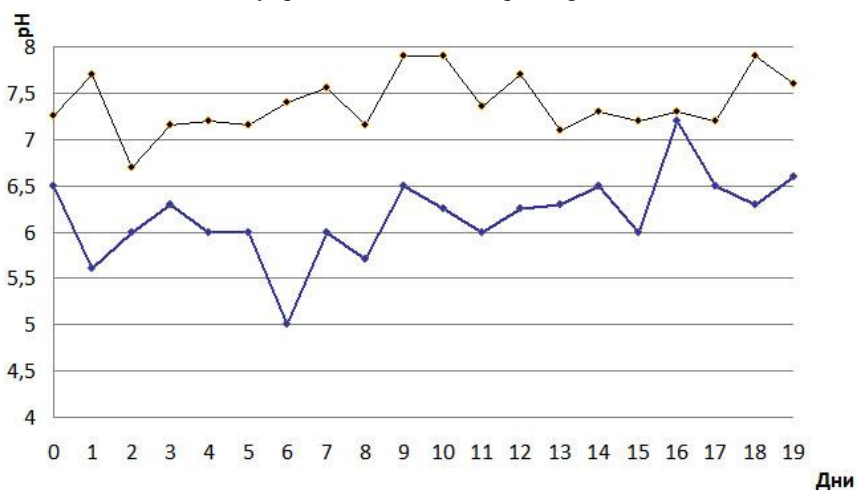


Рис. 3. Временная зависимость величины водородного показателя рН при действии лазерного излучения

1 – контрольная зависимость; 2 – зависимость при действии лазерного излучения.

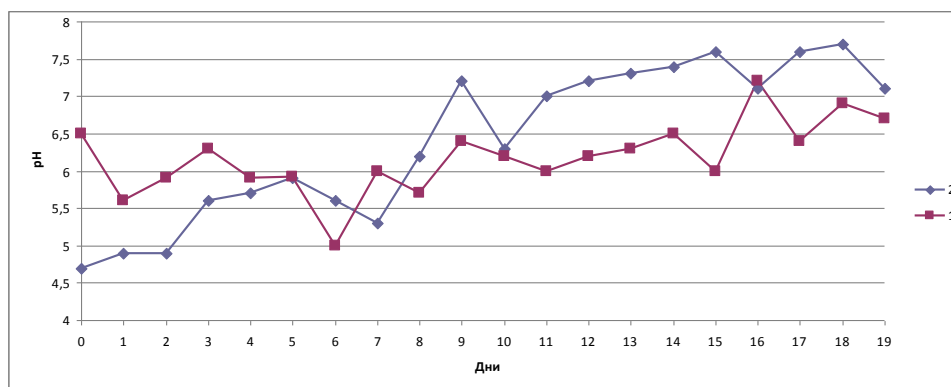


Рис. 4. Временная зависимость величины водородного показателя рН при действии постоянного магнитного поля, $B = 0,63 \text{ Тл}$

1 – контрольная зависимость; 2 – зависимость при действии постоянного магнитного поля.

ВЫВОДЫ

1. Следует отметить, что ожидаемые эффекты смещения кислотно-щелочного баланса имеют место.

2. На контрольном графике (рис.3) величина водородного показателя колеблется относительно среднего значения $pH = 6$ от $pH = 6,5$ до $pH = 6,7$.

3. Действие лазерного излучения повышает основные свойства воды: от $pH = 7,3$ до $pH = 7,7$, совершая «колебания» относительно среднего значения $pH = 7,5$. Повышается положительная энергетика, вода обогащается ионами гидроксидов OH^- , активизирует протекание биологических процессов на клеточном уровне.

4. Действие постоянного магнитного поля (рис. 4) менее стабильно, по сравнению с действием лазерного излучения; смещение кислотно-щелочного баланса в щелочную сторону проявляется только после 8 суток.

5. Из полученных результатов следует ожидать более выраженных эффектов активации при совместном действии лазерного излучения и постоянного магнитного поля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саргаева, Н.П. и др. Особенности структуры и методы исследования масс-спектроскопией биомакромолекул [Текст] / Н.П. Саргаева О.Ю. Цибин // Материалы межвузовской научно-технической конференции: Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – Ч. VI. – СПб., 2004. – С. 73–75.
2. Золотухин, И.В. Фракталы в физике твердого тела [Текст] / И.В. Золотухин // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – №7. – С. 108–113.
3. Sargaeva, N. etc. Electron energy scale calibration in the electron capture dissociation Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry / N. Sargaeva, P. Hakansson, Yu. O. Tsybin // Desorption. Scientific Program and Abstracts: papers of the 10-th International Conference. – Saint-Petersburg, Russia, 2004. – P. 58.
4. Веприков, В.И. и др. Активация воды лазерным излучением [Текст] / В.И. Веприков, Ю.В. Веприков, А.А. Михеев // Научный потенциал молодежи – будущему России: материалы и докл. межрег. науч.- практ. конф., 23 апреля 2010 г., г. Волгодонск, Волгодонский ин-т сервиса (филиал) ГОУ ВПО «Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса». – Шахты: ГОУ ВПО «ЮРГУЭС», 2010. – С. 55–57.

Research of laser radiation and constant magnetic field influence on the index of water acid-base balance pH

Y.V. Veprikov*, I.A. Kim**, J.V. Veprikova*, V.I. Veprikov*

* *Volgodonsk Institute of Service (branch) «South-Russian State University of Economy and Service»
16 Mira St., Volgodonsk, Rostov region, Russia 347340*

** *Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
73/94 Lenina St., Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360
e-mail: VITikafTEO@mephi.ru*

Abstract – The article presents the results of research of laser radiation and constant magnetic field influence on the index of water acid-base balance pH. The experiment showed the shift of acid-base balance to alkali. Enrichment of water with hydroxyl ions OH^- activates the biological process at cellular level.

Keywords: laser radiation, constant magnetic field, index of water acid-base balance pH.

**ИЗЫСКАНИЕ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ,
СТРОИТЕЛЬСТВО И МОНТАЖ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ АЭС**

УДК.621.87

**ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА
ПЕРЕДВИЖЕНИЯ КРАНА МОСТОВОГО ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ
МАШИННОГО ЗАЛА АЭС**

© 2013 г. Н.М. Чернова, Р.А. Кобзев, Н.А. Путро

*Балаковский институт техники, технологии и управления – филиал Саратовского
государственного технического университета имени Ю.А. Гагарина,
Балаково, Саратовская обл.*

Поступила в редакцию 31.05.2013 г.

В статье рассматривается вопрос оптимального проектирования механизмов передвижения кранов атомных станций на примере мостового крана для обслуживания машинного зала АЭС.

Ключевые слова: мостовой кран, оптимальное проектирование, механизм передвижения крана, безопасность эксплуатации, энергоёмкость.

В настоящее время одним из приоритетных направлений науки в Российской Федерации является разработка новых энергосберегающих машин, технологий, оборудования. Применительно к кранам атомных энергостанций особенно большое внимание также должно быть уделено вопросам безопасности эксплуатации. При проектировании грузоподъемных машин создание энергоэффективных конструкций может быть связано с сокращением массы, что в свою очередь, повлечет уменьшение потребной мощности приводов механизма передвижения, а также применением новых, менее энергоёмких типов приводов.

Мостовой кран для обслуживания машинного зала Балаковской АЭС грузоподъемностью 15тс предназначен для механизации ремонтных работ, выполнения погрузочно-разгрузочных и транспортных операций. В данный момент для управления приводами механизмов кранов используется система контакторного управления, включающая в себя магнитные контакторы и кулачковые командоконтроллеры для каждого механизма крана. При этом регулирование скоростей асинхронного двигателя переменного тока, используемого в качестве привода, осуществляется за счет введения в цепь ротора двигателя набора дополнительных сопротивлений. В таком режиме двигатель использует непосредственно на передвижение груза всю мощность, потребляемую из сети, только при работе на максимальной скорости. При работе на пониженных скоростях часть энергии неизбежно уходит на нагрев пускорегулировочных сопротивлений. Очевидно, что подобный вариант привода является крайне неэффективным с точки зрения потребления энергии, особенно для кранов атомных станций, которые имеют повышенные требования к безопасности и соответственно довольно редко работают на максимальных скоростях.

Механизм передвижения крана состоит из ходовой части в виде четырех колес диаметром 630 мм, два из которых являются приводными, и двух приводов включающих в себя электродвигатель с фазовым ротором, горизонтальный 2-х ступенчатый цилиндрический редуктор, трансмиссионный тихоходный вал, а также соединительные муфты и колодочный тормоз.

При оптимальном проектировании механизмов передвижения важную роль играет выбор схемы механизма, а именно, количества ходовых колес, а также количества приводных колес и приводов. Исходя из максимального значения нагрузки на опору крана, определенной для наиболее неблагоприятного положения тележки с грузом, было установлено, что для рассматриваемого крана возможно применение четырех вариантов ходовой части:

- 4 колеса диаметром 630 мм,
- 8 колес диаметром 400 мм,
- 12 колес диаметром 320 мм,
- 16 колес диаметром 250 мм.

Для большинства мостовых кранов число приводных ходовых колес принимают равным половине от общего числа ходовых колес, при этом возможно применение и большего числа приводных колес и приводов, при этом имеющих меньшую мощность, а также меньшего числа, если оно обеспечивает необходимый запас сцепления между колесом и крановым рельсом.

В результате проведенного анализа было установлено, что для передвижения крана возможно применение одиннадцати вариантов ходовой части:

- 1) 4 колеса диаметром 630 мм, из которых 2 приводных;
- 2) 4 колеса диаметром 630 мм, из которых 4 приводных;
- 3) 8 колес диаметром 400 мм, из которых 4 приводных;
- 4) 8 колес диаметром 400 мм, из которых 8 приводных;
- 5) 12 колес диаметром 320 мм, из которых 4 приводных;
- 6) 12 колес диаметром 320 мм, из которых 8 приводных;
- 7) 12 колес диаметром 320 мм, из которых 12 приводных;
- 8) 16 колес диаметром 250 мм, из которых 4 приводные;
- 9) 16 колес диаметром 630 мм, из которых 8 приводных;
- 10) 16 колес диаметром 250 мм, из которых 12 приводных;
- 11) 16 колес диаметром 250 мм, из которых 16 колес приводных.

Для привода применим более компактную схему с вертикальным цилиндрическим мотор-редуктором фирмы Sew-Eurodrive, имеющим встроенный тормоз, мотор-редуктор соединяется с колесной установкой с помощью плотной посадки вала колесной установки внутри полого тихоходного вала мотор-редуктора. Подбор комплектующих для каждого варианта механизма производился с учетом необходимого уровня безопасности, эксплуатации регламентированного для оборудования атомных станций [1]. Для обеспечения возможности плавного и бесступенчатого регулирования скорости движения крана применим систему управления приводами с помощью частотного регулирования.

В качестве функции цели при оптимальном проектировании механизма передвижения крана может быть использованы следующие критерии: металлоемкость привода, капитальные затраты на изготовление, общие приведенные затраты на изготовление и эксплуатацию машины. Считается [2], что эксплуатационные затраты пропорциональны массе конструкции, поскольку масса оказывает непосредственное влияние и на энергопотребление механизма, и коррелируется с амортизационными отчислениями в процессе эксплуатации.

Целевая функция в виде общей металлоемкости механизма имеет следующий вид

$$Ц = \sum G_i \cdot n_i = G_{\text{дв}} \cdot n_{\text{дв}} + G_p \cdot n_p + G_{\text{нр}} \cdot n_{\text{нр}} + G_n \cdot n_n + G_b \cdot n_b, \quad (1)$$

где $G_{\text{дв}}$, $n_{\text{дв}}$ – соответственно масса и количество двигателей со встроенным тормозом;

- G_p, n_p – масса и количество редукторов;
- G_{np}, n_{np} – масса и количество приводных колесных установок;
- G_n, n_n – масса и количество неприводных колесных установок;
- G_{δ}, n_{δ} – масса и количество балансиров.

Однако данный вид целевой функции не позволяет полноценно оценить капитальные затраты на изготовление механизма, поскольку соотношение массы отдельных элементов привода не соответствует соотношению их стоимости. В связи с этим, вводим в выражение (1) весовые коэффициенты, учитывающие стоимость каждого элемента механизма, приведенную к его массе, то есть условную стоимость одного килограмма электродвигателя, редуктора, колесной установки и балансиров ходовой части.

Таким образом, целевая функция примет следующий вид

$$C_p = \sum G_i \cdot n_i \cdot K_i = G_{\delta\delta} \cdot n_{\delta\delta} \cdot K_{\delta\delta} + G_p \cdot n_p \cdot K_p + G_{np} \cdot n_{np} \cdot K_{np} + G_n \cdot n_n \cdot K_n + G_{\delta} \cdot n_{\delta} \cdot K_{\delta}$$

где $K_{\delta\delta}, K_p, K_{np}, K_n, K_{\delta}$ – соответственно условная стоимость одного килограмма двигателя, редуктора, приводной и неприводной колесной установки, балансира.

На основе проведенного анализа рыночных цен были определены следующие значения весовых коэффициентов: $K_{\delta\delta} = 400$ руб/кг, $K_p = 500$ руб/кг, $K_{\delta} = 50$ р/кг, условная стоимость приводных и неприводных колесных установок одинакова, но при этом существенно зависит от диаметра колес, а именно для колеса диаметром 250 мм $K_{np} = K_n = 398$ руб/кг, для колеса диаметром 320 мм $K_{np} = K_n = 434$ руб/кг, для колеса диаметром 400 мм $K_{np} = K_n = 189$ руб/кг, для колеса диаметром 630 мм $K_{np} = K_n = 234$ руб/кг,

Для каждого из одиннадцати вариантов привода определим значение целевых функций, результаты сведем в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты исследования на оптимальность для всех 11-ти вариантов

Варианты исполнения механизма											
№ схемы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Диаметр колес, D мм	630		400		320			250			
Расчетная мощность 1 привода, кВт	3,5	1,75	2,05	1,025	1,97	0,99	0,65	2,04	1,02	0,68	0,51
Фактическая мощность 1 привода, кВт	4	2,2	2,2	1,1	2,2	1,1	0,75	2,2	1,1	0,75	0,55
Масса двигателя со встроенным тормозом, кг	31	21,5	21,5	14,3	21,5	14,3	11,5	21,5	11,5	11,5	9,1
Масса редуктора, кг	54	26,5	26,5	26,7	25,5	14,7	12,5	22,5	18,5	10,5	11,9
Общая масса приводных колес кг	471,61		165,72		80,72			56,79			
Общая масса неприводных колес, кг	452,1	-	156,6	-	77,16		-	52,44			-
Общая масса балансиров, кг	-	-	435	435	850	850	850	872	872	872	872
Ц, т	2,017	2,078	1,917	2,089	1,978	2,036	2,107	1,904	1,986	2,027	2,116
Ц _р , тыс. руб.	511,1	528,8	352,9	424,9	535,9	561,3	593,1	463,9	502,2	516,5	558,7

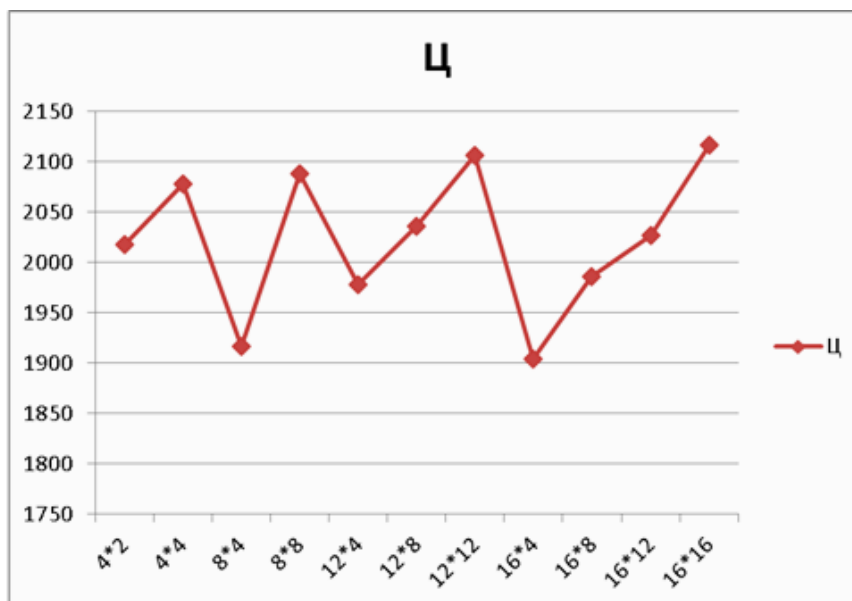


Рис. 1. График металлоемкости различных результатов конструкции

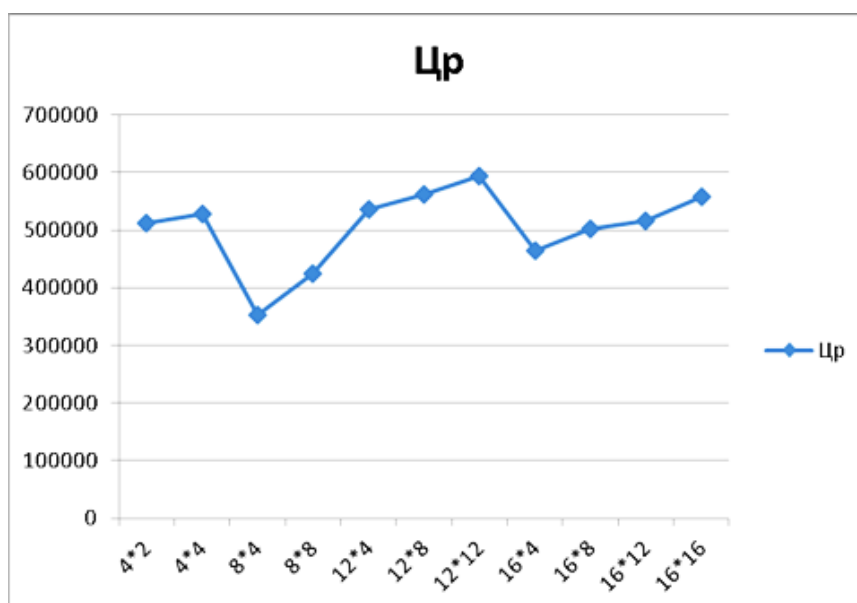


Рис. 2. График себестоимости различных вариантов конструкции

В результате проведенного исследования были получены следующие результаты (рис. 1, рис. 2):

1. По критерию металлоемкости оптимальной является 8-я схема с 16-ю приводными колесами диаметром 250 мм, из которых 4-е являются приводными, и 4-я приводами мощностью 2,2 кВт каждый, значение целевой функции для данного варианта составляет 1,904 т, для варианта №3 с 8-ю приводными колесами диаметром 400 мм, из которых 4-е являются приводными, и 4-я приводами мощностью 2,2 кВт каждый, значение целевой функции составило 1,917 т (рис. 1)

2. По критерию себестоимости оптимальным является вариант №3, с 8-ю приводными колесами диаметром 400 мм, из которых 4-е являются приводными, и 4-я приводами мощностью 2,2 кВт каждый (рис. 2).

3. Таким образом, в итоге оптимальным вариантом механизма передвижения крана мостового для обслуживания машинного зала Балаковской АЭС является схема №3, по отношению к базовому варианту конструкции снижение металлоемкости

механизма составило 32,6%, кроме того, использование частотных преобразователей позволит более полно использовать энергию двигателя при работе на пониженных скоростях, по сравнению с установленной на кране системой контакторного управления эффективность энергопотребления может повыситься до 70% при работе на самой медленной скорости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ПН АЭ Г I-011-97. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций (ОПБ-88/97) / Госатомэнергонадзор СССР [Текст]. – М. : Энергоатомиздат, 1997. – 48с.
2. Чернова, Н.М. Развитие теории оптимального проектирования механизмов грузоподъемных кранов пролетного типа : автореф. дис. докт. техн. наук [Текст] / Н.М. Чернова. – Новочеркасск, 2009. – 39 с.

Optimal design of movement mechanism of overhead crane for maintenance of NPP machinery hall

N.M. Chernova*, R.A. Kobzev, N.A. Putro*****

*Balakovo Institute of technique, technology and management –
branch of SSTU named after Gagarin Y.A.,
140 Chapayev St., Balakovo, Saratov region, Russia 413800
* e-mail: natalichermin@mail.ru ** e-mail: kobzev.roman@yandex.ru
*** e-mail: putron@mail.ru*

Abstract – The article touches upon the question of optimal design of overhead cranes' movement mechanisms at nuclear power plants by the example of overhead crane for maintenance of NPP machinery hall.

Keywords: overhead crane, optimum design, mechanism of crane movement, operating safety, power- intensity.

ИЗЫСКАНИЕ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ,
СТРОИТЕЛЬСТВО И МОНТАЖ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ АЭС

УДК 004.942

МОДЕЛЬ АНАЛИЗАТОРА ТРАЕКТОРИИ ТОРЦА ЭЛЕКТРОДА
В МУЛЬТИМЕДИЙНОМ ТРЕНАЖЁРЕ СВАРЩИКА

© 2013 г. В.А. Толстов, Е.А. Андреева, Л.О. Ишигова

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.

Поступила в редакцию 10.06.2013 г.

Чтобы получать качественные соединения с помощью ручной дуговой сварки, необходимо обладать определёнными моторными навыками. Одним из таких навыков является манипуляция торцом сварочного электрода. Обучение ручной дуговой сварке на тренажёре позволяет контролировать его усвоение. Для реализации этой возможности необходим анализатор манипуляций торцом электрода. В статье показано построение такого анализатора на базе нейронной сети.

Ключевые слова: ручная дуговая сварка, моторные навыки, тренажёр, нейронная сеть.

Ручная дуговая сварка (РДС) является распространённым технологическим процессом. В атомной отрасли к качеству сварных соединений предъявляются высокие требования [1]. Качество получаемого в результате проведения РДС во многом определяется квалификацией сварщика. Одним из путей повышения производительности обучения навыкам РДС является оценка моторных навыков сварщика с помощью тренажёрной системы. Основными моторными навыками при проведении ручной дуговой сварки являются подача электрода в разделку; перемещение торца электрода вдоль разделки; манипулирование электродом [2].

Скорости подачи электрода в разделку и перемещения торца вдоль разделки в тренажёре измеряются непосредственно с помощью устройства координатного слежения (УКС) [3]. Лучшее формирование сварного валика достигается при манипуляциях торцом электрода, которые показаны на рисунке 1.

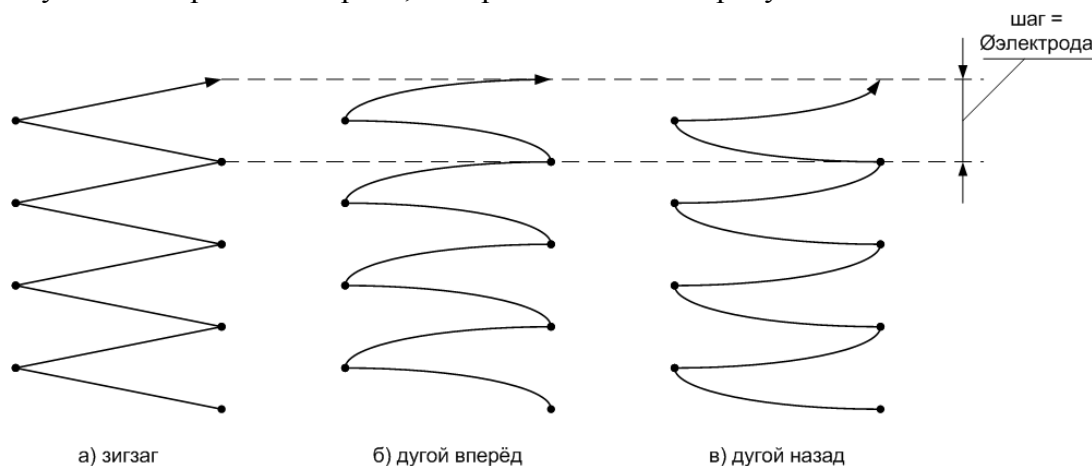


Рис. 1. Примеры траектории торца электрода

Применяются также траектории большей сложности. Манипуляции электродом невозможно оценить на основе одних только измерений координат его торца. Человек, обладая широкими возможностями анализа информации, может выделить на представленных траекториях повторяющиеся фрагменты. Таким образом, производится распознавание образов. ЭВМ может распознавать образы с помощью специальных методов обработки информации, одним из которых являются искусственные нейронные сети. Нейронная сеть представляет собой математическую модель, способную обучаться на примерах и обобщать полученные знания. Модель состоит из простых вычислительных элементов – искусственных нейронов, объединённых в определённую структуру.

Рассмотрим на примере траектории «зигзаг» распознавание следующих характерных фрагментов:

- а) поворот на правом краю разделки («ППК»);
- б) движение от правого края к левому («ДПЛ»);
- в) поворот на левом краю разделки («ПЛК»);
- г) движение от левого края к правому («ДЛП»).

Характерные фрагменты траектории «зигзаг» показаны на рисунке 2.

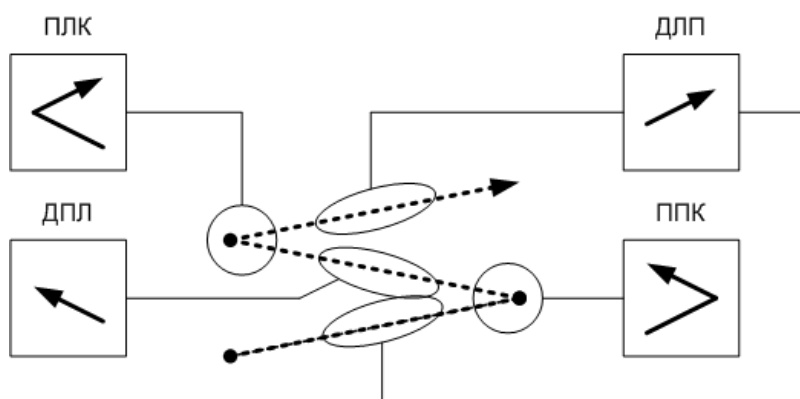


Рис. 2. Пример установки соответствия фрагментов траектории

Для распознавания образов чаще всего используются нейронные сети с прямым распространением сигнала и многослойной архитектурой – многослойные персептроны (MLP) [4, 5]. Поставим задачу разработать MLP для распознавания образов, представленных на рисунке 2. Количество выходных нейронов определено количеством распознаваемых образов. В скрытом слое рекомендуется в 2-3 раза больше нейронов, чем в выходном, а в слое входных элементов – в 2-3 раза больше, чем в скрытом. Скрытый слой персептрона получил своё название из-за того, что не имеет непосредственных связей с внешней средой. В соответствии с рекомендациями построена структура MLP, представленная на рисунке 3. При составлении вектора входных сигналов координата торца электрода Z не учитывалась, так как она соответствует длине дуги и её изменения невелики.

В MLP используются нейроны, которые выполняют следующую обработку информации:

- 1) расчёт взвешенной суммы входных сигналов S :

$$S = \sum_{i=1}^n x_i w_i + b. \quad (1)$$

где n – количество входов нейрона;
 x_i – i -я компонента входного вектора X ;
 w_i – i -я компонента весового вектора W ; b – смещение.

2) расчёт выходного значения:

$$y = f(\mathbf{S}). \quad (2)$$

где $f(S)$ – функция активации нейрона, может быть пороговой, линейной, сигмоидальной и др.

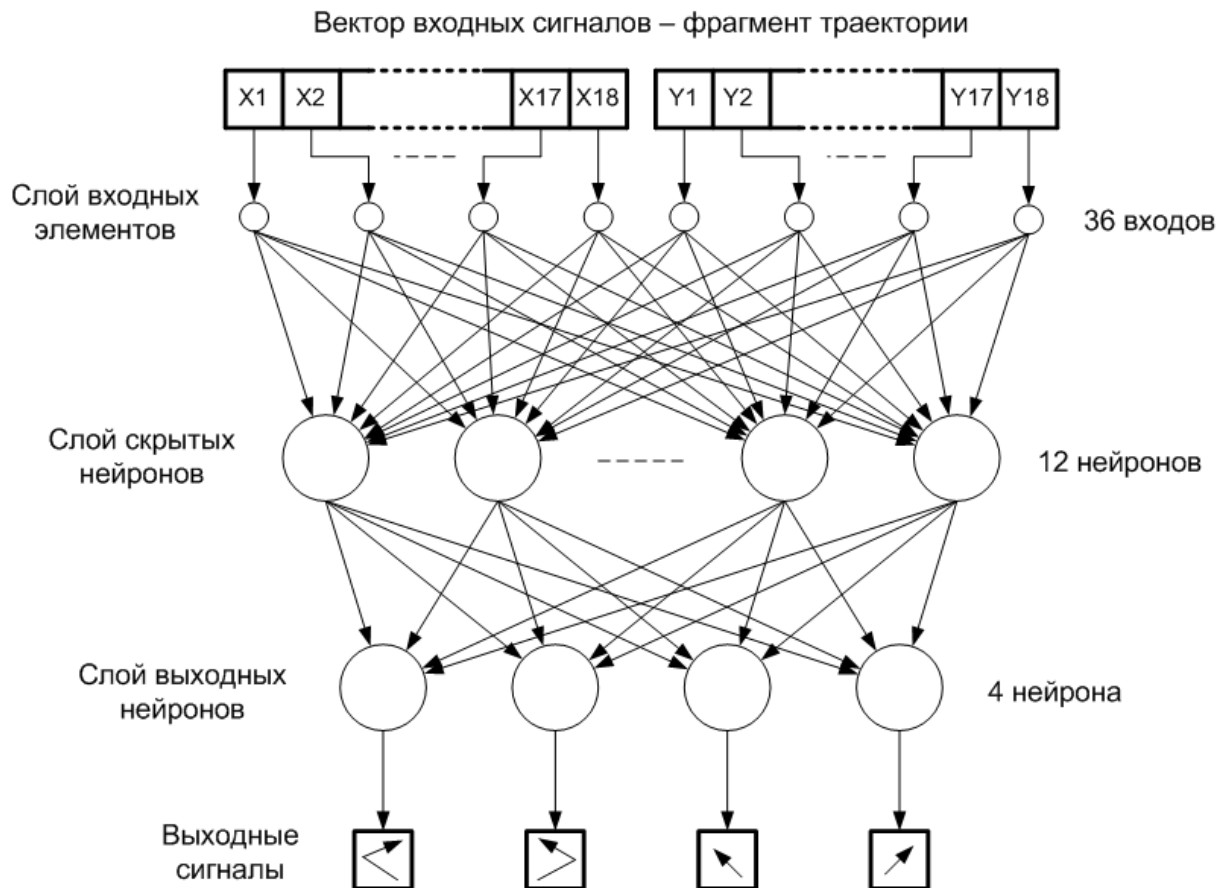


Рис. 3. Структура искусственной нейронной сети

Реализуем предложенную нейросетевую модель. Для обучения нейронной сети необходимо составить базу примеров, на которых будет осуществляться обучение. База примеров составлена из фрагментов траектории, зарегистрированной с помощью УКС. База разбита на две части: учебную и тестовую.

Обучение представленной нейронной сети осуществляется методом обратного распространения ошибки, который заключается в следующем. Ошибка для i -го нейрона выходного слоя определяется непосредственно, так как правильный выходной вектор D известен:

$$e_i = \mathbf{C}_i - D_i \cdot f'(\mathbf{C}_i). \quad (3)$$

Весовые коэффициенты нейронов выходного слоя подстраиваются согласно дельта-правилу:

$$w_{ji}^{(L)} = w_{ji}^{(L-1)} + \eta e_i x_j. \quad (4)$$

где η – параметр, задающий скорость обучения;

x_j – j -й вход i -го нейрона выходного слоя, который присоединяется к выходу j -го нейрона скрытого слоя через связь с силой w_{ji} ;

k – номер эпохи, эпоха – интервал времени, в течение которого через MLP пропускаются все учебные образцы.

Для j -го нейрона скрытого слоя ошибка вычисляется с учётом того, что он передаёт сигнал на нейроны выходного слоя:

$$e_j = \left(\sum_i e_i w_{i,j} \right) f'_j \quad (5)$$

Весовые коэффициенты скрытых нейронов настраиваются по дельта-правилу (4).

Для реализации нейросетевой модели выбрана среда Matlab, в которой имеются функции, реализующие работу искусственных нейронов и алгоритм обратного распространения ошибки. Обнаружено, что MLP может запомнить образцы учебного множества только при использовании сигмоидальной функции активации нейронов. На рисунке 4 представлено, что фактический выход сети соответствует правильным выходам, заданным обучающим множеством. Цифрами обозначены выходные нейроны, которые активировались и показали, какой вид фрагмента определил MLP: 1 – ДЛП, 2 – ДПЛ, 3 – ППК, 4 – ПЛК.

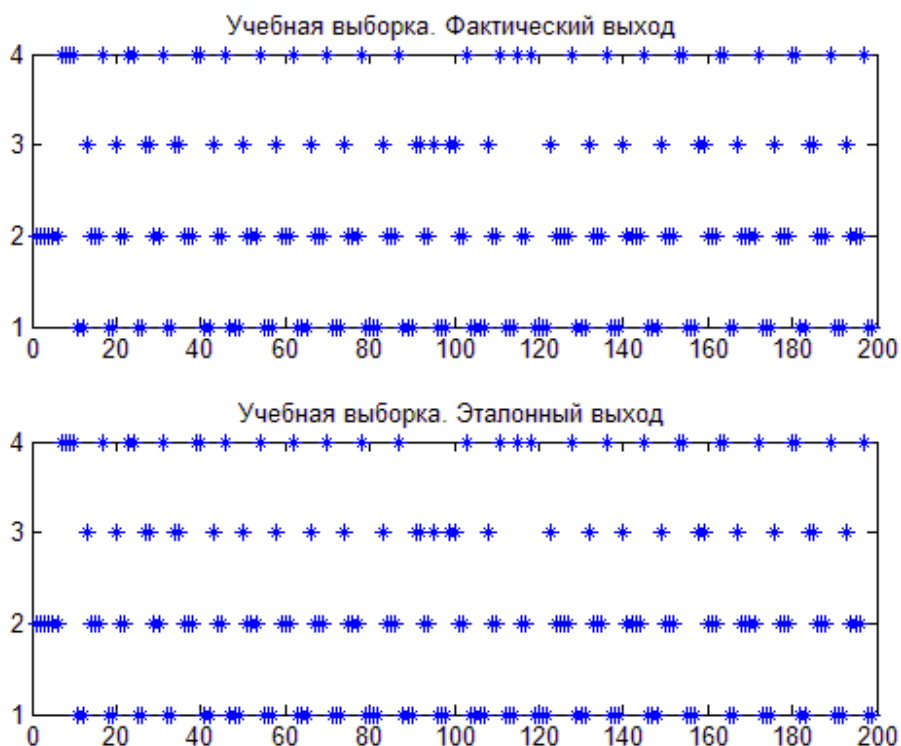


Рис. 4. Реакция ИНС на примеры учебной выборки

В то же время, выход MLP на примерах из тестового множества не совпадает с эталонными выходами, что показано на рисунке 5.

Доля правильно распознанных фрагментов траектории тестовой выборки в каждом классе составляет: ДЛП – 100%, ДПЛ – 100%, ППК – 50%, ПЛК – 16%.

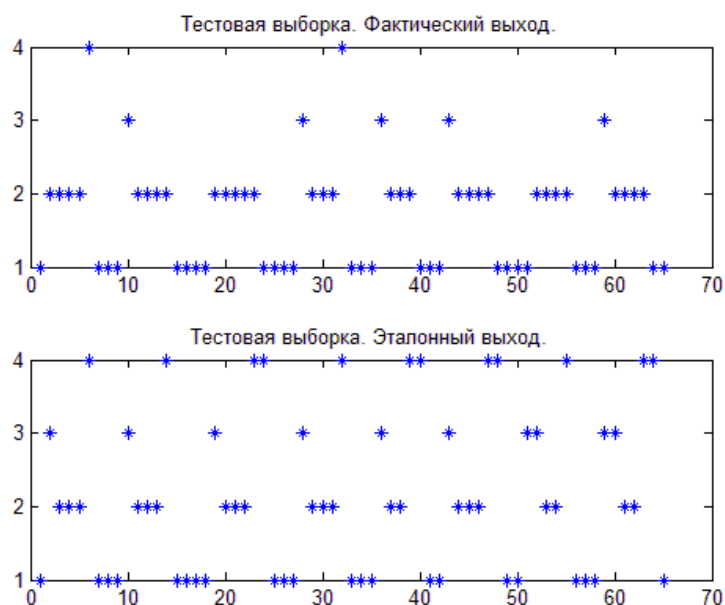


Рис. 5. Реакция ИНС на примеры тестовой выборки

Таким образом, MLP уверенно распознаёт, когда торец электрода движется между краями разделки и неуверенно, когда он делает поворот на краю. Это говорит о том, что предложенная модель нуждается в совершенствовании, которое станет предметом будущих исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ПНАЭ Г-7-010-89 «Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля» [Текст].
2. Тудвасев, В.А. Ручная дуговая сварка. Техника и приёмы сварки. Практическое пособие для сварщиков. Книга 2. [Текст] / В.А. Тудвасев. – Ростов н/Д : Ростиздат, 2012. – 216 с.
3. Кривин, В.В. и др. Мультимедийный тренажер для ручной дуговой сварки [Текст] / В.В. Кривин, А.В. Сас, И.О. Ишигов, В.А. Толстов // Сварочное производство. – 2010. – №5. – С. 57–59.
4. Андрейчиков, А.В. и др. Интеллектуальные информационные системы : Учебник [Текст] / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М. : Финансы и статистика, 2004. – 424 с.
5. Каллан, Р. Основные концепции нейронных сетей : Пер. с англ. [Текст] / Р. Каллан. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2001. – 287 с.

The model of electrode tip trace analyzer for the multimedia welding training system

V.A. Tolstov, E.A. Andreeva, L.O. Ishigova

Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
73/94 Lenin St., Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360 e-mail: VITkafIUS@mephi.ru

Abstract – The welders are necessary to have special motion skills for producing high quality joints. The welding electrode manipulation is one of that skill. It is possible to control skill learning with training system. The manipulation analyzer is necessary to realize that possibility. The article deals with construction of analyzer based on neural network.

Keywords: manual arc welding, motion skills, training system, neural network.

УДК 621.039.56

ВЛИЯНИЕ КОЛЕБАНИЙ ОБЪЕМА ПАРОГЕНЕРАТОРА СОДЕРЖАЩЕГО ПАРОВУЮ ФАЗУ НА ВИБРАЦИИ ГЛАВНЫХ ПАРОПРОВОДОВ АЭС С ВВЭР – 1000

© 2013 г. К.Н. Проскуряков

*Национальный исследовательский университет
«Московский энергетический институт», Москва*

Поступила в редакцию 15.05.2013 г.

Установлено, что колебания объемов парогенераторов, содержащих паровую фазу, являются возбудителями вибраций в оборудовании главного паропровода АЭС С ВВЭР – 1000. Доказано, что собственная частота колебаний, генерируемых в этих объемах, зависит от их геометрических размеров и влажности двухфазной среды.

Результаты расчетов показывают, что диапазону изменения объемной влажности пара (0,93 – 0,6), соответствуют частоты колебаний давления, генерируемых в объеме ПГ содержащем паровую фазу, находящиеся в полосе частот от 16 до 70 Гц. Результаты измерений доминирующих частот эксплуатационных вибраций (65,5 Гц; 38,5 Гц; 39,5 Гц; 58,0 Гц), проведенных на энергоблоке №4 Балаковской АЭС, на ТХ50,70,60,80 подтверждают эти расчетные оценки.

Ключевые слова: Паропровод, вибрации, колебания давления, частота, влажность.

Эксплуатационные вибрации паропроводов на АЭС с ВВЭР-1000 типа В-320 наблюдались с самого начала эксплуатации данных блоков. Впервые она возникла на этапах освоения мощности 70–100% $N_{ном}$ энергоблока № 1 Запорожской АЭС и остается актуальной для всех последующих блоков данной серии (Хмельницкая АЭС, Балаковская АЭС, АЭС «Тимелин», Волгодонская АЭС).

Зафиксированные повышенные вибрации системы паропроводов свежего пара приводили к различным повреждениям (появлению свищей, обрыву вспомогательных трубопроводов обвязки арматуры и т.п.), а также обуславливали многократное снижение циклической прочности главных паропроводов и повышение вероятности их усталостного разрушения [1].

В эксплуатационных режимах вибрации возникают в ответвлениях к БРУ-А и провоцируют эксплуатационный износ арматуры БРУ-А.

Повышенный уровень вибраций, в указанных системах, является существенным недостатком вводимых в эксплуатацию АЭС, в том числе и поставляемых за рубеж. Ввиду этого, прогнозирование возникновения акустических резонансов и снижение уровней вибраций в главном паропроводе АЭС с ВВЭР-1000 является актуальной задачей.

Повышенный уровень вибраций возникает в оборудовании, разрабатываемом различными организациями (парогенераторы проектирует ОАО «ОКБ Гидропресс», а главные паропроводы проектирует ОАО «Атомэнергопроект») и в силу этого выявление причин возникновения акустических резонансов в системе генерации и транспортировки пара и разработка методов их предотвращения не находит должного отражения в проектно-конструкторской документации этих организаций. Целью приведенного в данной статье анализа результатов измерений является выявление

закономерностей при формировании спектральных характеристик измеряемых сигналов, а также выявление и исследование процессов, не предусмотренных проектной документацией, но влияющих на работоспособность и надежность оборудования системы главных паропроводов.

Прямым измерением пульсаций давления в паропроводах свежего пара обнаружены волны давления. На энергоблоке №4 Балаковской АЭС были измерены доминирующие частоты [1] эксплуатационных вибраций на 4ТХ50,70,60,80, которые составили величины: 65,5 Гц; 38,5 Гц; 39,5 Гц; 58,0 Гц; соответственно.

Методы определения собственных частот колебаний давления в оборудовании АЭС [2] позволяют идентифицировать и объяснить возникновение в системе транспортировки пара периодических колебаний давления, влияющих на динамические процессы. В работе [3] выявлены источники доминирующих частот в паропроводе для систем ТХ50 и ТХ80.

В таблице 1 и таблице 2 приведены результаты расчетов собственных частот колебаний давления пара в системах ТХ50 и ТХ80.

В ходе трехмерного моделирования двухфазных течений в корпусе горизонтального парогенератора ПГВ-1000 [4] подробно исследована картина стационарного течения теплоносителя в корпусе парогенератора (ПГ) при номинальной мощности реактора 3000 МВт. Поскольку полный циркуляционный контур включает в себя 4 ПГ, мощность тепловыделения, приходящаяся на каждый из них, составляет 750 МВт, что соответствует расходу отводимого пара 408 кг/с. Полученные в расчете значения очень близки к экспериментальным: мощность 755 МВт и расход пара 409 кг/с.

Таблица 1. Расчетные величины собственных частот колебаний давления пара в ТХ50

Участок системы		Собственная частота колебаний давления пара, f (Гц)
Паровой объем ПГ		55,9
Отводящие патрубки от ПГ		34,06
Паропровод		1,2
Отводящий участок паропровода к ИПУ ПГ и БРУ-А («нога»)	4ТХ50S03	95,9
	4ТХ50S04	110,5
	4ТХ50S05	90,6
Кольцевые отводы («бублики»)	4ТХ50S03	3,47
	4ТХ50S04	5,12
	4ТХ50S05	4,75

Таблица 2. Расчетные величины собственных частот колебаний давления пара в ТХ80

Участок системы		Собственная частота колебаний давления пара, f (Гц)
Паровой объем ПГ		55,9
Отводящие патрубки от ПГ		34,06
Паропровод		1,2
Отводящий участок паропровода к ИПУ ПГ и БРУ-А («нога»)	4ТХ80S03	95,9
	4ТХ80S04	110,5
	4ТХ80S05	90,6
Кольцевые отводы («бублики»)	4ТХ80S03	4,45
	4ТХ80S04	4,75
	4ТХ80S05	4,75

Расчет предсказывает наличие значительного количества воды над дырчатым листом (рис. 1). Вынос воды происходит, главным образом, за счет захвата капель воды интенсивным восходящим потоком пара. Характерные величины скорости теплоносителя через отверстия дырчатого листа составляют около 7 м/с.

Между трубным пучком и дырчатым листом, образуется паровая подушка. Толщина подушки больше с «горячей» стороны пучка, локальный максимум паросодержания (около 90%) под дырчатым листом наблюдается с «холодной» стороны, подача питательной воды, эффективно уменьшающая паросодержание, осуществляется над «горячей» частью трубного пучка.

В работе [4] проведено сравнение расчетных и экспериментальных значений объемного паросодержания и объемной скорости смеси для стационарного состояния ПГ и при номинальном уровне мощности. Показано, что расчет достаточно хорошо описывает распределение паросодержания и скоростей в объеме ПГ. Во всех точках объема ПГ, где проводились измерения, отмечается монотонное снижение паросодержания при уменьшении мощности.

На основе распределения локального объемного паросодержания в вертикальных поперечных сечениях для $L = 6,8$ м (а) и $L = 4$ м (б), представленными на рисунке 1, выполнена приближенная оценка размеров объема парогенератора заполненного двухфазной средой и средней по этому объему величины паросодержания.

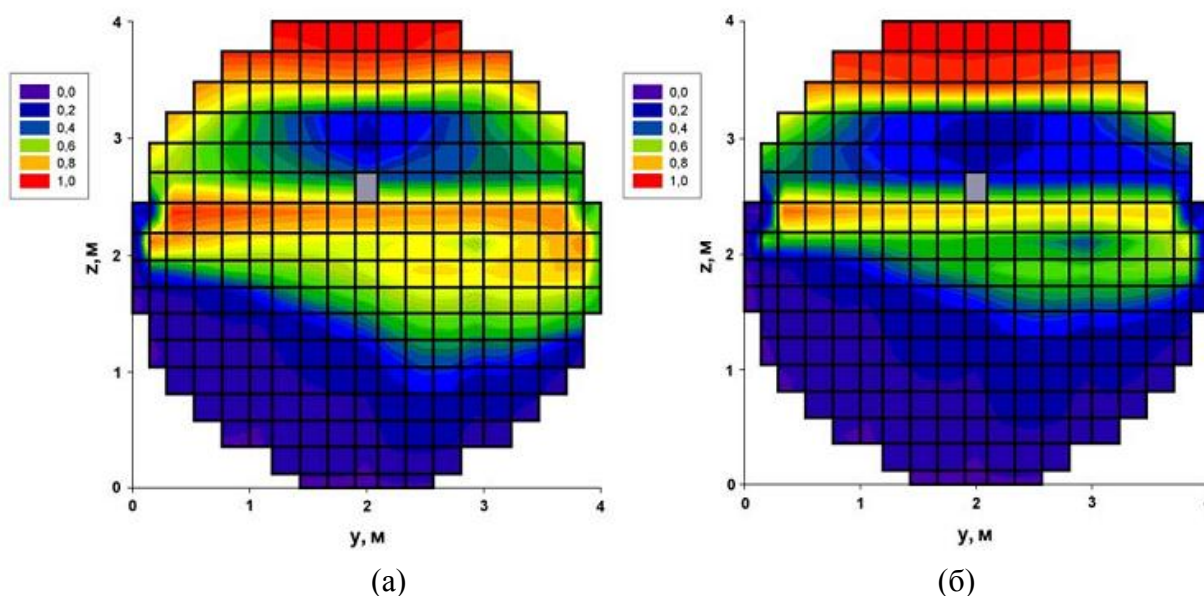


Рис. 1. Расчетные распределения локального объемного паросодержания в вертикальных поперечных сечениях ПГ для $L = 6,8$ м (а) и $L = 4$ м (б).

Величина паросодержания и объем парогенератора занятый двухфазной средой определяется в соответствии с цветовой шкалой, приведенной слева от оси z . Среднее объемное паросодержание ($\varphi = 0,635$) рассчитано по значениям, полученным для каждого сечения (см. рис.1). Этому значению объемного паросодержания соответствует сухость пара $x = 0,07$.

Из рисунка 2, приведенного в работе [5], видно, что при значении сухости пара близком к $x = 0,1$, скорость звука в двухфазной среде меняется в широком диапазоне величин. В зависимости от соотношения скоростей фаз в звуковой волне, отношение скорости звука в двухфазной среде к скорости звука в паре меняется от 0,2 до 0,7.

Согласно методике расчета частоты собственных колебаний объемов двухфазной среды [3] в номинальном режиме работы величине объема парогенератора,

заполненного двухфазной средой со средней сухостью $x = 0,07$, соответствует диапазон частот колебаний давления от 16 до 54 Гц.

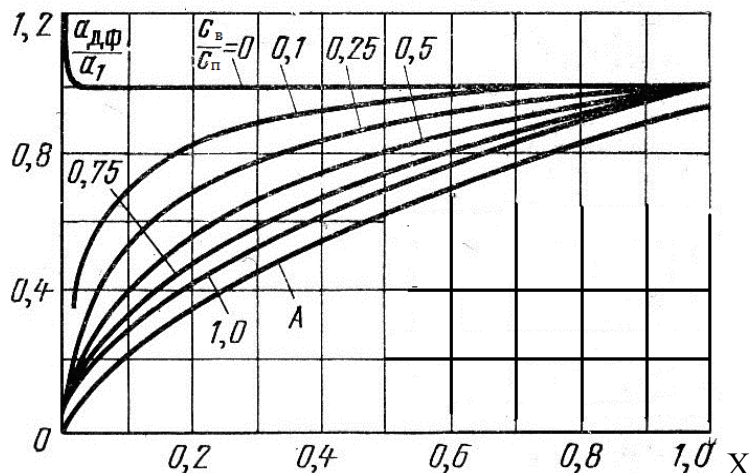


Рис. 2. Зависимость относительной скорости звука от степени сухости пара и соотношения скоростей фаз в звуковой волне (C_v – скорость воды, C_n – скорость пара)

Из рисунка 3, приведенного в работе [6], следует, что при уменьшении уровня воды в парогенераторе относительно номинального значения на 100 мм, сухость пара в различных точках отбора проб увеличивается в среднем примерно в 6 раз и достигает в объеме ПГ, заполненном паром и пароводяной смесью, средних значений $x = 0,4$.

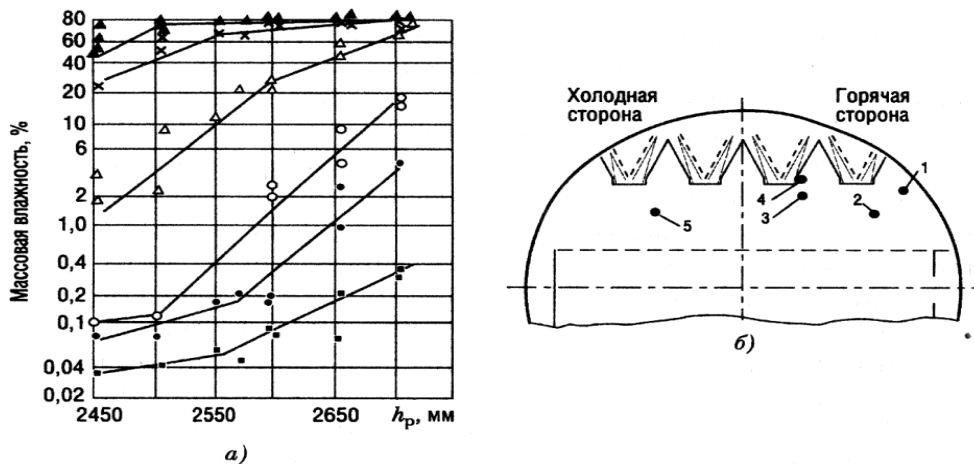


Рис. 3. Влажность пара в паровом объеме ПГВ-1000:
а – изменение влажности пара в паровом объеме; б – расстановка пробоотборников;
о, х, Δ , \bullet , \blacksquare – соответственно в точках №1-5

Из рассмотрения данных, приведенных на рисунке 3, следует, что скорость звука в двухфазной среде при $x = 0,4$ может достичь величины порядка 470 м/с, при которой собственная частота колебаний давления объема двухфазной среды станет равной 70 Гц.

Проведенные расчетные оценки позволяют идентифицировать источники акустических колебаний, измеренных в главном паропроводе 4-го блока Балаковской АЭС, имеющих значения частот 38, 58, 46 и 65,5 Гц. Расчеты показывают, что частота акустических колебаний объема ПГ содержащего пар и пароводяную смесь зависит от давления и сухости (влажности) рабочей среды в этом объеме и может регулироваться путем изменения рабочего уровня воды в ПГ.

В исследованном диапазоне изменения средней по паровому объему ПГ влажности пара (0,93 – 0,6), расчетная частота акустических колебаний, генерируемых в объеме ПГ содержащем паровую фазу, соответствует диапазону 16 – 70 Гц.

Для предотвращения резонанса собственных частот колебаний давления в объемах, содержащих пар и пароводяную смесь нескольких параллельно включенных парогенераторов необходимо поддерживать во всех парогенераторах разный уровень воды в пределах регулируемого диапазона.

Разработанные методы и алгоритмы расчета частот акустических колебаний в системе генерации и транспортировки пара предназначены для идентификации, прогнозирования, предотвращения возникновения акустических резонансов и уменьшения уровня вибраций в оборудовании АЭС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Веселова, И.Н. и др.* Исследование вибраций главных паропроводов свежего пара первого энергоблока Волгодонской АЭС [Текст] / И.Н. Веселова, М.В. Окулова // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2010. – №1. – С. 49–55.
2. *Проскуряков, К.Н.* Использование виброакустических шумов для диагностики технологических процессов в АЭС [Текст] / К.Н. Проскуряков. – М. : МЭИ, 1999. – 68 с.
3. *Проскуряков, К.Н. и др.* Способы снижения уровня вибрации главных паропроводов АЭС с ВВЭР-1000 [Текст] / К.Н. Проскуряков, С.О. Беликов, А.К. Адаменков, А.В. Костин // Энерго-2012: труды Второй Всероссийской научно-практической конференции Москва, 4-6 июня 2012г. – М. : НИУ МЭИ, 2012. – С. 252–255.
4. *Калиниченко, С.Д. и др.* Исследование динамики течений двухфазных смесей в циркуляционных контурах АЭС с помощью трехмерного теплогидродинамического кода БАГИРА [Текст] / С.Д. Калиниченко, А.Е. Крошилин, В.Е. Крошилин, А.В. Смирнов // Обеспечение безопасности АЭС с ВВЭР: труды 5-й международной научно-технической конференции 2007 г. – Подольск, 2007. – С. 18.
5. *Дейч, М.Е. и др.* Газодинамика двухфазных сред [Текст] / М.Е. Дейч, Г.А. Филиппов. 2-е изд. – М. : Энергоиздат, 1981. – 472 с.
6. *Трунов, Н.Б. и др.* Гидродинамические и теплохимические процессы в парогенераторах АЭС с ВВЭР [Текст] / Н. Б. Трунов, С.А. Логвинов, Ю.Г. Драгунов. – М. : Энергоатомиздат, 2001. – 317 с.

Influence of fluctuations in the steam generators containing vapor phase on vibrations in the equipment of the main steam WVER-1000

K.N. Proskuryakov

*National Research University Moscow Power Engineering Institute,
14 Krasnoznamennaya St., Moscow, Russia 111250
e-mail: ProskuriakovKN@mpei.ru*

Abstract – It is ascertained that fluctuations in the steam generators containing the vapor phase, are the causative agents of vibrations in the equipment of the main steam VVER - 1000. It is proved that the natural frequency generated in these amounts, depends on their dimensions and humidity of biphasic medium.

The results show that the variation range of volumetric vapor moisture (0.93 - 0.6) corresponds to the frequency of the pressure oscillations generated in the amount of GHG containing vapor phase which are in the frequency band from 16 to 70 Hz. The results of measurements the dominant frequencies of vibrations (65.5 Hz 38.5 Hz 39.5 Hz 58.0 Hz) at power-unit №4 at Balakovo NPP, TH50, 70, 60, 80 confirm these estimates.

Keywords: steam pipe, vibrations, pressure variations, frequency, humidity.

УДК 621.039.76

РОБОТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УДАЛЕНИЯ ШЛАМА С ДНИЩА ПАРОГЕНЕРАТОРОВ

© 2013 г. О.В. Кучеренко, В.А. Шваров

Нововоронежская АЭС,

Открытое акционерное общество «Российский концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях» (филиал «Нововоронежской атомной станции»), Нововоронеж, промышленная зона, Южная, 1, г. Нововоронеж, Воронежская область, Россия 396072

Поступила в редакцию 28.05.2013 г.

Надёжность парогенераторов, кроме основных технических показателей и правильности ведения эксплуатационного режима, зависит от чистоты теплообменной поверхности и наличия выпавшего на днище шлама. Для обеспечения чистоты везде используются химические методы очистки теплообменных поверхностей. В статье рассмотрен вопрос выведения из объёма парогенератора именно упавших на днище отложений. Показано количество данных отложений и примерное распределение по корпусу парогенератора. Также рассмотрены возможные механические методы выведения отложений.

В результате рассмотрения опробованных на действующих парогенераторах вариантов, показана эффективность и применимость разработанной установки для удаления шлама из парогенераторов.

В статье, так же в кратком изложении, даны основные принципы построения системы удаления шлама с днища парогенераторов и конструктивные особенности установки, позволяющие реализовать в полном объёме поставленные задачи по удалению шлама с днища парогенератора.

Ключевые слова: парогенератор, система удаления шлама, роботизированная система, отложения, теплопередающая способность, надёжность, эксплуатация.

Одной из основных проблем обеспечения надёжности эксплуатации парогенераторов и поддержания их теплопередающей способности на достаточно высоком уровне является образование отложений на теплопередающей поверхности трубки, забивание ими межтрубного пространства и скопления осыпавшихся отложений на днище парогенератора. Всё это влияет на целостность трубки – за счёт возникновения подшламовой коррозии металла и ведёт к ухудшению теплопередачи между теплоносителем первого и второго контура. Для снижения количества отложений на трубчатке и, следовательно, поддержания эффективности работы парогенераторов существует достаточно большое количество способов. Это водоподготовка, проведение очистки котловой воды за счёт продувки, поддержание водо-химического режима, химические отмывки, как на ходу, так и в период проведения ремонтов и т.д. Но, несмотря на существование такого количества методов поддержания трубки в чистом состоянии, в процессе эксплуатации на ней образуются отложения, которые накапливаются на теплопередающей поверхности и далее часть их отваливается и падает на днище парогенератора.

Т.к. тепловая нагрузка теплообменника определяется чистотой теплопередающей поверхности, то для её поддержания установлены критерии загрязнения трубки в контрольных точках, при превышении которой рекомендуется проводить химическую отмывку. Но при этом не принимается во внимание отваливающийся с трубки и осыпающийся на днище шлам.

Заинтересованность в выполнении очистки парогенератора от осыпавшегося шлама появилась после появления достаточно большого количества дефектов теплообменных труб, получения информации о месте и причинах происхождения дефектов теплообменных труб методом вихретокового контроля и выявления критических зон повреждаемости трубочки парогенераторов. В результате анализа было чётко видно, что наибольшее скопление дефектов теплообменных труб приходится на нижние ряды со стороны «горячего» коллектора и на места в районах дистанционирующих решёток, ближе к «горячему» коллектору. Визуальный осмотр парогенераторов показал большое количество отложений на днище парогенератора и их неравномерность. В районе «горячего» коллектора, в первых ячейках между дистанционирующими решётками, в некоторых местах отложения были выше нижних рядов теплообменных труб. На фото 1 показан шлам в межтрубном коридоре парогенератора за первой, от «горячего» коллектора, дистанционирующей решёткой, перекрывающий два нижних ряда теплообменных труб.



Рис. 1. Шлам в межтрубном коридоре парогенератора за первой, от «горячего» коллектора, дистанционирующей решёткой

Наибольшее образование отложений на трубочке и днище находятся со стороны «горячего» коллектора парогенератора, что полностью стыкуется теорией, так как тепловая нагрузка по парогенератору распределена не равномерно, а наибольшие отложения образуются именно в местах с большей тепловой напряжённостью. Примерное распределение отложений по длине и поперечному сечению, в районе «горячего» коллектора парогенератора, показано на рисунке 1.

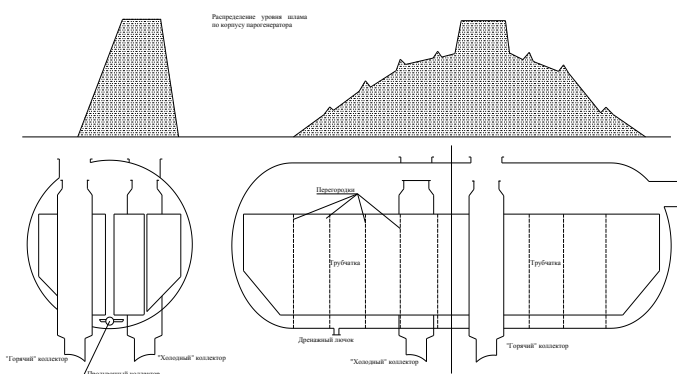


Рис 1. Распределение отложений по днищу корпуса парогенератора в поперечном разрезе в районе «горячего» коллектора и в продольном разрезе.

Таким образом, подтверждалось увеличенное образование дефектов теплообменных труб за счёт подшламовой коррозии в местах скопления отложений.

Конструкция парогенератора ВВЭР-440 и системы продувки такова, что не позволяет эффективно выводить осыпающиеся твёрдые частицы отложений с продувочной водой.

Для обеспечения жесткости крепления трубчатки, на днище корпуса парогенератора по его длине, установлен ряд перегородок для крепления дистанционирующих решёток трубного пучка. Сверху, на перегородках, по длине парогенератора расположены три продувочных коллектора перфорированные с двух сторон для обеспечения равномерности продувки. Но из-за малых скоростей и высокого расположения продувочных коллекторов, данная конструкция системы продувки обеспечивает равномерность продувки по длине парогенератора, но абсолютно не обеспечивает вывод с днища корпуса парогенератора осыпающихся с трубчатки отложений. Отложения, образуясь по всей ширине трубного пучка, в результате термических нагрузок и в процессе переходных режимов отслаиваются и за счёт достаточно высокой массы (состоят из окислов железа и меди) падают вертикально вниз по трубным коридорам трубного пучка на днище парогенератора, где и происходит их концентрация. Вторым местом скопления шламовых отложений является кольцевой технологический зазор между коллектором первого контура и корпусом парогенератора («карман»). При этом именно «карман» «горячего» коллектора является концентратором осыпающихся отложений. Существующая продувка карманов не обеспечивает в полной мере вывод данных отложений, т.к. организована с двух диаметрально противоположных сторон коллектора и возле них образуются воронки, а дальше, по периметру «кармана», идёт накопление отложений. Что также может негативно сказаться на эксплуатации №23 шва на парогенераторах ВВЭР-440.

Существующие методы химической очистки трубчатки парогенераторов направлены на снятие отложений с теплопередающей поверхности и имеют недостатки в части вывода скопившихся на днище шламов:

- химические реагенты работают на поверхности отложений;
- химическая очистка не происходит в местах, где нет проходимости химических растворов;
- процесс достаточно длительный;
- отложения на днище парогенераторов отбирают часть химических реагентов, тем самым снижая эффективность очистки трубчатки;
- достаточно дорогостоящий процесс;
- увеличивает количество жидких отходов в реакторном отделении.

Исходя из вышесказанного, следует вывод, что наиболее оптимально выводить отложения с днища парогенераторов, из «карманов» и районов дистанционирующих решёток механическими методами, а очистку трубчатки от твёрдых отложений производить уже химическими методами. Таким образом, будет достигнута оптимальная эффективность использования химических компонентов, снижено время проведения очистки, уменьшено количество жидких отходов, поступающих в спецканализацию.

Если вопрос химической очистки уже достаточно хорошо изучен и имеет широкое применение, как в традиционной, так и в атомной энергетике, то вопросами механической очистки особо не занимались.

Таким образом, для решения проблем целостности трубчатки, швов №23, увеличения эффективности и снижения продолжительности химической отмывки необходимо было решить проблему быстрого и эффективного механического удаления

шлама с днища парогенератора и из «карманов».

Для решения данной задачи на Нововоронежской АЭС последовательно был проделан комплекс работ по отработке методов очистки парогенераторов от отложений.

Исходно было предложено два метода очистки от отложений:

- извлечение при помощи вакуума;
- смыв отложений водой через дренажный лючок.

С целью опробования первого метода очистки парогенератора, к штатной вакуумной системе блока, была присоединена ёмкость для отделения шлама, которую установили ниже уровня парогенератора и подключили вакуумный шланг для ручного удаления шлама. После останова блока на ППР выбран парогенератор и после его опорожнения и вскрытия опробована система удаления отложений с днища вакуумным методом. Опробование выполнялось как с опорожнённым парогенератором, так и с частично заполненным водой и подачей сжатого воздуха по линиям продувки для поднятия шлама. Данная технология себя не оправдала из-за достаточно большого веса и плотности отложений.

После неудачного опробования системы удаления мокрых отложений, выполнена осушка парогенератора с подачей сжатого воздуха в систему продувки. После 150 часов осушки опробована вновь схема удаления отложений с помощью вакуумного насоса. На этот раз удаление шлама пошло достаточно эффективно, но данный метод имел существенный недостаток – шлам удалялся исключительно из коридора в межтрубном пространстве, а из-под трубочатки его извлечь было очень проблематично, из-за невозможности доставить туда шланг вакуумного насоса как вверх, так и вниз по образующей. Таким образом, данный способ при достоинствах по достаточно эффективному извлечению отложений из корпуса парогенератора, имел ряд недостатков: необходимость длительной сушки, не весь шлам удаляется (остаётся под трубным пучком).

Результаты вакуумного удаления шлама представлены на рисунке 2.



Рис. 2. Результаты очистки днища парогенератора от шлама вакуумным методом на сухую

Для опробования второго метода была изготовлена насадка на шланг для смыва шлама с трубного пучка, и других приспособлений не потребовалось. Персоналом

выполнена промывка трубного пучка и днища парогенератора от отложений со смывом через дренажный лючок. Промывка проводилась от штатной системы дезактивации водой с давлением от 5 до 7 кгс/см² из шланга, и при помощи насадки с распылением воды в сторону. Полученный результат показал возможность и эффективность смыва отложений снаружи трубного пучка и возможность достаточно эффективного перемещения отложений по днищу парогенератора и возможность смыва отложений из-под трубочки вдоль образующей корпуса парогенератора. Но при этом перегородки на днище парогенератора не позволяют удалить отложения через имеющийся дренажный лючок.

На основании выполненных работ было принято решение по разработке специальной установки, позволяющей эффективно выполнять размыв и удаление из корпуса парогенератора отложений с их последующей откачкой из каждого отсека, возможность проникновения системы откачки в труднодоступные места днища парогенератора. При этом система должна позволять выполнять основную работу дистанционно, с использованием телекамер и дополнительного освещения места выполнения работ, что позволит существенно снизить дозовые нагрузки на персонал и снизить количество персонала на выполнение работ по очистке днища.

В соответствии с техническим заданием разработана и опробована «роботизированная система по удалению шлама с нижних образующих парогенераторов» (РСУШ).

Принципиальная схема РСУШ представлена на рисунке 1.

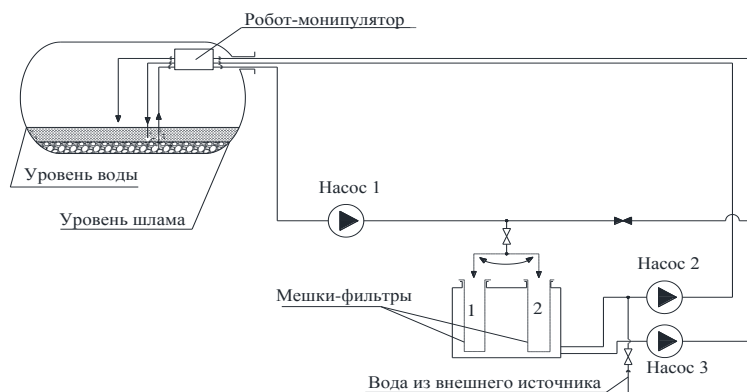


Рис. 1. Принципиальная схема РСУШ

С целью обеспечения минимальных дозозатрат, снижения времени на монтаж и удобства использования предложена схема установки состоящей из нескольких блоков. Робот-манипулятор обеспечивает выполнение работ внутри парогенератора. Для обеспечения его работы снаружи установлены блоки насосов, фильтрации, соединённые между собой трубопроводами, системы управления и выполнено подключение всей установки к стационарной электрической сети и к источнику водоснабжения.

Работа установки построена по следующему принципу. После расхолаживания и вскрытия парогенератора по второму контуру выполняется монтаж установки РСУШ с установкой робота-манипулятора над одной выбранной ячейкой парогенератора, образованной двумя перегородками.

После монтажа парогенератор и установка заполняется водой из внешнего источника водоснабжения для обеспечения работоспособности установки и полного покрытия отложения водой для обеспечения возможности их перевода во взвешенное состояние с целью последующей откачки. Заполнение производится с помощью насоса 3.

Далее установка РСУШ вводится в работу. Штанга с трубопроводами опускается в район скопления шлама, и включаются в работу насос 1 и насос 2.

Насос 2 предназначен для подачи под давлением воды на размывающую форсунку, с помощью которой обеспечивается перевод слежавшегося шлама во взвешенное состояние.

Насос 1 предназначен для откачки из зоны размыва пульпы, состоящей из воды и переведённого во взвешенное состояние шлама.

Далее пульпа по трубопроводам подаётся в один из двух мешков-фильтров, установленных в специальном баке. В мешке-фильтре происходит отделение шлама от воды, которая собирается в баке и далее насосами 2 и 3 опять по своим линиям подаётся в парогенератор. После заполнения одного из мешков подача от насоса 1 переводится в другой мешок, а заполненный мешок извлекается для утилизации шлама, на его место ставится новый мешок-фильтр. Таким образом, получаем замкнутый цикл очистки парогенератора от шлама.

После очистки одной ячейки, установка останавливается, робот-манипулятор устанавливается на другую ячейку и цикл повторяется.

Для реализации данного алгоритма работы ЗАО «Диаконт» разработана и изготовлена «Роботизированная система по удалению шлама с нижних образующих парогенераторов ПГВ-4М РСУШ».

РСУШ состоит из следующего основного оборудования:

- штанги (телевизионная и для размещения трубопроводов) с системой перемещения – робот-манипулятор;
- мостки;
- направляющие;
- шкаф электропитания и управления;
- пульт управления;
- технологическое оборудование;
- комплект видеонаблюдения;
- осветительное оборудование.

Эскиз размещения оборудования приведен на рисунке 2.

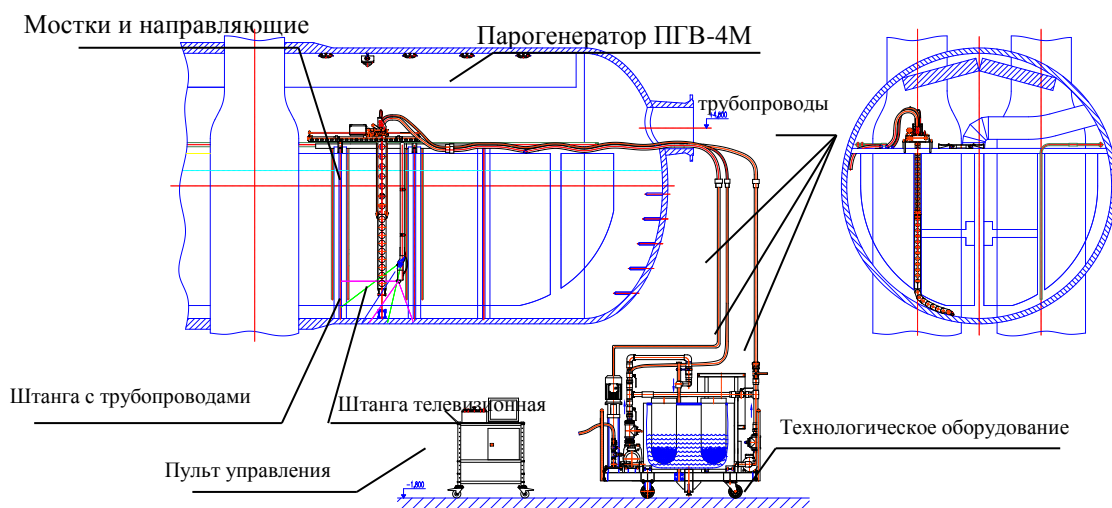


Рис. 2. Эскиз размещения оборудования РСУШ

Для обеспечения удобства выполнения работ в парогенераторе внутри парогенератора монтируются мостки, опирающиеся на трубные решетки, с которых ведётся монтаж и обслуживание внутреннего оборудования РСУШ.

Внутри парогенератора монтируется система перемещения робота-манипулятора со штангами:

- телевизионной со светильниками и камерой наблюдения;
- штангой с трубопроводами;
- а также трубопровод подачи воды низкого давления от насоса 3.

Снаружи монтируется технологическое оборудование, состоящее из:

- рамы;
- насосов 1, 2, 3;
- бака с мешками-фильтрами;
- трубопроводов и арматуры.

Отдельно монтируется пульт управления с системой видеонаблюдения.

После подключения внешних источников электро- и водо- снабжения РСУШ готова к работе.

Штанга с трубопроводами крепится на направляющей, фиксируемой на двух соседних трубных решетках, что показано на рисунке 3.

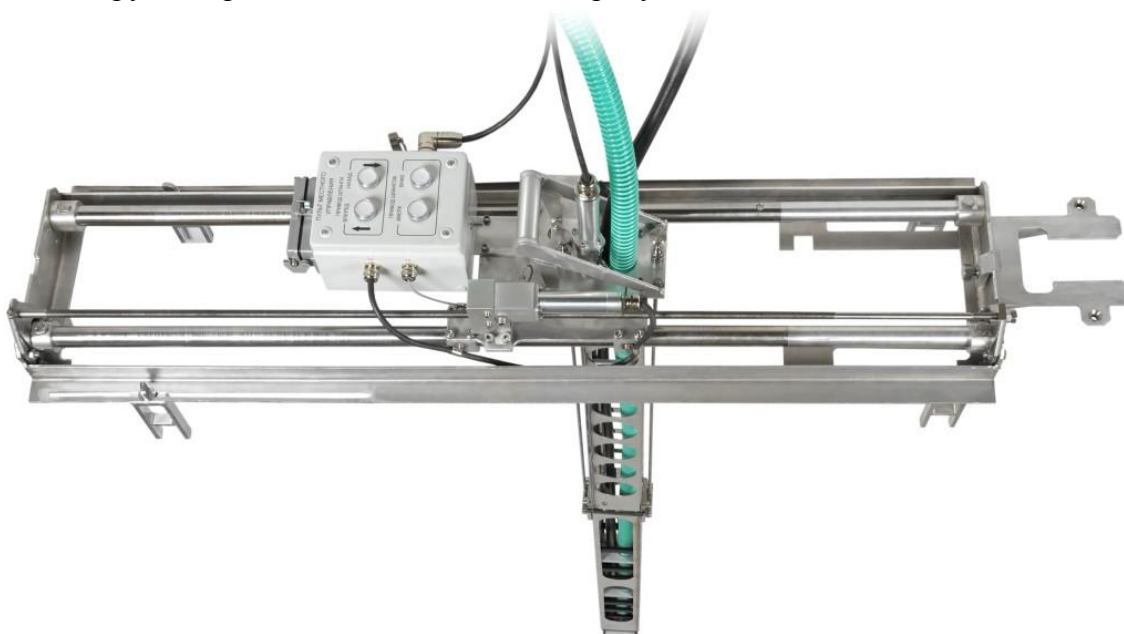


Рис. 3. Штанга с трубопроводами на направляющей

Телевизионная штанга устанавливается рядом с трубной решеткой, обеспечивая освещение и видеоконтроль за процессом очистки секции парогенератора.

Штанга с трубопроводами (рисунок 4) выполнена в виде специальной конструкции. В ней установлена размывающая форсунка, в которую подаётся вода от насоса 2 под давлением 1,7 мПа, что позволяет размыть и перевести во взвешенное состояние отложения, и в этой же штанге установлен всасывающий трубопровод насоса 1 для откачки взвеси с расходом порядка 15 м³/час. Такая конструкция штанги позволяет вести откачку шламовой взвеси в месте, где концентрация шлама максимальна, что повышает эффективность системы. Для обеспечения простоты монтажа и удобства очистки штанги с трубопроводами выполнена складывающейся.

Направляющая оборудована приводом для перемещения штанги вдоль межтрубного коридора. Штанга оборудована приводом вертикального перемещения размывающей и откачивающей форсунками. Такая конструкция штанги позволяет обеспечить подачу размывающей и откачивающей форсунок под трубный пучок, вплоть до продувочного коллектора парогенератора, что обеспечивает удаление шлама

из всей секции ПГ.

Для обеспечения наилучшего перемещения форсунок вдоль нижней образующей в нижней части штанги, на насадке с форсунками, сделано дополнительное отверстие от высоконапорного насоса, использующее реактивное действие струи для продвижения форсунок вдоль днища парогенератора.

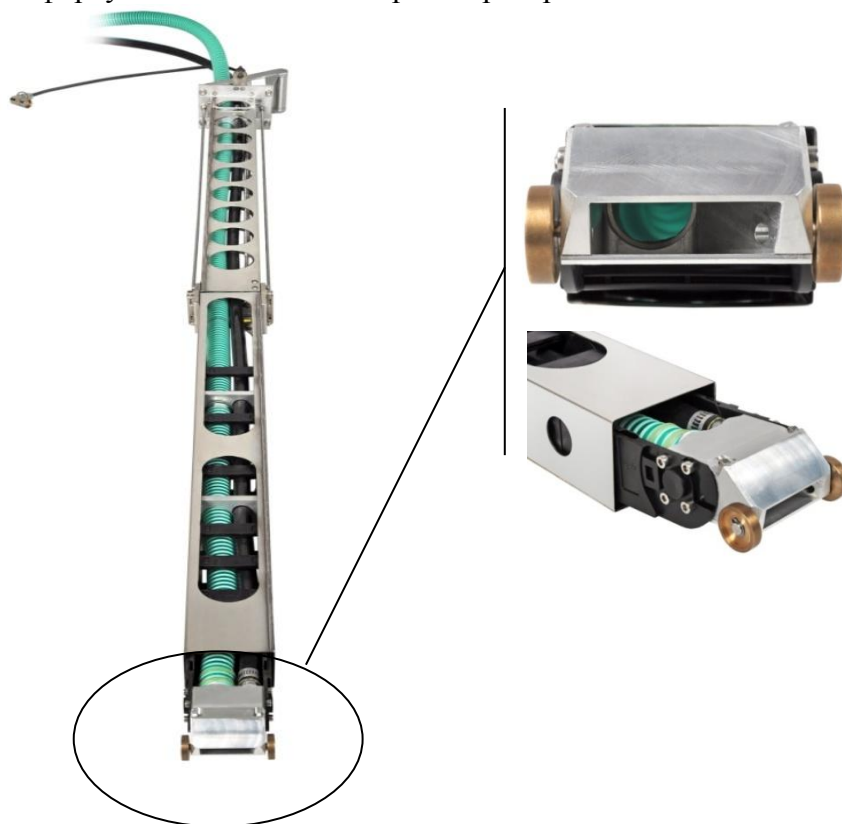


Рис. 4. Штанга с трубопроводами и насадка с размывающей и всасывающей форсунками

Таким образом, обеспечивается удаление шлама из межтрубного коридора и с образующей парогенератора под трубчаткой ниже трубного коридора. Для обеспечения отмывки образующей парогенератора под трубчаткой выше трубного коридора шланг от низконапорного насоса 3 располагается вдоль образующей парогенератора в этой же ячейки. Вода смывает шлам с корпуса парогенератора в зону откачки.

Отмывка днища парогенератора начинается с межтрубного коридора. Далее, с помощью приводов насадка с размывающей и откачивающей форсунками постепенно перемещается вдоль межтрубного коридора. По мере отмывки к перемещению вдоль межтрубного коридора добавляется перемещение насадки в вертикальном направлении.

Контроль выполнения отмывки ведётся посредством видеонаблюдения за процессом, а так же путем контроля содержания шлама в пульпе, подаваемой в мешки-фильтры. После заполнения мешка-фильтра откачка переводится в другой мешок-фильтр, а заполненный извлекается, утилизируется. На его место устанавливается новый мешок.

После окончания очистки одной секции парогенератора установка перемещается на другую секцию и цикл очистки повторяется.

После полной очистки парогенератора его дренирование осуществляется по штатным линиям.

На фотографиях (рис. 3, рис 4) представлены снимки до и после очистки секции парогенератора ПГВ-4М Нововоронежской АЭС.



Рис. 3. Парогенератор перед очисткой



Рис. 4. Парогенератор после очистки

Учитывая небольшие габариты установки и достаточно удобный процесс монтажа и управления, получили, что полный цикл очистки парогенератора может обеспечить два человека.

Таким образом, внедрение установки РСУШ позволяет решить поставленные выше проблемы очистки парогенераторов от шлама, при этом позволяя избежать недостатков методов размыва и вакуумного удаления шлама. А возможность эксплуатации установки двумя людьми, при большей части времени нахождения их вне парогенератора, позволяет существенно снизить дозозатраты персонала при выполнении данной работы.

The robotized system of slime removal from the bottom of steam generators

O. V. Kucherenko, V.A. Shvarov

*Subsidiary (branch) of joint-stock company of open type «Concern Rosenergoatom» «Novovoronezh nuclear power plant (NNPP)», Novovoronezh
Industrial zone, Juzhnaya, 1, Novovoronezh, Voronezh region, Russia 396072
e-mail: ShvarovVA@nvnpp1.rosenergoatom.ru*

Abstract – The reliability of steam generators, except the main technical indicators and correctness of maintaining an operational mode, depends on purity of a heat-exchange surface and presence of laid-down slime on the steam generator bottom. Chemical methods of cleaning heatexchange surfaces are used for ensuring purity everywhere. The article touches upon the question of the removal of fallen deposits out of the steam generator. The amount of these deposits and approximate distribution in the steam generator frame is shown. Possible mechanical methods of the removal of deposits are also considered.

As a result of consideration of the options tested in operating steam generators, efficiency and applicability of the developed installation for slime removal out of steam generators are shown. The article presents the basic principles of creation of a system of slime removal from the bottom of steam generators and design features of the installation, allowing to realize the objectives of slime removal from the steam generator bottom.

Keywords: steam generator, system of slime removal, robotized system, deposits, heat-transmitting ability, reliability, operation.

УДК 621.311.25: 621.316.925.1

ПОВЫШЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ОРУ-500 КВ РОАЭС ПУТЕМ ЛИКВИДАЦИИ «МЕРТВЫХ ЗОН»

© 2013 г. С.А. Баран*, П.А. Поляков**

* Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.

Поступила в редакцию 15.06.2013 г.

В статье рассмотрены некоторые вопросы повышения быстродействия релейной защиты. В связи с особенностями схемы ОРУ 500 кВ между трансформаторами тока и выключателями образуется «мёртвая зона», при возникновении короткого замыкания в которой оно не будет ликвидировано основной быстродействующей защитой. Короткое замыкание будет отключено только после срабатывания УРОВ и следующих защит. Таким образом, время отключения короткого замыкания в несколько раз будет превышать время срабатывания быстродействующих защит. В статье будут рассмотрены пути решения данной проблемы.

Ключевые слова: короткое замыкание, мертвая зона, релейная защита и автоматика, открытое распределительное устройство, атомная электростанция, устройства резервирования отказа выключателя, основная быстродействующая защита.

При используемой компоновке ОРУ-500 кВ Ростовской АЭС между каждым высоковольтным выключателем и трансформатором тока 500 кВ одной ячейки существует участок ошиновки или «мертвой зоны», характеризующейся тем, что на короткое замыкание (КЗ) в данной зоне реагирует основная быстродействующая защита соответствующего присоединения, но при отключении выключателя КЗ не ликвидируется. Данное КЗ ликвидируется действием устройства резервирования отказа выключателя (УРОВ), в «мертвой зоне» которого произошло КЗ.

Для снижения времени ликвидации КЗ в «мертвой зоне» в рамках выполнения работ по обеспечению выдачи мощности энергоблока № 2 были разработаны «Технические предложения по ограничению длительности короткого замыкания в «мертвой зоне». По результатам которых для каждого высоковольтного выключателя 500 кВ были дополнительно установлены комплекты УРОВ с малым временем возврата токового органа (быстродействующие УРОВ), которые позволили снизить время ликвидации КЗ в «мертвых зонах» ОРУ-500 кВ. В качестве быстродействующих УРОВ используются реле УРОВ типа RXNB 411 производства компании «ABB».

Использование быстродействующих УРОВ оказало положительное влияние на снижение суммарного времени ликвидации короткого замыкания, однако не позволило в полной мере исключить необходимость превентивной разгрузки блоков Ростовской АЭС.

Ликвидация коротких замыканий в любой точке ОРУ-500 кВ с временем не более времени действия основных защит только средствами релейной защиты не предоставляется возможной. Обеспечение указанного времени ликвидации короткого замыкания в любой точке ОРУ-500 кВ возможно только при реализации конструктивных мероприятий на ОРУ-500 кВ в части исключения «мертвых зон» [1].

При коротком замыкании (КЗ) в точке между выключателем и отдельно установленным трансформатором тока (рисунок 1), в так называемой «мертвой зоне»

для защиты Псш, отключение КЗ защитой Псш, в зону действия которой входит данное КЗ, не произойдет, так как защита Псш подействует на выключатели В-12 и В-22, выключатели В-12 и В-22 отключатся, а КЗ не устранится.

При срабатывании защиты Псш происходит пуск устройства резервирования при отказе выключателя УРОВ В-12. Через выдержку времени, УРОВ В-12 непосредственно подействует на отключение выключателя В-10 и на защиту линии, которая резервирует отключение выключателя В-10 (и действует на отключение линии), чем ликвидируется КЗ.

Если в этой ситуации произойдет единичный отказ оборудования, например отказ выключателя В-10, КЗ защитой линии также не ликвидируется. При срабатывании защиты линии произойдет пуск УРОВ В-10. Через выдержку времени, УРОВ В-10 подействует на отключение выключателя В-11 и защиту блока, которая резервирует отключение выключателя В-11 (и действует на отключение блока), чем ликвидируется КЗ.

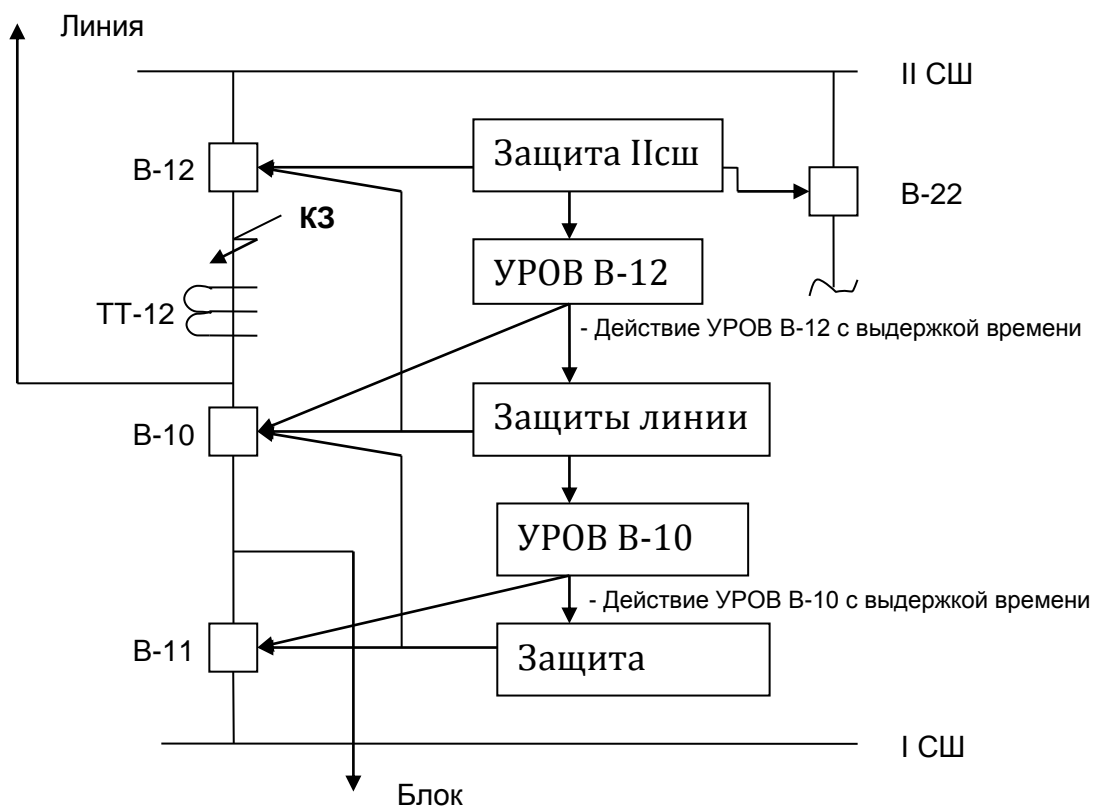


Рис. 1. Схема работы релейной защиты и автоматики в ячейке ОРУ 500 кВ

В первом случае, без отказа выключателя В-10, время отключения КЗ будет складываться из:

$$T_{откл.кз} = T_{сраб.защиты.П.сш} + T_{раб.уров.В-12} + T_{откл.выкл.В-10}$$

$$T_{откл.кз} = 0,04 + 0,15 + 0,04 = 0,23с$$

Во втором случае, при отказе выключателя В-10, время отключения КЗ будет складываться из:

$$T_{откл.кз} = T_{сраб.защиты.П.сш} + T_{раб.уров.В-12} + T_{сраб.вых.реле.защиты.линии} +$$

$$+ T_{раб.уров.В-10} + T_{откл.выкл.В-11}$$

$$T_{откл.кз} = 0,04 + 0,15 + 0,015 + 0,15 + 0,04 = 0,39с$$

Время отключения КЗ в «мертвой зоне» в первом случае увеличивается на время $T = T_{раб.уров.В-12}$, а во втором случае увеличивается на время $T = T_{раб.уров.В-12} + T_{сраб.вых.реле.защиты.линии} + T_{раб.уров.В-11}$ по отношению ко времени отключения КЗ не в «мертвой зоне» штатным действием защит [2].

Увеличение времени отключения КЗ приводит к динамической неустойчивости генерирующего оборудования, что требует принятия мер как технических, так и организационных.

Ликвидация коротких замыканий в ОРУ-500 кВ за время действия основных защит возможна только путем изменения принятых конструктивных решений по установке высоковольтного оборудования в ячейках ОРУ-500 кВ с учетом исключения «мертвых зон».

В результате анализа «мертвых зон» ОРУ-500 кВ Ростовской АЭС, возможны следующие варианты их ликвидации:

1) Сокращение участка ошиновки «мертвой зоны» до размеров, практически исключающих возможность возникновения в ней двухфазного короткого замыкания на землю (длина проводов ошиновки между трансформатором тока и выключателем не должна превышать длину междуфазного расстояния – 3,75м). Для реализации данного варианта требуется реконструкция ОРУ.

2) Установка дополнительного комплекта трансформаторов тока со второй стороны выключателя. При этом происходит ликвидация «мертвой зоны». Для реализации данного варианта требуется реконструкция ОРУ.

3) Установка элегазового выключателя, имеющего встроенные трансформаторы тока с каждой стороны. При этом происходит ликвидация «мертвой зоны». Для реализации данного варианта требуется реконструкция ОРУ и установка новых панелей автоматики высоковольтных выключателей 500 кВ взамен существующих.

Однако, варианты 2 и 3 экономически не целесообразны, так как в 2009 году была произведена реконструкция ОРУ 500 кВ с заменой выключателей на элегазовые.

Следовательно, первый вариант ликвидации «мертвых зон» ОРУ-500 кВ Ростовской АЭС объекта является наиболее эффективным.

ВЫВОД

Таким образом, двухфазное КЗ на землю будет ликвидироваться основными защитами (два комплекта основных защит для всех элементов ОРУ-500 кВ) за время не более 0,12 с. Данное время включает действия основной защиты (0,06 с), время отключения высоковольтного выключателя (0,04 с) и время запаса (0,02 с) состоящее из «разброса» по времени отключения элегазовых выключателей, погрешности срабатывания выходных реле. При этом с наибольшей вероятностью может произойти отказ только одной фазы выключателя и двухфазное КЗ на землю переходит в однофазное КЗ на землю, которое ликвидируется быстродействующим УРОВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Васин, В.П. и др.* Электрическая часть атомных электростанций: учебное пособие [Текст]/ В. П. Васин, В. А. Старшинов. – М. : Издательство МЭИ, 2005. – 208 с.
2. *Беркович, М.А. и др.* Основы автоматики энергосистем [Текст] / М.А. Беркович, А.Н. Комаров, В.А. Семёнов. – М. : Энергоатомиздат, 1981. – 432 с.

Speed increasing of relay protection of switchgear-500 kV at Rostov NPP by «inert zones» phasing-out

S.A. Baran*, P.A. Polyakov**

* *Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
73/94 Lenin St., Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360
* e-mail: bastr@rambler.ru ; ** e-mail: composit13@rambler.ru*

Abstract – Some items of relay protection speed increasing are discussed in this article. Due to the peculiarities of the switchgear 500 kV the inert zone is formed between current transformers and circuit breakers, short circuit in this zone won't be phased-out by the main high speed protection. The fault will be cleared only after stuck breaker protection (SBP) operation. Thus, the break-time of short circuit is longer in several times than the action time of high speed protection. This article presents the methods to solve this problem.

Keywords: short circuit, inert zone, relay protection and automatics, switchgear, nuclear power plant (NPP), stuck breaker protection (SBP), main high speed protection.

УДК 621.316.925

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ЗАЩИТ ОТ НЕПОЛНОФАЗНЫХ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

© 2013 г. И.В. Нагай

Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт), Новочеркасск, Ростовская обл.

Поступила в редакцию 06.05.2013 г.

В статье рассматриваются вопросы возникновения неполнофазного режима на АЭС, а также действия релейных защит. Анализируется реальный случай возникновения неполнофазного режима на атомной станции.

Ключевые слова: релейная защита, неполнофазный режим, атомная электрическая станция.

Актуальность проблемы. Одним из видов повреждения в электрических сетях и на электростанциях являются неполнофазные режимы (НПР), которые могут сопровождаться коротким замыканием (КЗ) фазы на землю с одной или двух сторон обрыва или без КЗ (обрыв фазного провода без касания земли, недовключение фаз выключателя или других коммутационных аппаратов). Разрывы фаз, представляющие собой продольную несимметрию, являются источниками напряжений и токов симметричных составляющих, которые оказывают существенное влияние на поведение релейной защиты, вызывая их срабатывание, как например, срабатывание токовых защит нулевой последовательности (ТЗНП). Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) такие повреждения, как разрывы фаз на линиях, рассматриваются как ненормальный, но не аварийный режим, и селективная релейная защита для них не предусматривается [1], что, возможно, вызвано как меньшим термическим воздействием на электроустановки и возможностью их более длительной работы в рассматриваемых режимах, так и дополнительными затратами при оснащении электрических сетей рассматриваемой защитой. Поэтому, к защитам линий предъявляются требования, чтобы они были отстроены по принципам действия или параметрам срабатывания от неполнофазного нагрузочного режима [2]. Проблема поддержания такого режима в течение долгого времени является достаточно сложной, так как необходимы специальные защиты от НПР, средства для определения места обрыва (повреждения), что позволило бы определять допустимость режима и не допускать его развития в аварийный, тем более, что длительное существование НПР может привести к тяжелым авариям как электроприемников, так и, например, силовых трансформаторов, генераторов.

Кроме того, неполнофазный режим может стать причиной развивающейся аварии, когда происходит отключение большого числа оборудования с возможным переходом в системную аварию. Такое развитие повреждения наиболее вероятно для сетей с многоконцевыми линиями, с параллельными линиями, где при появлении продольной несимметрии токовые защиты нулевой последовательности могут действовать неселективно, тем самым приводя к последовательному отключению энергорайона. Особое внимание здесь стоит обратить на аварии, связанные с потерей питания собственных нужд атомных электростанций, в том числе и от внешних источников.

Хотя такие повреждения по классификации INES (англ. INES, сокр. International Nuclear Event Scale), т.е. по Международной шкале ядерных событий [3] обычно относят к инцидентам или событиям, которые с точки зрения безопасности не имеют значения, т.е. 0-2 уровень по 8-уровневой шкале, тем не менее, в своем развитии они могут привести к выходу оборудования из строя и длительному перерыву электроснабжения. Примером развивающейся аварии в сети, где присутствует АЭС, может служить случай появления неполнофазного режима на многоконцевой воздушной линии (ВЛ).

Неполнофазный режим, оказавший влияние на работу АЭС. Неполнофазный режим возник в результате разрушения аппаратного зажима на проходном изоляторе распределительного устройства 110кВ п/ст 1 (рис.1), что привело к нарушению в работе трактов резервного питания собственных нужд (СН) АЭС – ГЭС. Необходимо отметить, что обрыв провода с током – 450 А не сопровождался коротким замыканием.

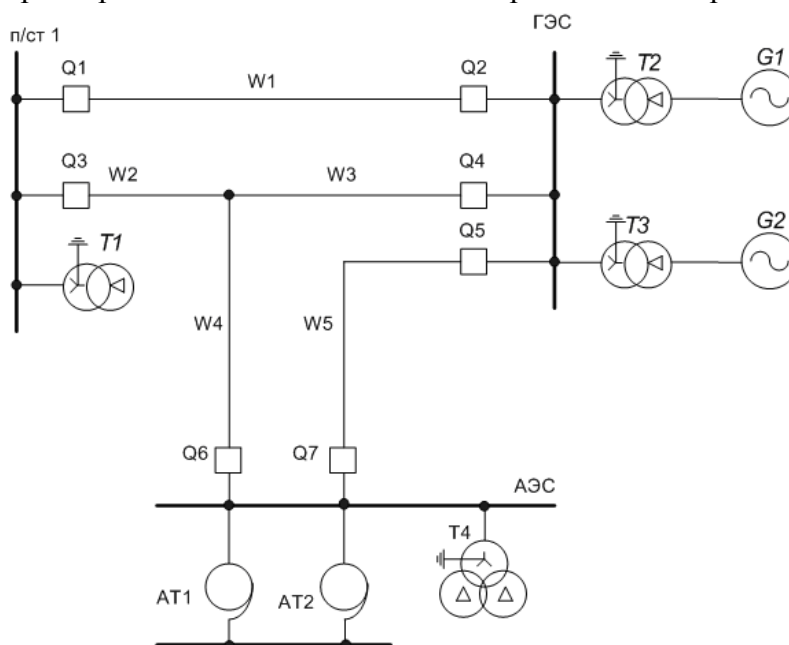


Рис. 1. Участок сети АЭС-ГЭС – п/ст. 1

Совместно с персоналом АЭС был выполнен анализ развития аварии, результаты которого сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Описание развития аварии

№ п/п	Режим	Состояние сети	Реакция РЗ и автоматики
1	2	3	4
1.	Обрыв фазного провода линии W2	$Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7$ включены $I_{н.АW3}=87 \text{ А}, I_{н.ВW3}=315 \text{ А},$ $I_{н.СW3}=336 \text{ А}, 3I_{0W3}=337 \text{ А},$ $I_{н.АW5}=95 \text{ А}, I_{н.ВW5}=93 \text{ А},$ $I_{н.СW5}=90 \text{ А}, 3I_{0W5}=18 \text{ А},$ $I_{н.АW1}=700 \text{ А}, I_{н.ВW1}=366 \text{ А},$ $I_{н.СW1}=357 \text{ А}, 3I_{0W1}=257 \text{ А}.$	Неселективно отключается Q1 ВЛ W1 IV-ой ступенью ТЗНП

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
2.	Обрыв фазного провода линии W2 с изменившимся режимом нагрузки	$Q1$ отключен, $Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7$ включены. $I_{н.АВ3}=106$ А, $I_{н.ВВ3}=693$ А, $I_{н.ф.СВ3}=705$ А, $3I_{0В3}=540$ А, $I_{н.ф.АВ5}=82$ А, $I_{н.ф.ВВ5}=51$ А, $I_{н.ф.СВ5}=52$ А, $3I_{0В5}=18$ А	Срабатывает IV-ая ступень ТЗНП на ГЭС и п/ст 1, отключаются $Q4, Q3$.
3.	Синхронные качания на линии W5 при наличии обрыва	$Q1, Q3, Q4$ отключены, $Q2, Q5, Q6, Q7$ включены. Ток качаний $I_{max} = 820$ А, $I_{min} = 360$ А	Автоматическое повторное включение (АПВ) $Q1$ линии W1.
4.	Включение линии W1 при наличии неполнофазного режима на W2	В момент включения от АПВ W1 ток нагрузки $I_{н.ф.В1}=1200$ А, $I_{н.ф.В5}=70$ А. Аperiodическая составляющая тока НП $3I_0$ спадала с 780 А до 300 А течение 50мсек	От действия аperiodической составляющей и с ускорением после АПВ отключается $Q1$ от Шст. ТЗНП
5.	Синхронные качания на линии W5 при наличии обрыва	$Q1, Q3, Q4$ отключены, $Q2, Q5, Q6, Q7$ включены. Ток качаний $I_{max} = 1000$ А, $I_{min} = 250$ А. В результате качаний перегорает и обрывается провод линии W5 на ГЭС, что приводит к КЗ.	Дистанционная защита блокируется при качаниях, ТЗНП не срабатывает
6.	КЗ на ГЭС, обрыв провода на W2	$Q1, Q3, Q4$ отключены, $Q2, Q5, Q6, Q7$ включены. Однофазное КЗ на ГЭС.	$Q5, Q7$ отключаются быстродействующими защитами.
7.	АПВ $Q5$ линии W5	$Q1, Q3, Q4, Q5, Q7$ отключены, $Q2, Q6$ включены. Оборванные провод на ГЭС не касаются опоры.	АПВ со стороны АЭС не происходит из-за отсутствия синхронизма. ГЭС выделяется на прилегающий район.
8.	АПВ $Q3$ линии W2	$Q1, Q4, Q5, Q7$ отключены, $Q2, Q6, Q3$ включены.	Далее неполнофазный режим со стороны п/ст 1 сохранялся в течение 11 часов.
9.	АПВ $Q4$ линии W3	$Q1, Q5, Q7$ отключены, $Q2, Q4, Q6, Q3$ включены. Появляется аperiodическая составляющая.	ТЗНП с ускорением после АПВ отключает $Q4$
10.	Синхронизация линии W1, включение $Q1$	$Q5, Q7$ отключены, $Q1, Q2, Q4, Q6, Q3$ включены. Присутствует неполнофазный режим на линии W2.	Неполнофазный режим по W2 был устранен через 11 час. 20 мин.

Таким образом, устранение повреждения заняло 11 час. 20 мин., повреждение получило свое развитие в результате несогласованного действия защит, что дважды привело к появлению синхронных качаний, появлению еще одного обрыва на другой линии, неоднократному отключению неповрежденных линий в результате неселективного действия защит.

Подобный этому инцидент произошел 2 февраля 1993 года на Кольской АЭС. Во время урагана в энергосистеме «Колэнерго» были повреждены высоковольтные линии

электропередачи, и произошла потеря внешних источников электропитания Кольской АЭС [4]. Персоналу станции не удалось запустить аварийные дизельные установки первого и второго энергоблоков. В течение 1 часа 40 минут эти блоки оставались без энергии.

Совершенствование резервной защиты от неполнофазного режима. Селективность токовых защит нулевой последовательности линий часто не обеспечивается органами направления мощности из-за их нечувствительности в режимах при разрывах фаз. Значения напряжения нулевой последовательности могут оказываться недостаточными для срабатывания блокирующих органов направления мощности защит линий на подстанциях сети с мощными источниками питания и малыми сопротивлениями нулевой последовательности на шинах подстанции. В этих случаях нарушается селективность защит и неселективно могут срабатывать защиты линий, имеющие большую чувствительность по току, или защиты с меньшей установкой времени срабатывания. Решением этой проблемы могло бы стать комплексное применение методов выявления неполнофазного режима.

В настоящее время применяется несколько способов выявления неполнофазных режимов, которые можно разделить по информационным признакам (см. табл. 2).

Таблица 2. Информационные признаки НПФ

№ п/п	Информационный признак	Основные соотношения
1	Ток нулевой последовательности	$3I_0 > I_{\delta n0}$
2	Ток обратной последовательности	$I_2 > I_{\delta n0}$
3	Изменение (приращения) фазных токов	$ \Delta I_{\delta} / I_{\delta 0} \geq I_{* \delta n0}, \Delta I_{\delta} \leq 0$
4	Неравенство фазных токов по модулю	$ I_A \neq I_B \neq I_C $
5	Соотношение токов обратной или нулевой последовательности к фазным токам или току прямой последовательности	$I_2 / I_0 \geq I_{* \delta n0}$ $I_0 / I_{\delta} \geq I_{* \delta n0}$ $I_0 / I_1 \geq I_{* \delta n0}$
6	Отсутствие фазных токов	$I_{\delta j} = 0$
7	Отношение между модулями токов разных фаз	$ I_{\delta i} / I_{\delta i+1} - 1 \geq I_{* \delta n0}$
8	Комбинированный сигнал токов обратной и нулевой последовательностей	$ \dot{I}_2 + k\dot{I}_0 / I_{\delta} \geq I_{* \delta n0}$
9	Угловые соотношения между фазными токами	$ \arg(\dot{I}_{\delta i}) - \arg(\dot{I}_{\delta i+1}) \geq \Delta \varphi_{\delta n0}$

Контроль тока нулевой последовательности прост в реализации, но отсутствие направленности сужает область применения (ТЗНП может неселективно работать при неполнофазных режимах на параллельных линиях). Контроль тока обратной последовательности предпочтителен по сравнению с первым способом, т.к. позволяет его использовать для сетей с любым режимом нейтрали.

Контроль приращений фазных токов может быть использован на воздушных линиях как при наличии ответвлений, так и без них. Использование приращений позволяет повысить чувствительность защиты к неполнофазным режимам. Однако требуется контролировать не только относительное изменение токов, но и абсолютные

их значения для исключения ложного действие в области малых токов. Также требуется контролировать наличие несимметрии, чтобы защита не срабатывала излишне при отключении или включении нагрузки.

Контроль разности модулей фазных токов сочетает достоинства и недостатки принципов работы по токам нулевой и обратной последовательности и приращением фазных токов. Кроме того, эффективным можно считать принцип контроля отсутствия тока в одной из фаз. Данный принцип сравнительно прост и возможна его реализация на любой элементной базе. Он основывается на контроле всех фазных токов, причем фазный ток в нормальном режиме работы не может принимать значения ниже определенного уровня.

В настоящее время в сетях 110-220 кВ для защиты от неполнофазных режимов радиальных линий используются последние ступени токовой направленной защиты нулевой последовательности. Как показал инцидент на АЭС, использование одних только ТЗНП последних ступеней недостаточно для организации правильной работы релейной защиты при неполнофазном режиме. Более совершенным решением может быть защита с комбинацией способов распознавания неполнофазного режима, обеспечивающая селективное отключение поврежденной линии или действие на сигнал, если существование неполнофазного режима допустимо, как в выше приведенном примере с многоконцевой линией в цикле АПВ.

В ЮРГТУ(НПИ) разработана платформа резервной защиты КЕДР-07, на базе которой реализована защита от неполнофазных режимов с контролем наиболее информативных признаков, приведенных в таблице 2 и которая может быть использована в электрических распределительных сетях, в том числе имеющих источники в качестве АЭС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила устройства электроустановок: 6-е изд. перер. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 640 с.
2. Чернин, А.Б. Вычисление электрических величин и поведение релейной защиты при неполнофазных режимах в электрических системах / А.Б. Чернин. – М. : Госэнергоиздат, 1963. – 416 с.
3. Аверьянов, С.Д. Информационная справка. Радиационные аварии и Международная шкала ядерных событий (INES) [Электронный ресурс] / С.Д. Аверьянов // Ленинградская АЭС: технологическая площадка «кольца сайтов» атомной отрасли. – 2007. – Режим доступа: URL: http://www.laes.ru/content/actual/2007/19_09_01.htm – 06.05.2013.
4. Кульпинов, С.А. Аварии на атомных электростанциях [Электронный ресурс] / С.А. Кульпинов // Информация по гражданской обороне, предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций: методическое руководство. – 2003. – Режим доступа: URL: <http://gr-obor.narod.ru/p661.htm> – 06.05.2013.

About perfection of protection from current networks open-phase modes

I.V. Nagai

*South-Russian State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute),
132 Prosveschenia St., Novocherkassk, Rostov region, Russia 346428
e-mail: nagayiv@mail.ru*

Abstract – The article is devoted to the questions of rising an open-phase mode at NPP and also relay protection operating. The real case of open-phase mode rising at NPP is analyzed.

Keywords: relay protection, open-phase mode, nuclear power plant.

**СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ
ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС**

УДК 65.013, 004.93, 159.9:62

**ОПТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА
ТЕКУЩЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ
ОПЕРАТИВНОГО СОСТАВА УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ
АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

**© 2013 г. М.В. Алюшин, А.В. Алюшин, В.М. Белополюский,
Л.В. Колобашкина, В.Л. Ушаков**

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва

Поступила в редакцию 20.05.2013 г.

Представлены результаты разработки в НИЯУ МИФИ оптических технологий (ОТ) видимого и инфракрасного диапазонов для дистанционной регистрации биопараметров человека в пассивном режиме. Для обработки регистрируемых сигналов в шумах созданы высокопроизводительное аппаратное и программное обеспечение (ПО). Разработанные технологии и средства предназначены для построения современных систем мониторинга функционального состояния операторов управления объектами атомной энергетики, что позволит повысить безопасность их функционирования.

Ключевые слова: оптические технологии; функциональное состояние; текущий контроль; высокопроизводительные программные и аппаратные средства.

Применяемые в настоящее время на российских и иностранных объектах атомной отрасли средства контроля за функциональным и психоэмоциональным состоянием оперативного персонала, как правило, ограничены классическими «контактными» технологиями, применяемыми только при периодических обследованиях и при предсменном контроле, что не позволяет в полном объеме решить задачи обеспечения безопасности таких объектов.

Разработанные в НИЯУ МИФИ ОТ для систем мониторинга текущего функционального состояния оперативного состава управления основываются на регистрации изображения, в первую очередь, лица оператора в двух оптических диапазонах – видимом (0,4-0,7 мкм) и инфракрасном (8-12 мкм), что дает возможность надежно определять основные биопараметры человека, такие, например, как:

- параметры работы сердечно-сосудистой системы;
- параметры глаз и зрачков, а также динамику их изменения;
- параметры термометрии и дыхания;
- параметры, аналогичные фотоплетизмограмме и кожно-гальванической реакции.

ОТ видимого диапазона дают возможность также регистрировать направление взгляда оператора, работающего за пультом управления, например, АЭС, что позволяет контролировать порядок осмотра им показаний приборов на щите управления, а также регистрировать характерное время его реакции на возникающие визуальные и звуковые сигналы. Дальнейшая обработка этих данных в значительной степени повышает надежность оценки его текущего психоэмоционального состояния при использовании ОТ.

На рисунке 1 показано типичное рабочее место оператора блочного щита управления АЭС.

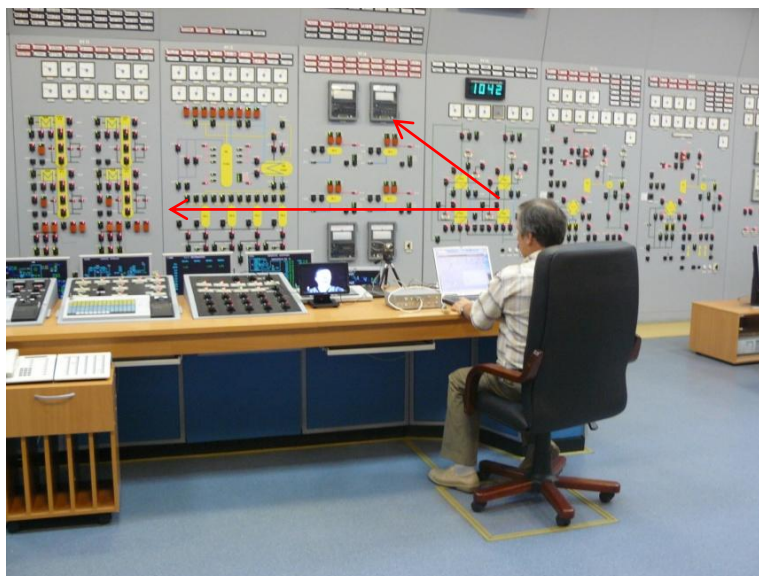


Рис. 1. Регистрация направления взгляда оператора блочного щита управления

Основными задачами при использовании ОТ для мониторинга текущего психоэмоционального состояния оперативного состава являются:

- трекинг и идентификация оператора;
- выделение полезного физического сигнала;
- определение текущих значений биопараметров;
- анализ и интерпретация полученных значений биопараметров.

Трекинг и идентификация оператора осуществляются на основе использования иерархичной зонной модели изображения оператора. На первом уровне иерархии осуществляется выделение контура конкретного оператора в поле зрения видеокамеры (видеокамер). На втором уровне выделяются определенные информативные зоны на теле оператора в пределах выделенного контура на первом уровне и так далее. Степень детализации анализируемого изображения при определении основных биопараметров оператора (количество уровней иерархии) составляет 5 – 7. На каждом уровне иерархии осуществляется независимый трекинг за положением всех выделенных зон в анализируемом изображении оператора. Данная модель позволяет эффективно решить задачу трекинга заданных областей для постоянно перемещающихся операторов.

На рисунке 2 приведен пример применяемой фрагментации инфракрасного изображения лица оператора на шесть зон на четвертом уровне иерархии (T_1 – T_6 – измеряемые температуры выделенных областей).



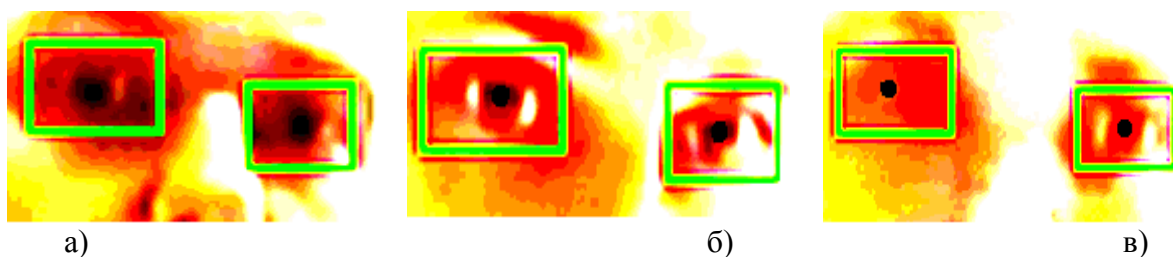
1, 2 – зоны щек; 3 – зона лба и глаз; 4 – зона носа, рта и подбородка; 5, 6 – зоны ушей.

Рис. 2. Пример фрагментации инфракрасного изображения лица оператора

Адаптация системы мониторинга на основе ОТ для периодических обследований и предсменного контроля с фиксированным положением оператора заключается в упрощении алгоритма трекинга или полным отказом от него на первом уровне иерархии.

Выделение полезного физического сигнала и определение текущих значений биопараметров оператора осуществляются на определенном уровне детализации в соответствии с иерархической моделью изображения оператора. Так, определение температуры выделенных областей лица оператора осуществляется на четвертом уровне иерархии (рис. 2).

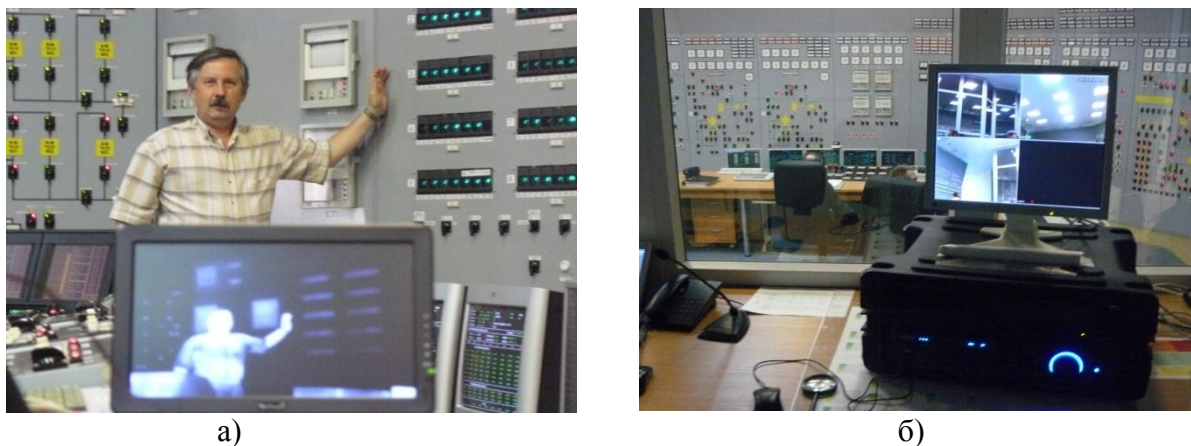
Аналогичным образом осуществляется обработка оптической информации в видимом спектре. На рисунке 3 показан пример обработки лица оператора на шестом уровне иерархии (выделение зрачков). Регистрируемыми биопараметрами в рассматриваемом случае являются средние размеры (диаметры) зрачков глаза оператора.



а – зрачки расширены; б – нормальное состояние зрачков; в – зрачки сужены

Рис. 3. Анализ размера зрачков оператора при неизменном уровне освещения

Достоверность определения биопараметров при использовании ОТ в значительной степени зависит от уровня и характера существующих оптических помех. Наличие стационарных (например, освещение) и динамических (световая индикация приборов, компьютеров и т.д.) помех высокой интенсивности может привести к сбоям в работе системы регистрации биопараметров. Для минимизации влияния оптических помех необходимо произвести анализ существующих помех и их параметров, а также использовать помехоустойчивые алгоритмы обработки изображения, способные подавлять выявленные помехи, либо использовать активные методы регистрации [1]. На рисунке 4 показаны процедуры выявления существующих инфракрасных помех в зале блочного щита управления.



а – помехи от нагретых приборов щита управления; б – помехи от нагретых осветительных приборов.

Рис. 4. Выявление помех в инфракрасном диапазоне

Наличие помех оптического диапазона, а также возможность интенсивного перемещения операторов по залу приводят к необходимости применения алгоритмов, устойчивых к потерям данных на любом из уровней обработки (например, оператор случайно закрыл лицо рукой). В таблице 1 приведены статистические данные по числу повторений операций на каждом из возможных уровней обработки оптической информации (вычислительная сложность указана в операциях с плавающей точкой в секунду).

Таблица 1. Характеристики вычислительных алгоритмов для различных уровней обработки

№№ п/п	Уровень иерархии задачи	Основные выполняемые процедуры и функции	Среднее число повторений	Уровень вычислительной сложности	Вероятность успешного завершения
1.	Первый	Выделение контура тела	1-2	10^2	98%
2.	Второй	Выделение контура головы	1-3	10^4	95%
3.	Третий	Выделение области лица	1-3	10^4	90%
4.	Четвертый	Выделение областей глаз, носа, щек, подбородка и т.д.	1-3	10^5	85%
5.	Пятый	Выделение области белков глаз	1-3	10^5	90%
6.	Шестой	Определение области зрачков	1	10^3	95%
7.	Седьмой	Определение направления взгляда	1	10^3	97%

Для выделения полезного физического сигнала, определения текущих значений биопараметров на основе ОТ в НИЯУ МИФИ разработан комплект высокопроизводительных электронных модулей, а также специализированное ПО, позволяющие осуществить интеллектуальную обработку, как правило, сильно зашумленных сигналов в реальном масштабе времени [2-3]. Кроме этого, повышение достоверности производимых измерений достигается за счет одновременного использования иерархической зонной модели изображения оператора как в видимом, так и в инфракрасном оптическом диапазонах. На рисунке 5 показан внешний вид разработанного высокопроизводительного модуля на основе кластера из 6 сигнальных процессоров Shark.



Рис. 5. Электронный модуль в стандарте Евромеханика 6U

На рисунке 6 показана типичная последовательность решаемых задач с помощью разработанного специализированного ПО при наличии интенсивных оптических помех (для упрощения рисунка уровни обработки, представленные в таблице 1, соответственно – 2 и 3, 4 и 5, 6 и 7 – объединены).

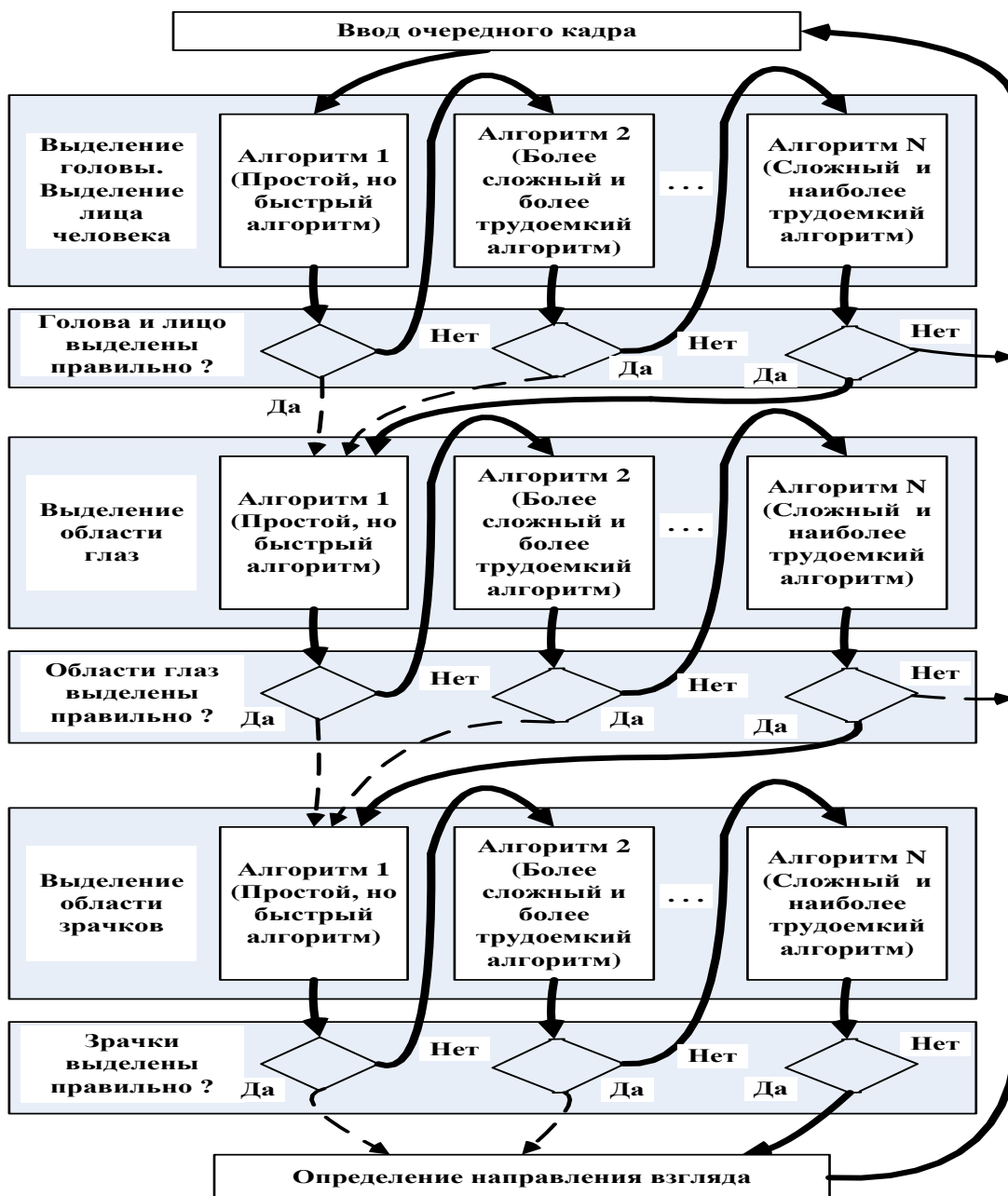


Рис. 6. Последовательность решения задач с помощью разработанного специализированного ПО

Разработанные аппаратные и программные средства дают возможность в полной мере реализовать потенциальные возможности ОТ, а именно осуществить:

1) Анализ цвета белков глаз оператора. Оператор щита управления АЭС имеет постоянную нагрузку на глаза, так как должен периодически просматривать показания большого числа приборов, расположенных в различных местах щита. Постоянный контроль за цветом белков глаз дает возможность своевременно выявить состояние усталости и переутомления у оператора, а также диагностировать ряд серьезных

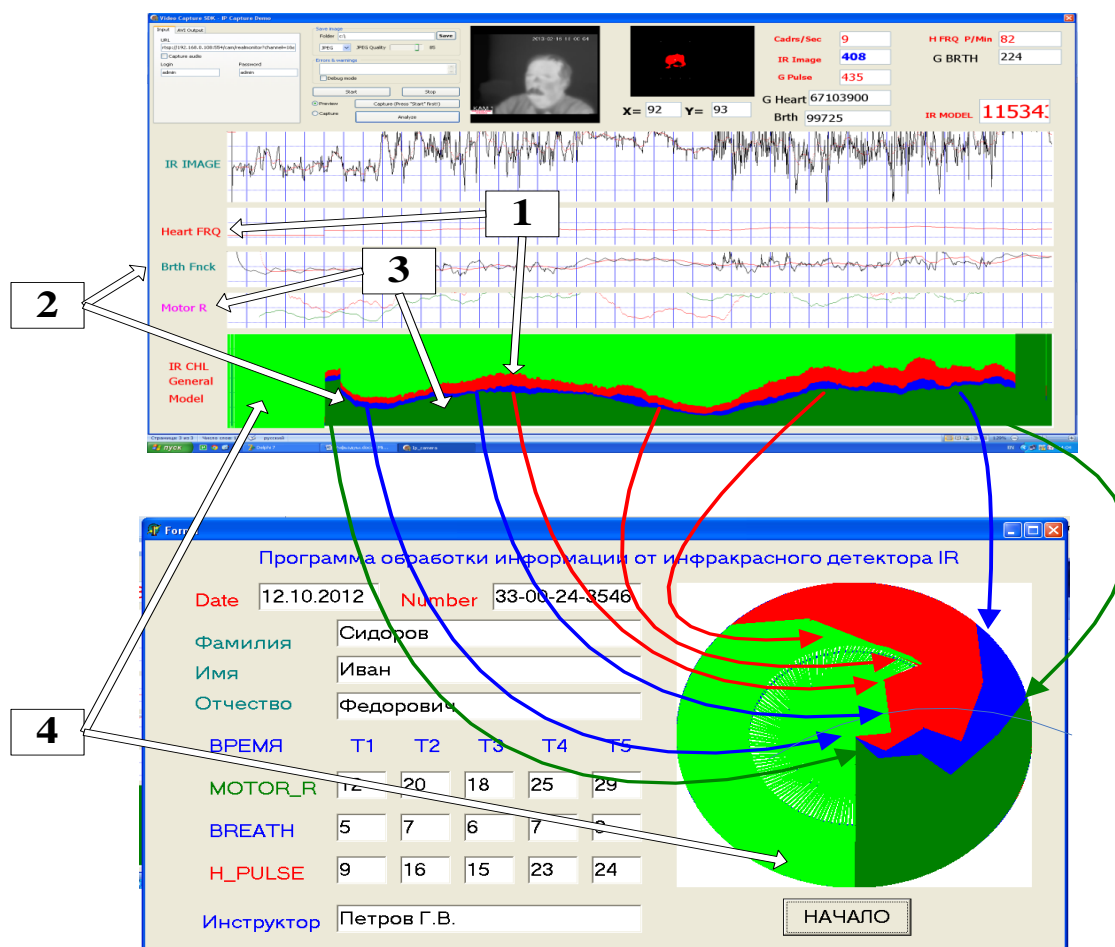
заболеваний. В качестве определяемых параметров в ПАК используются степень окрашенности глаза (в процентах), код цвета окрашенности глаза.

2) Анализ размера зрачков глаз оператора, а также динамики его изменения с целью регистрации наркотического или алкогольного опьянения.

3) Регистрацию пупилограммы (зрачковой реакции) [4], дающей возможность определить состояние человека, его активность, уровень истощения, стресса. Достоинство этого метода заключается в том, что для регистрации пупилограммы требуется примерно $t=0,5$ с непрерывной съемки глаза и примерно $t=2$ с для определения состояния оператора.

4) Регистрацию окулограммы [5], которая описывает регулярное изменение направления взгляда оператора. Регистрируются как горизонтальная, так и вертикальная составляющая окулограммы.

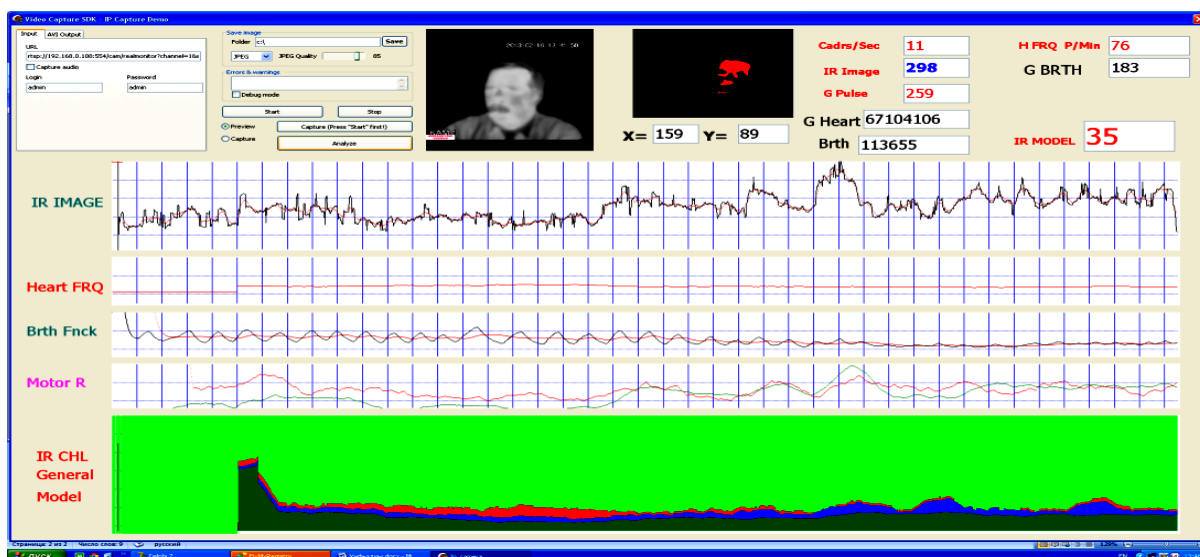
Анализ значений биопараметров оператора, оценка его функционального состояния, а также поддержание соответствующей базы данных осуществляются с помощью разработанного ПО. Пример рабочего окна программной оболочки приведен на рисунке 7. ПО позволяет зарегистрировать временное изменение биопараметров оператора, а также представить полученные результаты в виде круговых диаграмм (центр диаграмм соответствует времени начала регистрации биопараметров, а периферийная зона – окончанию). На рисунке 7 показана регистрация с помощью разработанных средств трех биопараметров (данные приведены в нормированном виде относительно максимально возможных значений для данного оператора).



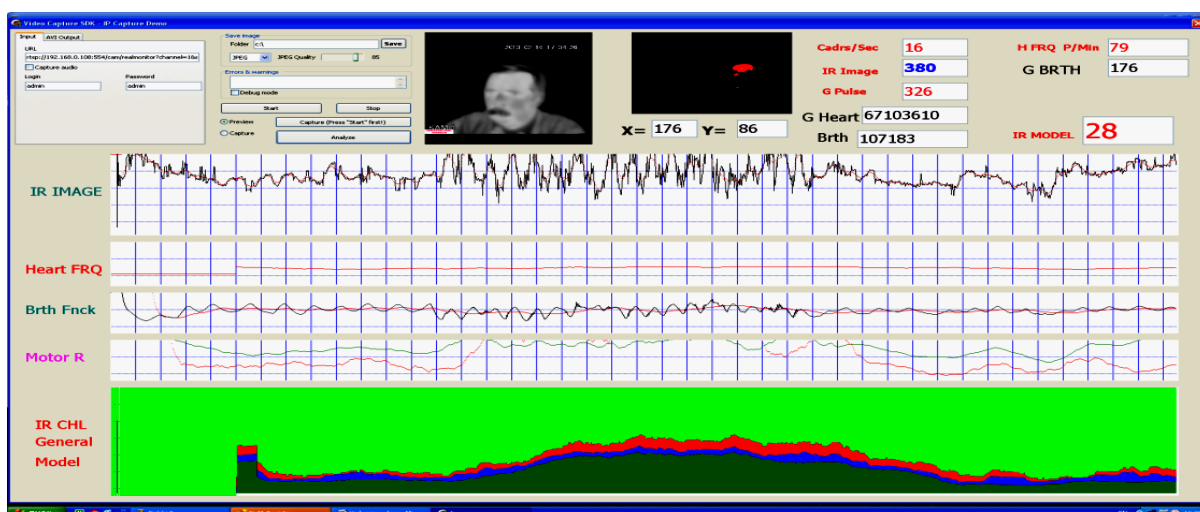
1 – частота пульса; 2- частота дыхания; 3-двигательная активность; 4 – «эмоциональный резерв»

Рис. 7. Построение круговых диаграмм, отображающих текущее состояние оператора

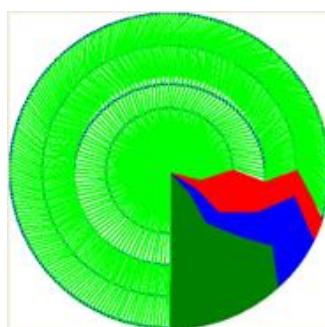
На рисунке 8 представлены результаты обработки биопараметров при выполнении простого и сложного тестовых заданий. Полученные результаты показывают, что для данного оператора «эмоциональный резерв» составляет примерно 75% и 60% для решаемых задач указанной сложности.



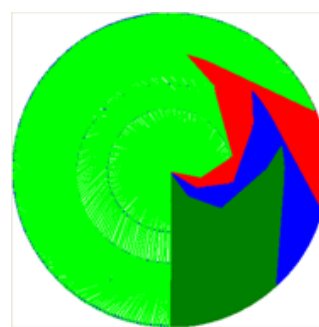
а)



б)



в)

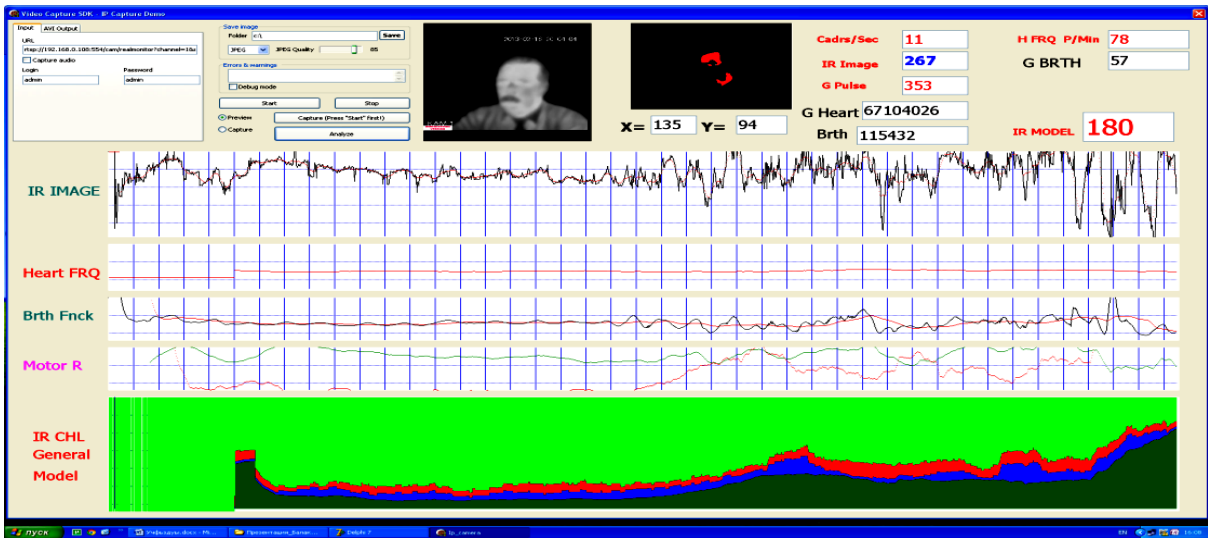


г)

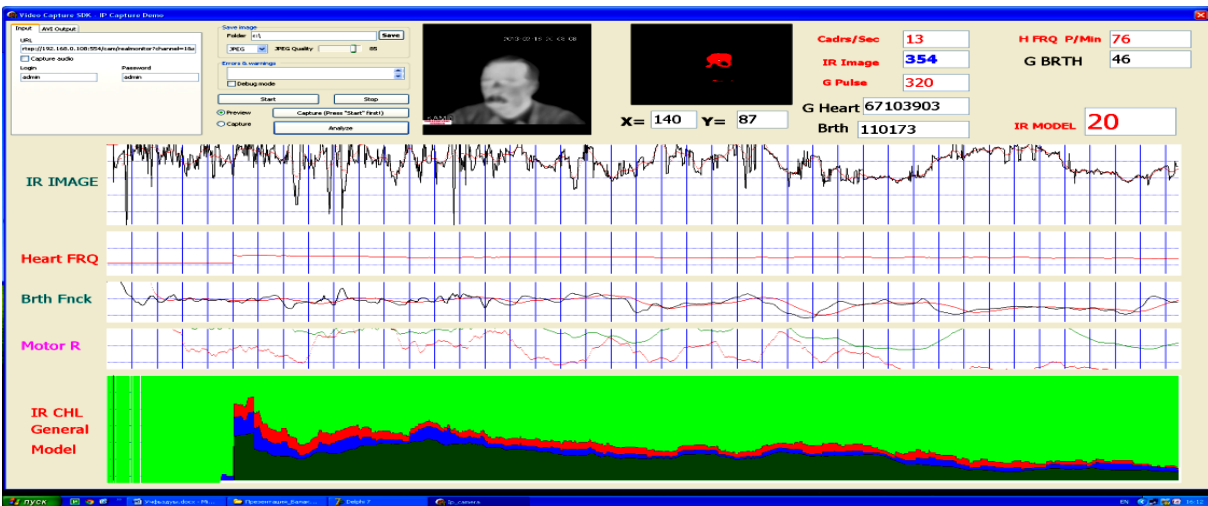
а – спокойное решение поставленной задачи; б – сильное волнение в середине тестового цикла;
в и г – круговые диаграммы для приведенных случаев

Рис. 8. Изменение текущего психоэмоционального состояния в процессе тестирования

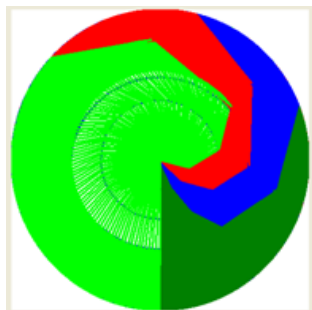
На рисунке 9 представлены аналогичные результаты при выполнении тестовых заданий с изменяющейся сложностью. «Эмоциональный резерв» на момент окончания тестирования составлял примерно 30% и 70%.



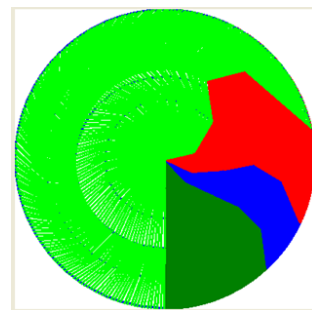
а)



б)



в)



г)

а – решение задачи с возрастающим напряжением; б – решение задачи со спадом напряжения;
в и г – круговые диаграммы для приведенных случаев

Рис. 9. Изменение текущего психоэмоционального состояния в процессе тестирования

ВЫВОДЫ

Таким образом, разработанные аппаратные и программные средства на основе ОТ позволяют создать современную систему дистанционного мониторинга текущего функционального состояния операторов управления опасными объектами атомной отрасли с целью повышения безопасности их функционирования за счет минимизации влияния так называемого «человеческого фактора».

Созданные средства позволяют осуществить неконтактную дистанционную регистрацию значимых биопараметров операторов управления ядерными объектами в пассивном режиме.

Разработанные высокопроизводительные электронные модули и специализированное ПО дают возможность осуществить разработку прототипа системы мониторинга с заданными техническими характеристиками с минимальными временными и материальными затратами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алюшин, М.В. и др.* Система слежения за взглядом человека для контроля действий оператора управления атомными станциями [Текст] / М.В. Алюшин, А.В. Алюшин, Б.М. Величковский, Л.В. Колобашкина // Труды научной сессии НИЯУ МИФИ – 2010. В 6 томах. – Том 1. Физико-технические проблемы ядерной энергетики. Экологическая и радиационная безопасность. Прикладная ядерная физика. Ядерная медицина. – М. : НИЯУ МИФИ, 2010. – С. 161.
2. *Алюшин, М.В. и др.* 3U и 6U модули цифровой обработки данных для макетирования систем с реконфигурируемой структурой [Текст] / М.В. Алюшин, А.В. Алюшин, Л.В. Колобашкина [и др.] // Естественные и технические науки. – 2011. – №4. – С. 452.
3. *Алюшин, М.В. и др.* Электронные системы анализа движения глаз человека [Текст] / М.В. Алюшин, А.В. Алюшин, Л.В. Колобашкина // Датчики и системы. – 2010. – №4. – С. 28.
4. Пат. 2123797 РФ МКИ А61В 3/00. Способ регистрации зрачковых реакций и устройство для его осуществления [Текст].
5. Пат. 1194412 СССР МКИ А61F 9/00. Способ калибровки окулограмм [Текст].

Optical technologies for the operational staff current functional state monitoring systems for the atomic energy objects

M.V. Alyushin, A.V. Alyushin, V.M. Belopolsky, L.V. Kolobashkina, V.L. Ushakov

National Research Nuclear University «MEPhI», Moscow, Russia 115409

e-mail: MVAlyushin@mephi.ru

Abstract – The article presents the optical technologies of visual and infrared bands for distant registration of human bio parameters in passive mode developed at NRNU MEPhI. The high performance hardware and software means for noisy signals processing are developed. These technologies and means are aimed at creation the modern systems of monitoring the functional state of atomic energetic objects' control operators, it permits to improve their security level.

Keywords: optical technologies; functional state; current monitoring; high performance hardware and software means.

**СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ
ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС**

УДК 378.046.4; 69.007

**ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ,
ВЫПОЛНЯЮЩИХ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫЕ
И ПУСКОНАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ НА ОБЪЕКТАХ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ**

© 2013 г. В.С. Опекунов, А.В. Стамбулко

Саморегулируемая организация Некоммерческое партнерство «Объединение организаций выполняющих строительство, реконструкцию, капитальный ремонт объектов атомной отрасли «Союзатомстрой», Москва

Поступила в редакцию 24.05.2013 г.

Рассмотрены основные направления образовательного проекта саморегулируемой организации атомной отрасли по повышению квалификации специалистов, выполняющих строительные и пусконаладочные работы на ОИАЭ, а так же система учебных программ повышения квалификации инженерно-технических работников и специалистов предприятий, входящих в саморегулируемые организации атомной отрасли.

Ключевые слова: повышение квалификации, система обучения, программа, образование, строительство, саморегулируемая организация, атомная отрасль.

Программа развития атомного энергетического комплекса России предусматривает комплексное развитие ядерной энергетики. В связи с этим крайне актуальным является повышение качества строительства объектов использования атомной энергии (ОИАЭ), как одного из элементов повышения общего уровня безопасной и в последующем надежной эксплуатации энергоблоков АЭС.

Обеспечение требований безопасности к объектам использования атомной энергии базируется на формировании заданного уровня квалификации специалистов предприятий, выполняющих строительные и пусконаладочные работы при их сооружении и вводе в эксплуатацию. В современных условиях саморегулирования строительной отрасли это реализуется, в том числе, обеспечением условий повышения квалификации руководителей и специалистов предприятий – членов СРО атомной отрасли.

Образовательный проект СРО атомной отрасли является неотъемлемой частью кадрового обеспечения инвестиционных программ Корпорации «Росатом» в части сооружения ОИАЭ. Исходя из существующих кадровых проблем строительного комплекса атомной отрасли, связанного с дефицитом квалифицированного персонала (как инженерно-технических работников, так и рабочих), высокой текучестью кадров, несоответствия квалификации рабочего персонала требованиям при выполнении работ на ОИАЭ были сформулированы основные задачи образовательного проекта:

- развитие отраслевой системы обучения персонала предприятий, являющихся членами СРО атомной отрасли;
- создание системного рекрутинга персонала для сооружения ОИАЭ.

Для осуществления поставленных задач в рамках программы «Развитие СРО атомной отрасли на 2011-12 годы» были определены основные направления образовательного проекта СРО на этот период:

- повышение квалификации;
- профессиональная переподготовка кадров;
- квалификационная аттестация;
- профессиональная подготовка рабочих.

Реализация одной из основных составляющих образовательного проекта – повышение квалификации специалистов [1, 2].

На первом этапе организации повышения квалификации руководителей, инженерно-технических работников и линейного персонала были выделены главные составляющие: работа с образовательными учреждениями, разработка и экспертиза учебных программ курсов повышения квалификации, формирование групп слушателей.

Работа с образовательными учреждениями проводилась путем определения ВУЗа строительного профиля расположенного в районе, исторически сформированного кластера строительных, пусконаладочных, проектных и изыскательских предприятий–членов СРО атомной отрасли.

С 2011 года СРО атомной отрасли, в соответствии с решением общего собрания, становится не только организатором, но и заказчиком процесса повышения квалификации, стороной договора об оказании образовательных услуг. СРО приняла на себя функции планирования организационной составляющей учебного процесса, формирования бюджета образовательного проекта. Статус Заказчика-плательщика позволил влиять на качество обучения, определять и регулировать условия, в которых проводится обучение, контролировать посещаемость слушателями занятий. Формирование групп слушателей проводилось в плановом порядке по заявкам предприятий на основании План-графика и Перечня учебных программ.

Конкурс образовательных учреждений, проведенный на основании закрытого запроса предложений на право проведения курсов повышения квалификации, позволил сформировать пул образовательных учреждений, осуществляющих с 2012 года программы повышения квалификации (ППК) для руководителей и специалистов предприятий СРО атомной отрасли, а так же начать оптимизацию географии образовательных учреждений, принимающих участие в образовательном проекте СРО. Кроме того, к образовательным учреждениям были предъявлены единые требования по осуществлению учебного процесса в части организационной (оборудование учебных аудиторий, решение вопросов организации проживания и питания слушателей, состав преподавателей) и учебно-методической работы (разработка учебных программ, материалов для дистанционного этапа обучения, лекционного курса).

Исходя из потребности организаций-членов СРО, проведена разработка новых программ повышения квалификации. В 2011 и 2012 годах обучение проводилось соответственно по 31 и 36 программам повышения квалификации (см. таблицу 1), с января 2013 года курсы повышения квалификации организованы по 50 программам, а с июля 2013 года по 60 программам.

Таблица 1. Динамика показателей повышения квалификации

Показатели ПК	2010 год	2011 год	2012 год	2013 год (с января)	2013 год (с июля)
Количество программ ПК по СРО атомной отрасли, в т.ч.	18	31	36	51	60
СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ»	11	20	23	36	44
СРО НП «СОЮЗАТОМПРОЕКТ»	5	9	11	12	13
СРО НП «СОЮЗАТОМГЕО»	2	2	2	3	3
Количество слушателей, прошедших повышение квалификации	1040	2570	3535	3500 (план)	3500 (план)

Это позволило организовать: в 2011 году 106 учебных потоков, в 2012 году 143 учебных потока, на которых повысили квалификацию соответственно 2570 и 3535 слушателей. В 2013 году к участию в образовательном проекте привлечено 14 образовательных учреждений, причем при сравнимом ежегодном бюджете (с 2012 годом) в 50 млн. руб. и плановой цифре ежегодного повышения квалификации 3,5 тыс. слушателей, будет организовано около 180 курсов обучения.

Программой «Развитие СРО атомной отрасли на 2013-14 годы» предусмотрено, в качестве приоритета, дальнейшее расширения перечня программ повышения квалификации в образовательных учреждениях, расположенных в местах площадок строящихся объектов использования атомной энергии. Это такие учебные центры как: Волгодонский филиал НИЯУ МИФИ – площадка Ростовской АЭС, Институт ядерной энергетики филиал СПбГПУ (Сосновый Бор) – площадка Ленинградской АЭС, НОУ «Учебный центр подготовки рабочих» и Нововоронежский УТЦ «Атомтехэнерго» – площадка Нововоронежской АЭС (см. таблицу 2).

Таблица 2. Образовательные учреждения, расположенные в местах площадок строящихся ОИАЭ

Образовательные учреждения, расположенные в местах площадок строящихся ОИАЭ	Количество слушателей		Количество программ повышения квалификации	
	2012 г.	2013 г. (план)	2012 г.	2013 г. (план)
ВИТИ ф-л НИЯУ МИФИ г. Волгодонск	168	200	5	7
ИЯЭ (ф-л) "СПбГПУ" г. Сосновый Бор	178	250	3	6
НВ УТЦ АТЭ г. Нововоронеж	-	100	-	6
НОУ УЦПР г. Нововоронеж	-	500	-	15
Итого:	346	1050	8	

Лекционный материал, излагаемый на курсах, осуществляемых в этих образовательных учреждениях, разработан на основе личного опыта преподавателей принимавших участие в строительстве объектов и монтаже оборудования Ростовской, Ленинградской, Нововоронежской АЭС.

ВИТИ НИЯУ МИФИ (г. Волгодонск) осуществляет программы повышения квалификации по устройству бетонных конструкций, монтажу конструкций, устройству инженерных систем, монтажу оборудования ОИАЭ и строительному контролю. Внедряются новые программы такие как:

- геодезические работы, выполняемые на строительных площадках в процессе сооружения ОИАЭ, где рассматриваются такие вопросы, как: ПОС, включая генеральный план и основные архитектурные решения зданий и сооружений АЭС; ППР, ППГР на строительство основных сооружений блоков АЭС (реакторное отделение, машинный зал, ЭЭТУ, градирни, инженерных коммуникаций); проведение испытаний на герметичность и прочность защитных герметичных оболочек и организация мониторинга за их состоянием на АЭС с ВВЭР (опыт проведения ПНР на Ростовской АЭС); ППР, ППГР на монтаж технологического оборудования АЭС, включая оборудование первого контура (реактор, парогенератор, ГЦН, трубопроводы), машина перегрузки топлива, кран кругового действия, турбогенератор.

- разработка сметной документации на строительные, монтажные, пусконаладочные работы с использованием обновленных сметных нормативов на объектах атомной отрасли. Основное внимание на занятиях уделяется особенностям работы с программным комплексом «Атом-смета».

В Институте ядерной энергетики (филиал) СПбГПУ (г. Сосновый Бор) осуществляются программы по монтажу оборудования ОИАЭ и строительному контролю, по подготовке технологических решений объектов атомной энергетики, промышленности и их комплексов, разработки обоснования радиационной и ядерной защиты ОИАЭ.

Нововоронежский УТЦ «Атомтехэнерго» осуществляет программы по проведению пусконаладочных работ: на технологических системах и оборудовании реакторного отделения и турбинного отделения АЭС, электротехнического отделения и химического отделения АЭС, на оборудовании автоматизированной системы управления технологическими процессами АЭС.

С 2013 года в ИЯЭ и НВ УТЦ «АТЭ» реализуются программы, раскрывающие основные положения проекта российской АЭС на базе реакторов типа ВВЭР, основы технологии и безопасности, особенности функционирования АЭС. Программы ориентированы на специалистов строительно-монтажных и пуско-наладочных организаций, не имевших опыта работы по размещению, проектированию, сооружению и вводу в эксплуатацию атомных станций данного типа. Эти занятия являются интересными и полезными для преподавателей, занятых в образовательном проекте СРО. Основным ориентир в программах сделан соответственно на Проекты ЛАЭС-2 (РУ В-491) и НВ АЭС-2 (РУ В-392М), которые отличаются как в части технологических систем, так в части АСУ ТП и электрооборудования.

Основным ключевым моментом программы развития образовательного проекта в 2013 году является проведение ППК в отраслевом учебном центре НОУ «УЦПР», созданным Саморегулируемой организацией атомной отрасли совместно с ОАО «АТОМТЕХЭНЕРГО», ОАО «НИКИМТ-Атомстрой», ОАО «ЭНЕРГОСПЕЦМОНТАЖ».

Учебный центр подготовки рабочих осуществляет дополнительное профессиональное образование – повышение квалификацию по таким программам как: устройство бетонных конструкций, устройство наружных сетей и внутренних инженерных систем, монтаж оборудования ОИАЭ, строительный контроль, проектное управление строительством, внедрение систем менеджмента качества при строительстве ОИАЭ, технологии выполнения строительно-монтажных и пусконаладочных работ на ОИАЭ.

На базе НОУ УЦПР с апреля 2013 года в Москве и с мая 2013 года в Нововоронеже проводятся программы повышения квалификации для руководителей, инженерно-технических работников и линейного персонала строительно-монтажных предприятий.

В основе образовательного процесса в НОУ «УЦПР» привлечение к участию в разработке учебных программ и проведению занятий специалистов из головных предприятий-членов СРО, практиков, имеющих многолетний опыт работы в атомной отрасли. Это позволяет эффективно проводить практические занятия, организовывать широкий обмен мнениями между слушателя курсов и привлекаемыми для занятий специалистами, существенно повысить в осуществляемых программах саму составляющую «атомной» тематики.

Помимо этого, в НОУ «УЦПР» будет решаться задача повышения квалификации линейного персонала (начальники участков, прорабы, мастера, бригадиры). Программы повышения квалификации линейного персонала будут вводиться, в первую очередь, на Нововоронежской площадке УЦПР. Это позволит проводить повышение квалификации специалистов, занятых на сооружении объектов Нововоронежской АЭС, на «местах», т.е. непосредственно там, где они работают.

А на базе Нововоронежского филиала Учебного центра подготовки рабочих с

июля 2013 года планируется проводить программы повышения квалификации для линейного персонала строительно-монтажных предприятий, работающих на Нововоронежской АЭС. Программы будут составлены по устройству бетонных конструкций, устройству наружных сетей и внутренних инженерных систем, монтажу оборудования ОИАЭ, строительному контролю, проектному управлению строительством ОИАЭ.

Другим важным направлением развития образовательного проекта СРО атомной отрасли является проведение комплекса мер, обеспечивающих повышение качества обучения руководителей и специалистов по ППК. Здесь предусматриваются такие мероприятия как:

- актуализация программ повышения квалификации, учебно-методических и нормативных материалов. Введение в действие типовых ППК;

- включение в ППК тематики, отражающей деятельность СРО: правил саморегулирования, требований к выдаче свидетельств о допусках, применения стандартов СРО, порядка осуществления контроля деятельности организаций – членов СРО атомной отрасли;

- создание и введение в действие системы контроля усвоения слушателями материалов дистанционного этапа обучения по ППК;

- разработка мероприятий по организации активной формы дистанционного этапа обучения; разработка регламентов прохождения слушателями дистанционного этапа с использованием активных форм обучения;

- разработка перечня программ дополнительного профессионального образования, обеспечивающего потребности в повышении квалификации специалистов организаций – членов СРО.

Осуществление указанных мероприятий проводится совместно с экспертным сообществом, формируемым на базе Комитета по образованию СРО атомной отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Опекунов, В.С. и др.* Повышение квалификации специалистов – путь к модернизации отрасли [Текст] / В.С. Опекунов, Т.А. Ивчик, А.К. Шрейбер // Экономика строительства – №3. – 2011.
2. *Доронкина, Л.Н. и др.* Профессиональная переквалификация и повышение образовательного уровня в строительной отрасли [Текст] / Л.Н. Доронкина, А.В. Стамбулко. – Экономика строительства. – №5. – 2011.

Advanced training of the specialists in building, assembling and start-up operations at nuclear power plants

V.S. Opekunov*, A.V. Stambulko**

*Self-regulated organization non-profit partnership «Soyuzatomstroy» (SRO NP «SoyuzAtomStroy»)
29/1 Bolshaya Ordynka St, Moscow, 119017*

**e-mail: info@atomsro.ru ; ** e-mail: stambulko@atomsro.ru*

Abstract – The article presents the main directions of self-regulated nuclear organization's educational project aimed at advanced training of specialists in building, assembling and start-up operations at nuclear power plants as well as the system of advanced educational programs for engineering and technical personnel of enterprises which are the members of self-regulated organizations of nuclear industry.

Keywords: advanced professional training, education plan, program, education, construction, self-regulated organization, nuclear industry.

**СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ
ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС**

УДК 338.24

**ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ ИНСАЙДЕРСКОГО КОНТРОЛЯ
В ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»**

© 2013 г. М.В. Головки

*Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского
ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.*

Поступила в редакцию 29.05.2013 г.

В статье раскрыта одна из актуальных проблем обеспечения экономической безопасности, связанная с изъятием инсайдерской ренты в госкорпорациях путем использования теневых трансакций.

Ключевые слова: инсайдеры, рента, безопасность, госкорпорация, внутренний контроль.

Последнее время актуализировались проблемы обеспечения национальной безопасности. Следует отметить, что безопасность является многоаспектным понятием и требует мультидисциплинарного подхода. Вот почему достаточно частым стал вопрос о культуре безопасности. В данном понятии тесно переплетены социокультурные, правовые, а также, безусловно, экономические составляющие.

В данной статье речь пойдет об экономической компоненте национальной безопасности. Экономика является базисом развития остальных сфер человеческой жизнедеятельности. Так, сколь бы ни был уникален и инновационен продукт или технология, они должны принести экономический эффект пользователю или создателю. В то же время, если вовремя не найдены финансовые ресурсы для поддержки приоритетных начинаний в сфере науки и техники, то ожидаемая выгода может быть упущена. Особое значение при этом приобретает целевое использование средств, выделяемых на развитие общественно значимых объектов и процессов.

Именно поэтому считаем необходимым отметить, что повышенного внимания заслуживают проблемы обеспечения экономической безопасности хозяйствующих субъектов, функционирующих в сфере атомной энергетики, поскольку результаты их деятельности не только существенным образом влияют на темпы экономического развития государства, но и ставят в зависимость общественную безопасность. В этих условиях нарушение установленных правил становится крайне опасным и требует повышенного внимания и контроля и со стороны государства (внешний контроль), и со стороны самого предприятия, его менеджмента и наемных работников (самоконтроль, самоограничение, внутренний контроль).

Типичной для российского крупного бизнеса стала инсайдерская модель корпоративного управления, смысл которой в стремлении извлекать ренту за счет контроля над финансовыми потоками. Инсайдеры – лица или группы лиц, заинтересованные в деятельности корпорации, которые благодаря своему формальному (а также и неформальному) положению и при помощи внеэкономического принуждения, влияют на корпоративные решения, полностью или частично контролируют финансовые потоки и стремятся изымать их часть в виде ренты. Они зачастую основывают специальные оффшорные компании, оперирующие как центры прибыли, которые накапливают инсайдерскую ренту, широко используя

мошеннические трансакции [1]. Неотъемлемыми объектами инсайдерской инфраструктуры являются коррупционные схемы с представителями власти и связи с криминальными структурами. Дзарасов Р. представляет механизм неформального контроля следующим образом (рис. 1):

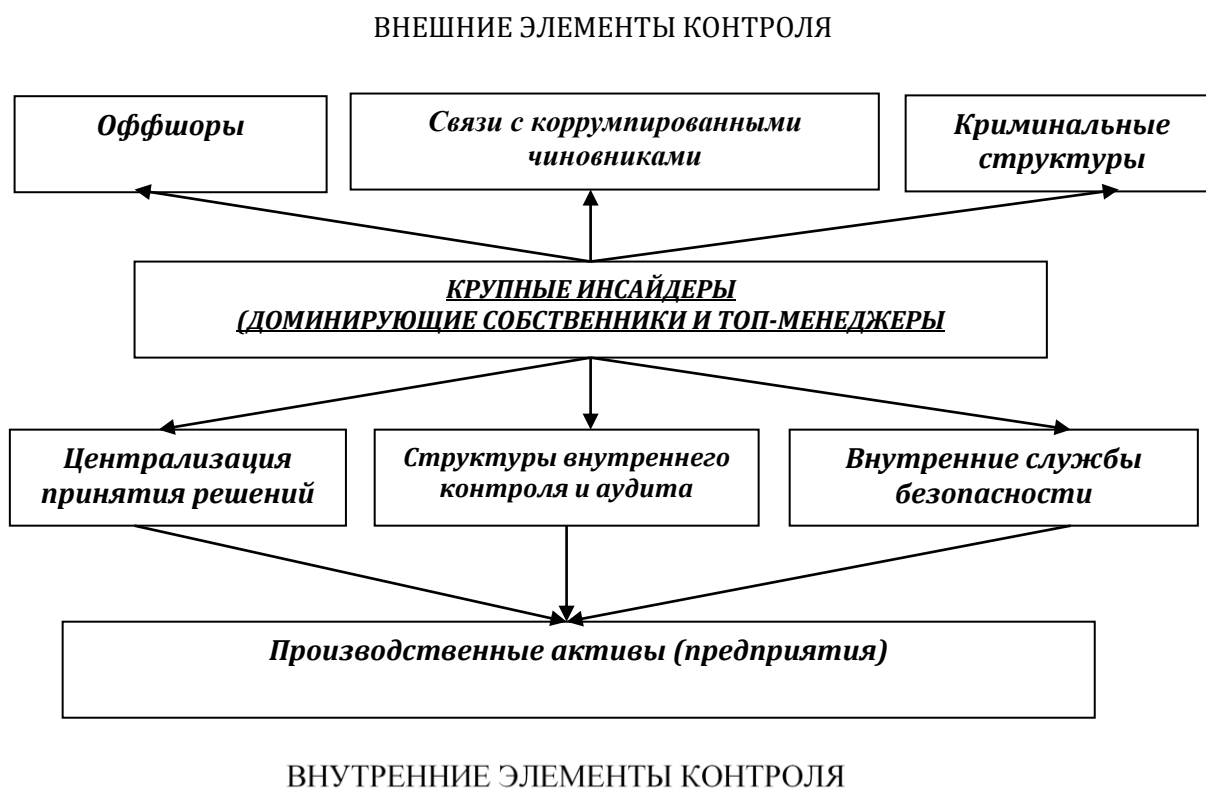


Рис. 1. Инфраструктура инсайдерского контроля над активами [2]

Извлечение инсайдерской ренты приводит к конфликтам между крупными и мелкими акционерами, невыплатам дивидендов [3], снижению доходов менеджмента, сокращению расходов на социальные нужды наемных работников.

Возможности установления инсайдерского контроля возрастают при усилении внутрифирменных конфликтов, развитие которых зачастую происходит в процессе конкуренции за ресурсы. При этом, стимулы для инсайдеров тем выше, чем больше финансовые потоки. Следовательно, государственные корпорации с бюджетным финансированием являются крайне привлекательным объектом для инсайдеров.

Так, по данным, представленным исследователем этой проблемы Соколовым А., по трем наиболее крупным проектам Роснано (производство солнечных батарей ООО «Хевел», поликристаллического кремния на ООО «Усолъе-Сибирский Силикон», пластиковых дисплеев ЗАО «Пластик Лоджик») вывод инсайдерской ренты составил не менее 35%, 31% и 25% соответственно от общего объема капиталовложений [4]. В рамках государственной корпорации «Олимпстрой» объем вывода ренты в среднем по 7 олимпийским объектам и трассе «Адлер-Красная Поляна» составил 54,2%, а средний перерасход по сравнению и изначальной стоимостью – 168% [5]. Общий объем вывода ренты по 8 объектам Олимпиады уже составляет примерно 4,8 млрд. долларов. Не удивительно, что затраты на Олимпиаду Сочи-2014 уже стали самыми большими за всю историю олимпиад.

Система инсайдерского контроля в госкорпорациях приводит к таким негативным последствиям, как нарушение общественных интересов, ухудшение ситуации на

подконтрольных предприятиях, неэффективное и нецелевое использование бюджетных средств, снижение качества управления, возрастание уровня некомпетентности, невыполнение поставленных в федеральных программах и стратегиях развития целевых показателей, низкий уровень научной и инновационной деятельности, утечка капитала и переход активов под иностранный контроль.

Как показывают результаты научных исследований, а также многочисленные факты, освещаемые в СМИ, эта проблема не обошла стороной и ГК «Росатом». Так, в рамках исследования инвестиционных проектов «Росатом», касающихся строительства более 15 новых АЭС к 2020 г. и позже, удалось выявить перерасход по проектам уже в 43,5 % (см. таблицу 1).

Таблица 1. Инсайдерский контроль в госкорпорациях и его последствия [6]

Элементы ИК/ГК	Роснано	Олимпстрой	Росатом
1. Привлекательность для рентоориентированных групп лиц	+	+	+
2. Инфраструктура неформального инсайдерского контроля (связи с гос.чиновниками, «своя» команда управленцев)	+	+	+
3. Механизмы изъятия инсайдерской ренты (оффшоры, откаты, взятки, необоснованно высокие оклады, привилегии и др.)	Неполные данные	+	+
4. Подрыв спроса и предложения инвестиций:	+	+	+
- перерасход средств по проектам в ходе их реализации	+	+168%	+43,5%
- превышение кап.затрат по проектам по сравнению с группой аналогов	+25-35%	+54,2%	Нет данных

Следует отметить, что законодательная база противодействия мошенническим сделкам на сегодняшний день достаточно адаптивна. Основная же проблема заключается в организации своевременного и эффективного внутреннего контроля за соблюдением установленных норм и правил (как общеотраслевых, так и внутрикорпоративных). Для преодоления указанных негативных тенденций и повышения гарантий достижения стратегических целей, а также эффективности управления атомной отраслью с апреля 2008 г. ГК «Росатом» формируется новая по сравнению с Федеральным агентством по атомной энергии система внутреннего контроля в атомной отрасли. Факторами активного развития данной системы явились:

- масштабность поставленных задач по развитию атомной энергетики, завоеванию внешних рынков;

- рост количества организаций в контуре управления Госкорпорации «Росатом» в 3,4 раза (с 97 до 333 на начало развертывания системы внутреннего контроля).

В 2009 г. в ГК «Росатом» начала функционировать система внутреннего контроля (СВК). Основная задача СВК состоит в обеспечении наблюдения и (или) проверки функционирования любого объекта внутреннего контроля (предприятия в целом, его подразделений и филиалов, иных объектов внутреннего контроля) на предмет соответствия их деятельности законам, стандартам, планам, нормам, правилам, приказам, принимаемым управленческим решениям. Устанавливая отклонения от

требований этих документов и выявляя причины их возникновения, СВК способствует своевременной разработке собственниками и/или исполнительными органами управления предприятием, а также реализации мероприятий, нацеленных на его оптимальное функционирование.

Она должна соответствовать новым тенденциям и вызовам, обусловленным:

- ужесточением требований государства и международных институтов к ответственности Госкорпорации за создание условий и механизмов обеспечения безопасности и эффективности деятельности при использовании ядерной энергии;

- осуществлением в ГК процессов по трансформации системы управления, что обуславливает необходимость перестройки старых и встраивания новых внутренних контролей;

- расширением контрольной функции со стороны государственных органов, осуществляющих внешний контроль по отношению к ГК, что выражается в переходе от контроля соблюдения норм и правил законодательства и целевого использования средств к контролю эффективности деятельности;

- перемещением основной ответственности за соблюдение положений бюджетного законодательства Российской Федерации с юридических лиц, не являющихся участниками бюджетного процесса (партнеров и контрагентов Госкорпорации), на получателей бюджетных средств, заключающих гражданско-правовые договоры от имени соответствующих публично-правовых образований;

- усилением зависимости ГК в достижении поставленных целей от деятельности критически важных заинтересованных сторон [7].

Важным результатом функционирования СВК является возможность поиска резервов повышения эффективности использования ресурсов корпорации, снижения себестоимости выпускаемой продукции, что позволяет повышать финансовую устойчивость и конкурентоспособность объекта контроля.

В то же время, ГК должны быть интересны следующие компетенции специалистов по внутреннему контролю:

- сбор и анализ информации;
- оценка рисков и управление ими;
- выявление и расследование мошеннических трансакций;
- оценка уровня экономической и информационной безопасности;
- проведение финансово-экономического анализа;
- управление проектами.

Любая СВК, вне зависимости от ее функционирования на частном предприятии или в госкорпорации, должна отвечать следующим принципам:

- принцип ответственности (экономической и/или дисциплинарной) ее субъектов за надлежащее выполнение обязанностей;

- принцип сбалансированности обязанностей, полномочий и ресурсов для эффективности деятельности субъектов СВК;

- принцип своевременности для оперативного оповещения о нарушениях лиц, уполномоченных принимать решения по выявленным отклонениям;

- принцип соответствия СВК контролируемой системе по степени сложности и общественной значимости;

- принцип постоянства;

- принцип комплексности;

- принцип распределения обязанностей.

В свою очередь, существует ряд требований к участникам процесса внутреннего контроля, без соблюдения которых система не сможет работать эффективно. Среди них:

- требование подконтрольности субъекта внутреннего контроля;
- требование ущемления интересов (создание условий, при которых любые отрицательные отклонения ставят конкретного работника в экономически невыгодное положение);
- недопущение сосредоточения прав контроля на всех его объектах в руках одного лица;
- требование заинтересованности руководства компании;
- требование компетентности, добросовестности и честности внутренних аудиторов и внутренних контролеров компании;
- требование пригодности методик и программ, применяемых в работе СВК;
- требование единичной ответственности;
- требование функционального потенциального замещения;
- требование регламентации и ее точного выполнения;
- требование взаимодействия и координации.

Основными элементами СВК являются контрольная среда, механизмы и средства внутреннего контроля, система оценки рисков (рис. 2).



Рис. 2. Основные структурные элементы системы внутреннего контроля

Далее в таблице 2 представим направления внутреннего контроля и аудита в разрезе функциональных бизнес-процессов.

Таблица 2. Направления внутреннего контроля и его объекты

Направления внутреннего контроля	Объекты направления внутреннего контроля
Маркетинговый ВК	Маркетинговая стратегия корпорации, ее маркетинговые исследования, персональные продажи, политика ценообразования, сегментация рынка, разработка новых продуктов, реклама, стимулирование сбыта, товародвижение, формирование общественного мнения.
Технологический ВК	Техника и технология, используемая в производстве и управлении корпорации, состояние управленческих информационных технологий.
Организационный ВК	Нормы и стандарты процессов создания и функционирования корпорации, организационной сферы деятельности системы управления, соответствие применяемой управленческой технологии действующей структуре управления корпорацией, выполнение штатными сотрудниками заданных в функциональных обязанностях функций управления
Экономический ВК	Экономическая стратегия корпорации, ее бизнес-план, учетная политика, рациональность системы управления, система материального стимулирования штатного персонала. В качестве стандартов для проведения таких проверок используются типовые утвержденные методики расчетов и оценок
Социальный ВК	Коллективные договора между администрацией и коллективом организации, санитарно-гигиенические условия работы персонала, эргономика, экология, методы формирования социальных групп, методы оценки персонала, коммуникации в коллективе и организации в целом, методы обучения персонала
Экологический ВК	Экологическая политика, экологическая стратегия корпорации (установление природоохранных целей и задач), мониторинг окружающей среды, анализ работы по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и в воду, оценка эколого-экономического и эколого-правового риска
Правовой ВК	Договоры, контракты, акты, положения, соглашения о намерениях, сведения о персонале и контрагентах

В ГК «Росатом» распределение ролей и ответственности основных субъектов внутреннего контроля имеет вид матрицы, зафиксированной в программе по внутреннему контролю и аудиту (таблица 3).

Таблица 3. Матрица распределения ролей и ответственности основных субъектов внутреннего контроля (выдержка) [7]

Субъект системы ВК	Роль субъекта системы ВК	Ответственность в системе ВК
Наблюдательный совет Корпорации	Контроль за реализацией стратегии ГК, обеспечение согласованности деятельности ГК государственным политиками	Отвечает за соответствие государственным политикам утверждаемых направлений развития системы ВК
Ревизионная комиссия	Проверки деятельности ГК и ее соответствия закону об ее образовании, контроль соблюдения законодательства, сохранности переданного имущества и эффективности его использования, внесение требований об устранении недостатков системы ВК и рекомендации о совершенствовании системы	Отвечает за качественное исполнение проверок и своевременность представления требований и рекомендаций
Специализированные органы внутреннего контроля	Проверки методами контрольно-ревизионной деятельности, внутреннего аудита, обеспечение представления независимой объективной оценки состояния системы ВК, объективной информации о состоянии контролируемых объектов и процессов, выявление скрытых потерь, угроз и рисков	Отвечают за: - выявление скрытых существенных отклонений в деятельности ГК и ее организаций; - осуществления оценки системы ВК, эффективности корпоративного управления и управления рисками; - управление развитием СВК посредством проведения внутренних аудитов и направления соответствующих требований и рекомендаций

Следует отметить, что наряду с СВК в ГК «Росатом» функционируют следующие институты противодействия коррупции и мошенничеству: Комиссия противодействия коррупции (создана приказом от 26.12.11 №1122-П); Совет по повышению прозрачности деятельности Госкорпорации «Росатом» (Приказ от 18.04.2011 №1/322-П); Департамент защиты активов Госкорпорации «Росатом» и др.

Однако этими структурами не исчерпываются возможности преодоления негативных последствий инсайдерского контроля. В структуру механизма внутреннего контроля помимо аналитического блока, представленного аудитом хозяйственной деятельности, должен быть включен идеологический блок. Его функциональное предназначение ориентировано на формирование особой организационной культуры, корпоративной этики, стречнем которой является транспарентность внутрифирменных связей, взаимодействия со сторонними организациями, неприятие коррупционных отношений и иных форм нарушения правил.

В качестве примера можно привести выдержки из рекомендаций МАГАТЭ по деловой этике, которые могут составить основу указанного идеологического блока:

- ставьте безопасность выше прибыли;
- используйте принцип личной ответственности за безопасность;
- обеспечивайте эффективные механизмы управления и коммуникации между советом директоров и линейным менеджментом;
- будьте честными в коммуникации с регулирующими органами, сотрудниками и местными сообществами;
- поддерживайте культуру отчетности, направленную на выявление небезопасных практик и инцидентов, используйте эту информацию;
- не допускайте взяточничества и коррупции;
- не допускайте нелегальной продажи или неправомерного использования материалов, технологий и информации;
- будьте хорошими соседями для местных сообществ.

Залогом эффективности функционирования идеологического блока будет выступать взаимное доверие между всеми группами интересов в корпорации (государством, наемным менеджментом, персоналом, обществом) и гарантии их безопасности в случае выявления негативных фактов и тенденциях и сообщении о них. Несмотря на то, что использование категории «доверие» не всегда встречает одобрение среди экономистов, в последнее время все чаще именно социокультурные факторы становятся решающими в процессе обеспечения законности и достижения эффективности хозяйственной деятельности экономических субъектов. Этика и мораль являются немаловажными факторами экономической жизни общества вследствие наличия таких врожденных качеств человека, как моральные, религиозные и эстетические [8]. В частности, П. Козловски отмечает, что «экономическая наука и этика направлены на один и тот же предмет, они не являются науками, независимыми друг от друга» и вводит термин «этическая экономия» [9]. Потребность активного вовлечения совокупности этических стандартов в механизм обеспечения безопасности объектов ядерной энергетики (и не только) возникает по причине растущих культурно-нравственных побочных эффектов экономической деятельности и необходимости использовать максимальное число инструментов в противодействии распаду культуры безопасности. Синтез нормативов, требований экономической эффективности и этики станет краеугольным камнем не только результативной системы внутреннего контроля и аудита в ГК «Росатом», но и государственной политики регулирования взаимодействий всех хозяйствующих субъектов.

ВЫВОД

Актуализация проблемы обеспечения экономической безопасности хозяйствующих субъектов, функционирующих в сфере атомной энергетики потребовала поиска новых форм ее разрешения. Попытки максимизации инсайдерской ренты как важнейшей преграды экономической эффективности и освоения бюджетных ресурсов могут быть преодолены с помощью системы внутреннего контроля и аудита. Данная система уже введена в действие в ГК «Росатом» и имеет определенные результаты. В то же время, следует активно развивать ее идеологический блок как неформальный механизм поддержки формальных норм и правил.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дзарасов, Р.С.* Механизм накопления капитала и инвестиционные стратегии российских корпораций : автореф. дис. докт. эконом. наук [Текст] / Р.С. Дзарасов. – Москва, 2009. – С. 26.

2. *Dzarasov, R.* Insider Control and Investment Behaviour of Russian Corporations. PhD. Thesis in Economics. Stoke-on-Trent, UK, 2007. P.78.
3. *Дорофеев, Е.А.* Модели ценообразования на российском фондовом рынке : дисс. канд. экон. наук [Текст] / Е.А. Дорофеев. – М. : ЦЭМИ РАН, 2001.
4. *Соколов, А.А.* В «Роснано» более 25-35% средств изымается в виде ренты инсайдеров [Электронный ресурс] / А.А. Соколов // За ответственную власть: сайт инициативной группы. – 2012. – Режим доступа: URL: http://igpr.ru/articles/v_rosnano_bolee_25_35_sredstv_izyumaetsja – 24.05.2013.
5. *Соколов, А.А.* Затраты на Олимпиаду в Сочи рекордные за всю историю Олимпийских игр [Электронный ресурс] / А.А. Соколов // За ответственную власть: сайт инициативной группы. – 2012. – Режим доступа: URL: http://igpr.ru/articles/zatraty_na_olimpiadu_v_sochi – 24.05.2013.
6. *Соколов, А.А.* Инсайдерский контроль в госкорпорациях России [Электронный ресурс] / А.А. Соколов // Теория и практика общественного развития: сетевой журн. – 2012. – №12. – Режим доступа: URL: <http://www.teoria-practica.ru/-12-2012/economics/sokolov.pdf> – 24.05.2013.
7. Концепция развития системы внутреннего контроля Госкорпоации «Росатом» и ее организаций [Электронный ресурс] // Официальный сайт госкорпорации «Росатом». – 2011. – Режим доступа: URL: <http://www.rosatom.ru/resources/9170060049d34599ae74ee3d902053fb/13.12.2011result.pdf> – 24.05.2013.
8. *Хатчесон, Ф. и др.* Эстетика [Текст] / Ф. Хатчесон, Д. Юм, А. Смит. – М. : Искусство, 1973.
9. *Козловски, П.* Принципы этической экономии [Текст] / П. Козловски. – СПб. : Экономическая школа, 1999. – С. 6.

Possibilities of overcoming the insider control in State Corporation «Rosatom»

M.V. Golovko

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
73/94 Lenin St., Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360,
e-mail: golovko178@mail.ru*

Abstract – The article concerns one of the most important and urgent problem of economic security measures linked with insider rent extraction at the State Corporations with the help of shadow transactions using.

Keywords: insiders, rent, security, State Corporation, internal control.

**СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ
ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС**

УДК 378:316.7

**ФОРМИРОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЛИЧНОСТИ КАК
НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА
В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ**

© 2013 г. Ю.А. Евдошкина

*Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского
ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.*

Поступила в редакцию 14.06.2013 г.

В статье рассматривается необходимость формирования основ культуры безопасности у студентов в вузах, которые ведут подготовку кадров для ядерно-энергетического комплекса.

Ключевые слова: формирование культуры безопасности, образовательный процесс, подготовка кадров.

Культура безопасности – это элемент общечеловеческой культуры в целом. Наравне с общей культурой культура безопасности является продуктом длительного исторического развития. Вместе с общечеловеческой культурой, выражающей общественные потребности, интересы, менялись социальные представления о нормах безопасности, способах ее достижения, т.е. модернизировались элементы культуры безопасности. Человек, когда проходит этапы социализации, овладевает общечеловеческой культурой, одновременно усваивает элементы культуры безопасности. Несомненно, что такой элементарной или естественной культуры безопасности недостаточно для обеспечения работы персонала, если речь идет о сложных и опасных объектах ядерной энергетики.

В настоящее время культура безопасности рассматривается как основополагающий управленческий принцип в атомной энергетике. Разработке концепции культуры безопасности и внедрению её на опасных производствах отдается приоритет. Персонал атомных станций постоянно участвует в программах обучения, направленных на развитие и совершенствование культуры безопасности. Это делает важный вклад не только в развитие профессиональных навыков, но и в осознание безопасности. Весь персонал, который выполняет обязанности связанные с безопасностью, должен иметь достаточное понимание производства, свойств безопасности, а также и другие соответствующие качества, такие как навыки управления и руководства, для того, чтобы выполнять свои обязанности надлежащим образом, обращая особое внимание на безопасность.

В связи с этим необходимо обратить внимание на новые задачи, связанные с подготовкой будущих работников атомной отрасли. Принимая на работу выпускника вуза, работодатель хочет быть уверен, что берет нужного компетентного молодого специалиста, владеющего не только полным набором необходимых компетенций, но уже имеющего представление о культуре безопасности, готового стать со временем ее приверженцем.

Формирование культуры безопасности личности относится к числу новых направлений образовательного процесса в вузе. Этот процесс подразумевает

формирование готовности предупреждать и преодолевать опасные ситуации, сочетание личной безопасности с безопасностью окружающих. Основными направлениями деятельности по формированию культуры безопасности являются: выработка мотивации у человека к культуре безопасности; ориентация на овладение умениями и навыками безопасного поведения на будущем рабочем месте; воспитание личностных качеств, необходимых в работе по предупреждению и преодолению опасных ситуаций; психологическая подготовка к безопасному поведению [1]. Иногда, уровень культуры безопасности выступает как один из индикаторов личностного развития индивида. Культура безопасности ориентирует человека на совершенствование собственных ресурсов, на адекватную самооценку, на осознание личностью приоритетов и пределов своей безопасности, рамок, за которыми лежит нарушение безопасности. Ядро культуры безопасности как компонента культуры в ее личностном воплощении составляют общечеловеческие цели и ценности: жизнь, здоровье, спасение, личная независимость, свобода, законность и т.д. [2].

Волгодонский инженерно-технический институт НИЯУ МИФИ ведет подготовку кадров для ядерно-энергетического комплекса. Модернизация образовательного процесса в нашем вузе основывается на совершенствовании содержания и структуры подготовки студентов в соответствии с возросшими потребностями атомной отрасли, обеспечении качественной опережающей подготовки специалистов для АЭС. Реализации этих целей способствует введение в учебные планы всех направлений и специальностей подготовки с сентября 2013 года новой учебной дисциплины «Культура безопасности».

Программа курса «Культура безопасности» будет реализована для всех направлений подготовки и специальностей студентов ВИТИ НИЯУ МИФИ не ранее 5-6 семестра. Это связано, прежде всего, с тем, что разговор о культуре безопасности, необходимо начинать, когда у студентов уже есть опыт мировоззренческой подготовки, сформированы стандарты культурных оценок к той или иной проблеме. Элементы этих видов подготовки даются студентам на первых курсах посредством дисциплин социально-гуманитарного цикла, введением в специальность.

Содержание программы дисциплины «Культура безопасности» будет основано на интегрированном подходе. Важным элементом обучения будут практические занятия в интерактивной форме, психологические и деловые тренинги, инструктажи и мастер-классы с приглашением ведущих специалистов в области культуры безопасности Ростовской атомной станции. Программа обучения будет способствовать формированию установки у студентов, что вопросам безопасности должно уделяться подобающее внимание. В процессе обучения предполагается: охарактеризовать основные положения концепции культуры безопасности; определить уровни развития культуры безопасности; объяснить факторы и личные качества, влияющие на культуру безопасности; сформировать у студентов соответствующие навыки проявления компетенций культуры безопасности. Для того чтобы быть способными своевременно принимать трудные и критические решения в непредвиденных обстоятельствах, студенты, планирующие работать в атомной энергетике, должны не только знать, "что и как", но и знать "почему". Организуя обучение студентов курсу «Культура безопасности», воспитывая в них культуру безопасности, в частности, планируется постоянно делать акцент, что подход к обеспечению безопасности жизни человека должен быть основан на принципе «предвидь и предупреди», а не на принципе «спаси и исправь».

Процесс обучения культуре безопасности важен, однако одного этого процесса недостаточно. Правильное отношение к безопасности формируется воздействием на сознание человека. Большое значение для формирования основ культуры безопасности

у студентов имеет обстановка порядка и организованности в вузе, деятельность по профилактике вредных привычек.

Культура безопасности присуща многим профессиям, но, без сомнения, для работников атомной отрасли культура безопасности является профессионально смыслообразующим понятием. Культуре безопасности необходимо обучать как можно раньше, чем человек придет работать в отрасль. Формирование культуры безопасности означает воспитание у каждого человека, который только планирует свою работу в атомной энергетике и промышленности, такого состояния, при котором он окажется просто неспособным сделать какой-либо, даже малый шаг, в ущерб безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Здравов, В.А.* Воспитание культуры безопасности [Электронный ресурс] / В.А. Здравов. – 2007. – Режим доступа: URL: <http://minatom.ru/press-releases/5328> – 04.07.2007.
2. *Кукин, П.* Безопасность человека и его деятельность [Текст] / П. Кукин // Основы безопасности жизни. – 1997. – №1. – С. 41.

The formation of safety culture as a new direction of the educational process at a technical university

J.A. Evdoshkina

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
73/94 Lenina St., Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360
e-mail: YAEvdoshkina@mephi.ru*

Abstract – The article considers the necessity of the formation of safety culture principles in students of universities which are training personnel for the nuclear energy complex.

Keywords: formation of safety culture, educational process, training of personnel.

**СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ
ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС**

УДК 621.039:006.1

**ОБОБЩЕННЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ НОВЫХ
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ В СФЕРЕ
АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

© 2013 г. В.А. Руденко, В.Н. Никифоров, О.Ю. Пугачева,
Е.В. Арженовская, Ю.А. Бубнина, В.Ф. Гольдберг

*Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского
ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.*

Поступила в редакцию 10.06.2013 г.

В статье раскрываются принципы и общие подходы к разработке профессиональных стандартов работников атомной отрасли. Учитывая высокие требования, предъявляемые к профессиональным стандартам в сфере атомной энергетики, разработчиками стандартов реализуются комплексные подходы к их разработке с привлечением квалифицированных специалистов в областях атомной энергетики и атомного энергетического машиностроения, использованием профессионального опыта широкого спектра высококвалифицированных специалистов. Критерии при разработке профессиональных стандартов основаны на анализе данных информационной нормативно-правовой базы, с широким информированием общественности о ходе разработки профессиональных стандартов.

Ключевые слова: атомная энергетика, компетенция, макет профессионального стандарта, профессиональная подготовка, профессиональный стандарт.

Необходимость разработки профессиональных стандартов продиктована, прежде всего, идентификацией компетенции при трудоустройстве конкретного работника, оценкой уровня его квалификации со стороны работодателя, наличием внятно сформулированных требований к профессиям внутри, в частности, атомно-энергетической отрасли. По сути, профессиональный стандарт, определен как многофункциональный нормативный документ, который определяет квалификационный уровень работника, позволяющий ему выполнять профессиональные обязанности в соответствии с предъявленными требованиями к конкретной профессии. Это своего рода диалог между работодателем, специалистом, образовательными учреждениями и будущим специалистом.

Профессиональные стандарты существовали и в советское время, будучи закрепленными в единых квалификационных справочниках по отраслям народного хозяйства, но уже давно устарели и требуют «модернизации». Они должны обеспечить взаимосвязь между профессиональной подготовкой работника и требованиями современного рынка труда, особенно в атомно-энергетической отрасли, который требует постоянного развития профессиональных навыков и компетенций работника.

Под эгидой разработки профессиональных стандартов, инициированной Указом Президента РФ от 07.05.2012 года № 597 «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики», Волгодонский инженерно-технический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (далее – ВИТИ НИЯУ МИФИ) начал разработку 7-ми макетов профессиональных стандартов:

- машинист котлов в атомной энергетике;
- машинист-обходчик по турбинному оборудованию;
- оператор реакторного отделения;
- оператор спецводоочистки в атомной энергетике;
- оператор транспортно-технологического оборудования реакторного отделения;
- слесарь по обслуживанию оборудования атомной электростанции;
- монтажник оборудования атомных электростанций.

Разработка профессиональных стандартов ведется ВИТИ НИЯУ МИФИ в соответствии с утвержденными Рекомендациями по схеме: обобщенные трудовые функции (ОТФ) – трудовые функции (ТФ) – квалификационный уровень – трудовые действия (ТД).

Здесь важно отметить, что трудовая функция должна быть уникальна в рамках всего стандарта, количество же, собственно, трудовых действий – неограниченно.

Следует подчеркнуть, что сотрудники ВИТИ НИЯУ МИФИ прошли обучение по программе: «Разработка профессиональных стандартов» на базе Национального агентства развития квалификаций, что способствовало приобретению методологических навыков при разработке макетов профессиональных стандартов. Непосредственно к работе по разработке профессиональных стандартов были привлечены сотрудники структурного подразделения ВИТИ НИЯУ МИФИ – НИИ Атомного энергетического машиностроения, которые имеют большой опыт (с 1980 года) выполнения разноплановых работ для атомных станций, как России, так и Дальнего и Ближнего Зарубежья.

В настоящее время проведена работа по формированию макета профессионального стандарта по 7-ми заявленным рабочим профессиям, с использованием информационной нормативно-правовой базы (рис. 1) и привлечением широкого круга специалистов в области атомной энергетики.

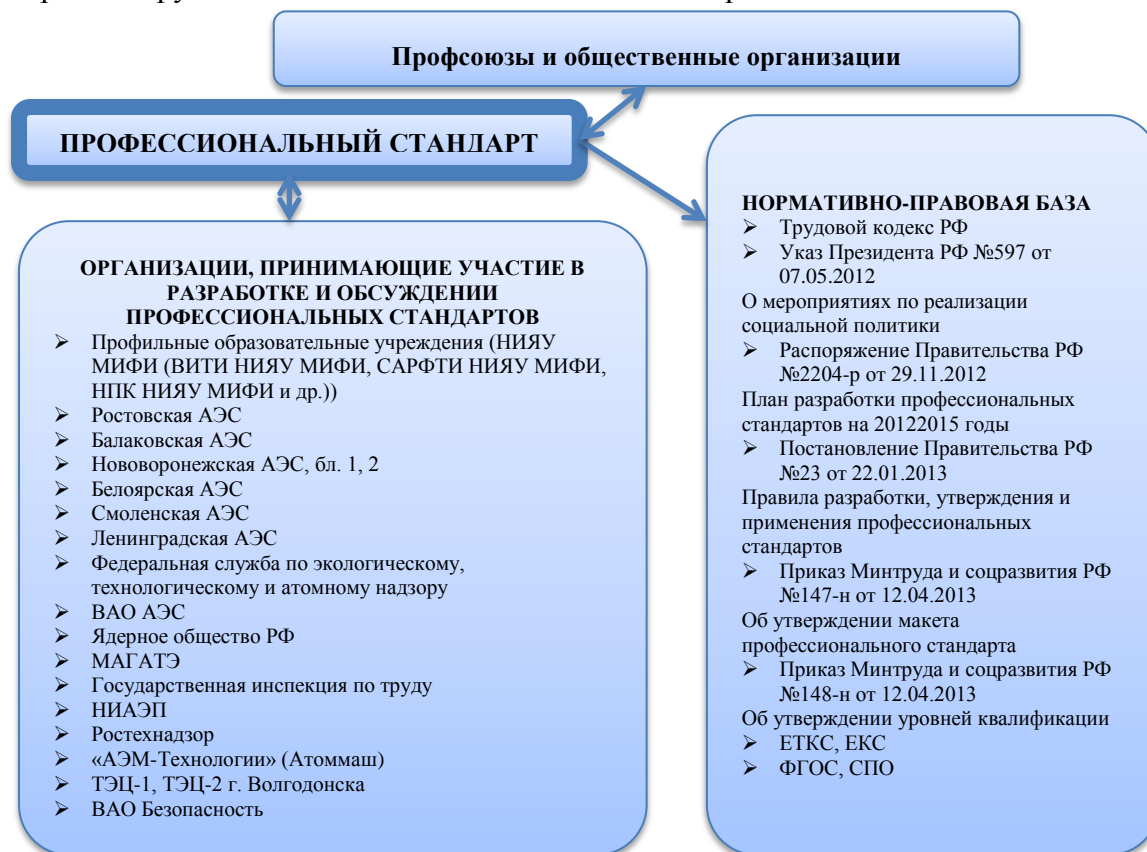


Рис. 1. Структура формирования профессионального стандарта

При разработке профессиональных стандартов «Машинист котлов в атомной энергетике», «Машинист-обходчик по турбинному оборудованию», «Оператор реакторного отделения», «Оператор спецводоочистки в атомной энергетике», «Оператор транспортно-технологического оборудования реакторного отделения», «Слесарь по обслуживанию оборудования атомной электростанции», использовались данные ЕТКС, ЕКС, должностных инструкций Нововоронежской АЭС, Нововоронежской-2 (строящейся) АЭС, Ростовской АЭС, Балаковской АЭС, Белоярской АЭС, Смоленской АЭС и Ленинградской АЭС, а при подготовке профессионального стандарта «Монтажник оборудования АЭС» – кроме того, должностные инструкции монтажных организаций ООО «ВДМУ» и ООО «Сезам», а по монтажу трубопроводов и оборудования АЭС получены консультации от соответствующих специалистов ОАО «Атомэнергоремонт».

Учитывая требования, предъявляемые к безопасности в атомной энергетике, большую степень ответственности профессий специалистов, заявленных в профессиональных стандартах, предъявляются и высокие требования к составу и качеству выполнения трудовых функций, описываемых на каждый стандарт – например «Приобретение дополнительных компетенций по работе в аварийных ситуациях», а при описании знаний и умений – действия при ликвидации аварийных ситуаций, – «Действовать в условиях состояния АС «Аварийная готовность»», и необходимые знания – «Правила и нормы по безопасности в атомной энергетике в рамках профессиональной деятельности». Особое внимание разработчики стандартов обращали на привлечение широкого круга специалистов АЭС (цехов - владельцев оборудования, входящего в зону обслуживания профессии, специалистов УТП, профсоюзных организаций АЭС), которые принимали участие в подготовке проектов профессиональных стандартов, как на стадии анализа значимости трудовых функций, так и на стадии анкетирования по проектам профессиональных стандартов. Это специалисты атомных станций с энергоблоками – ВВЭР-1000 (Ростовская АЭС, Балаковская АЭС, Нововоронежская АЭС), ВВЭР-440 (Нововоронежская АЭС – энергоблоки 3,4), РБМК (Смоленская АЭС, Ленинградская АЭС), БН-600 (Белоярская АЭС), БН-800 (Белоярская АЭС).

Целью разработчиков стандартов было с одной стороны – учесть все возможные профессиональные функции (трудовые действия, необходимые умения и знания, уровни самостоятельности), а с другой стороны произвести унификацию содержания профессионального стандарта, т.к. на работающих Российских атомных станциях, оборудование которых в составе энергоблоков выработало свой ресурс – после более чем 30 лет эксплуатации (Нововоронежская АЭС, Балаковская АЭС, Смоленская АЭС, Калининская АЭС, Курская АЭС, Кольская АЭС, Ленинградская АЭС) произошла модернизация с заменой устаревшего оборудования, готовится модернизация оборудования и систем АЭС при продлении ресурса по результатам обследования оборудования и оценки его остаточного ресурса оборудования и систем. Задача разработчиков профессиональных стандартов во многом заключалась в том, чтобы исключить, или минимизировать корректировку профессиональных стандартов под изменения, которые произошли в связи с проводимыми модернизациями и разработкой новых проектов для строящихся АЭС (Белоярской АЭС (БН-800), Нововоронежской АЭС (ВВЭР – 1200)).

Сравнительный анализ должностных инструкций на заявленные профессии показал некоторые различия в должностных инструкциях на профессии, что обусловлено как различиями в проектах, так и различием регламентов эксплуатации оборудования и систем АЭС, разной компоновкой оборудования, различной цеховой принадлежностью обслуживаемого оборудования и зонами обслуживания. Например, на действующей

Нововоронежской АЭС отсутствует пуско-резервная котельная, а на строящейся Нововоронежской АЭС-2 пуско-резервная котельная входит в состав цеха обеспечивающих систем (ЦОС), соответственно, присутствует и профессия «машинист котлов в атомной энергетике», на Ростовской АЭС резервно-дизельная электростанция входит в состав реакторного цеха, а на Нововоронежской АЭС – в состав турбинного цеха.



Рис. 2. Организационная структура анализа профессионального стандарта

В соответствии с долгосрочными планами Госкорпорации «Росатом» и ОАО «Концерн Росэнергоатом» по проектированию, строительству, поставке и монтажу оборудования новых блоков АЭС за рубежом с обеспечением всех требований и тенденций и международной унификации, а так же в связи с интеграцией России в ВТО, по анализу соответствия разрабатываемых профессиональных стандартов современному техническому уровню, к подготовке профессиональных стандартов были привлечены специалисты ВАО АЭС (Всемирная ассоциация организаций, эксплуатирующих атомные станции (Московский центр)), которая является в определенной степени надзорным органом в области использования атомной энергии в рамках международного сотрудничества.

При разработке профессиональных стандартов важную роль играет анкетирование экспертов и ведущих специалистов работодателя (ОАО «Концерн Росэнергоатом»), производится и общественное обсуждение проектов профессиональных стандартов, с привлечением широкого круга как членов общественных организаций (профсоюзы, Ядерное общество России, Молодежное отделение Ядерного общества России), специалистов по заявленному кругу деятельности АЭС (в том числе и представителей учебно-тренировочных пунктов и центров), заводы-изготовители оборудования), представителей профильных учебных заведений, надзорных органов в области использования атомной энергии (Ростехнадзор, ВАО Безопасность), Инспекции по труду, Департамента по труду и социальному развитию администрации города Волгодонска, так и широких слоев

общественности. Подготовка профессиональных стандартов сопровождается информированием общественности о ходе проведения работы, сбора замечаний и предложений через средства массовой информации, интернет-ресурсы, вебинары, круглые столы. По результатам анкетирования и обсуждения профессиональных стандартов проводится анализ и систематизация полученных замечаний и предложений с целью корректировки проектов профессиональных стандартов.

Заключительным этапом по разработке профессиональных стандартов является проведение экспертизы в профессиональном сообществе по соответствующим направлениям деятельности, одобрение разработанных профессиональных стандартов Экспертным советом при Минтруде России и оформление их в виде нормативного акта – приказа Минтруда России.

Внедрение в атомной отрасли профессиональных стандартов приведет к унификации и поддержанию единых требований к:

- содержанию и качеству профессиональной деятельности, определения квалификационных требований к работникам атомной отрасли разных направлений деятельности;

- совершенствованию производственной культуры и культуры безопасности на российских АЭС, преодолению отставания от мировых лидеров в атомной отрасли;

- добровольная сертификация профессиональной квалификации работников атомной отрасли и выпускников профильных организаций профессионального образования;

- создание условий для большей информированности граждан о рынке труда, по подбору подходящей работы и профессиональной ориентации, планирования работниками своей карьеры, повышения уровня профессиональной подготовки;

- решение работодателями широкого круга задач в области кадровой политики и управления персоналом организаций;

- организация обучения переподготовки и аттестации персонала;

- разработка стандартов предприятия, должностных инструкций, инструкций по эксплуатации систем и оборудования АЭС;

- тарификация работ и присвоение тарифных разрядов работникам, установление систем оплаты труда.

Generalized Approach to the Development of New Professional Standards in the Sphere of Nuclear Power Engineering

**V.A. Roudenko, V.N. Nikiforov, O.Yu. Pugachyova,
E.V. Arzhenovskaya, J.A. Bubnina, V.F. Goldberg**

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
73/94 Lenina St., Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360 e-mail: viti@mephi.ru*

Abstract – This article discloses the principles and common approaches to the development of employees new professional standards in the sphere of nuclear power engineering. Taking into account the high requirements to the professional standards in nuclear power engineering, the standard authors implement complex approaches to their development involving qualified specialists of nuclear power engineering and nuclear engineering industry, using their professional experience on a large scale. The professional standards development criteria are based on the analysis of the informational normative legal base data involving broad public informing about the professional standards development.

Keywords: nuclear power engineering, competence, professional standards model, professional training, professional standard.

**СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ
ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС**

УДК 621.039:006.1

**РАЗРАБОТКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ
ВИТИ НИЯУ МИФИ**

© 2013 г. В.А. Руденко, Г.А. Белых, Ю.Н. Елжов,
Н.В. Резенькова, В.И. Соловьев

*Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского
ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.*

Поступила в редакцию 16.06.2013 г.

В статье обосновывается необходимость разработки нормативных документов, определяющих требуемый квалификационный уровень работника в сфере атомной энергетики. Раскрываются общие принципы разработки профессиональных стандартов.

Авторами высказывается мнение, что внедрение в атомной отрасли профессиональных стандартов обеспечит высокое качество профессиональной подготовки персонала отечественных атомных энергетических объектов.

В качестве примера приводится фрагмент проекта профессионального стандарта на рабочую профессию «Монтажник оборудования атомных электростанций», разрабатываемого ВИТИ НИЯУ МИФИ.

Ключевые слова: компетенция, профессиональный стандарт, профессиональная подготовка, трудовые действия, трудовые функции.

Интеграционные процессы на международном уровне заставляют государственные органы Российской Федерации предпринимать усилия в направлении сближения нормативной базы с нормами и правилами, общепринятыми в мировой практике. Это касается также и области профессиональной деятельности. Одним из серьезных шагов в этом направлении является разработка стандартов на профессии, инициированная указом Президента РФ №597 от 7.05.2012 года «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики», в пунктах 1.б-г которого, в частности, сказано:

– подготовить и внести до 1 сентября 2012 г. в Государственную Думу Федерального Собрания Российской Федерации проект федерального закона о внесении в законодательство Российской Федерации изменений, касающихся разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов;

– утвердить до 1 декабря 2012 г. план разработки профессиональных стандартов;

– разработать к 2015 году и утвердить не менее 800 профессиональных стандартов.

В течение 2013 года государственными органами власти были изданы необходимые распорядительные и методические документы, и с середины года работа над профессиональными стандартами была начата. На 2013 год намечено разработать и утвердить около 400 стандартов.

В рамках данного проекта Волгодонскому инженерно-техническому институту НИЯУ МИФИ (ВИТИ НИЯУ МИФИ) поручена разработка 7 стандартов на профессии в области ядерной энергетики. Работы выполняются подразделением института НИИ Атомного энергетического машиностроения (НИИ АЭМ).

Профессиональный стандарт – многофункциональный нормативный документ, определяющий в рамках конкретного вида экономической деятельности (области профессиональной деятельности) требования к содержанию и условиям труда, квалификации и компетенциям работников по различным квалификационным уровням.

Здесь слово «многофункциональный» имеет существенный смысл, поскольку профессиональный стандарт решает сразу несколько задач.

Во-первых, он может быть использован в качестве основы при оценке профессионального уровня работника в рамках аттестации персонала, для определения направлений совершенствования профессиональных и личностных компетенций работников. Если последние не соответствуют каким-либо требованиям стандарта, они должны пройти соответствующую профессиональную подготовку или курсы повышения квалификации. С другой стороны, при наличии стандарта работник точно знает требования, которые может предъявить к нему работодатель.

Во-вторых, поскольку профстандарт является профессиональным минимумом, которому должны соответствовать все работники и руководители, то компании могут использовать его как основу для создания своих внутренних, корпоративных стандартов. При этом они могут уточнять или расширять виды трудовой деятельности и функции работников с учетом особенностей организации.

В-третьих, так как стандарт формализует требования, предъявляемые к сотруднику, работодатели могут использовать его при подборе, найме работников, расстановке и использовании кадров (продвижение, карьерный рост, кадровый резерв, увольнение), а также при определении степени их ответственности.

В-четвертых, профессиональные стандарты существенно облегчают взаимодействие системы профессионального образования и бизнеса. В недалеком прошлом образование часто обвиняли в том, что оно готовит не тех специалистов, которые нужны работодателю. Причина заключалась в том, что образовательные стандарты были зачастую оторваны от требований рынка труда. Наличие профессиональных стандартов позволит на их базе создавать стандарты профессионального образования, ориентированные на требования работодателей, что позволит точнее определить требования к будущим выпускникам. Благодаря своей структуре профессиональный стандарт, состоящий из описания трудовых функций, выполняемых работником, может быть прозрачно и непротиворечиво спроецирован на образовательный стандарт третьего поколения; при этом каждая трудовая функция профессионального стандарта становится дидактической единицей – модулем образовательного стандарта.

Ну и, наконец, в настоящее время остро стоит вопрос о сертификации профессиональных квалификаций и, соответственно, разработке диагностических материалов, что невозможно сделать без опоры на формализованные требования, содержащиеся в профессиональных стандартах.

В основу разработки профессионального стандарта современные методики закладывают метод *функционального анализа*, предполагающий «инвентаризацию» определенной области профессиональной деятельности с использованием иерархического подхода. Это означает, что сначала определяется *вид профессиональной деятельности* и формулируется его цель. Затем, углубляясь в анализ вида деятельности, в нем выделяются *обобщенные трудовые функции* – крупные функциональные блоки, из которых состоит данный вид деятельности. Далее, обобщенные трудовые функции расчленяются на более мелкие *трудовые функции*. И, наконец, на последнем уровне трудовые функции представляются набором *трудовых действий*, описывающих процесс взаимодействия работника с предметом труда. Кроме описания трудовых функций и действий, в новом профессиональном стандарте должны

быть определены необходимые для их выполнения *компетенции* (знаний, умений, уровня самостоятельности).

Таким образом, профессиональный стандарт содержит описание вида трудовой деятельности, ключевыми моментами которого является следующая информация:

- вид трудовой деятельности;
- квалификационный уровень;
- возможные наименования должностей;
- обобщенное описание выполняемой трудовой деятельности;
- возможные места работы;
- условия труда;
- требования к профессиональному образованию и обучению работника;
- необходимость сертификатов, подтверждающих квалификацию;
- требования к практическому опыту работы;
- особые условия допуска к работе.

Функциональный подход принципиально отличается от существовавшего ранее *метода описания должностных обязанностей* (должностных инструкций), который базировался на пооперационном описании трудовых задач (характерный пример – Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих – ЕТКС). Фактически, такой подход описывал не сами трудовые функции, а того, кто их выполняет. Главным недостатком этого метода было то, что он не отражал столь важных в современных условиях базовых/ключевых/общих компетенций, придающих гибкость и адаптивность стандарту в условиях быстроменяющегося рынка труда.

Тем не менее, практика показала, что исходная информация для разработки новых профессиональных стандартов в наиболее концентрированном виде содержится в печатных документах, имеющих стиль должностных инструкций (производственные, должностные инструкции, ЕТКС и другие квалификационные нормативные документы). Так, например, в ЕТКС по описанию работ, перечисленных в разделе «Характеристика работ», сложно выделить обобщенные функции, трудовые функции и трудовые действия, а также определить необходимые для них компетенции. Следовательно, к анализу вида профессиональной деятельности должны привлекаться эксперты в этой области и представители работодателей по данной профессии, что и предусмотрено методикой разработки стандартов.

Ниже, в качестве примера, приводится фрагмент проекта профессионального стандарта на рабочую профессию «Монтажник оборудования атомных электростанций», разрабатываемого ВИТИ НИЯУ МИФИ.

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ

Монтажник оборудования атомных электростанций

(наименование профессионального стандарта)

Регистрационный номер

1. Общие сведения

Монтаж оборудования атомных электростанций

(наименование вида профессиональной деятельности)

Код

Основная цель вида профессиональной деятельности:

Выполнять монтаж реакторного оборудования и оборудования вспомогательных систем атомных электрических станций и связанных с ними конструкций.

Вид трудовой деятельности (группа занятий):

7129	<i>Строители-монтажники и рабочие родственных профессий, не вошедшие в другие группы</i>		
(код ОКЗ)	(наименование)	(код ОКЗ)	(наименование)

Отнесение к видам экономической деятельности:

40.10.43	<i>Деятельность по обеспечению работоспособности атомных электростанций</i>

(код ОКВЭД)

(наименование вида экономической деятельности)

2. Описание трудовых функций, которые содержит профессиональный стандарт (функциональная карта вида трудовой деятельности)

Профессиональный стандарт содержит описание следующих трудовых функций:

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
код	наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
А	Проведение простых подготовительных работ при монтаже оборудования, металлоконструкций и трубопроводов АЭС	3	Контроль технической документации и комплектности оборудования	А/01.3	3.2
			Расконсервация и очистка оборудования	А/02.3	3.1
			Контроль состояния оборудования	А/03.3	3.2
			Предмонтажная подготовка оборудования	А/04.3	3.1
В	Проведение простых укрупнительных и монтажно-сборочных работ при монтаже оборудования, металлоконструкций и трубопроводов АЭС	3	Сборка и установка опорных конструкций, площадок под монтируемое оборудование, деталей крепления оборудования	В/01.3	3.2
			Укрупнительная сборка трубопроводов	В/02.3	3.1
			Проверка и гидравлические испытания смонтированного оборудования	В/03.3	3.2
С	Проведение сложных монтажных работ при монтаже технологических трубопроводов АЭС	4	Подготовительные работы	С/01.4	4.1
			Укрупнительно-сборочные работы	С/02.4	4.2
			Монтажно-сборочные работы	С/03.4	4.2
			Испытательные работы	С/04.4	4.2
D	Проведение сложных монтажных работ при монтаже оборудования и металлоконструкций АЭС	4	Входной контроль, ревизия и предмонтажная подготовка оборудования	D/01.4	4.1
			Укрупнительно-сборочные и монтажно-сборочные работы	D/02.4	4.2
			Испытательные работы	D/03.4	4.2

The Development of Professional Standards of VETI NRNU «MEPhI»

**V.A. Roudenko, G.A. Belyh, Yu.N. Elzhov,
N.V. Rezenkova, V.I. Solovyev**

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
73/94 Lenina St., Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360
e-mail: viti@mephi.ru*

Abstract – This article discloses the necessity of the normative documents development defining required employee qualified level in the sphere of nuclear power engineering. It shows the common principles of professional standards development.

The authors express the opinion that the implementation of professional standards in the sphere of nuclear power engineering will guarantee the high level of employees professional training at domestic nuclear power engineering units.

There is the fragment of the professional standard project “Nuclear Power Plant Equipment Fitter” which is being designed by VETI NRNU “MEPhI”.

Keywords: competence, professional standard, professional training, labour activities, labour facilities.

**СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ
ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС**

УДК 621:039:006.1:377

**ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ В СИСТЕМЕ СРЕДНЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

© 2013 г. Е.Н. Булатова

*Нововоронежский политехнический колледж – филиал НИЯУ МИФИ,
г. Нововоронеж, Воронежская обл.*

Поступила в редакцию 15.06.2013 г.

В статье проанализировано современное состояние профессиональных знаний, умений и навыков работника с позиции НИЯУ МИФИ и ГК Росатом как основного работодателя. Представлены результаты разработки четырех профессиональных стандартов. Рассмотрены основные базовые принципы эффективной системы среднего профессионального образования.

Ключевые слова: профессиональный стандарт, ГК Росатом, ОАО «Концерн Росэнергоатом», квалификационный справочник, анкетирование, обобщенные трудовые функции.

Сегодня рынок труда, система профессионального образования в целом диктуют новые условия, заставляя совершенствоваться и преобразовывать профессиональные знания, умения и навыки работника, развивать компетенции. Существующие ЕТКС и ЕКС уже не отвечают современным требованиям. Поскольку в представленных ЕТКС и ЕКС, не отвечающих современным требованиям, ряда профессий нет, а существующие не соответствуют реальности, требуется пересмотр системы квалификаций. Профессиональные стандарты, по мнению экспертов, способны решить данную проблему.

Обращаясь к различным источникам технической литературы и практическим рекомендациям, мы выявили, что «профессиональный стандарт – квалификационный уровень работника, позволяющий ему выполнять свои должностные (профессиональные) обязанности в соответствии с предъявляемыми требованиями к конкретной должности (профессии)»[1]. В тоже время, «профессиональный стандарт – оценка качества образования, который ведёт к пониманию того, где, каким образом и кого мы должны готовить, при этом архиважным критерием является качество подготовки специалистов» (Директор образовательных программ Департамента управления персоналом ГК «Росатом» Карезин В.В.). Как видно, профессиональный стандарт является основой методической разработки образовательных стандартов, направленной на реформирование отечественной системы образования, механизмом отбора критериев, описывающих требования к выполнению трудовых функций специалистов.

Одним из подходов к решению данных проблем является создание отраслевых советов, в рамках которых представители работодателей формируют и предоставляют правительству, органам управления и учреждениям профессионального образования разного уровня и всем заинтересованным организациям, материалы, отражающие позицию и потребности работодателей по проблемам подготовки профессиональных кадров, в частности:

- оценка квалификационного уровня рабочих кадров и его соответствие требованиям отдельных отраслей и экономики в целом;
- основные направления развития профессионально-квалификационного уровня рабочих кадров;
- функционирование и совершенствование системы профессионального образования и подготовки;
- работа служб занятости и т.д. [2].

Данный подход в настоящее время используется НИЯУ МИФИ и ГК «Росатом». В свою очередь в число разработчиков профессиональных стандартов был включён Нововоронежский политехнический колледж – структурное подразделение НИЯУ МИФИ. Преподаватели специальных дисциплин НВПК НИЯУ МИФИ, используя опыт своих коллег – Волгодонского инженерно-технического института НИЯУ МИФИ, Красноярского промышленного НИЯУ МИФИ и др., приступили к разработке профессиональных стандартов: «Машиниста двигателей внутреннего сгорания в атомной энергетике», «Переработчика радиоактивных отходов», «Оператора хранилища ЖРО», «Слесаря по ремонту РТО». Понимая, что «профессиональный стандарт является многофункциональным нормативным и методическим документом, устанавливающим требования к профессиональным знаниям и умениям, а также профессиональному образованию и практическому опыту, необходимым для выполнения работниками своих функциональных обязанностей»[3], мы обратились к различным теоретическим и практическим источникам информации. В результате, обнаружили, что квалификационные справочники, не всегда целостно и точно содержат необходимую информацию. Данный пробел восполнили должностные инструкции и другая информация, которую предоставили предприятия входящие в состав ОАО «Концерн Росэнергоатом»: «Нововоронежская атомная станция», дирекция строящейся Нововоронежской АЭС-2», «Опытно-демонстрационный инженерный центр по выводу из эксплуатации», «Нововоронежатомэнергоремонт».

Кроме того, проблема состояла не только в поиске источников информации, но и в решении вопросов, связанных с экспертным советом, предоставлением необходимой информации для круглых столов. Непростой задачей оказалось анкетирование респондентов, которые должны уточнить и дополнить информацию об обобщённых трудовых функциях.

Тем не менее, понимание необходимости и важности разработки профессиональных стандартов, позволяло подойти к процессу создания последних, как к творческому акту. В данный момент работа ещё не завершена, впереди доработка необходимой документации, аналитические и оценочные действия, подведение итогов. В то же время этап, на котором мы находимся в данный момент, даёт основание считать, что профессиональные стандарты – неизбежная необходимость, учитывающая «базовые принципы эффективной системы профессионального образования:

1. **Ориентация на потребности рынка труда.** Содержание программ обучения соответствует требованиям работодателей, поскольку основывается на анализе компетенций в рамках каждой специальности/ профессии.

2. **Гибкость.** «Самонастраивающаяся» система оперативно реагирует на изменения технологий и рынка труда, удовлетворяет спрос на новые профессии (сегодня жизненный цикл профессий и специальностей резко сокращается — одни устаревают, другие стремительно появляются) и потребности работодателей в постоянном повышении квалификации и переквалификации сотрудников.

3. **Ориентация программ обучения на результат — освоение компетенций.** Все участники процесса понимают, что обучающиеся будут уметь «на выходе» и что они смогут предложить работодателям.

4. **Прозрачность.** «Правила игры» понятны для работодателей, которые принимают активное участие в совершенствовании системы профобразования [4].

Таким образом, «размер области применений профессионального стандарта колоссален: это и тарификация должностей, отбора, подбора, аттестации персонала, планирования карьеры, это и проведение оценки квалификации работников, проведение процедур стандартизации и унификации экономической деятельности. Кроме прочего, это основа для решения широкого круга задач в области управления персоналом, его обучения и стимулирования» [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Софинский, Н.А. Профессиональные стандарты / Н.А. Софинский [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://niitruda.ru/scripts/browser.js> – 15.07.2013.
2. Прянишникова, О.Д., Лейбович, А.Н. Профессиональные стандарты: краткий обзор зарубежного опыта [Электронный ресурс] / О.Д. Прянишникова, А.Н. Лейбович // Национальное агентство развития квалификации: сетевой журн., 2013. – Режим доступа: URL: nark-rspp.ru – 15.07.2013.
3. Пояснительная записка к проекту профессионального стандарта «Архитектурно-строительное проектирование» [Электронный ресурс] // Общероссийская негосударственная некоммерческая организация «Национальное объединение саморегулируемых организаций, основанных на членстве лиц, осуществляющих подготовку проектной документации»: официальный сайт, 2013. – Режим доступа: URL: <http://nor.ru>...iblock...Записка...проектной...18.02.2013.pdf – 15.07.2013.
4. Профессиональные стандарты 22.12.2010 [Электронный ресурс] // Сообщество кадровиков и специалистов по управлению персоналом: официальный сайт, 2013. – Режим доступа: URL: hrliga.com/index.php?module=profession...view...1283 – 15.07.2013.
5. Олейникова, О.Н., Муравьева, А.А. Профессиональные стандарты: принципы формирования, назначение и структура: методическое пособие [Текст] / О.Н. Олейникова, А.А. Муравьева. – М., 2011.

Professional standards in the system of secondary professional education

E. N. Bulatova

*Novovoronezh polytechnical college the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
1 Oktyabrskaya St., Novovoronezh, Voronezh region, Russia 396072
e-mail: novopk@rambler.ru*

Abstract – In the article the current state of professional knowledge, the abilities and skills of the worker from the position of NIYaU MEPhI and Rosatom State Corporation as the main employer is analyzed. The results of development of four professional standards are presented. The main basic principles of an effective system of secondary professional education are considered.

Keywords: the professional standard, Rosatom State Corporation, JSC Rosenergoatom Concern, skilled manual, questionnaire design, generalized labor functions.

**СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ
ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС**

УДК 621.039.7:006.1

**ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ «ОПЕРАТОР ХРАНИЛИЩА
ОТРАБОТАННОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА»:
АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ**

© 2013 г. А.Л. Подойницына, Л.В. Кондратьева

*Красноярский промышленный колледж – филиал НИЯУ МИФИ,
г. Железногорск, Красноярский край.*

Поступила в редакцию 15.06.2013 г.

В статье представлены результаты разработки профессионального стандарта «Оператор хранилища отработанного ядерного топлива» Красноярского промышленного колледжа – филиала НИЯУ МИФИ.

Ключевые слова: профессиональный стандарт, Министерство труда и социальной защиты, хранение ОЯТ, трудовые и обобщенные функции, проект макета профессионального стандарта.

Хранение отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) является одним из завершающих этапов топливного цикла АЭС. Общий объем ОЯТ, накопленного в мире и в нашей стране, весьма значителен, и этот объем неуклонно растет. Но при этом необходимо отметить, что практически все ОЯТ изолировано от окружающей среды в надежных, компактных, хорошо контролируемых хранилищах.

Хранение ОЯТ осуществляется в основном двумя способами: мокрое хранение в водной среде – в приреакторных бассейнах выдержки, пристанционных хранилищах, в централизованных мокрых хранилищах; сухое хранение (атмосфера воздуха или инертного газа) – в централизованном сухом хранилище камерного типа.

Основное направление развития системы обращения с ОЯТ атомных электростанций – хранение ОЯТ в централизованных хранилищах с преимущественным развитием сухого способа хранения.

Вопрос обеспечения отрасли высококвалифицированными кадрами на всех ступенях ядерного топливного цикла является принципиальным для обеспечения безопасности атомной энергетики. В этой связи особенно важной представляется деятельность по разработке профессиональных стандартов рабочих и специалистов ядерно-энергетического комплекса, в том числе работников хранилищ ОЯТ, квалификационные требования к которым не отражены в ЕТКС.

В рамках реализации распоряжения Правительства Российской Федерации от 29.11.2012 № 2204-р по заказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» осуществляет разработку профессионального стандарта оператора хранилища отработанного ядерного топлива.

Рабочая группа по разработке этого профессионального стандарта создана в филиале НИЯУ МИФИ – Красноярском промышленном колледже (ЗАО Железногорск, Красноярский край) с привлечением в качестве экспертов-разработчиков специалистов ФГУП «Горно-химический комбинат» (предприятие Госкорпорации «Росатом»). Анализ документации в области темы разрабатываемого

стандарта, определение перечня трудовых функций, в том числе обобщенных, производилось при непосредственном участии ведущих специалистов «сухого» и «мокрого» хранилищ комбината. В результате совместной деятельности сформирован проект макета профессионального стандарта «Оператор хранилища отработанного ядерного топлива» для вида деятельности «Ведение технологических процессов хранения ОЯТ» при условии обеспечения требований безопасности, включающий карту трудовых функций и действий с учетом необходимых знаний и умений для различного уровня сложности ведения и обслуживания процессов мокрого и сухого хранения ОЯТ. В настоящее время идет его профессионально-общественное обсуждение, сбор, анализ и систематизация замечаний и предложений по совершенствованию проекта.

Профессиональный стандарт «Оператор хранилища отработанного ядерного топлива» разрабатывается в целях унификации, установления и поддержания единых требований к содержанию и качеству профессиональной деятельности, определения квалификационных требований к работникам, прозрачности подтверждения и оценки профессиональной квалификации работников хранилищ отработанного ядерного топлива¹.

Professional standard "The Operator of Spent Fuel Storage": urgency of development

A. L. Podoyunitsyna, L. V. Kondratyeva

*Krasnoyarsk Industrial College the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
5 Sverdlova St., Zheleznogorsk, Krasnoyarsk region, Russia 396072
e-mail: promcollege@atomlink.ru*

Abstract – The results of development of the professional standard «Operator of Spent Fuel Storage» of Krasnoyarsk Industrial College – the branch of NRNU MEPhI are presented in the article.

Keywords: the professional standard, the Ministry of Labour and Social Protection, spent fuel storing, labor and generalized functions, the model of the professional standard draft.

¹ С проектом стандарта можно ознакомиться на сайте КПК НИЯУ МИФИ <http://www.kpk26.ru>
Замечания и предложения следует направлять по адресу promcollege-p@yandex.ru;
ALPodojnitsyna@mephi.ru

**СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ
ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС**

УДК 621.039:006.1

**РАЗРАБОТКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ
В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ**

© 2013 г. Л.П. Егорова

*Уральский технологический колледж – филиал НИЯУ МИФИ,
г. Заречный, Свердловская обл.*

Поступила в редакцию 14.06.2013 г.

В статье представлены результаты разработки проекта профессионального стандарта «Слесарь по КИПиА в атомной энергетике» Уральского технологического колледжа – филиала НИЯУ МИФИ.

Ключевые слова: профессиональный стандарт, Министерство труда и социальной защиты, эксперты-разработчики.

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 22 января 2013 г. № 23 «О Правилах разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов» в настоящее время для различных отраслей промышленности осуществляется разработка и внедрение на федеральном уровне профессиональных стандартов. Данная работа курируется Министерством труда и социальной защиты и будет выполняться в течение 2013-2014 гг.

Уральский технологический колледж – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» принимает участие в разработке проекта профессионального стандарта «Слесарь по КИПиА в атомной энергетике»¹.

Среди экспертов-разработчиков представители предприятий и организаций атомной отрасли:

- ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Белоярская атомная станция»
 - Открытое акционерное общество «Институт реакторных материалов» (ОАО «ИРМ»)
 - Проектный офис БН-К ОАО «Концерн Росэнергоатом» проекта БН-1200
- Информационная и методическая помощь оказана специалистами филиалов ОАО «Концерн Росэнергоатом»:
- Балаковская АЭС
 - Билибинская АЭС
 - Калининская АЭС
 - Нововоронежская АЭС
 - Смоленская АЭС
 - Ростовская АЭС.

¹ Ознакомиться с проектом профессионального стандарта и анкетой можно на сайте Уральского технологического колледжа – филиала НИЯУ МИФИ: <http://www.urtk-mephi.ru>

Development of professional standards in nuclear industry

L. P. Yegorova

*Ural Technological College the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
27 Lenina St., Zarechniy, Sverdlovsk region, Russia 624250
e-mail: urtk@mephi.ru*

Abstract – The results of development of the professional standard draft "Monitor and automatics mechanic in nuclear-power engineering" of Ural Technological College –the branch of NRNU MEPhI are presented in the article.

Keywords: professional standard, the Ministry of Labour and Social Protection, experts-developers.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ НОМЕРА

Алюшин А.В.	69	Мальшевский В.С.	15
Алюшин М.В.	69	Нагай И.В.	64
Андреева Е.А.	40	Нефедов В.С.	15
Арженовская Е.В.	95	Никифоров В.Н.	95
Балашевский А.С.	5	Опекунов В.С.	78
Баран С.А.	60	Поляков П.А.	60
Белопольский В.М.	69	Подойницына А.Л.	108
Белых Г.А.	100	Проскуряков К.Н.	45
Богоровская С.А.	25	Путро Н.А.	35
Бураева Е.А.	15	Пугачева О.Ю.	95
Бубнина Ю.А.	95	Резенькова Н.В.	100
Булатова Е.Н.	105	Руденко В.А.	95, 100
Веприков В.И.	31	Семенова Е.А.	25
Веприков Ю.В.	31	Соловьев В.И.	100
Веприкова Ю.В.	31	Стамбулко А.В.	78
Власенко Н.И.	5	Стасов В.В.	15
Галанин А.В.	21	Толстов В.А.	40
Герлига В.А.	5	Ушаков В.Л.	69
Головко М.В.	83	Федоров А.И.	21
Гольдберг В.Ф.	95	Чернова Н.М.	35
Евдошкина Ю.А.	92	Шаврак Е.И.	25
Егорова Л.П.	110	Шваров В.А.	50
Елзов Ю.Н.	100		
Ишигова Л.О.	40		
Ким И.А.	31		
Кобзев Р.А.	35		
Колобашкина Л.В.	69		
Кондратьева Л.В.	108		
Кучеренко О.В.	21, 50		

AUTHOR INDEX OF VOL. 2, 2013

Alyushin A.V.	69	Malyshevsky V.S.	15
Alyushin M.V.	69	Nagai I.V.	64
Andreeva E.A.	40	Nefedov V.S.	15
Arzhenovskaya E.V.	95	Nikiforov V.N.	95
Balashhevskiy A.S.	5	Opekunov V.S.	78
Baran S.A.	60	Polyakov P.A.	60
Belopolsky V.M.	69	Podoyntsyna A. L.	108
Belyh G.A.	95	Pugachyova O.Yu.	95
Bulatova E. N.	105	Proskuryakov K.N.	45
Bogorovskaya S.A.	25	Putro N.A.	35
Buraeva E.A.	15	Roudenko V.A.	95, 100
Bubnina J.A.	95	Rezenkova N.V.	100
Chernova N.M.	35	Semenova E.A.	25
Evdoshkina Y.A.	92	Solovyev V.I.	100
Elzhov Yu.N.	100	Shavrak E.I.	25
Yegorova L.P.	110	Shvarov V.A.	50
Fedorov A.I.	21	Stambulko A.V.	78
Galanin A.V.	21	Stasov V.V.	15
Gerliga V.A.	5	Tolstov V.A.	40
Golovko M.V.	83	Ushakov V.L.	69
Goldberg V.F.	95	Veprikov V.I.	31
Ishigova L.O.	40	Veprikov Y.V.	31
Kim I.A.	31	Veprikova J.V.	31
Kobzev R.A.	35	Vlasenko N.I.	5
Kolobashkina L.V.	69		
Kondratyeva L. V.	108		
Kucherenko O.V.	21, 50		

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1) Полный текст статьи, предназначенной для опубликования, должен сопровождаться представлением от учреждения, в котором выполнена работа, и подписан авторами.

2) Комплект должен содержать экспертное заключение о возможности опубликования.

3) К статье прилагаются:

– сведения об авторах на русском и английском языках (фамилия, имя, отчество, место работы, должность, ученая степень, звание, домашний, служебный и электронный адреса, телефоны. Если авторов несколько, указать, с кем вести переписку);

– сведения об организации авторов на русском и английском языках, включая почтовый адрес с индексом. Если авторов несколько, указать данные об организации каждого автора);

– название статьи и инициалы авторов на русском и английском языке;

– аннотация на русском и английском языках;

– индекс УДК;

– ключевые слова на русском и английском языках.

4) Объем статьи должен быть не более 12 страниц машинописного текста, включая таблицы, список литературы (не больше 20 источников) и рисунки (не более 7).

5) Статья должна быть набрана в соответствии с правилами компьютерного набора. В одном файле помещается только одна статья (в случае подачи двух статей и более). Сведения из пункта 3 являются частью статьи и должны быть также представлены в электронном виде.

Статья должна быть оформлена в формате Microsoft Office 97-2003 Word 7.0, через 1,5 интервала, шрифтом Times New Roman размером 14 пт. Поля со всех сторон – 2,5 см. Использование любых других шрифтов возможно только в виде исключения, если они внесены в код файла. Не следует использовать знаки принудительного переноса и дополнительных пробелов. Векторные величины выделяются полужирным шрифтом.

Для записи формул применять только редактор формул Equation 3.0. Большие формулы необходимо разбить на несколько строк, причем каждая новая строка – новый объект. Запрещается масштабировать формулы. При наборе формул необходимо придерживаться следующих размеров: текст – 11 пт, крупный индекс – 8 пт, мелкий индекс – 6 пт, крупный символ – 12 пт, мелкий символ – 10 пт. Формулы не должны включать в состав знаки пунктуации и нумерацию.

Статья должна содержать лишь самые необходимые формулы, от промежуточных выкладок желательно отказаться. Нумеруются только те формулы, на которые имеются ссылки. Нумерация формул должна быть сквозная по всей статье. Таблицы должны иметь заголовки и нумерацию, в них допускаются только общепринятые сокращения.

Желательно, чтобы таблицы не превышали одной страницы текста. Количество таблиц не должно превышать количество страниц.

Рисунки и схемы должны быть черно-белыми, размером 800x600, с подписями. Графики должны быть оформлены в формате Microsoft Office 97-2003 Word 7.0 и только отдельным файлом (каждый график на новом листе, либо в новом файле).

Единицы измерения следует давать в соответствии с Международной системой (СИ).

б) Литература приводится в порядке упоминания в конце статьи. В тексте

должны быть ссылки в квадратных скобках только на опубликованные материалы. Ссылки на иностранные источники даются на языке оригинала и сопровождаются, в случае перевода на русский язык, с указанием на перевод.

Рекомендуется проверка статей через программу Антиплагиат на сайте <http://www.antiplagiat.ru>

Библиография должна быть оформлена согласно ГОСТу 7.1-2003 «Библиографическая запись и библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

ВНИМАНИЕ! В случае расхождения бумажной и электронной версий Издательство руководствуется бумажной версией.

ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ ЛИТЕРАТУРЫ:

Для книг: Энджел, Д. Поведение потребителей [Текст] / Д. Энджел. – М. : Физматлит, 1972. – 272 с.

Для журналов: Петров, Н.Н. Принципы построения образовательных программ и личностное развитие учащихся [Текст] / Н.Н. Петров // Вопросы психологии. – 1999. – №3. – С. 39.

Для диссертаций: Дзякович, Е.В. Стилистический аспект современной пунктуации : автореф. дис. канд. филол. наук [Текст] / Е.В. Дзякович – М., 1984. – 30 с.

Для депонированных работ: Кондраш, А.Н. Пропаганда книг [Текст] / А.Н. Кондраш. – М., 1984. – 21 с. – Деп. в НИЦ «Информпечать» 25.07.84. ФН 176.

Описание архивных материалов: Гуцин, Б.П. Журнальный ключ [Текст] // НРЛИ. Ф. 209. Оп. 1. Д. 460. Л. 9.

Материалы конференций: Шишков, Ю. Россия и мировой рынок: структурный аспект [Текст] / Ю. Шишков // Социальные приоритеты и механизмы преобразований в России : материалы междунар. конф. Москва, 12-13 мая 1998 г. – М. : Магма, 1993. – С. 19-25.

Для патентов: Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК⁷ Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство [Текст] / Чугаева В. И. ; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. – № 2000131736/09 ; заявл. 18.12.00 ; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с. : ил.

Для авторских свидетельств: А. с. 1007970 СССР, МКИ³ В 25 J 15/00. Устройство для захвата неориентированных деталей типа валов / В. С. Ваулин, В. Г. Кемайкин (СССР). – № 3360585/25–08; заявл. 23.11.81; опубл. 30.03.83, Бюл. № 12. – 2 с.

Для электронных ресурсов: Дирина, А.И. Право военнослужащих РФ на свободу ассоциаций [Электронный ресурс] / А.И. Дирина // Военное право: сетевой журн. – 2010. – Режим доступа: URL: <http://военноеправо.ru/node/2149> – 19.02.2011.

Комплект документов отправляется в редакцию журнала по адресу:
347360, Россия, Ростовская область, г. Волгодонск, ул. Ленина, 73/94. Редакция
журнала «Глобальная ядерная безопасность».

E-mail: oni-viti@mephi.ru

Тел.: 8(8639)222717.

ГЛОБАЛЬНАЯ ЯДЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

№ 2(7) 2013

Главный редактор – **М.Н. Стриханов, доктор физико-математических наук, профессор**

Сдано в набор 17.06.2013 г.

Компьютерная вёрстка Вишнёва М.М.

Корректор Вишнёва М.М. ИПО ВИТИ НИЯУ МИФИ

Подписано к печати 15.07.2013 г.

Бумага «SvetoСору» 80 г/м². Объем 11.88 усл.печ.л.

Гарнитура «Times New Roman»,

Тираж 300 экз.

Отпечатано в типографии ВИТИ(ф) НИЯУ МИФИ