

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
«МИФИ»



ВОЛГОДОНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ –
ФИЛИАЛ НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ЯДЕРНОГО УНИВЕРСИТЕТА «МИФИ»



XIV Международная научно-практическая конференция
«Безопасность ядерной энергетики»
Волгодонск, 30 мая –1 июня 2018 г.
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Волгодонск 2018

УДК 621.039:621.311.25
Б 40

Безопасность ядерной энергетики: тезисы докладов XIV Международной научно-практической конференции, 30 мая – 1 июня 2018 г. / НИЯУ МИФИ [и др.]. – Волгодонск : ВИТИ НИЯУ МИФИ, 2018. – 199 с.

Сборник тезисов конференции создан на материалах прошедшей 30 мая – 1 июня 2018 г. на базе ВИТИ НИЯУ МИФИ XIV Международной научно-практической конференции «Безопасность ядерной энергетики». В работе научного форума приняли участие представители ОАО «Концерн Росэнергоатом», органы местного самоуправления и Законодательного Собрания Ростовской области, представители промышленно-энергетического комплекса России и дальнего зарубежья, профессорско-преподавательский состав НИЯУ МИФИ и его филиалов.

ISBN 978-5-7262-2472-5

Издается в авторской редакции

© Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», 2018

Ответственный за выпуск *Н.И. Лобковская*

Электронный ресурс: <http://nps.viti-mephi.ru/ru/arhiv-konferencii>

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал
Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»
ИПО ВИТИ НИЯУ МИФИ
347360, Россия, Ростовская обл., г. Волгодонск, ул. Ленина, 73/94.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1

«Изготовление и ремонт оборудования АЭС»

Берела А.И., Томилин С.А., Федотов А.Г., Арсентьева Е.С. Применение гидроабразивной резки для демонтажных работ при выводе из эксплуатации блоков АЭС (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск)	8
Берела А.И., Томилин С.А., Федотов А.Г. Формирование и выбор факторов действия технологических процессов демонтажа оборудования в проекте вывода из эксплуатации блоков АЭС (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск)	10
Смирнов А.М. Исследование технологических остаточных деформаций трубных решеток при гидравлической раздаче теплообменных труб (Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва)	14
Дуймамбет А.Ю. Применение перспективного однородного однослойного антикоррозионного покрытия (ООАП) на внутренние поверхности оборудования атомной промышленности (Филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск)	19
Егоров К.А., Подрезов Н.Н., Доронин А.Ю. Технологическая подготовка сварки кольцевых швов корпуса ПГВ-1000 с применением подкладной ленты (Волгодонский филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск; Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск; Государственный научный центр «ЦНИИТМАШ», г. Москва)	22
Колоколов Е.И., Томилин С.А. Комплексный анализ характера разрушения конструкционных сталей в интервале температур вязко-хрупкого перехода (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск)	24
Кравченко П.Д., Федоренко Д.Н. Анализ вариантов конструктивных схем захватных устройств для подъёма упавших кассет в реакторе типа ВВЭР (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск; АО «Атомспецсервис», г. Волгодонск)	27
Марченко А.А., Заиграев Е.Н., Денисенко П.П. Разработка и отработка технологии низкотемпературной термической обработки коллекторов теплоносителя парогенератора ПГВ-1000М (Филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш», г. Волгодонск)	28
Москалев Д.И., Марченко С.А. Особенности конструкции и анализ термомеханического взаимодействия сред в запирающих устройствах биозащиты многоцелевого исследовательского реактора на быстрых нейтронах МБИР (Филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш», г. Волгодонск)	31
Наумченко К.Ю., Старшинов В.И., Келехсавили В.А., Назаров Н.А. Разработка станка для притирки клапанов обратных (Филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск)	36
Палунов А.К., Федотов А.Г., Подрезов Н.Н. Автоматическая дуговая наплавка седла ответственной трубопроводной арматуры для АЭС и НГХ (Филиал ОАО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск; Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск)	39
Сас А.В., Ступак И.С. Исследование энергетического портрета процесса дуговой сварки (Российский государственный университет (НИУ) нефти и газа им. И.М. Губкина, г. Москва)	40
Цзэжэнь Гу, Рыбачук А.М., Козырев М.Е. Исследование деформации четырёхполюсного магнитного поля при дуговой сварке магнитного металла (Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, г. Москва)	42
Якименко А.Э., Подрезов Н.Н., Федотов А.Г. Вариант орбитальной сварки швов соединений коллекторов в парогенераторе ПГВ – 1000МКП (Филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск; Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск)	43

Секция 2
«Эксплуатация энергоблоков АЭС»

- Баран С.А., Нечитайлов В.В., Краснокутский В.В.** Причины протекания феррорезонансных процессов в цепях генераторного напряжения 24 кВ и способы их ликвидации (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск) **46**
- Бабенко Р.Г., Лапкис А.А., Никифоров В.Н., Овдиенко М.В., Пугачева О.Ю.** Универсальный измерительный комплекс для контроля технического состояния и настройки электроприводного оборудования (арматура, вентиляторы, насосы) (НИИ АЭМ, Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск) **52**
- Болотный П.А., Панин М.С., Курков И.С., Давтян А.Р., Богословская Г.П.** Восстановление работоспособности программы теплогидравлического расчета ТВС реакторов типа БН М1F (Обнинский институт атомной энергетики – филиал НИЯУ МИФИ, г. Обнинск) **54**
- Выговский С.Б., Груздов Ф.В., Аль Малкави Р.Т.** Расчетное исследование зависимости нейтронно-физических характеристик активной зоны реакторов ВВЭР от температурного распределения в топливе и его влияния на параметры ксеноновых процессов в зоне (Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва) **55**
- Лапкис А.А., Никифоров В.Н., Первушин Л.А.** Паспортизация режимов работы перегрузочной МАШИНЫ МПС-В-1000 на основе виброакустических сигналов (НИИ АЭМ, Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск) **57**
- Овдиенко М.В., Синельщиков П.В.** Стенд для имитации протечек (НИИ АЭМ, Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск) **60**
- Прокопенко Н.Н., Дворников О.В., Бугакова А.В., Титов А.Е., Жук А.А.** Особенности проектирования низкотемпературных радиационно-стойких В1JFET и В1СJFET операционных усилителей (Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону; Институт проблем проектирования в микроэлектронике РАН, г. Зеленоград; АО «Минский научно-исследовательский приборостроительный институт», г. Минск; Институт радиотехнических систем и управления ЮФУ, г. Таганрог) **61**
- Прокопенко Н.Н., Титов А.Е., Бутырлагин Н.В., Овсепян Е.В.** Биполярно-полевые радиационно-стойкие дифференциальные и мультидифференциальные операционные усилители для задач проектирования аналоговых интерфейсов датчиков на основе базовых матричных кристаллов (Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону; Институт проблем проектирования в микроэлектронике РАН, г. Зеленоград; Институт радиотехнических систем и управления ЮФУ, г. Таганрог) **64**
- Проскуряков К.Н.** Влияние декремента затухания колебаний теплоносителя ВВЭР на срок службы сварных соединений (Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва) **66**
- Проскуряков К.Н., Беляев К.И., Писарева Д.А.** Разработка методики расчета частоты АСВ в эксплуатационных режимах АС с ВВЭР-440 (Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва) **69**

Секция 3

«Экологическая и радиационная безопасность эксплуатации АЭС»

- Бондарчук Ю.А., Бубликова И.А.** Анализ влияния ростовской АЭС на многолетнюю динамику концентраций сульфатов и хлоридов в воде Цимлянского водохранилища (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск) **72**
- Бубликова И.А., Самохин А.А., Пашинский В.С.** Анализ влияния Ростовской АЭС на содержание ионов меди в воде Цимлянского водохранилища (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск) **73**
- Елохин А.П., Ксенофонов А.И., Исса Алалем, Федорченко С.Н.** Метод экспресс-оценки средней энергии спектра γ -излучения радионуклидов в условиях радиационных аварий в помещениях спецкорпуса АЭС (Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва; АО «СНИИП-РАДМЕД», г. Москва) **74**
- Ксенофонов А.И., Елохин А.П., Алалем Е.А.** Применение расчетных методов для анализа характеристик γ -излучения радиоактивного облака при выбросах АЭС (Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва) **76**

Абидова Е.А., Бейсуг О.И., Дембицкий А.Е., Пугачёва О.Ю. Оценка экологического состояния водного объекта в зоне действия РОАЭС с использованием метода главных компонент (НИИ АЭМ, Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск)	78
Болдаков В.А., Ожерельев О.А., Ушаков А.О., Болтовская Н.А. Водоподготовка и безопасность эксплуатации ПАТЭС (Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г. Северск)	81
Веселова И.Н., Домрина Г.В., Кольченко О.Л. О возможности управления размерами зоны пониженных скоростей над брызгальными бассейнами (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск; НИМИ ФГБОУ ВО ДГАУ)	2
Гунин П.А. Сравнение затрат на экологические мероприятия проводимые на АЭС (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск)	84
Колодин Е.М., Панин М.П., Фролов И.А. Воксельный фантом человека с изменяемой позой для детальных дозовых расчётов (Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва)	86
Мехди М., Панин М.П. Применение численных методов трехмерной гидродинамики для расчетов профилей концентрации газоаerosольных выбросов АЭС (Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва)	88
Носков М.Д., Истомина Н.Ю., Истомин А.Д., Бугрина В.С. Расчет радиационной обстановки района размещения Белоярской АЭС (Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г. Северск)	90

Секция 4

«Культура безопасности на объектах ядерной энергетики: социокультурный, экономический и информационный аспекты»

Лобковская Н.И. Профессиональная и организационная приверженность как составляющие культуры безопасности (Волгодонский инженерно-технический институт филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск)	93
Бушуев И.В., Галда М.В., Петров М.В. Международный опыт и российское законодательство в вопросе борьбы с коррупцией (Волгодонский филиал Ростовского юридического института МВД России, г. Волгодонск)	95
Сетраков А.Н., Довгань Е.А. Противодействие коррупции в системе МВД России (Волгодонский филиал Ростовского юридического института МВД России, г. Волгодонск)	97
Алюшин В.М. Инструментальные программные средства для измерения времени реакции человека (Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва)	100
Алюшин М.В., Колобашкина Л.В. Лабораторные исследования эффективности применения компьютерной биомышки в многофункциональном режиме (Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва)	103
Алюшин М.В., Колобашкина Л.В. Экспериментальные исследования эффективности использования биомышки при проведении учебных и учебно-тренировочных занятий (Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва)	107
Гладков Д.В., Галда М.В. Контроль оперативного персонала как способ безопасности производства и эксплуатации объектов ядерной безопасности (Волгодонский филиал федерального государственного казенного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации», г. Волгодонск)	111
Ермолаева Н.В. Ранняя профессиональная ориентация школьников к инженерной деятельности в атомной отрасли (Волгодонский инженерно-технический институт - филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск)	115
Захарова Л.В., Гунина Л.А., Зарочинцева И.В., Лупиногина Ю.А. Особенности социальной адаптивности студентов технического вуза в поликультуральных средах (на примере работы с иностранными студентами в рамках производственной практики в ресурсном центре) (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск)	118

- Зубенко В.В., Бушуев И.В., Петров М.В.** Незаконное предпринимательство в области ядерной энергетики (на примере Ростовской АЭС) (Волгодонский филиал Ростовского юридического института МВД России, г. Волгодонск) **121**
- Привалова Н.Ф.** Независимая оценка квалификаций выпускников высшей школы как фактор безопасности атомной отрасли (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск) **123**
- Руденко В.А., Томилин С.А., Анцибор А.В., Доблер Г.А., Василенко Н.П.** Демонстрационный экзамен в ВИТИ НИЯУ МИФИ: новый подход к итоговой аттестации выпускников (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск) **127**
- Симакова Н.А.** Повышение качества обучения студентов на основе использования виртуальных лабораторий (Волгодонский инженерно-технический институт филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск) **130**

Секция 5 «Проектирование и строительство энергоблоков АЭС»

- Гарибов Р.Б.** О моделировании деформирования дискретно армированной оболочки в условиях радиационного облучения (Балаковский инженерно-технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Балаково) **134**
- Губеладзе О.А., Губеладзе А.Р., Бурдаков С.М.** Учет взаимовлияния крана кругового действия и защитной гермооболочки энергоблока аэс при анализе безопасности (Донской государственный технический университет (ДГТУ), г. Ростов-на-Дону; Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск) **136**
- Губеладзе О.А., Губеладзе А.Р., Бурдаков С.М.** Моделирование элементов конструкции противопожарной защиты объектов АЭС на этапе проектирования (Донской государственный технический университет (ДГТУ), г. Ростов-на-Дону; Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск) **139**
- Давтян А.Р., Курков И.С., Панин М.С., Болотный П.Е.** Возможность вторичного использования боя бетона полученного после демонтажа аэс в технологии 3D-печати зданий и сооружений (Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск) **143**
- Заяров Ю.В., Пимшин Ю.И.** Управление уровнем безопасности на разных этапах жизненного цикла зданий и сооружений (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск) **146**
- Лескин С.Т., Чичикин Г.В.** Распознавание недостоверных значений измеряемых параметров при работе энергоблока АЭС в стационарных режимах (ИАТЭ Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Обнинск) **148**
- Медведев В.Н., Скорикова М.И.** Влияние реологических характеристик бетона на напряженно-деформированное состояние защитных оболочек АЭС (Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, г. Москва) **150**
- Пимшин Ю.И., Бурдаков С. М., Науменко Г.А., Псарёв Ю.А.** Контурные построения при контроле геометрических параметров соосности элементов технологического оборудования (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск; Донской государственный технический университет (ДГТУ), г. Ростов-на-Дону) **153**
- Пимшин Ю.И., Забазнов Ю.С.** О возможном подходе к оценки технического состояния двухслойных железобетонных оболочек блоков реакторных отделений АЭС (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета (МИФИ), г. Волгодонск) **156**
- Пимшин Ю.И., Забазнов Ю.С., Науменко Г.А.** Принцип расчета точности измерений при выполнении контроля деформационных процессов (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск; Донской государственный технический университет (ДГТУ), г. Ростов-на-Дону) **159**
- Пимшин Ю.И., Наугольнов В. А., Бурдаков С.М., Пимшин И.Ю.** Результаты экспертного обследования мостового крана КМ-30 эксплуатируемого на объекте выводимого из эксплуатации на Нововоронежской АЭС по результатам его технического диагностирования (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал

Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск; Донской государственный технический университет (ДГТУ), г. Ростов-на-Дону)
Пимшин Ю.И., Наугольников В.А., Науменко Г.А., Пимшин И.Ю. Расчет сейсмостойкости кранов группы «Б» действующих на атомных электрических станциях (АЭС) (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск; Донской государственный технический университет (ДГТУ), г. Ростов-на-Дону) **165**

Слободчук В.И., Шальков Д.А. Подогреватель высокого давления ширмового типа для блока с реактором ВВЭР (ИАТЭ Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Обнинск) **168**

Секция 6 «Экономика атомной отрасли»

Агапова С.П., Ефименко Н.А., Судилова И.В., Ухалина И.А. Формы сотрудничества ВИТИ НИЯУ МИФИ с предприятиями ГК Росатом и атомного промышленного кластера при подготовке LEAN-специалистов (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск; ПАО «ЗиО-Подольск», г. Подольск) **170**

Крестьянинова О.Г. Развитие рынка медицинских услуг как фактор обеспечения безопасности территории размещения аэс: анализ современного состояния (Северо-Западный государственный медицинский университета им. И.И. Мечникова) **172**

Рукинов М.В. Технологическое Развитие Экономики И Экономическая Безопасность (Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина) **176**

Головко М.В., Анцибор А.В. Роль образовательных организаций в обеспечении экономической эффективности и безопасности предприятий атомной отрасли (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск) **179**

Головко М.В., Кривошлыков Н.И. Влияние стейкхолдеров на выбор механизмов обеспечения экономической безопасности предприятий атомного энергомашиностроения (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск; АО «Атоммашэкспорт», г. Волгодонск) **182**

Довбыш В.Е. HR-брендинг как основа успешного управления персоналом на предприятии (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск) **185**

Колесов В.В., Кузенкова Д.С., Михалев А.В. Расчётные исследования быстрого исследовательского реактора (Обнинский институт атомной энергетики — филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Обнинск) **188**

Лыскова И.Е. Менеджмент качества человеческих ресурсов – основа развития современной организации (Коми республиканская академия государственной службы и управления, г. Сыктывкар) **190**

Рогачева Ж.С. Роль образовательных организаций в формировании финансовой грамотности населения: опыт и перспективы вिति нияу мифи (Волгодонский инженерно-технический институт НИЯУ «МИФИ», г. Волгодонск) **193**

Руденко В.А., Томилин С.А., Анцибор А.В., Доблер Г.А., Василенко Н.П. Демонстрационный экзамен в вिति нияу мифи: Новый подход к итоговой аттестации выпускников (Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск) **197**

СЕКЦИЯ 1

ИЗГОТОВЛЕНИЕ И РЕМОНТ ОБОРУДОВАНИЯ АЭС

УДК 621.791.94 : 621.039.5

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ РЕЗКИ ДЛЯ ДЕМОНТАЖНЫХ РАБОТ ПРИ ВЫВОДЕ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ БЛОКОВ АЭС

А.И. Берела, С.А. Томилин, А.Г. Федотов, Е.С. Арсентьева

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

Рассмотрены возможности применения гидроабразивной резки для разделки демонтируемого оборудования при выводе из эксплуатации блоков АЭС. Показаны универсальность способа и отсутствие пылегазовыделений, что важно в условиях широкой номенклатуры демонтируемого оборудования и радиоактивной загрязненности его поверхности.

Ключевые слова: гидроабразивная резка, вывод из эксплуатации, блок АЭС, демонтаж оборудования.

Работа гидроабразивной резки основана на технологии струйной подачи воды с определенным содержанием абразивного порошка под высоким давлением, на поверхность материала [1, 2]. Она применяется для любых машиностроительных и строительных материалов, включая коррозионно-стойкую сталь, железобетон и др. Такая универсальность позволяет применять ее при демонтаже оборудования и строительных конструкций, а также при разделке демонтированного оборудования на фрагменты для их дальнейшей переработки в качестве радиоактивных или условно «чистых» отходов.

При работе гидроабразивной резки состав наполнителя и давление воды регулируется. Для достижения оптимальных показателей, необходимо, чтобы струя подавалась со скоростью 1200 м/с и давлением не менее 470 МПа. Сопла подбирают в зависимости от толщины обрабатываемого материала, его плотности, а также от состава гидросмеси. Их изготавливают из высокопрочной стали.

При работе оборудования гидроабразивной резки с ЧПУ для каждого материала по программе задается состав режущей смеси, давление струи и другие необходимые параметры.

Ручная гидроабразивная резка имеет свои преимущества, к которым относится меньшая стоимость установки (по сравнению с ЧПУ станками – приблизительно в 1,5 раза), простое управление, минимально достаточное количество функций, возможность применения в самых разнообразных рабочих зонах.

В качестве основных расходных материалов гидроабразивной резки служат абразивный порошок и вода. Абразивный порошок представляет собой мелкий песок, изготовленный из натурального минерала – граната и обладающий высокими прочностными характеристиками. Размер абразивных зерен не более 600 мкм. Даже в наиболее экономичных установках с ЧПУ расход абразивного порошка составляет около 300–350 г в минуту. Кроме того, для резки требуется вода, прошедшая процедуру подготовки и фильтрации.

Для эффективной работы необходима также регулярная замена изнашивающихся в процессе резки деталей оборудования. Установка нового сопла потребуется через каждые 50 часов работы, направляющей трубки – 100 часов. Прокладки и уплотнения изнашиваются довольно быстро и требуют постоянной замены, поскольку от уплотнителей зависит поддержание давления воды в системе.

Преимущества применения гидроабразивной резки для условий [3, 4] разделки радиоактивно загрязненного оборудования следующие:

- отсутствие пыли-, газообразования и, следовательно, использования спецвентиляции блока АЭС;
- ручные установки могут быть использованы для разрезания материала даже под водой, что даст возможность снижения уровня радиационного фона в рабочей зоне;
- скорость разрезания может достигать 30000 мм/мин;
- ширина шва реза всего 0,5–1 мм, что обеспечивает малый выход поверхностного загрязнения с отходами резки (вторичных радиоактивных отходов);
- низкая пожароопасность;
- возможность разрезания толстостенных материалов (сталь и бетонные армированные блоки до 100 мм).

Недостаток гидроабразивной резки в указанных условиях применения – необходимость переработки вторичных радиоактивных отходов в виде гидроабразивного шлама с включениями радиоактивно загрязненных частиц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Что такое гидроабразивная резка металла [Электронный ресурс]. – URL: <http://stroy-plys.ru/242-gidroabrazivnaya-rezka-metalla.html> (дата обращения: 21.03.2018).
2. Гидроабразивная резка металла [Электронный ресурс]. – URL: <http://metall.org/obrabotka/rezka/gidroabrazivnaya-rezka-metalla.html> (дата обращения: 21.03.2018).
3. Берела, А.И. Фрагментация демонтируемого тепломеханического оборудования при выводе из эксплуатации блоков АС [Текст] / А.И. Берела, Б.К. Былкин, И.И. Копытов, В.А. Шапошников // Теплоэнергетика. – 2005. – № 8. – С. 40-46.
4. Берела, А.И. Разработка технологических процессов демонтажа оборудования при выводе из эксплуатации атомных станций [Текст] / А.И. Берела, А.Г. Федотов, С.А. Томилин, Б.К. Былкин // Инженерный вестник Дона. – 2013. – Т. 25. – № 2 (25). – URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1734> (дата обращения: 21.03.2018).

Application Hydroabrasive Cutting for Dismantling Works in Decommissioning of NPP Blocks from Operation

A.I. Berela¹, S.A. Tomilin², A.G. Fedotov³, E.S. Arsentieva⁴

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region*

¹berelaleks@yandex.ru

²SATomilin@mephi.ru

³AGFedotov@mephi.ru

⁴VITikafMPM@mephi.ru

Abstract – considered the possibility of using hydroabrasive cutting for dismantling equipment disassembling during decommissioning of NPP units. The universality of the method and the absence of dust and gas emissions are shown, which is important in the conditions of a wide range of equipment to be dismantled and the radioactive contamination of its surface.

Keywords: hydroabrasive cutting, decommissioning, nuclear power plant unit, equipment dismantling.

ФОРМИРОВАНИЕ И ВЫБОР ФАКТОРОВ ДЕЙСТВИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЕМОНТАЖА ОБОРУДОВАНИЯ В ПРОЕКТЕ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ БЛОКОВ АЭС

А.И. Берела, С.А. Томилин, А.Г. Федотов

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

В работе представлена общая схема проектирования технологических процессов демонтажа оборудования блоков АЭС на этапе подготовки их вывода из эксплуатации. Дополнительное внимание уделено начальной стадии проектирования, когда формируется набор составляющих пространства функционирования технологических процессов и на его основе факторов их действия, используемых после многоступенчатого отбора для формирования технологических операций и компоновки их в технологический процесс.

Ключевые слова: вывод из эксплуатации, блок АЭС, технологический процесс, демонтаж оборудования, факторы действия.

В настоящее время в связи с принятием концерном РЭА решения о демонтаже ранее остановленных блоков первой очереди Нововоронежской АЭС (НВАЭС) становится актуальным проектирование сложных и радиационно-опасных технологических процессов демонтажа основного оборудования: корпусных реакторов и кольцевых баков реакторных установок; парогенераторов; сепараторов, деаэраторов, компенсаторов давления; главных циркуляционных насосов; трубопроводов, арматуры большого диаметра и др. [1].

Для принятия конкретных технологических решений целесообразно использовать проблемно-ориентированную систему проектирования технологических процессов демонтажа оборудования [2-5], назначение которой состоит в информационной и методической поддержке разработчика-технолога.

Компонентами системы проектирования являются:

- реляционная модель (PM) среды действия и объектов воздействия демонтажной технологии – 6 классов объектов, 21 схема отношений, 184 атрибута (код 20000);
- реляционная модель представления знаний в области демонтажных работ – 5 классов объектов, 16 схем отношений, 120 атрибутов (код 40000);
- структурированный список составляющих пространства демонтажных работ – 4 группы, 9 подгрупп, 94 составляющих (код 00000);
- структурированный список факторов действия технологических процессов демонтажа – 6 групп, 39 подгрупп, 165 факторов (код 10000);
- структурированный список граничных условий) – 3 группы, 8 подгрупп, 51 условие (код 30000);
- структурированный список условий безопасности – 1 группа, 2 подгруппы, 15 условий (код 50000);
- комплекс выходных параметров и характеристик технологии демонтажа) – 3 группы, 13 подгрупп, 80 параметров и характеристик (код 60000);
- комплекс критериев и оценок принятия решений (качественные и пороговые – для оценки выходных параметров и характеристик по выбору, интегральный – для оценки технологических затрат и расходов, связанных с радиационной защитой и ущербом от облучения).

Принятие решений по факторам действия технологических процессов требует выявления отношения между каждым из них и атрибутами или условиями указанных выше компонент системы проектирования (кроме критериев и оценок принятия решений). Для обращения с обширным информационным массивом разработчик (далее по тексту –

технолог) формирует матрицы отношений вида $A = [F_a(x_i; y_i)]_{i=\overline{1,m}; j=\overline{1,p}}$. Например, составляются матрицы отношений от атрибутов классов «данные среды действия и объектов воздействия (код 20000)» к каждому из классов «факторы действия технологии демонтажа» (код 10000) (соответственно строки и столбцы матрицы), в них выделяется существование и отсутствие частных отношений между ними.

Первичные матрицы отношений упрощают за счет их расчленения на кортежи сечений (построчных подмножеств) по каждому фактору, затем их модифицируют таким образом (табл. 1), чтобы технолог мог работать с сечением, в котором первая координата ограничена набором данных по коду 20000, необходимых, по его мнению, для принятия решения по фактору действия (второй координате по коду 10000) опосредовано через применения атрибутов реляционной модели знаний (по коду 40000). В среде последних разработчик анализирует влияние факторов первой координаты и делает заключения по принятию решений.

Таблица 1 – Модифицированное сечение матрицы отношения от атрибутов по коду 20000 к факторам по коду 10000, связанных с атрибутами знаний по коду 40000

Преобразованные данные классов атрибутов «факторы среды действия и объектов воздействия» технологии демонтажа	(11100) Демонтаж целиком, разборкой, разделкой в наборе факторов знаний («М{41100, 44100}, Пр, Вб, Сд»)
Данные помещений «М{21100, 21200, 26100}, Вб, Пр, Сд»	1
Данные оборудования «М{22100, 22200, 22300, 22400, 26200}, Вб, Пр, Сд»	1
Данные трубопроводов «М{23100, 23200, 23400, 26300}, Вб, Пр, Сд»	1
Данные металлоконструкций «М{24100, 26400}, Вб, Пр, Сд»	1
Данные электрической компоненты «М{25100, 26500}, Вб, Пр, Сд»	1
Данные по штатным средствам перемещения «М{29100}, Вб, Пр, Сд»	1

В данной матрице *Пр, Сд, Вб* – специальные операции реляционной алгебры – проекция, соединение, выбор [6].

Следует заметить, что в силу своей компетентности технолог принимает значительную часть решений, рассматривая матрицы отношений и их сечений умозрительно.

Аналогичные процедуры производятся с совместной матрицей отношений от граничных условий (код 30000) и условий безопасности (код 50000) к отобранным ранее факторам действия технологических процессов (в рассматриваемом случае – по способам демонтажа). Если процедуры с рассмотренной выше матрицей отношений решают техническую сторону принятия решений, то процедуры с данной матрицей определяют возможность их применения с позиций действующих ограничений.

Принятые решения по факторам действия позволяют синтезировать варианты операций технологических процессов и последовательность их выполнения, т. е. сформировать альтернативные технологические процессы. Следующим шагами проектирования становятся выявление и расчет выходных параметров и характеристик каждого из альтернативных технологических процессов (код 60000), затем отбор наиболее рационального из них, исходя из принятого комплекса критериев и оценок принятия решений.

В представленном процессе проектирования недостаточное внимание уделено его начальному этапу – формированию структурированных списков составляющих пространства функционирования технологических процессов демонтажа оборудования (код 00000) и факторов действия (код 10000) этих процессов, а также отношению от составляющих пространства функционирования демонтажных работ к факторам действия технологических процессов демонтажа. Ниже представлены некоторые соображения по организации и формализации данного действия в системе проектирования.

Для решения технологических задач проектирования необходимо организовать как можно более полный набор составляющих пространства функционирования

технологических процессов демонтажа оборудования и извлекаемых по результатам их анализа набора факторов действия технологических процессов в сложившихся условиях проведения работ. Представленные выше списки по кодам 00000 и 10000 должны быть доработаны и дополнены для конкретных условий вывода из эксплуатации блоков первой очереди НВАЭС.

Составляющие пространства функционирования (табл. 2) включают проведение подготовительных, основных и вспомогательных технологических операций, выполняемых на площадях реакторного отделения, машинного зала, блока химводоочистки и, при необходимости, на отведенной территории блока АЭС, связанных с демонтажем систем, оборудования, металлоконструкций и достижением их конечного состояния в соответствии с проектом вывода из эксплуатации (ВЭ) блока АЭС.

Таблица 2 – Составляющие пространства функционирования технологических процессов демонтажа оборудования (выборочно)

Код	Составляющие функционирования технологических процессов
01000	<i>Функциональные составляющие</i>
01100	<i>Подготовительные работы общего назначения</i>
01110	Обустройство: рабочих зон; зон вспомогательных работ и трасс перемещения
01120	Подготовка: СТО; систем энерго-, жизнеобеспечения; средств радиационной защиты
01130	Преддемонтажная дезактивация и очистка помещений, систем и оборудования
01200	<i>Демонтажные работы</i>
01210	Подготовка рабочей смены: персонала, рабочей зоны, СТО; средств безопасности
01220	Основные операции: демонтаж объектов целиком; разборка на сборочные единицы; резка на крупные фрагменты ¹ ; резка на мелкие фрагменты
01230	Операции погрузо-разгрузочные и транспортные в зоне демонтажа и перемещения
01300	<i>Вспомогательные работы</i>
01310	дезактивация и очистка рабочей зоны, СТО, упаковок РАО в ходе работ
01320	радиационный контроль рабочей зоны, СТО, РАО, упаковок РАО в ходе работ
01330	обращение с вторичными РАО в ходе работ: газообразными; жидкими; твердыми
01340	техническое обслуживание СТО в ходе работ
01350	утилизация СТО, средств радиационной защиты, вспомогательных средств по окончании демонтажных работ (при выходе из строя)
02000	<i>Территориальные составляющие</i>
02100	<i>Площади работ</i>
02110	Реакторное отделение: шахта реактора; помещения; боксы; транспортные коридоры
...	...
02140	Территория АЭС ² , отведенная под временное хранение и перегрузку продукции демонтажных работ
02200	<i>Проемы границ площадей работ</i>
03000	<i>Объекты воздействия технологических процессов</i>
03100	<i>Радиационно-опасные объекты</i>
03200	<i>Условно «чистые»³ объекты</i>
04000	<i>Продукция (отходы) технологических процессов</i>
04100	<i>Виды продукции (отходов)</i>
04200	<i>Состояние продукции (отходов) на выходе из пространства демонтажных работ</i>

Разработка массива составляющих пространства функционирования технологических процессов выполняется по результатам изучения и анализа информации, извлекаемой технологом из программы ВЭ и проекта блока АЭС, отчета КИРО, действующей нормативно-технической документации, массива сведений и данных, сформированных в период эксплуатации блока и других источников. Обработка содержащего информацию множества сообщений производится технологом с учетом их семантической и прагматической ценности. В

¹ – с последующим измельчением или без измельчения в рамках демонтажной технологии

² – территория, не используемая для переработки РАО

³ – объекты с активностью получаемых отходов менее уровня низкоактивной категории по ОСПОРБ

свою очередь такую обработку рационально проводить на базе реляционной модели представления знаний в области демонтажных работ (т. е. по факту модель должна быть сформирована технологом в начале проектной работы и по мере ее выполнения совершенствоваться).

Массив факторов действия технологических процессов демонтажа оборудования (представленных, например, в таблице 3 только в части способов демонтажа) формируется с возможно большим наполнением технологом в ходе анализа массива составляющих пространства функционирования, инструментом анализа служат его практические и теоретические знания, систематизированные в упомянутой выше реляционной модели.

Таблица 3 – Факторы действия технологических процессов демонтажа оборудования

Код	Факторы действия технологических процессов демонтажа оборудования
11000	<i>Способы демонтажа</i>
11100	<i>Демонтаж целиком, разборкой, разделкой</i>
11110	целиком: с последующей фрагментацией, без последующей фрагментации;
11120	разборка: с последующей фрагментацией, без последующей фрагментации;
11130	фрагментация: на крупные фрагменты с последующим измельчением; на крупные фрагменты без последующего измельчения; на мелкие фрагменты
11200	<i>Способы фрагментации термической резкой</i>
11210	кислородная; кислородно-флюсовая; кислородное копые; плазменно-дуговая; воздушно-дуговая; контактно-дуговая; ручная дуговая; термитная; другие виды термической резки
11300	<i>Способы фрагментации механической резкой</i>
11310	абразивная; дисковой (отрезной) фрезой; ножовочным полотном; пильной лентой; фрезерованием на стружку; ножничная; обкаточными роликами; другие способы
11400	<i>Прочие способы резки</i>
...	...
15000	<i>Способы упаковки продукции демонтажа</i>
...	...
11600	<i>Способы перемещения продукции демонтажа</i>
...	...

В проектировании технологических процессов демонтажа оборудования блоков АЭС при выводе их из эксплуатации на начальном этапе формируется набор составляющих пространства их функционирования, который используется для организации развитого массива факторов действия этих технологических процессов. Каждый фактор должен быть оценен или проработан с позиций его применения при выполнении демонтажных операций, начиная с технической возможности, затем адаптации к условиям действующих ограничений и требований безопасности, а далее соответствия критериям и оценкам отбора. Отобранные факторы действия обеспечивают наполнение технологических операций и функционирование технологического процесса. Проектирование целесообразно проводить в организованной информационной среде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берела, А.И. Постановка задач проектирования технологических процессов демонтажа основного оборудования при выводе из эксплуатации блоков АЭС с корпусными реакторами [Текст] / А.И. Берела, С.А. Томилин, А.Г. Федотов // Сборник трудов научно-практических конференций БИТИ НИЯУ МИФИ : в 3-х т. Т. 2 : II Всероссийская научно-практическая конференция «Энергоэффективность и энергосбережение». – Балаково, 2016. – С. 8-11.
2. Verela A.I., Bylkin B.K. Problem-oriented system for designing a technology for disassembling the power-generating units of nuclear power plants. Atomic Energy. 2000. Т. 89. №3. P. 189-196.
3. Берела, А.И. Оптимизационные аспекты проектирования технологического процесса демонтажа оборудования при выводе из эксплуатации блока атомной станции [Текст] / А.И. Берела, Б.К. Былкин, В.А. Шапошников // Тяжелое машиностроение. – 2004. – №6. С. 9-14.
4. Берела, А.И. Разработка технологических процессов демонтажа оборудования при выводе из эксплуатации атомных станций [Электронный ресурс] / А.И. Берела, А.Г. Федотов, С.А. Томилин,

- Б.К. Былкин // Инженерный вестник Дона. 2013. – Т. 25. – № 2 (25). – URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1734> (дата обращения: 20.02.2018)
5. Берела, А.И. Выбор значений параметров технологического процесса демонтажа оборудования блоков АЭС, выводимых из эксплуатации [Текст] / А.И. Берела, Б.К. Былкин, С.А. Томилин, А.Г. Федотов // Глобальная ядерная безопасность. – 2013. №3 (8). – С. 60-64.
6. Куликовский, Л.Ф. Теоретические основы информационных процессов Учеб. пособие для вузов [Текст] / Л.Ф. Куликовский, В.В. Мотов // М.: Высшая школа. – 1987. – 248 с.

Formation and Selection of Factors of Action of Technological Processes of Dismantling the Equipment in the Project of Decommissioning of the NPP Blocks

A.I. Berela¹, S.A. Tomilin², A.G. Fedotov³

Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,

Volgodonsk, Rostov region

¹berelaleks@yandex.ru

²SATomilin@mephi.ru

³AGFedotov@mephi.ru

Abstract – The paper presents a general scheme for the design of technological processes for dismantling the equipment of NPP units at the stage of preparing their decommissioning. Additional attention is paid to the initial design stage, when a set of components of the space for the functioning of technological processes is formed and, based on it, their action factors used after multi-stage selection to form technological operations and link them into the technological process.

Keywords: decommissioning, NPP unit, process, equipment dismantling, factors of action.

УДК 621.565.93/.95 : 539.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСТАТОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ТРУБНЫХ РЕШЕТОК ПРИ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ РАЗДАЧЕ ТЕПЛООБМЕННЫХ ТРУБ

А.М. Смирнов

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва

Представлены результаты экспериментальных исследований влияния гидравлической раздачи теплообменных труб на технологические остаточные деформации труб и перемычек трубных решеток и микротвердость поверхностного слоя отверстий трубной решетки и полости трубы. В зависимости от величины рабочего давления жидкости выявлены упругие и упругопластические деформации без заметного изменения микротвердости. При этом величина зазора в соединении труба-трубная доска определяется точностью формы и размером отверстия.

Ключевые слова: теплообменные трубы, трубные доски, гидравлическая раздача, давление рабочей жидкости, величина деформации, микротвердость, зазор.

К трубчатым аппаратам – теплообменникам ответственного назначения, иногда работающим между первым и вторым контурами ядерных реакторов, в целом и к узлам запрессовки труб в трубные доски и коллектора в особенности предъявляются очень высокие требования по надежности, которая зависит от множества технологических факторов, возникающих при их изготовлении.

В данной работе приведены материалы по оценке влияния метода гидравлической раздачи теплообменных труб на технологические остаточные деформации трубных решеток.

Трубные доски и коллекторы после запрессовки труб приобретают остаточные деформации в виде увеличения диаметра, длины, прогибов, уменьшения толщины перемычек. Они возникают в результате накопления остаточных деформаций, образующихся вокруг отдельных отверстий в трубной доске или коллекторе в процессе запрессовки труб для обеспечения заданной степени запрессовки (натяга или силы вырыва).

На величину и характер остаточных деформаций трубных решеток и коллекторов влияет целый ряд факторов: конструкция и размеры, количество и диаметр отверстий, размеры и форма неперфорированных зон, толщина стенки трубы, величина зазоров между поверхностью отверстия и наружной поверхностью трубы, степень запрессовки, механические свойства металла трубной решетки (коллектора) и трубы, метод, технология и режимы запрессовки.

Для обоснования рационального технологического процесса гидровальцовки труб были проведены экспериментальные исследования технологических деформаций на специальных моделях.

Деформации перемычек в процессе гидровальцовки исследовались на четырехтрубной модели в виде трубной доски толщиной 198 мм из стали 08X18H10T-ВД (рис. 1). Обработка глубоких отверстий проводилась сверлом одностороннего резания диаметром 16,3 мм при скорости резания $V = 64$ м/мин ($n=1259$ об/мин) и подаче $S=0,04$ мм/об. После сверления средний диаметр четырех отверстий был 16,35 мм, размер перемычек между отверстиями 3-2 составлял 5,65 мм. Исследовалось влияние на деформации труб, моделей и перемычек рабочего давления жидкости в диапазоне 196...343 МПа.

Измерения деформаций перемычек проводились индикаторным нутромером с точностью 0,001 мм на глубине 50 мм от «зеркала» модели. Эксперимент проводился в следующей последовательности:

1. в отверстие №3 устанавливался нутромер и фиксировались его показания;
2. в отверстие №2 устанавливалась труба;
3. труба гидрозапрессовывалась давлением 196 МПа и фиксировались показания нутромера;
4. давление сбрасывалось до атмосферного и фиксировались показания нутромера;
5. труба гидрозапрессовывалась давлением 245 МПа и фиксировались показания нутромера;
6. давление сбрасывалось до атмосферного и фиксировались показания нутромера.

В такой же последовательности были выполнены измерения деформаций при гидрозапрессовке давлением 294 и 343 МПа.

Затем нутромер устанавливался в отверстие №2 на внутреннюю поверхность запрессованной трубы на той же глубине, что и в отверстии №3. В отверстие №3 устанавливалась и запрессовывалась труба при таких же давлениях жидкости, как и в отверстии №2. Измерения деформаций перемычек проводились таким же образом, как изложено выше.

Результаты измерений деформаций представлены в табл. 1, из которых следует, что при давлении жидкости 196 МПа при гидрозапрессовке происходят только упругие деформации перемычек, которые исчезают после снятия давления.

При давлении 245 МПа и более возникают упругопластические деформации, при которых пластическая составляющая увеличивается с повышением давления. Общие деформации трубной решетки при гидровальцевании исследовались на семнадцатитрубных моделях путем измерения их наружных диаметров в двух сечениях по проточкам до и после гидровальцевания.

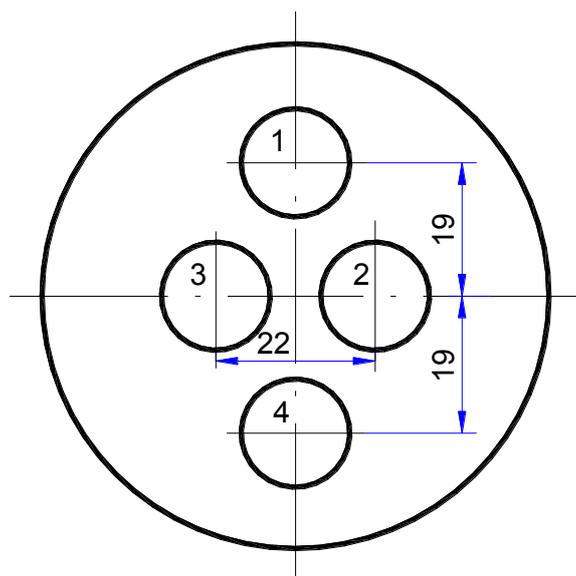


Рисунок 1 – Схема расположения отверстий в четырехтрубной модели толщиной 198 мм

Таблица 1 – Результаты измерения деформаций перемычки 2-3

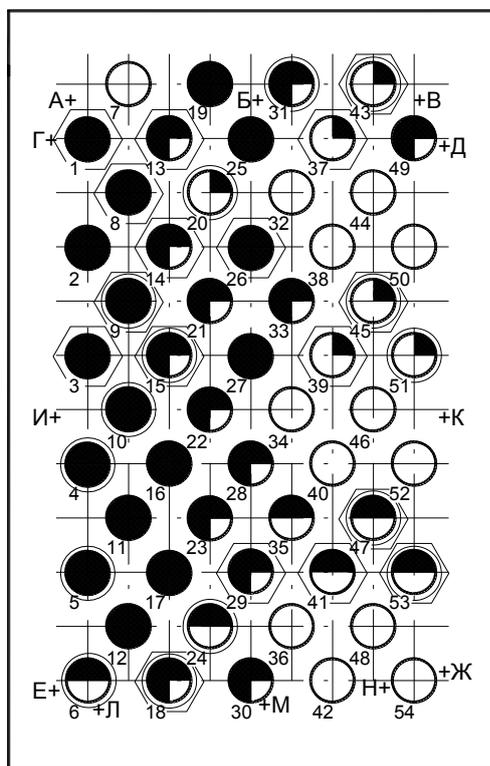
Порядковый номер	Рабочее давление, МПа	Величина деформации перемычки, мкм			
		При нагрузке		После снятия нагрузки	
		в отверстии №3	в отверстии №2	в отверстии №3	в отверстии №2
1	196	3,0	1,0	-	-
2	245	6,0	4,0	2	-
3	294	9,0	7,0	5	2
4	343	13,0	11	8	3

Для выбора рациональных режимов запрессовки труб были выполнены исследования качества соединений на модели с 54 отверстиями, изготовленной из стали 08X18H10T-ВД толщиной 198 мм. Схема расположения отверстий с указанием режимов запрессовки и соединений, которые проходили испытания на силы вырыва труб, приведена на рис. 2. Обработка основных отверстий проводилась сверлением сверлом одностороннего резания с последующим развертыванием на штатных режимах. Отверстия 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54 обрабатывались только сверлением, поэтому трубы в них не устанавливались.

Перед сборкой модели на «зеркале» (точки А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И, К, Л, М) и на боковой поверхности были нанесены керны и измерены расстояния между ними. Запрессовка труб проводилась на глубину 193 мм для всех четырех рабочих давлений жидкости: 196; 245; 293 и 345 МПа.

Часть труб в каждой группе с одинаковым давлением довальцовывалась механической вальцовкой с крутящим моментом 2,94 Нм.

В процессе запрессовки труб проводились измерения деформаций перемычек по ранее изложенной методике на глубинах 25, 50, 100, 160 мм от «зеркала» трубной решетки. Модель трубной решетки с запрессованными трубами была разрезана на темплеты для измерения микротвердости и металлографических исследований.



-  -отверстия без установки труб;
-  - запрессовка труб давлением 196 МПа;
-  - запрессовка труб давлением 245 МПа;
-  - запрессовка труб давлением 293 МПа;
-  - запрессовка труб давлением 343 МПа;
-  - трубы с довальцовкой после запрессовки;
-  - трубы, подверженные испытаниям на вырыв.

Рисунок 2 – Картограмма запрессовки труб в модели, их испытаний на вырыв и схема кернений на «зеркале» трубной доски

Определялась величина зазоров в зонах гидрозапрессовки (на глубине 140 мм от «зеркала» трубной решетки) и в зонах довальцовки (на глубине 196 мм). Измерялась микротвердость поверхностного слоя отверстий трубной решетки и слоя металла от внутренней поверхности трубы на глубине 0,05; 0,1; 1 мм.

Результаты измерений показали, что средние значения микротвердости по трем измерениям в зависимости от исследуемых зон и режимов запрессовки изменяются несущественно и составляют 1910...2140 Мпа.

На основании результатов проведенных исследований можно сделать следующее заключение.

Операция гидрозапрессовки рабочим давлением 196...343 МПа приводит к деформациям перемычек, которая зависит от величины давления и от сечения перемычки. На глубине 25 мм при рабочем давлении 196 МПа деформации перемычек в нагруженном состоянии составляют 1...4 мкм и после снятия давления исчезают, т.е. деформации происходят в упругой зоне. При рабочем давлении 343 МПа возникают упругопластические

деформации величиной 32 мкм. После снятия давления средняя величина остаточной деформации перемычек составила 22 мкм. При радиальном расположении оси отверстий с увеличением толщины перемычки величина деформаций уменьшается. Так, на глубине отверстия 100 мм при давлении 343 МПа упругопластическая деформация перемычки в нагруженном состоянии составляла 13...14 мкм, остаточная деформация - 10...12 мкм, а на глубине 160 мм деформаций перемычки не было обнаружено.

Деформации, измеренные на поверхности модели по нанесенным кернам, не выходили за пределы $\pm 0,1$ мм.

Гидрозапрессовка труб в исследованном диапазоне рабочих давлений жидкости (196...343 МПа) сопровождается упругими и упругопластическими деформациями перемычек и труб, которые не вызывают заметных изменений микротвердости металла, выходящих за пределы допустимых ее колебаний.

Величина зазоров в соединении «труба-трубная решетка» как в зоне гидрозапрессовки, так и в зоне механической довальцовки неравномерна, колеблется от 1 до 15 мкм. Она практически не зависит от величины рабочего давления жидкости при его изменении в диапазоне 196...343 МПа и в основном определяется точностью формы и размеров отверстий и запрессовываемого участка трубы.

При гидроразвальцовке труб в натурном опытном коллекторе его высота увеличилась на 0,7...1,13 мм, диаметр - на 0,1 мм, искривление оси (прогиб) - на 0,3 мм. По сравнению с технологией запрессовки труб взрывом осевые и радиальные деформации снижаются в 17...18 раз, а прогиб коллектора - в 50 раз.

Осевые деформации коллектора (изменение высоты) в процессе запрессовки труб происходят неравномерно. Они минимальны на стороне перфорированного клина и максимальны на противоположной стороне коллектора при всех исследованных вариантах запрессовки. Прогиб коллектора после запрессовки всех труб всегда происходит в сторону неперфорированного «клина». Таким образом, неравномерный характер деформаций коллектора обусловлен не технологией запрессовки труб, а несимметричностью конструкции коллектора (наличием неперфорированного «клина» на одной стороне).

ВЫВОДЫ

1. Операция гидрозапрессовки рабочим давлением 196...343 МПа приводит к деформациям перемычек, которые зависят от величины рабочего давления и от сечения перемычек.
2. Гидрораздача труб в исследованном диапазоне рабочих давлений жидкости (196...343 МПа) сопровождается упругими и упругопластическими деформациями труб и перемычек, которые не вызывают заметных изменений микротвердости.
3. Величина зазоров в соединении «труба-трубная доска» практически не зависит от величины рабочего давления жидкости при его изменении в диапазоне 196...343 МПа и в основном определяется точностью формы и размером отверстий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Терехов, В.М. Технологические основы обеспечения качества глубоких отверстий и соединений теплообменных труб с трубными решетками и коллекторами аппаратов атомных энергоустановок : дис. док. тех. наук [Текст] / В.М. Терехов. – Москва: ГНЦ РФ АО «ЦНИИТМАШ», 2006. – 476 с.
2. Терехов, В.М. Прогрессивная технология роликового вальцевания теплообменных труб [Текст] / В.М. Терехов, Л.А. Кондратенко // «Научные технологии в машиностроении», №5. – 2016. – С. 42-48.
3. Кондратенко, Л.А. Терехов В.М., Миронова Л.И. Анализ некоторых проблем механического закрепления теплообменных биметаллических труб в энергетических установках [Текст] / Л.А. Кондратенко, В.М. Терехов, Л.И. Миронова // «Проблемы машиностроения и автоматизации». – №3. – 2017 – С. 83-89.

Study of Technological Residual Deformations of Pipe Lattices with Hydraulic Distribution of Heat Exchanging Pipes

A.M. Smirnov

National Research Nuclear University «MEPhI», Moscow

Abstract – The results of experimental studies of the influence of the hydraulic distribution of heat transfer tubes on the technological residual deformations of pipes and bridges of tube sheets and the microhardness of the surface layer of the holes of the tube grid and the tube cavity are presented. Depending on the size of the working pressure of the fluid, elastic and elastoplastic deformations were revealed without a noticeable change in microhardness. The size of the gap in the connection pipe-tube plate is determined by the accuracy of the shape and size of the hole.

Keywords: heat exchange tubes, tube plates, hydraulic distribution, pressure of working fluid, strain value, microhardness, gap.

УДК 621.739 : 620.193/197

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО ОДНОРОДНОГО ОДНОСЛОЙНОГО АНТИКОРРОЗИОННОГО ПОКРЫТИЯ (ООАП) НА ВНУТРЕННИЕ ПОВЕРХНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.Ю. Дуймамет

Филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш», Волгодонск, Ростовская обл.

В докладе приводится способ перспективного однородного однослойного антикоррозионного покрытия на внутренние поверхности оборудования атомной промышленности (компенсатора давления (КД) и гидроемкость системы аварийного охлаждения зоны (ГЕ САОЗ)), методом электрошлаковой наплавки (ЭШН) и как результат значительное сокращение расходы на плакирование на 30-40%.

Ключевые слова: однородное однослойное антикоррозионное покрытие, электрошлаковая наплавка, гидроемкость системы аварийного охлаждения зоны, компенсатора давления.

В машиностроительной отрасли существуют разные способы плакирования внутренних поверхностей оборудования для защиты от коррозии. В настоящее время плакировка на производственной площадке «Атоммаш» выполняется по технологии 2-х слойной автоматической дуговой наплавки под флюсом ленточным электродом (АДНФ) (рис. 1).



Рисунок 1 – Автоматическая дуговая наплавка под флюсом ленточным электродом (АДНФ)

В связи с тем, что в настоящее время имеются технологии с меньшими затратами на плакирование, руководством Филиала АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск было принято решение выполнить исследовательскую аттестацию и внедрить технологию однородного однослойного антикоррозионного покрытия (ООАП) методом ЭШН с магнитным управлением дуги в производство на корпусном оборудовании для АЭС (КД и ГЕ САОЗ).

Данная технология позволяет сократить расходы на плакирование на 30-40%.

Использование ООАП методом ЭШН имеет следующие преимущества перед двухслойной АДНФ:

- уменьшение номенклатуры применяемых сварочных материалов, за счёт замены двухслойной наплавки однослойной

- увеличение производительности процесса, за счет более высокой скорости наплавки (10 м/ч против 7-9 м/ч);

- сокращение расхода сварочных материалов, за счет уменьшения толщины антикоррозионного покрытия (5+2-1 мм толщина наплавки против 7 мм min) и меньшего расхода флюса;

- сокращение времени выполнения наплавки, за счет уменьшения объема наплавляемого металла;

- уменьшение перемешивания наплавленного слоя с основным металлом, за счёт уменьшения глубины проплавления до 0,5 мм;

- снижение массы оборудования, расходов на электроэнергию, себестоимости изготовления и сокращение сроков изготовления, за счёт вышеперечисленных преимуществ.

Для выполнения ЭШН возможно применение любой консоли подходящей по массогабаритным показателям навесной каретки с оборудованием для ЭШН (сварочная головка (рис. 2, 3), система магнитной коррекции, блоки управления и другие элементы).



Рисунок 2 – Головка ЭШН для выполнения наплавки ООАП



Рисунок 3 – Головка ЭШН лабораторной установки для выполнения наплавки ООАП

Имеется возможность выполнения наплавки двумя головками ЭШН (рис. 4)



Рисунок 4 – Оборудование для выполнения ООАП методом ЭШН двумя головками

В результате проведенной исследовательской аттестации были получены Решения от Головной материаловедческой организации (ГМО), одобренные Ростехнадзором, на выполнение ООАП методом ЭШН на внутренней поверхности корпусов гидроемкостей системы аварийного охлаждения зоны (ГЕ САОЗ) и компенсатора давления (КД).

По результатам исследований были получены необходимые сочетаний наплавочных материалов и оптимальные параметры режимов ЭШН ООАП. Разработана технология электрошлаковой наплавки однородного однослойного антикоррозионного покрытия, как с применением внешнего магнитного поля, так и без него. Показано положительное влияние наложения внешнего магнитного поля на качество формирования наплавленных валиков.

Испытания подтвердили:

- высокую эффективность выполнения ООАП методом ЭШН;
- отсутствие склонности ООАП выполненного методом ЭШН к образованию поднаплавочных трещин на стали 22К (ГЕ САОЗ) и 10ГН2МФА (КД);
- высокие антикоррозионные свойства металла ООАП выполненного методом ЭШН.

На данный момент на «Атоммаше» проведена производственная аттестация для применения ООАП методом ЭШН на оборудовании АЭС. Имеется практический опыт выполнения ООАП методом ЭШН на оборудовании для нефтехимии.

Реализация проекта выполняется на предприятии Филиал ОАО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск.

В проекте приняли участие специалисты сварочной лаборатории, ОНК, ЦЗЛ и представители головной металлургической организации НПО «ЦНИИТМАШ». Организатор работ по выполнению исследовательской аттестации и отработке технологии электрошлаковой наплавки – инженер-технолог по сварке А.Г. Карташов.

Application of Perspective Uniform Single-Layer Anti-Corrosion Coating (USAC) on the Internal Surface of Equipment of the Atomic Industry

A.Yu. Duimamet

Volgodonsk branch of JS «AEM-technologies» «Atommash», Volgodonsk, Rostov region

Abstract – The report presents a method of perspective homogeneous single-layer anticorrosion coating on the inner surfaces of the nuclear industry equipment (pressure compensator (PC) and hydraulic capacity of the emergency cooling system zone (ECSZ)), using the electroslag surfacing method (ESM) and, as a result, a significant reduction in cladding costs by 30-40%.

Keywords: homogeneous single-layer anti-corrosion coating, electroslag surfacing, hydraulic capacity of the emergency cooling system zone, pressure compensator.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА СВАРКИ КОЛЬЦЕВЫХ ШВОВ КОРПУСА ПГВ-1000 С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОДКЛАДНОЙ ЛЕНТЫ

К.А. Егоров^{*}, Н.Н. Подрезов^{**}, А.Ю. Доронин^{***}

^{*}Волгодонский филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

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

^{***}Государственный научный центр «ЦНИИТМАШ», Москва, Россия

Рассмотрены особенности технологической подготовки для автоматической сварки под флюсом кольцевых швов корпуса ПГВ-1000. На современном этапе развития атомного энергетического машиностроения одной из самых актуальных задач является повышение надёжности и качества изготовления теплообменного оборудования атомных энергетических установок. В работе рассмотрена технологическая подготовка односторонней автоматической сварки под флюсом для толстостенных сосудов из легированных теплоустойчивых сталей с применением корнеобразующих материалов.

Ключевые слова: толстостенные сосуды, односторонняя разделка кромок, кольцевые швы корпуса ПГВ-1000, подкладная лента, термостойкость.

Корпусное оборудование АЭУ характеризуется значительными габаритами изделий, при изготовлении которых одной из самых трудоёмких и ответственных операций является выполнение кольцевых сварных швов.

Технологическую подготовку сварочных процессов сварки корпусов ПГВ осложняют следующие особенности:

- комбинированная многопроходная двухсторонняя сварка кольцевых швов;
- труднодоступность некоторых сварных швов с внутренней стороны корпуса ПГВ при зачистке и выборке дефектов;
- высокая трудоёмкость маршрутных технологических операций.

При комбинированной сварке корневая внутренняя часть сварного шва выполняется ручной аргодуговой сваркой. Данный способ сварки приводит к появлению дефектности из-за недостаточной защиты зоны сварки от атмосферного воздуха, что приводит к частой зачистке и выборке дефектных мест. Следует отметить, что при сварке замыкающего шва №110 внутрикорпусные устройства (ВКУ) уже установлены в корпус ПГ, что также осложняет выполнение корневой внутренней части сварного соединения.

При заполнении наружной части двухсторонней разделки, как известно, возникают напряжения скручивания в сварном соединении. Применение разных по степени загрязнения основного металла и сварочных материалов также не способствует повышению качества сварного шва. Дошло до того, что в последние годы загрязненность вредными примесями металла шва стала выше, чем у основного металла.

Начиная с 70-х годов прошлого века в промышленности западных стран внедряется применение односторонней дуговой сварки на подкладных корнеобразующих материалах. Данный технологический приём находит широкое применение в судостроении, сооружении резервуаров, технологических и магистральных трубопроводах, газоходах, котельных конструкций и т.д /1/. То есть, необходимость применения такого рода технологий в атомной энергетике продиктована их большим положительным опытом применения в ответственных отраслях.

С целью качественного формирования обратного валика высокого качества при односторонней сварке существует большое количество подкладных материалов для различных марок сталей, толщин планок основного металла (ОМ) и пространственных положений сварки /2/.

В филиале ОАО «АЭМ-технологии «Атоммаш» проводится технологическая подготовка для односторонней сварки контрольных проб с применением подкладной ленты марки ЛФС, имеющей следующие преимущества:

- относительная простота монтажа и демонтажа (без сварочных операций) ленты, в т.ч. на внутренней стороне разделки сварного соединения;
- лента закрепляется с помощью скотча на алюминиевой подложке с обычной или термостойкой клеевой основе (до 300 °С) с дополнительной защитной лентой на полиамидной основе типа Karton Tape шириной 80 мм.

На контрольных пробах из листовых заготовок стали 10Г2НМФА будет определена принципиальная возможность применимости односторонней сварки с применением подкладной ленты ЛФС. Толщина планок ОМ равна толщине стенки корпуса ПГВ–1000. Подготовка кромок, а также геометрические параметры узкощелевой V–образной разделки кромок под одностороннюю сварку даны на рисунке 1.

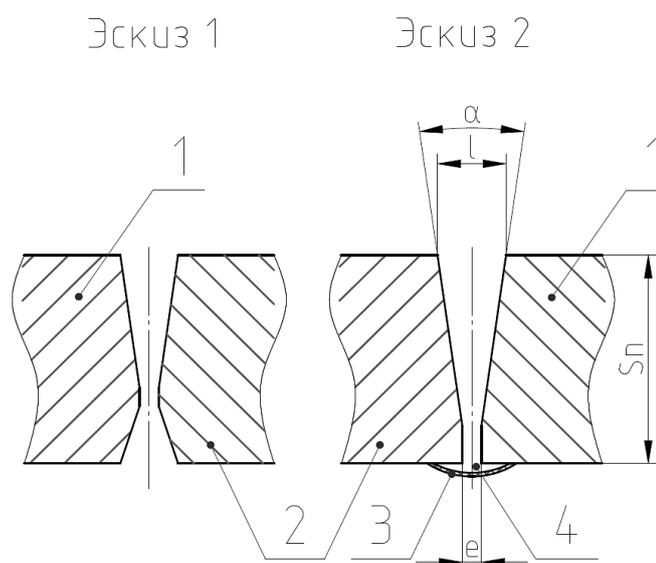


Рисунок 1 – Разделка кромок контрольных проб под АСФ:
 эскиз 1– применяемая X–образная несимметричная;
 эскиз 2 –односторонняя V–образная узкощелевая;
 1, 2 – планки ОМ; 3 – лента; 4 – корневая часть шва

В ходе испытаний будут оцениваться стойкость подкладных материалов к воздействию температуры, возникающей до и в процессе сварки, предварительного и сопутствующего подогревов. После сварки предусмотрены механические испытания металла шва согласно требованиям конструкторской документации на штатно выпускаемые изделия и требованиям ПН АЭ Г–7–009–89, ПН АЭ Г–7–010–89.

Проведение данного исследования позволит подтвердить применимость или выявить недостатки данной технологии сварки при изготовлении ёмкостного оборудования из стали марки 10Г2НМФА в АЭ. По полученным результатам исследований будут проанализированы и в случае необходимости уточнены следующие моменты в технологической подготовке сварки кольцевых швов:

- марка корнеобразующего подкладного материала;
- термостойкость клеевой основы скотчей на алюминиевой подложке;
- режимы сварки, форма и особенности подготовки кромок разделки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доронин, Ю.В. Разработка теоретических основ формообразования обратной стороны шва с учётом физико-химических процессов в сварочной ванне и создание новых сварочных материалов для односторонней дуговой сварки сталей плавящимся электродом: дис. д-ра техн. наук: 05.16.01 [Текст] / Ю.В. Доронин. – Москва, 2010. – 352 с.

2. Григорьев С.М. Справочник инженера-сварщика (Энциклопедический словарь инженера-сварщика от «А» до «Я» на CD) [Электронный ресурс] / С.М. Григорьев, В.В. Титов, И.В. Саражинский // Москва : Центр промышленного маркетинга, 2003. – 407 с. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
3. Карасев, М.В. Технологические особенности выполнения различных слоев шва при автоматической сварке трубопроводов [Текст] / М.В. Карасев, Ф.Е. Дорошенко, А.А. Казаков, Д.А. Любченко // Сварка и диагностика – 2014. – №6 – С. 45-49.

Technological Preparation of Welding of Ring Seams of the Body PGV-1000 with Application Backing Tape

К.А. Egorov ^{*1}, N.N. Podrezov ^{2}, A.Y. Doronin ^{***3}**

**Volgodonsk branch of JS «AEM-technologies» «Atommash», Volgodonsk, Rostov region*

***Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University “MEPhI”, Volgodonsk, Rostov region*

****State Research Centre «CNITMASH», Moscow,*

¹regionegorov_ka@atommash.ru

²VITikafMPM@mephi.ru

³doronin-45@mail.ru

Abstract – The features of technological preparation for automatic submerged arc welding of annular seams of PGV–1000 body are considered. At the present stage of development of nuclear power engineering one of the most urgent tasks is to improve the reliability and quality of production of heat exchange equipment of nuclear power plants. The paper considers the technological preparation of one-way automatic submerged arc welding for thick-walled vessels made of heat-resistant alloy steels with the use of root-forming materials.

Keywords: thick-walled vessels, one-sided cutting of edges, annular seams of the case PGV-1000, lining tape, heat resistance.

УДК 620.174.2;539.4

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРА РАЗРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ В ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР ВЯЗКО-ХРУПКОГО ПЕРЕХОДА

Е.И. Колоколов, С.А. Томилин

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

В работе показано, что комплексный анализ поведения конструкционных сталей при механическом нагружении в интервале температур вязко-хрупкого перехода с использованием современных методов исследования и неравновесной термодинамики, позволяет получить непротиворечивые данные о механизмах и характере неожиданного хрупкого разрушения.

Ключевые слова: вязко-хрупкий переход, скол по плоскостям спайности, хрупкое межзеренное разрушение, упругая энергия, волны напряжений, принцип Ле-Шателье, диаграммы нагрузка – деформация.

Проблема неожиданного хрупкого разрушения сварных металлоконструкций привлекла пристальное внимание исследователей в конце 40-х годов XX века после серии катастрофических разрушения морских судов, сосудов давления и других ответственных крупногабаритных изделий. Анализом характера и причин катастрофических разрушений изделий занимаются специалисты по материаловедению (путем исследования

микроструктурных особенностей разрушения и характера излома) и прочности (анализ напряжений и деформаций изделий с трещиноподобными концентраторами напряжений). Основные методы исследования процессов разрушения получили развитие только в 50-х годах прошлого века в процессе разработки теории дислокаций (материаловедение) и линейной механики разрушения (сопротивление материалов).

Сложившиеся к настоящему времени представления основаны на предложенной в 20-х годах гипотезе Гриффитса о хрупком разрушении стекла. Согласно представлениям линейной механики при увеличении напряжений внутри металлоизделий может произойти неожиданное хрупкое разрушение, если в материале изделия имеется трещина, размер которой превышает некоторое критическое значение. Разрушение может произойти и при увеличении размера имеющегося внутри изделия трещиноподобного дефекта под воздействия эксплуатационных факторов. Именно в этих направлениях и сосредоточены работы исследователей и расчетчиков.

В последние десятилетия разработаны новые методы исследования с применением современных приборов и испытательного оборудования, которые выявили неизвестные ранее обстоятельства и механизмы деформации и разрушения. Многие из обнаруженных явлений и факторов трудно или невозможно объяснить с позиций разработанных в 50-х годах прошлого века теорий. В частности, выяснилось, что сам термин «хрупкое разрушение» требует уточнения и расшифровки. Так, в механике разрушения принято, что хрупкое разрушение – это любое разрушение с малым поглощением энергии. Что считать разрушением? Только стадию разделения изделия на части, или разрушение включает и предшествующую пластическую деформацию? В обобщающей монографии Л.М. Качанова [1] рассматриваются случаи хрупкого разрушения в условиях высоких температур при ползучести. Представления о высокотемпературном хрупком разрушении противоречит системе взглядов материаловедов, но отражает подход к проблеме среди механиков-прочности и сварщиков. Последние, например, постоянно применяют термин «температурный интервал хрупкости» применительно к образованию горячих трещин [2].

В настоящей работе рассмотрены современные методы и подходы к исследованию характера разрушения конструкционных материалов, комплексное использование которых позволяет переосмыслить некоторые устоявшиеся представления. В основном, рассматривается поведение сталей при механическом нагружении в интервале температур вязко-хрупкого перехода, в процессе которого проявляется критический характер хрупкого разрушения [3].

К современным методам исследования и оборудованию, использование которых позволяет получить более цельное представление о характере деформации и разрушения, относятся:

- высокоточные испытательные машины с жесткой электромеханической системой нагружения и электронной регистрацией и обработкой нагрузок и деформаций;
- оборудование для регистрации и электронной обработки параметров волн напряжений, излучаемых из очагов развития деформации и разрушения при механическом нагружении;
- растровые электронные микроскопы с системой локального рентгеноспектрального химического анализа;
- методы электронной фрактографии (анализа изломов);
- метод эмиссии волн напряжений (акустической эмиссии) при механическом нагружении образцов и изделий.
- методы неравновесной термодинамики применительно к процессам деформации и разрушения.

Комплексное использование вышеперечисленных методов и оборудования позволило внести ясность в действие различных механизмов разрушения: вязкое ямочное, скол по плоскостям спайности, межзеренное хрупкое разрушение. Проведенный анализ позволил уточнить причины вязко-хрупкого перехода, наблюдаемого при понижении температуры в

конструкционных сталях и их сварных соединениях. Показано, что многие процессы при механическом нагружении, в первую очередь образование трещин скола, носят динамический характер и связаны с возникновением, распространением и взаимодействием волн напряжений.

Важнейшую роль при исследовании характера поведения материалов играет термодинамический анализ диссипации и перераспределения упругой энергии, накопленной в механически нагруженном изделии. Эти процессы осуществляются в соответствии с принципом Ле-Шателье, согласно которому всякое внешнее воздействие, выводящее тело из равновесия, инициирует в нем процессы, стремящиеся ослабить результаты этого воздействия [4]. Последовательное составление баланса энергии на разных стадиях механического нагружения, включая момент наступления неустойчивости при срыве нагрузки, позволяет установить основные факторы, которые приводят к хрупкому разрушению путем скола.

Выявлены общие закономерности изменения характера деформации и разрушения в сталях и металле сварных швов при понижении температуры в интервале вязко-хрупкого перехода, которые подтверждаются одинаковыми признаками изменений диаграмм нагрузка – деформация и фрактографической картиной разрушения на образцах с концентраторами напряжений: цилиндрических для растяжения и призматических для испытаний на ударную вязкость и внецентренное разрушение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Качанов, Л.М. Основы механики разрушения [Текст] / Л.М. Качанов. – Москва : Наука, 1974. – 312 с.
2. Макаров, Э.Л. Теория свариваемости сталей и сплавов [Текст] / Э.Л. Макаров, Б.Ф. Якушин. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 487 с.
3. Колоколов, Е.И. Исследование особенностей разрушения конструкционных сталей при различных видах нагружения в интервале вязко-хрупкого перехода: автореф. дис. канд. тех. наук [Текст] / Е.И. Колоколов. – Москва : ИМЕТ АН СССР, 1979. – 26с.
4. Новиков, И.И. Термодинамические аспекты пластического деформирования и разрушения металлов / И.И. Новиков // Физико-механические и теплофизические свойства металлов и сплавов. – Москва : Наука. – 1976. – С. 170-179.

Complex Analysis of the Character of Destruction of Construction Steels in the Interval of Temperatures of a Visco-Fragile Transition

E.I. Kolokolov¹, S.A. Tomilin²

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region*

¹*E.I.Kolokolov@yandex.ru*

²*SATomilin@mephi.ru*

Abstract – The paper shows that a comprehensive analysis of the behavior of structural steels under mechanical loading in the temperature range of a viscous-brittle transition using modern research methods and non-equilibrium thermodynamics allows obtaining consistent data on the mechanisms and nature of unexpected brittle fracture.

Keywords: viscous-brittle transition, cleavage along cleavage planes, brittle intergranular fracture, elastic energy, stress waves, Le Chatelier principle, stress-strain diagrams.

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ ЗАХВАТНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПОДЪЁМА УПАВШИХ КАССЕТ В РЕАКТОРЕ ТИПА ВВЭР

П.Д. Кравченко *, Д.Н. Федоренко **

*Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск
**АО «Атомспецсервис», Волгодонск

В работе представлен анализ конструктивных схем захватов для подъёма упавших кассет в реакторе типа ВВЭР, предложен вариант организации операции подъёма.

Ключевые слова: захват, упавшая кассета, подъём, реактор типа ВВЭР, конструктивная схема.

Падение кассет во время транспортно-перегрузочных операций на атомных станциях с реакторами типа ВВЭР является аварийной ситуацией, поэтому процесс подъёма упавших кассет должен быть проведен в короткий срок с помощью технических средств, обеспечивающих перемещение и установки на заданную технологическую позицию.

Имеющиеся технические средства для таких операций отличаются сложностью конструктивных схем, что естественно сказывается на снижении надежности.

Операция подъёма, перемещение и установки кассет осуществляется с применением штатных перегрузочных машин и кругового мостового крана с применением дополнительных грузозахватных устройств.

Конструктивных схем захватов можно предложить множество. Трудности возникают при анализе условий их изменения. Процесс поднятия кассет в аппарате усложняется в связи с неопределенностью поведения подвесных захватных устройств под воздействием различных скоростей потока жидкости, зависящих от местоположения кассеты.

Самым сложным является процесс подъёма кассеты, упавшей в аппарате и расположенной наклонно. В этом случае возможно применения конструктивной схемы захвата с разрезной втулкой, охватывающей головку кассеты под шпонками с последующим автоматическим захватом известной конструктивной схемы.

Предложенная конструктивная схема позволяет применить захват для установки упавшей расположенной наклонно кассеты в вертикальное положение, после чего применить другой захват, позволяющий перемещать ее в таком положении на заданную технологическую позицию.

Захваты для упавших кассет, расположенных горизонтально, конструктивно можно исполнить значительно проще, что представлено в нескольких вариантах схем. Кроме того, такие захваты будут работать в бассейне выдержки, где скорости потоков жидкости значительно ниже, чем в аппарате.

Захват в виде петли стального каната ввиду простоты схемы значительно надежнее, трудности возникают при наведении захвата на объект, т. к. гибкая петля стального каната неустойчива, а при подъёме (повороте кассеты в вертикальное положение) кассеты расчет на прочность и остаточную деформацию провести практически невозможно, требуются экспериментальные исследования.

Захват в виде разрезной втулки, охватывающий головку кассеты под шпонками, подвешенной на канатной петле, можно рассчитать на прочность, однако требуется экспериментальная проверка на влияние остаточной деформации изгиба стального каната при автоматическом освобождении объекта после перемещения. Трудности возникают при операции подведения захватного элемента под головку кассеты.

Успешное использование предложенных конструктивных схем возможно только после экспериментальной проверки захватов в условиях, близких к натурным.

Предлагается для каждого реактора изготавливать несколько вариантов захватов, а при операциях поднятия упавших кассет устанавливать на перегрузочной машине электросталь и видеокамеру на гибком подвесе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кравченко, П.Д.* Организация процесса проектирования автоматических грузозахватных устройств для подъема упавших кассет в реакторе типа ВВЭР 1000/ П.Д. Кравченко, Д.Н. Федоренко, В.Ю. Рябенко // Глобальная ядерная безопасность. – 2017. – № 2 (23). – С. 71-80.
2. *Кравченко, П.Д.* Варианты конструктивных схем захватов для упавших расположенные горизонтально кассет в реакторе типа ВВЭР / П.Д. Кравченко, Д.Н. Федоренко // Глобальная ядерная безопасность. – 2018. – № 1 (26).

Analysis of Constructive Schemes of Seizes for Lifting of Fallen Cassettes in Nuclear Reactor VVER

P.D.Kravchenko^{*}, D.N.Fedorenko^{}**

^{}Volgodonsk Engineering and Technical Institute- branch of National Research Nuclear University MEPhI*

*^{**}Joint-Stock company "Atomspeservice" Volgodonsk, Rostov Region
krapa21@yandex.ru*

Abstract – Constructive schemes of seizures for lifting of fallen cassettes in reactor VVER type analyses are represented. Variant of lifting operation is offered.

Keywords: Constructive scheme, seizures, lifting, fallen cassette, reactor VVER type.

УДК 621.039 : 621.181 : 621.785

РАЗРАБОТКА И ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОЛЛЕКТОРОВ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ПАРОГЕНЕРАТОРА ПГВ-1000М

А.А. Марченко, Е.Н. Заиграев, П.П. Денисенко

Филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш», Волгодонск, Ростовская обл.

В данной статье описывается технология низкотемпературной термической обработки коллекторов теплоносителя парогенератора ПГВ-100М с разделением зон нагрева на автономные каналы управления и применением гибких специализированных нагревательных элементов.

Ключевые слова: НТО, парогенератор ПГВ-1000М, коллектор теплоносителя, нагревательные элементы.

Волгодонской филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в настоящее время является эксклюзивным изготовителем крупногабаритного оборудования для ядерных энергетических установок типа ВВЭР-1000 и ВВЭР-1200. Одним из основных серийно-выпускаемых изделий является Парогенератор ПГВ-1000М и ПГВ-1000МКП. Сегодня завод «Атоммаш» производит комплекты Парогенераторов для энергоблоков АЭС «Куданкулам» (Индия), АЭС «Аккую» (Турция), Курская АЭС, Балаковская АЭС.

Вопрос о необходимости проведения низкотемпературной термической обработки (далее НТО) впервые возник на рубеже 80-х...90х годов XX века после обнаружения трещин в перемычках перфорации «холодных» коллекторов парогенераторов на действующих блоках атомных станций. В указанное время развальцовка теплообменных труб в коллекторах теплоносителя выполнялась методом взрыва. Для предупреждения образования трещин

ОКБ «Гидропресс» и «НПО ЦНИИТМАШ» было предложено проведение НТО. Целью НТО было снижение уровня остаточных напряжений в перемычках коллекторов теплоносителя, внесённых взрывной развальцовкой, а также в процессе сверления отверстий в стенках коллекторов.

Суть НТО заключалась в достаточно медленном нагреве корпуса коллектора (со скоростью подъема температуры не более 15 °С/час) до температуры 420...520 °С, выдержке при этой температуре не менее 24 часов и таком же медленном охлаждении до температуры 150 °С. Этот процесс позволял получить параметр отпуска (параметр Холломона-Иоффе) ~14,5, что позволяло снизить уровень напряжений в металле до 35...55% от исходных. Сложность реализации процесса заключается в том, что нагреваемый коллектор представляет собой сложный тепловой узел: перфорированная стенка коллектора толщиной 170 мм со сложным контуром границ перфорированной части; в отверстия коллектора установлено ~11000 теплообменных труб различной длины, так называемый трубный пучок, соединяющий «горячий» и «холодный» коллектора, в отдельных местах заделка труб находятся очень близко от корпуса парогенератора, что вызывает дополнительный отвод тепла от стенок коллектора. Последнее, в свою очередь, требовало наружного подогрева корпуса парогенератора в данных местах.

Для реализации процесса НТО в ОКБ «Гидропресс» в тот же период времени была разработана конструкторская документация на установку, предусматривающую подачу горячего воздуха от калориферов в первый и второй контуры парогенератора с периодическим реверсом подачи воздуха. Предусматривалась полная теплоизоляция корпуса парогенератора и подогрев корпуса в проблемных местах снаружи. Установка отличалась сложностью и громоздкостью. Проблематичным являлось управление нагревом по высоте коллектора и толщине стенок. Из-за этого установка не нашла применения на атомных станциях. Позже эта установка после серьёзной доработки была внедрена на ЗИО г. Подольск.

Параллельно на ПО «Атоммаш» для проведения НТО в условиях атомных станций была разработана и реализована технология проведения НТО с использованием электронагревателей. Электронагреватели (греющие элементы от панельных нагревателей ПМ-46) на специальной штанге устанавливались в отверстие DN 500 коллектора на всю зону перфорации. Это позволяло в определенной степени регулировать нагрев по высоте коллектора. Питание нагреватели получали от источников фирмы «Кокусай Электрик». Это позволило обеспечить перепад температур при проведении НТО по высоте и толщине стенок коллекторов в пределах 420...520°С.. Предусматривалась установка нагревателей в проблемных зонах для подогрева корпуса. Технология была отработана на 2-м блоке Запорожской АЭС и в последующем применялась на всех атомных станциях при проведении плановых ремонтов.

В настоящее время, с переходом на гидравлический способ развальцовки теплообменных труб в коллекторе теплоносителя, этот вид термообработки потерял актуальность. Для новых Российских атомных станций, станций «Аккую», Турция и «Руппур», Бангладеш эта обработка была исключена из требований конструкторской документации. Тем не менее, заказчик для АЭС «Куданкулам» затребовал проведение НТО для парогенераторов блоков №3 и №4.

За прошедший период времени были заменены Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии, внесены изменения в Технические условия на корпусную сталь для парогенераторов. В результате изменений верхний предел температуры

не учитываемого нагрева был снижен с 550 °С до 450 °С и допускаемый градиент температур по высоте и толщине стенки коллектора составил 400...450 °С. Таким образом, разработанная на ПО «Атоммаш» в 90-х годах, а также используемая на ЗИО г. Подольск технология (с допускаемым разбегом температур 400...520 °С) оказались непригодными для использования при новых требованиях.

По результатам совещаний, проведенных с участием ОКБ «Гидропресс», «НПО ЦНИИТМАШ» и Волгодонского филиала «АЭМ-технологии», было принято решение опробовать технологию НТО аналогичную технологии местной термической обработки швов №110 приварки днищ к корпусу парогенератора и №111 приварки коллектора теплоносителя к корпусу парогенератора с использованием гибких нагревательных элементов на натурном парогенераторе. Предварительные работы, проведенные в июле 2017 года, показали принципиальную возможность получения температурного градиента 400...450 °С, как по высоте, так и по толщине стенки коллектора. По результатам этой работы было спроектировано и изготовлено штатное технологическое оснащение для проведения НТО на штатных парогенераторах для АЭС «Куданкулам» блоков №3 и №4. Технологическим оснащением предусмотрено по два пояса нагрева внутри каждого коллектора по высоте, каждый из которых состоит из двух зон нагрева с различным числом нагревательных элементов в зонах. Каждая зона нагрева управляется в автоматическом режиме от своего программатора. В нижнем поясе нагрева для неперфорированной части коллектора за счет применения специальных нагревательных элементов выделяется особая зона управления нагревом. Ниже основных нагревательных элементов в коллекторе располагается подпорный пояс нагревательных элементов. Вокруг патрубков DN 1200 на корпусе устанавливаются подпорные нагревательные элементы для подогрева корпуса в местах близкого подхода коллектора и теплообменных труб к корпусу. Управление подпорными нагревательными элементами также производится по зонам, подключаемым к своим каналам источников питания. Схема установки нагревательных элементов, термоэлектрических преобразователей и тепловой изоляции в штатном технологическом оснащении приведена на рисунке 1.

С использованием штатного технологического оснащения одновременно для обоих коллекторов проведен режим НТО полного цикла. Разбег температур по всем термопарам с индексами «р» и «у» составил 407...448 °С. Температура в зонах подпора составила 400...430 °С.

Головной материаловедческой организацией (АО «НПО ЦНИИТМАШ») экспертным заключением одобрен отчет о проведенной низкотемпературной термической обработке с использованием штатного технологического оснащения. Этим же заключением допущено применение новой технологии для обработки штатных парогенераторов для АЭС «Куданкулам».

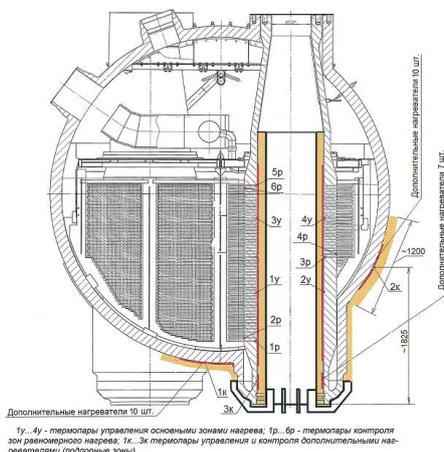


Рисунок 1 – Парогенератор ПГВ-1000М с коллектором теплоносителя

Таким образом, поставленная задача по отработке режима НТО была успешно реализована принятым методом с разделением зон нагрева на автономные каналы управления и применением гибких специализированных нагревательных элементов.

Development and Development of Technology of Low-Temperature Thermal Treatment of Heat Carrier Coolers of the Steam Generator PGV-1000M

A.A. Marchenko¹, E.N. Zaigraev², P.P. Denisenko³

Volgodonsk branch of JS «AEM-technologies» «Atommash», Volgodonsk, Rostov region

¹*marchenko_aa@atommash.ru*

²*zaigraev_en@atommash.ru*

³*denisenko_pp@atommash.ru*

Abstract – This article describes the technology of low-temperature heat treatment of the coolant collectors of the PGV-100M steam generator with separation of heating zones into autonomous control channels and the use of flexible specialized heating elements.

Keywords: LTT, steam generator PGV-1000M, coolant collector, heating elements.

УДК 621.039.5 : 621.181

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И АНАЛИЗ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СРЕД В ЗАПИРАЮЩИХ УСТРОЙСТВАХ БИОЗАЩИТЫ МНОГОЦЕЛЕВОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО РЕАКТОРА НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ МБИР

Д.И. Москалев, С.А. Марченко

Филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш», Волгодонск, Ростовская обл.

В данной статье описывается конструкция МБИР, применение методики для расчета теплообмена в зоне МПП и БПП, а также анализ теплофизических свойств сплава висмут-олово.

Ключевые слова: МБИР, РУ МБИР, МПП, БПП.

Волгодонской филиал АО «АЭМ-технологии «АТОММАШ» в настоящее время является эксклюзивным изготовителем крупногабаритного оборудования для ядерных энергетических установок типа ВВЭР-1000 и ВВЭР-1200. Одним из основных серийно-выпускаемых изделий является Парогенератор ПГВ-1000М и ПГВ-1000МКП. Сегодня завод «АТОММАШ» производит комплекты Парогенераторов для энергоблоков АЭС «Куданкулам» (Индия), АЭС «Аккую» (Турция), Курская АЭС, Балаковская АЭС. В том числе, в Волгодонском филиале АО «АЭМ-технологии «АТОММАШ» в данное время ведется изготовление многоцелевой исследовательской ядерной установки, включающей в свой состав быстрый исследовательский реактор с натриевым теплоносителем (МБИР).

подавляющее большинство исследовательских реакторов (ИР) введено в строй более 35 лет назад, и к 2020–2025 гг. российская экспериментальная база во многом себя исчерпает

вследствие выработки ресурса ИР и отсутствием необходимых исследовательских возможностей.

Во избежание полной потери реакторной исследовательской базы необходимо осуществить ее обновление для решения задач будущей крупномасштабной атомной энергетики.

4 февраля 2010 года постановлением Правительства РФ № 50-п утверждена Федеральная целевая программа «Ядерные энерготехнологии нового поколения на период 2010–2015 годов и на перспективу до 2020 года» (ФЦН ЯЭНП), содержащая мероприятие «Создание многоцелевого исследовательского реактора на быстрых нейтронах МБИР». Суть программы заключается в создании новой технологической платформы ядерной энергетики, основой которой является переход на замкнутый ядерный топливный цикл с реакторами, работающими на быстрых нейтронах. Главным инфраструктурным проектом ФЦП ЯЭНП является сооружение в АО «ГНЦ НИИАР» нового многоцелевого быстрого исследовательского реактора МБИР.

Путем создания реактора МБИР, в том числе и для замещения действующего ИР на быстрых нейтронах БОР-60 при исчерпании к 2020 г. его эксплуатационного ресурса, будет обеспечено сохранение и развитие экспериментальной базы отечественной атомной энергетики. Целью сооружения МБИР является создание высокопоточного исследовательского реактора на быстрых нейтронах с уникальными потребительскими свойствами для реализации следующих задач: проведение реакторных и послереакторных исследований, производство электроэнергии и тепла, отработка новых технологий производства радиоизотопов и модифицированных материалов (рис. 1).

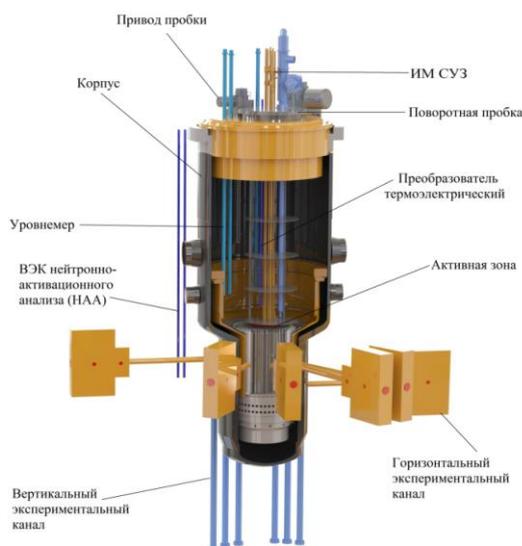


Рисунок 1 – Трёхмерная модель реактора МБИР

ИЯУ МБИР включает в свой состав реакторную установку с двумя натриевым контурами охлаждения и третьим пароводяным контуром, паротурбинную установку, транспортно-технологические системы, петлевые установки, вертикальные и горизонтальные экспериментальные каналы, комплекс исследовательских защитных камер, лабораторный комплекс.

Реактор предназначен для обеспечения выполнения широкого спектра исследовательских и экспериментальных работ с использованием реакторного излучения по направлениям:

– радиационные испытания перспективных видов топлива, поглощающих и конструкционных материалов для ядерных реакторов различного типа, включая

инновационные реакторные установки и термоядерные установки, в условиях интенсивного нейтронного излучения с плотностью потока $(2 - 5) \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$;

- реакторные испытания твэлов, ТВС, ПЭЛОВ, других элементов а.з. в стационарных, переходных и аварийных режимах эксплуатации для инновационных реакторов следующего поколения с перспективными видами теплоносителя (натриевым, тяжелометаллическим, газовым, жидкосолевым и т. д.);

- реакторные исследования в обоснование технологии новых и модифицированных жидкометаллических теплоносителей;

- исследования по проблемам замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ), утилизации актинидов и выжигания долгоживущих продуктов деления, включая опытно-демонстрационное замыкание топливного цикла;

- освоение технологий производства радиоизотопной продукции различного назначения, наработка модифицированных материалов;

- проведение прикладных исследований с использованием реакторных излучений.

В активной зоне и боковом экране реактора МБИР предусмотрены внутрикорпусные экспериментальные объемы для следующих экспериментальных устройств:

- петлевых каналов (ПК): центрального (ЦПК), ПК на границе активной зоны и бокового экрана и ПК в боковом экране для моделирования условий работы активных зон ЯЭУ с различными теплоносителями;

- установок типа «канал-петля» с различными теплоносителями (ЭК);

- пакетов материаловедческих (МВП) ;

- пакетов радионуклидной продукции (ППП) ;

За корпусом реактора организованы следующие закорпусные экспериментальные объемы:

- ГЭК (горизонтальные экспериментальные каналы) – 6 шт., в том числе:

- ГЭК № 1, 2, 3, 5 предназначены для исследований с использованием нейтронного излучения;

- ГЭК № 4 предназначен для проведения нейтронной радиографии (НРГ);

- ГЭК № 6 предназначен для проведения нейтронно-активационного анализа (НАА);

- ВЭК (вертикальные экспериментальные каналы) – 8 шт., в том числе:

- ВЭК для ядерного легирования кремния (ЯЛК) – 6 шт.;

- ВЭК для НАА – 2 шт.

Проектный срок службы реактора составляет 50 лет. За это время, с учетом коэффициента использования реактора, равного 0,65 и кампании реактора равной 100 сут., может быть реализовано 200 циклов пуска и останова в режиме нормальной эксплуатации.

На основании статистики работы реактора БОР-60, консервативно принято, что в среднем за год будет происходить два останова по сигналу МСМ и один останов по сигналу АЗ, т.е. 150 остановов за проектный срок службы при нарушении нормальной эксплуатации (ННЭ).

Специалистами «Атоммаш», совместно с НИКИЭТ проводился анализ термомеханического взаимодействия запирающих устройств БПП и МПП МБИР, в одном из режимов. В качестве рабочего тела в запирающем устройстве Генпроектантом принят сплав на основе висмута. Ниже приведена часть расчета теплофизических свойств среды.

На рисунке 2 показана фазовая диаграмма эвтектического сплава Bi-Sn.

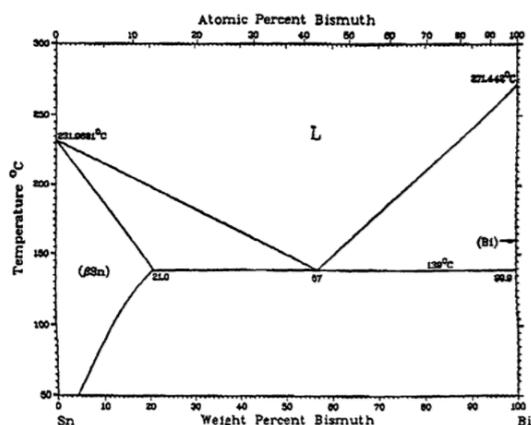


Рисунок 2 – Фазовая диаграмма эвтектического сплава Bi-Sn

Температура ликвидуса для приведенной композиции $T_L = 412.15 \text{ K}$.

Энергия смешения и активации бинарной субрегулярной системы. Стандартное термодинамическое соотношение для энергии Гиббса [3] можно выразить уравнением:

$$G_M = RT \left[x \ln x + (1-x) \ln (1-x) \right] + G_M^{XS}$$

где R – газовая постоянная, Дж/кг К;

x – концентрация компонента;

G_M^{XS} – свободная энергия смешения:

$$G_M^{XS} = RT \int_0^x \ln \gamma dx = RT \left[x \ln \gamma_A + (1-x) \ln \gamma_B \right]$$

где $\gamma_A = \left[\beta - 1 + 2x \right] x + \beta x^{3/2}$

$\gamma_B = \left[\beta - 1 + 2x \right] (1-x) + \beta (1-x)^{3/2}$ коэффициенты активности.

Динамическая вязкость сплава (liquid state). Зависимость динамической вязкости сплава от температуры анализировалась выражением Аррениуса (кривая охлаждения) [3]:

$$\mu_a = \mu_0 \exp \left(-E_a / RT \right)$$

где $E_a = \sum c_i E_{ai}$ – энергия активации сплава, c_i – молярная фракция,

E_{ai} – энергия активации i -го компонента;

R – газовая постоянная, Дж/моль К;

T – термодинамическая температура, К.

μ_0 – начальное значение динамической вязкости.

Энергия активации рассчитывалась из соотношений Гиббса. Индивидуальные вычисленные значения энергии активации компонентов бинарной системы Bi-Sn приведены в таблице 1

Таблица 1 – Энергия активации компонентов сплава

Наименование металла	Температура плавления, К	Энергия активации, Дж/моль
Висмут (Bi)	544.6	6448
Олово (Sn)	505.1	5440

Вычисленная зависимость динамической вязкости жидкого сплава от температуры при нормальном давлении приведена на рисунке 3.

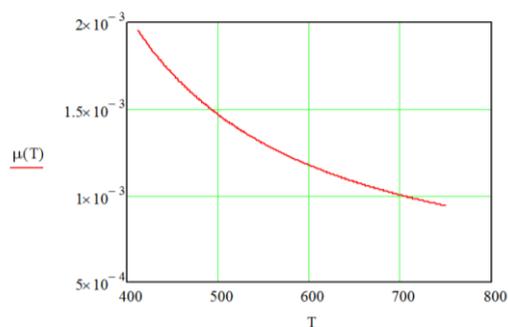


Рисунок 3 – Коэффициент динамической вязкости расплава. Ось абсцисс в К, ось ординат в Па с

Результат теплового расчета. В качестве промежуточной задачи был проанализирован расчетный случай для ванны с жидкометаллическим теплоносителем, для вычисления эквивалентной теплопроводности $\lambda_{эк} = \lambda_{жс} \cdot \varepsilon_k$

$$\varepsilon_k = 0.105 Gr_{жс} Pr_{жс}^{0.3}$$

где Gr – критерий Грасгофа [1] для жидкометаллического теплоносителя;

Pr – критерий Прандтля жидкости, вычисляемый, исходя из зависимостей, приведенных выше.

На рисунке 4 показано характерное распределение температур и наличие тонкого пограничного слоя при ламинарном движении в ванне расплава Bi-Sn. Определялся критерий Рэлея и коэффициенты теплоотдачи.

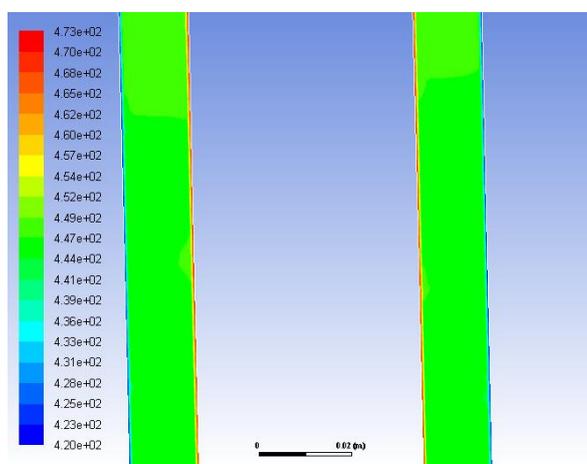


Рисунок 4 – Распределение температур в металле расплава

После решения данной промежуточной задачи было доказано условие $10^3 < Gr Pr < 10^6$,

что свидетельствует о том, что определяющую роль в процессе, играет суммарный электронно-молекулярный перенос тепла, значительный по сравнению, с конвективным по всему сечению жидкого металла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РД 24.035.05-89. Тепловой и гидравлический расчет теплообменного оборудования АЭС.
2. Siegel R. and Howell J. R. Thermal Radiation Heat Transfer. London: Taylor & Francis, 2002.
3. Кириллов, П.Л. Справочник по теплогидравлическим расчетам (ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы) [Текст] / П.Л. Кириллов. – Москва, Энергоатомиздат, 1990

4. Wong C.P.C., Salavy J.-F., Kim Y., Kirillov I., Rajendra Kumar E., Morley N.B. Overview of liquid metal TBM concepts and programs. – Fusion Engineering Design, 2008, vol. 83, p. 850-857.

Design Features and Review of the Thermomechanical Interaction of Media in the Closing Devices of Biodefence of the Multipurpose Fst Neutron Research Reactor Project MFRR

D.I. Moskalev, S.A. Marchenko

Volgodonsk branch of JSC «AEM-technology» «Atomash»

Abstract – This article describes the design of the MFRR, use of the procedure for heat-transfer analysis in the MPP (small rotary plug) and BPP (large rotary plug), as well as an analysis of the thermophysical properties of the bismuth-tin alloy.

Keywords: MFRR, reactor unit MFRR, MPP, BPP.

УДК 621.646 : 621.923.74

РАЗРАБОТКА СТАНКА ДЛЯ ПРИТИРКИ КЛАПАНОВ ОБРАТНЫХ

К.Ю. Наумченко, В.И. Старшинов, В.А.Келехсашвили, Н.А. Назаров

Филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш», Волгодонск

В данной статье описывается технология применения автоматизированного способа притирки уплотнительных поверхностей, а именно поверхности диска к поверхности седла в клапанах обратных.

Ключевые слова: Клапан обратный, притирка поверхностей, трубопроводная арматура.

В настоящее время на заводе Атоммаш производится изготовление клапанов обратных для ПАО Газпром условным проходом от 150 до 1400мм. Планируемый выпуск клапанов обратных – 200 шт. в год.

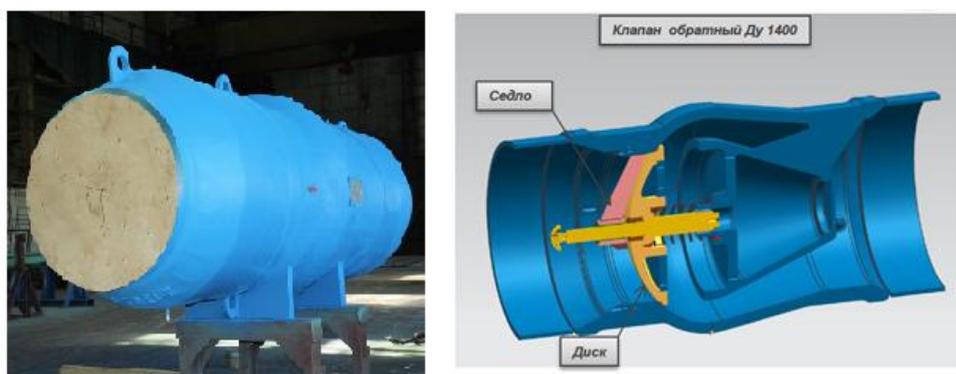


Рисунок 1 – Клапан обратный Ду 1400

Одним из наиболее трудоемких процессов при их изготовлении является процесс притирки уплотнительных поверхностей изделия – поверхности диска к поверхности седла. Трудоемкость притирочной операции в среднем составляет 32 н/ч на одно изделие.

На сегодняшний день процесс притирки уплотнительных поверхностей клапанов происходит вручную, с помощью специальных приспособлений:

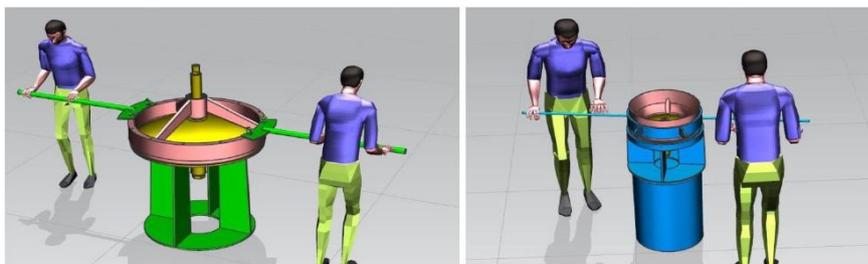


Рисунок 2 – Ручной способ притирки поверхностей

Данный способ морально и технически устарел и при выходе на серийное производство трубопроводной арматуры данный способ притирки имеет ряд недостатков, это:

- большая трудоемкость – необходимость большого количества персонала, физически сильного;
- слишком длительное время протекания процесса притирки;
- недостаточное качество притирки из-за отсутствия возможности регулировки усилия в вертикальном направлении.

Данные недостатки устраняются путем автоматизации притирочных процессов.

Для автоматизации ручного процесса притирки предлагается изготовление станка притирочного для притирки уплотнительных поверхностей клапанов обратных с электронной системой управления.

Станок притирочный состоит из следующих элементов:

- 1 – опора со столом и желобом для отвода отработанной притирочной смеси;
- 2 – поворотная консоль с моторредуктором, датчиками БВК, двойным карданом, компенсатором перемещений;
- 3 – сменные подвески с чугунными притирами
- 4 – шкаф управления притирочным процессом;
- 5 – тензорезисторный датчик усилий
- 6 – ручной домкрат
- 7 – гидроцилиндр
- 8 – кресло оператора станка

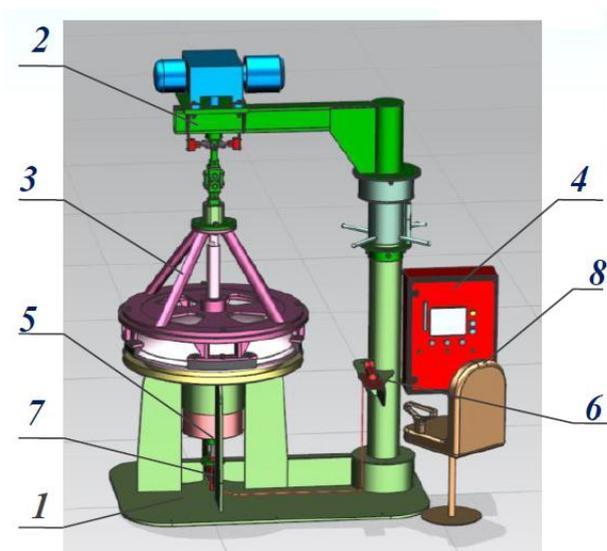


Рисунок 3 – Притирочный станок

Станок притирочный работает от сети переменного тока напряжением 380 В. Притираемое изделие (диск) устанавливается на стол опоры поз. 1. Черновая притирка изделия осуществляется подвеской с чугунными притирами поз. 3. Подвеска приводится в движение моторредуктором путем задания режимов обработки через шкаф управления поз. 4. Вертикальное усилие осуществляется гидроцилиндром поз. 7 через ручной домкрат поз. 6. Контроль усилия обеспечивается тензорезисторным датчиком поз. 5, показания которого выводятся на шкаф управления поз. 4. Притирочная смесь подается на изделие оператором станка, стекает в желоб опоры поз. 1 и собирается в специальную емкость. В будущем планируется разработка системы непрерывной подачи притирочной смеси через отверстия чугунных притиров подвески.

Управление станка осуществляется одним человеком. Электронная система управления позволяет задавать скорость вращения редуктора, задавать необходимое количество циклов притирки, контролировать и регулировать усилие гидроцилиндра. Все показания станка выводятся на дисплей шкафа управления поз. 4. Данная система

управления позволяет производить одновременно обработку изделий на двух станках одним оператором.

Преимущества над существующей технологией:

- более высокая скорость вращения в процессе притирки;
- более простой процесс контроля качества притираемых поверхностей за счет вертикального перемещения изделий ручным домкратом
- система непрерывной подачи притирочной смеси
- сокращение численности персонала в 2 раза, отсутствие физически тяжелой работы.

Трудоемкость притирочной операции при автоматизированной притирке ожидается в среднем 4 н/ч на одно изделие.

- импортозамещение за счет применения преимущественно отечественных материалов и комплектующих.

Станок притирочный планируется использовать в Волгодонском филиале АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» для увеличения производительности притирочных операций при серийном выпуске клапанов обратных. Благодаря сменным подвескам, конструкция станка позволяет обрабатывать поверхности клапанов диаметром в диапазоне от 150 до 1400 мм, охватывая все 7 необходимых типоразмеров клапанов.

В настоящее время существует различное оборудование для проведения притирочных работ при производстве трубопроводной арматуры, в основном итальянского производства.

Недостатком такого оборудования является слишком высокая стоимость в условиях нынешнего курса рубля. Комплект такого оборудования для притирки клапанов обратных диаметром от 150 до 1400 мм стоит более 30 млн. рублей.

Станок притирочный собственного изготовления обойдется примерно в 4 млн. рублей. Простая конструкция станка позволяет производить его ремонт и обслуживание собственными силами завода.

Стоимость станка притирочного собственного изготовления составит ориентировочно 4 млн. рублей. Стоимость аналогичного комплекта импортного оборудования составляет более 30 млн. рублей. Таким образом, в результате импортозамещения притирочного оборудования станком собственного изготовления экономия составит около 26 млн. рублей. Станок притирочный планируется изготовить за счет средств компании АО «АЭМ-технологии». При планируемом изготовлении клапанов обратных в количестве 200 шт. в год, средней трудоемкости автоматизированной притирки на одно изделие 4 н/ч (против существующей 32 н/ч), срок окупаемости одного станка составит 2,5 года.

Реализация проекта выполняется на предприятии Филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонске.

Development of a Machine for Grinding non-Return Valves

К.У. Naumchenko¹, V.I. Starshinov², V.A.Kelekhshvili³, N.A. Nazarov⁴

Volgodonsk branch of JSC «AEM-technology» «Atommash»

¹*naumchenko_ky@vdmiiam.ru*

²*starshinov_yi@atommash.ru*

³*kelekhshvili_va@atommash.ru*

⁴*nazarov_na@atommash.ru*

Abstract – This article describes the technology of applying an automated method of grinding sealing surfaces, namely the surface of the disk to the surface of the seat in the non-return valves.

Keywords: non-return valves, grinding sealing surfaces, pipeline valves.

В термостат, установленный на манипуляторе, позиционируют изделие, подогревают его с помощью крышки с теплоэлементами. Далее после предварительного нагрева изделия и снятия показаний с термопар, к изделию подводится наплавочная головка ПКТБА-СГПФ и на пульте управления устанавливаются режимы наплавки, после неё изделие помещается в печь СДО, не допуская расхолаживания наплавляемого узла арматуры. Это приводит к снятию остаточных напряжений, возникающих из-за высокого вложения тепловой энергии в изделие. Установка для наплавки полностью укомплектована и показала себя, как качественное оборудование для выполнения автоматической наплавки под флюсом.

Предложен альтернативный способ автоматической твердосплавной наплавки проволокой ответственных изделий трубопроводной арматуры, позволяющий повысить качество наплавленного металла, увеличить скорость процесса и уменьшить влияние человеческого фактора, обеспечив повторяемость результатов технологического процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фрумин, И.И. Автоматическая электродуговая наплавка / И.И. Фрумин. – Харьков: Metallurgizdat, 1961. – 421 с.

Automatic Arc Welding of Saddle for Critical Pipeline Valves for NPP and Oil and Gas Industry

A.K. Palunov^{*1}, A.G. Fedotov^{2}, N.N. Podrezov^{**2}**

**Volgodonsk branch of JSC «AEM-technologies» «AtommashVolgodonsk, Rostov region,*

***Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI», Volgodonsk, Rostov region,*

Abstract – The paper considers the option of automatic ring deposition of the wire electrode of critical products of pipeline valves manufactured by the Branch of JSC "AEM-technology" "Atommash" in Volgodonsk. At present, the ring surfacing of the slide gate is performed by manual arc welding with a covered electrode with the accompanying heating of the product.

Keywords: pipe fittings, automatic arc welding, saddle.

УДК 621.791.75

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОРТРЕТА ПРОЦЕССА ДУГОВОЙ СВАРКИ

А.В. Сас, И.С. Ступак

Российский государственный университет (НИУ) нефти и газа им. И.М. Губкина

Разработано специальное программное обеспечение математической обработки осциллограмм тока и напряжения процесса дуговой сварки. Обеспечение позволяет по параметрам энергетического портрета процесса - вероятностям нахождения в различных состояниях и интенсивностям перехода из состояния в состояние, а также по уровню влияния различных элементов на параметры энергетического портрета и их неопределенность (хаотичность) оценивать качество выполнения процесса дуговой сварки.

Ключевые слова: осциллограмма, качество, энергетический портрет, вероятность, интенсивность перехода, хаотичность.

Современные инверторные источники позволяют реализовывать практически любой закон управления мгновенными значениями параметров режима сварки. Однако на качество сварки влияет большое количество технологических параметров изменяющихся во время выполнения процесса. Поэтому обязательным условием успешного управления является использование современных систем автоматического управления, что в свою очередь, требует обработки в единицу времени значительного объема информации о состоянии процесса.

При выполнении дуговой сварки оценку качества процесса наиболее информативно осуществлять по параметрам его энергетического портрета: по вероятностям нахождения процесса в различных состояниях и по интенсивностям перехода из состояния в состояние (холостого хода, короткого замыкания, зажигания дуги, плавления электродного металла и формирования капли, переноса капли, короткого замыкания и других фаз процесса).

Математическая обработка параметров энергетического портрета процесса дуговой сварки позволяет получить точное представление об устойчивости горения дуги, тепловой мощности, плотности силы тока и напряжения в различные периоды времени и различных областях протекания процесса сварки, а также определять вероятности нахождения процесса в конкретных областях и интенсивности перехода из одной области в другую.

На значение параметров энергетического портрета влияют многие элементы. Например, для процесса ручной дуговой сварки (РДС) такими элементами являются: квалификация сварщика, наличие и значение функциональных характеристик источников питания (форсаж, горячий старт, антиприлипание), пространственное положение сварного соединения, параметры разделки кромок стыка, свариваемый металл, тип и диаметр электрода и многие другие.

В настоящее время разработано специализированное программное обеспечение (СПО) математической обработки и анализа осциллограмм процессов дуговой сварки, записанных сварочным регистратором ИНЭМ-эксперт и проводится количественное исследование влияния различных элементов процесса на вероятность нахождения процесса в различных состояниях и интенсивность перехода из состояния в состояние.

Пример распределения энергии и плотности энергии процесса при ручной дуговой сварке неквалифицированным а) и квалифицированным б) сварщиками приведен на рисунке 1.

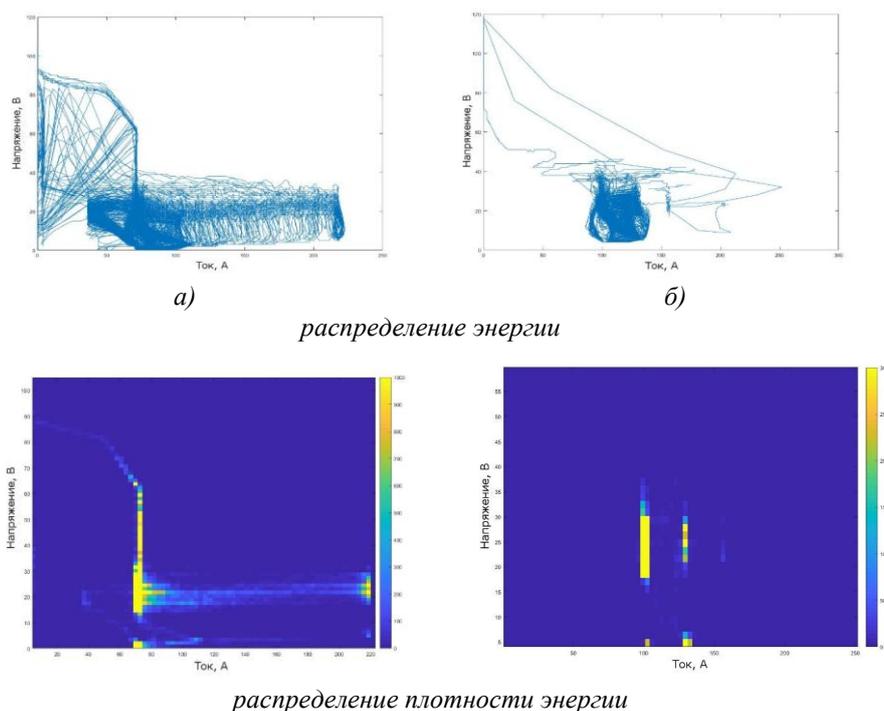


Рисунок 1 – Распределение энергии и плотности энергии при РДС

Research of the Energy Portrait of the Arc Welding Process

A.V. Sas, I.S. Stupak

Gubkin Russian State University (NRU) of Oil and Gas, Moscow
svarka@gubkin.ru

Abstract – A special software for the mathematical processing of current and voltage waveforms of the arc welding process has been developed. The provision allows for the parameters of the energy portrait of the process - the probabilities of being in different states and the intensity of the transition from state to state, and also by the level of influence of various elements on the parameters of the energy portrait and their uncertainty (chaos) to evaluate the quality of the arc welding process.

Keywords: oscillogram, quality, energy portrait, probability, intensity of transition, randomness.

УДК 621.791.75.053

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ЧЕТЫРЁХПОЛЮСНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРИ ДУГОВОЙ СВАРКЕ МАГНИТНОГО МЕТАЛЛА

Цзэжэнь Гу, А.М. Рыбачук, М.Е. Козырев

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва

В работе выполнены экспериментальные измерения индукции магнитных полей в зоне дуговой сварки низкоуглеродистой стали толщиной 10 мм. Определены значения индукции магнитных полей при разных токах в катушках магнитной системы и по толщине изделия.

Ключевые слова: дуговая сварка, четырёхполюсная магнитная система, ферромагнитный металл, смещение магнитного поля.

Для учёта искажения магнитных полей магнитным материалом был выполнен расчёт немагнитной зоны, ограниченной изотермой Кюри. В расчёте были использованы параметры режима автоматической сварки под флюсом пластины с полным проплавлением. Расчёты проведены по модели подвижного точечного источника в полубесконечном теле. Так как при сварке пластины определить распределение магнитного поля в зоне сварки невозможно, по данным расчёта была вырезана в пластине немагнитная зона (изотерма Кюри).

Измерения магнитных полей было выполнено без сварки, цифровым гауссметром GM2. В результате были получены данные о деформации четырёхполюсного магнитного поля в направлении сварки и по толщине изделия. Определено, что смещение оси магнитного поля и нарушение симметрии магнитных полей четырёхполюсной магнитной системы происходит в направлении сварки.

Определены распределения магнитных полей при разных токах в катушках магнитной системы и по толщине изделия. В процессе сварки ферромагнитных деталей, при одной и той же величине тока в катушках магнитной системы магнитное поле в области сварочной ванны уменьшается. Кроме этого происходит уменьшение вводимого магнитного поля по толщине свариваемого изделия. [1-5]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыжов, Р.М. Влияние импульсных электромагнитных воздействий на процессы формирования и кристаллизации швов [Текст] / Р.М. Рыжов // Автоматическая сварка. – 2007. – №2. – С. 56-58.

2. Завьялов, В.Е. Использование продольного магнитного поля при наплавке под флюсом [Текст] / В.Е. Завьялов, Я.П. Звороно, А.Б. Петраков // Сварочное производство. – 1990. – №2. – С. 3–6.
3. Акулов, А.И. Удержание жидкого металла сварочной ванны поперечным магнитным полем [Текст] / А.И. Акулов, А.М. Рыбачук // Сварочное производство. – 1972. – №2. – С. 3-4.
4. Акулов, А.И. Особенности формирования шва при сварке в поперечном магнитном поле [Текст] / А.И. Акулов, А.М. Рыбачук, Г.Г. Чернышов // Сварочное производство. – 1979. – №7. – С. 11-14.
5. Рыбачук, А.М. Распределение сварочного тока в изделии и ванне при дуговой сварке [Текст] / А.М. Рыбачук, Г.Г. Чернышов // Сварка и диагностика. – 2011. – №6. – С. 16-20.

Investigation of the Deformation of a Four-Pole Magnetic Field During Arc Welding of a Magnetic Metal

Jieren Gu¹, A.M. Rybachuk², M.E. Kozyrev³

Bauman Moscow State Technical University

¹*gujieren12345@163.com*

²*amrybachuk@mail.ru*

³*mikhail1000@mail.ru*

Abstract – In the article, experimental measurements of the induction of magnetic fields in the arc welding zone of 10 mm thick low-carbon steel are performed. The values of the induction of magnetic fields for different currents in the coils of the magnetic system and for the thickness of the article are determined.

Keywords: arc welding, four-pole magnetic system, ferromagnetic metal, displacement of magnetic field.

УДК 621.791 : 621.181

ВАРИАНТ ОРБИТАЛЬНОЙ СВАРКИ ШВОВ СОЕДИНЕНИЙ КОЛЛЕКТОРОВ В ПАРОГЕНЕРАТОРЕ ПГВ – 1000МКП

А.Э. Якименко^{*}, Н.Н. Подрезов^{}, А.Г. Федотов^{**}**

^{*}*Филиал АО «АЭМ-технологии «Атоммаш», Волгодонск, Ростовская обл.*

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

В работе рассмотрен вариант орбитальной сварки кольцевых швов № 111-1 и № 111-2 приварки холодного и горячего коллекторов к патрубку Ду 1200 в парогенераторе ПГВ – 1000 МКП проекта РУ В-392М. До настоящего времени данные сварные соединения выполняются с применением методов ручной сварки в условиях Филиала АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск. На АЭС проделана большая работа по снижению риска возникновения замедленного деформационного коррозионного растрескивания в районе расположения этих швов. Это даёт основания для автоматизации процесса приварки коллекторов, что повышает прогнозируемость, повторяемость и снижает трудоёмкость сварки.

Ключевые слова: парогенератор, сварное соединение, орбитальная сварка, остаточные сварочные напряжения, сварочная установка, автоматическая сварка под флюсом.

Парогенератор относится к изделиям первого класса безопасности внутренним диаметром 4200 мм, длиной 13,82м. Вес горизонтального теплообменника около 430т. Толщина стенки 145 мм, сталь 10ГН2МФА теплоустойчивая, легированная марганец-никель молибденванадиевая бейнитного класса. Поверхность теплообмена состоит из 10978 нержавеющей трубок малого диаметра 16мм, длина каждой – от 10 до 14м. В соединении

«трубный пучок – трубная доска» в качестве трубных досок выступают «горячий» и «холодный» коллекторы.

Сварные соединения №111-1 и 111-2 в парогенераторе ПГВ-1000МКП – швы приварки коллекторов первого контура к корпусу парогенератора в патрубок Ду-1200, являются стыковыми кольцевыми соединениями 1-й категории безопасности, без доступа к обратной стороне шва (рис. 1) [1]. Сварка производится электродами УОНИИ-13/55 с сопутствующим подогревом, одновременно двумя сварщиками диаметрально-противоположными участками.

Ручная дуговая сварка является одним из наиболее предрасположенных к дефектам способов выполнения сварных соединений, вероятность возникновения дефекта в сварном шве значительно повышается, что негативно сказывается на качестве изделия. Сварка ведётся вручную длительное время в условиях сопутствующего подогрева, что повышает влияние человеческого фактора на качество сварного соединения [2].

Качество самого процесса ручной сварки данных швов сильно зависит от квалификации и умения рабочих-сварщиков, а так же от их физического и морального состояния. Современное производство не может настолько сильно зависеть от человеческого фактора, следовательно, данный процесс требует решений, которые позволят значительно уменьшить влияние человека на процесс и увеличить качество соединения. Одним из вариантов решения данной проблемы является применение орбитальной автоматической сварки под слоем флюса.

Для изготовления сварных соединений №111-1 и 111-2 предлагается использовать автоматическую установку для сварки цилиндрических изделий АДП-1204 в наклонную разделку (рис. 2). Установлено, что ее использование для орбитальной сварки швов №111 является обоснованным и актуальным, исходя из технических характеристик, конструкции и возможностей системы управления [3].

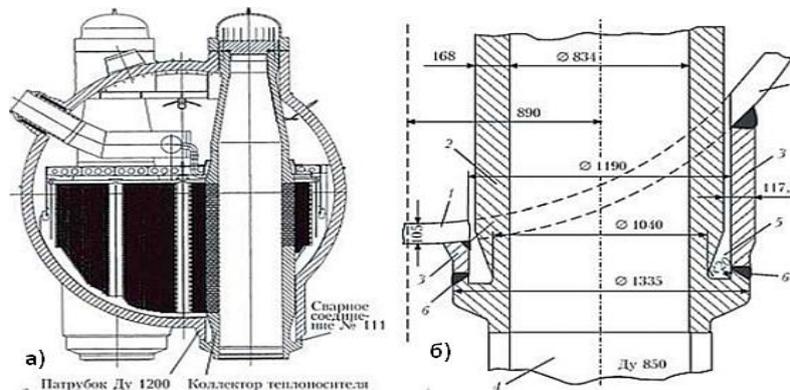


Рисунок 1 – Узел соединения коллектора с парогенератором: а – сечение ПГВ1000МКП; б – схема расположения сварного соединения №111: 1 – корпус ПГВ; 2 – коллектор; 3 – патрубок Ø 1200 мм; 4 – трубопровод ГЦТ Ø 850 мм; 5 – карман; 6 – шов №111

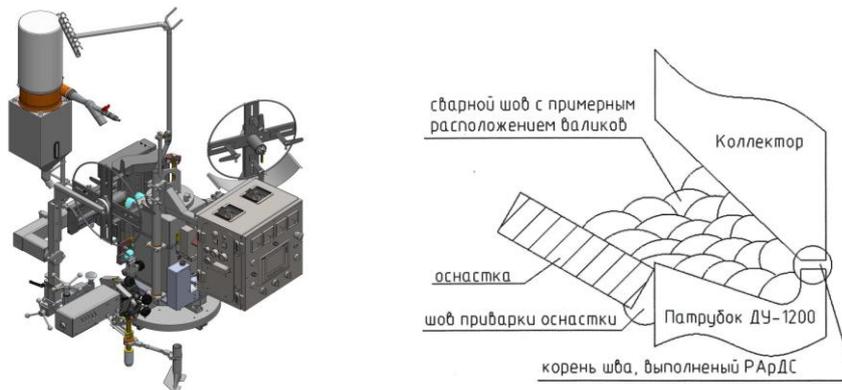


Рисунок 2 – Орбитальная сварка соединений №111-1 и 111-2: а – установка АДП-1204; б – наклонная разделка

С помощью планшайбы и крестовины, включенные в комплект, аппарат устанавливается на коллектор первого контура, заранее собранный с патрубком ДУ-1200, далее на пульте управления сварочным процессом ПУСП-08-3 устанавливаются сварочные режимы и параметры соединения, необходимые для ведения процесса сварки. Установка АДП-1204 очень проста в монтаже и настройке, что приводит к уменьшению времени подготовки к сварке и повышению управляемости технологическим процессом.

В данной работе предложен альтернативный способ выполнения сварных соединений №111-1 и 111-2 парогенераторов ПГВ-1000МКП, позволяющий обеспечить повторяемость и качество процесса за счет применения автоматической орбитальной сварки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дуб, А.В. Разработка методик ультразвукового контроля и определения работоспособности узла приварки коллектора к парогенератору ПГВ-1000М [Текст] / А.В. Дуб [и др.] // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2014. – № 4 – С. 36-51.
2. Подрезов Н. Н. Повышение эксплуатационной надёжности сварных соединений парогенераторов для реакторных установок на основе ВВЭР [Текст] / Н.Н. Подрезов, С.А. Томилин, В.В. Шишов // Автоматическая установка для сварки цилиндрических патрубков в корпусные изделия АДП-1204. Паспорт. НПФ «ИТС», Санкт-Петербург.
3. Автоматическая установка для сварки цилиндрических патрубков в корпусные изделия АДП-1204. Паспорт. НПФ «ИТС», Санкт-Петербург.

Variation of Orbital Welding of Joints Collectors in the Steam Generator PGV – 1000MKP

А.Е. Yakimenko^{*}, N.N. Podrezov^{}, A.G. Fedotov^{**}**

^{*} *Volgodonsk branch of JS « AEM-technologies» «Atommash», Volgodonsk, Rostov region,*

^{**} *Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI», Volgodonsk, Rostov region*

Abstract – The features of technological preparation for automatic submerged arc welding of annular seams of PGV–1000MKP body are considered. At the present stage of development of nuclear power engineering one of the most urgent tasks is to improve the reliability and quality of production of heat exchange equipment of nuclear power plants. The paper considers the technological preparation of one-way automatic submerged arc welding for thick-walled vessels made of heat-resistant alloy steels with the use of root-forming materials.

Keywords: steam generator, welded joint, orbital welding, residual welding voltage, installation of welding, automatic submerged arc welding.

СЕКЦИЯ 2

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭНЕРГОБЛОКОВ АЭС

УДК 621.316

ПРИЧИНЫ ПРОТЕКАНИЯ ФЕРРОРЕЗОНАНСНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЦЕПЯХ ГЕНЕРАТОРНОГО НАПРЯЖЕНИЯ 24 КВ И СПОСОБЫ ИХ ЛИКВИДАЦИИ

С.А. Баран, В.В. Нечитайлов, В.В. Краснокутский

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

В цепях с трансформаторами напряжения возможность возникновения и существования феррорезонансного процесса определяется выполнением трех условий.

Первое условие: величина эквивалентной емкости сети ($C_{\text{экв}}$) должна находиться в пределах определяемых пределами изменения индуктивности трансформатора напряжения, т.е.

$$\frac{1}{\omega^2 \cdot L_{xx}} \leq C_{\text{экв}} \leq \frac{1}{\omega^2 \cdot L_s} \quad (1)$$

где L_{xx} – индуктивность холостого хода хх, Гн;
 L_s – индуктивность насыщения, Гн;
 ω – угловая частота напряжения сети, 1/с

Возбуждение ФРП связано с нелинейным изменением индуктивности ТН. Причем, начавшееся плавное изменение индуктивности происходит до тех пор, пока не возникнут условия резонанса $\omega \cdot L = 1/\omega \cdot C$ (такие как в контуре с линейной индуктивностью), что приводит к установившемуся ФРП. Это очевидно т.к. ФРП с одним и тем же ТН возникает в схемах с различной эквивалентной емкостью.

Рассматривая процессы намагничивания стального сердечника ТН, можно определить пределы изменения индуктивности ТН: максимальное значение индуктивности равно X_H и может быть вычислено с учетом того, что относительная магнитная проницаемость имеет при этом максимальное значение и равна $\mu_{\text{max}} = 25000$, а максимальное значение индуктивности ТН принимает при достижении насыщения, после чего остается неизменной и равной индуктивности обмотки ТН без магнитопровода, т.к. относительная магнитная проницаемость стали при насыщении близка к единице.

Поток магнитопровода составляет всего $(1,3 - 1,4) \cdot \Psi_H$. Если бы этот поток равномерно распределился по всему магнитопроводу, то он бы насытил его полностью, и динамическая магнитная проницаемость упала бы до единицы. В действительности поток распределен неравномерно, и отдельные части магнитопровода остаются неполностью насыщенными. Поэтому средняя магнитная проницаемость стали несколько возрастает, что увеличивает индуктивность насыщения в 1,3-1,4 раза.

Второе условие: для возбуждения ФРП в контуре с параметрами, отвечающими первому условию, необходимо событие, приводящее к изменению индуктивности ТН. Таким событием в сети с изолированной нейтралью является отключение дугового металлического замыкания на землю, при котором напряжение на ТН скачком изменяется от U_L до U_ϕ .

При скачкообразном изменении напряжения на ТН в его магнитопроводе сохраняется остаточный поток, соответствующий величине напряжения до скачка ($\Psi_{\text{ост}}$), на который накладывается переменный поток от напряжения, установившегося после скачка ($\Psi_{\text{уст}}$).

После отключения замыкания в момент напряжения на фазе А после переходного процесса устанавливается практически равным $U_{л} (1,71 \cdot U_{\phi})$, а поток той же фазы ТН возрастает от величины $\Psi_{л}$ до отключения замыкания до величины $(\Psi_{л} + \Psi_{\phi})$ после отключения замыкания. Ток первичной обмотки ТН резко возрастает, что соответствует режиму насыщения ТН.

ФРП возбуждается в контуре с резонансными параметрами после скачка напряжения в том случае, если суммарный поток в магнитопроводе ТН окажется больше потока начального насыщения магнитопровода ($\Psi_{нач.нас}$), так как это вызовет насыщение магнитопровода и плавное изменение индуктивности ТН:

$$\psi_{ост} + \psi_{уст} \geq \psi_{нач.нас}$$

Третье условие: величина энергии, поступающей в феррорезонансный контур при каждом изменении параметра (индуктивности ТН), должна быть больше величины потерь в нем.

ФРП относится к параметрическим процессам, так как возникает, когда создаются условия (первое и второе) для изменения одного из параметров контура – индуктивности ТН, которая изменяется скачкообразно от индуктивности холостого хода L_{xx} до индуктивности насыщения L_s . Параметрический резонанс изучен достаточно полно. Известно, что при скачкообразном увеличении индуктивности энергия контура возрастает на величину $0,5 \cdot (L_{xx} - L_s)$ уменьшении индуктивности не вызывает изменение запаса электромагнитной энергии контура, так как на это изменение не затрачивается работа.

Частота свободных колебаний тока в параметрическом контуре равна:

$$\gamma = \sqrt{(1/C \cdot L)^2 - (R/2 \cdot L)^2} \quad (2)$$

Эта собственная частота определяется исключительно параметрами L, C и R контура. Если активное сопротивление мало по сравнению с волновыми сопротивлениями контура, то с достаточной точностью:

$$\gamma = \sqrt{(1/C \cdot L)^2} \quad (3)$$

В этом контуре собственная частота зависит только от индуктивности и емкости контура и совпадает с его резонансной частотой.

По мере увеличения активного сопротивления возрастает относительное значение второго члена под корнем в выражении (2) и собственная частота уменьшается, то есть колебания свободного тока становится более медленным. Когда активное сопротивление достигает значения:

$$R = 2 \cdot \sqrt{L/C} \quad (4)$$

собственная частота обращается в нуль, колебания превращаются и свободный ток убывает по аperiодическому закону, и в этом случае возникновение резонансных колебаний невозможно. Внесение в контур затухания, эквивалентного затухания, вносимому критическим сопротивлением, предотвращает возникновения ФРП. Величина резистора, необходимого для подавления ФРП, может быть вычислена по (4), однако наличие нелинейной зависимости $L=f(i)$ усложняет расчеты и требует применения ЭВМ.

Упростим (4), используя тот факт, что при ФРП сохраняется действительным равенства индуктивной и емкостной проводимостей контура, как и при резонансе в линейном контуре, что позволяет выразить индуктивность ТН через эквивалентную емкость контура, которая остается постоянной, то есть не зависит от величины напряжения или тока, как это имеет место для индуктивности ТН. Тогда

$$L = 1/\omega^2 \cdot C, a L = 2/\omega \cdot C_{эkv} \quad (5)$$

Определенное значение критического сопротивления позволяет оценить значение потерь, необходимых для подавления ФРП, через затухание в контуре или через значение активной составляющей тока замыкания на «землю».

Необходимая величина затухания может быть внесена подключением резистора в первичную цепь. Так в сети с изолированной нейтралью наиболее эффективно подключение резистора к нейтрали сети, например, к нейтрали силового питающего трансформатора.

Источником питания в рассматриваемой сети является генератор. Индуктивность рассеяния L_p и активное сопротивление R_r источника питания определяются по номинальным параметрам. Согласно [12] номинальное активное сопротивление обмотки генератора составляет 0,001 1 Ом. При дуговом замыкании по фазам источника протекают свободные составляющие токов зарядных контуров, которые имеют большую частоту (несколько килогерц), поэтому согласно [13] активное сопротивление источника следует увеличить в 2-2,5 раза. Для моделирование переходных процессов сети реактивное сопротивление генератора рассчитывалось исходя из сверхпереходного сопротивления, которое составляет 0,324 о.е.

Генератор моделировался посредством готовых блоков из библиотеки элементов программы АТР ЕМТР, для которых задавались активные сопротивления и индуктивности обмоток. Также для рассматриваемых процессов большую роль играют паразитные емкости на землю. Согласно формуле, приведенной в [14], емкость для фазы обмотки статора генератора может быть рассчитана:

$$C_2 = \frac{k \cdot S}{1,2 \cdot \sqrt{U_{ном} \cdot (1 + 0,08 \cdot U_{ном})}}, \quad (6)$$

где: $k=0,0187$ при 15-20°C;

$U_{ном}$ – номинальное напряжение;

S – номинальная мощность.

$$C_2 = \frac{0,0187 \cdot 1100}{1,2 \cdot \sqrt{24 \cdot (1 + 0,08 \cdot 24)}} = 2,04 \text{ мкФ}$$

Индуктивность обмотки трансформатора определялась следующим образом:

$$L_{обм} = \frac{U_k}{100} \cdot \frac{U_{ном.обм.}^2}{S_{ном.обм.} \cdot \omega} \quad (7)$$

где: U_k – напряжение короткого замыкания;

$U_{ном.обм.}$ – номинальное напряжение;

$\omega=100\pi$;

$S_{ном.обм.}$ – номинальная мощность обмотки трансформатора.

$$R_{обм} = \Delta P_k \cdot \frac{U_{ном}^2}{S_{ном}^2}, \quad (8)$$

где: P_k – потери короткого замыкания трансформатора.

Для блочного трансформатора ТЦ-630000/500:

$$U_{кв} = U_{кн} = U_k/2$$

$$U_{кв} = U_{кн} = \frac{14}{2} = 7\%$$

$$S_{ном.обм.} = S_{ном}/3$$

$$S_{ном.обм.} = \frac{630}{3} = 210$$

Тогда индуктивность и активное сопротивление обмоток:

$$L_{обмв} = \frac{7}{100} \cdot \frac{303,1^2}{210 \cdot 314} = 0,0974 \text{ Гн}$$

$$L_{обмн} = \frac{7}{100} \cdot \frac{24^2}{210 \cdot 314} = 6,115 \cdot 10^{-4} \text{ Гн}$$

$$R_{обмв} = 0,605 \cdot \frac{303,1^2}{210^2} = 1,26 \text{ Ом},$$

$$R_{обмн} = 0,605 \cdot \frac{24^2}{210^2} = 0,0079 \text{ Ом},$$

Для трансформатора собственных нужд ТРДНС 63000/24/6,3

$$L_{обмв} = \frac{0,01(U_{квв} - 0,25U_{кнн})}{100} \cdot \frac{U_{ном.обм.}^2}{S_{ном.обм.}} \quad (9)$$

$$L_{обмн} = \frac{0,05U_{кнн}}{100} \cdot \frac{U_{ном.обм.}^2}{S_{ном.обм.}} \quad (10)$$

Активное сопротивление обмотки трансформатора рассчитывается по формуле (3).

$$L_{обмв} = \frac{0,01(U_{квв} - 0,25U_{кнн})}{100} \cdot \frac{U_{ном.обм.}^2}{S_{ном.обм.}}$$

$$L_{обмн} = \frac{0,05U_{кнн}}{100} \cdot \frac{U_{ном.обм.}^2}{S_{ном.обм.}}$$

Для блочного трансформатора ТЦ-630000/500:

$$S_{ном.обм.} = S_{ном}/3$$

$$S_{ном.обм.} = \frac{63}{3} = 21$$

Тогда индуктивность и активное сопротивление обмоток:

$$L_{обмв} = \frac{0,01(12,7 - 0,25 \cdot 40)}{100} \cdot \frac{35^2}{21 \cdot 314} = 1,18 \cdot 10^{-5} \text{ Гн}$$

$$L_{обмн} = \frac{0,05 \cdot 40}{100} \cdot \frac{6,3^2}{21 \cdot 314} = 6 \cdot 10^{-6}$$

$$R_{обмв} = 0,605 \cdot \frac{35^2}{21^2} = 0,058 \text{ Ом},$$

$$R_{обмн} = 0,605 \cdot \frac{6,3^2}{21^2} = 0,0011 \text{ Ом},$$

Для расчета входной емкости трансформаторов были взяты формулы:

$$\tilde{N}_{\dot{a}\dot{o}} = \frac{\tilde{N}_2 \tilde{N}_{12}}{\tilde{N}_2 + \tilde{N}_{12}}$$

$$\tilde{N}_1 = 0,07 \frac{S_{\dot{m}}^{0,35}}{U_{\dot{a}}^{0,175}}$$

$$\tilde{N}_2 = 1,3 \frac{\sqrt{S}}{\tilde{N}_2 + 13 + 0,2\sqrt{S}}$$

$$\tilde{N}_1 = \frac{\sqrt{S}}{U_{\dot{a}}}$$

$$\tilde{N}_1 = 0,07 \frac{630^{0,35}}{535^{0,175}} = 0,223$$

$$\tilde{N}_2 = 1,3 \frac{\sqrt{630}}{24 + 13 + 0,2\sqrt{630}} = 0,776$$

$$\tilde{N}_1 = \frac{\sqrt{S}}{U_{\dot{a}}}$$

Эти граничные условия соответствуют для сети с одним ТН.

Ввиду отсутствия данных и схожести общих конструктивных соображений, примем для оценочного расчета, индуктивность намагничивания и холостого хода ЗНОЛ.06-24УЗ и ТЖ С7 равными.

При нахождении суммарной емкости сети близкой к данным значениям возможно возникновения устойчивых феррорезонансных явлений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев, В.Г.* Феррорезонанс в сетях 6-10 кВ [Текст] / В.Г. Алексеев, В.Х. Зихерман // Электрические станции. – 1978. – №1. – С. 63-65
2. *Петров, О.А.* Смещение нейтрали при пофазных отключениях и обрывах фаз в компенсированной сети. – Электрические станции. – 1972. – №9. – С. 557-561
3. *Халилов, Ф.Х.* Еще раз о дуговых перенапряжениях в распределительных сетях 6-35 кВ. [Текст] / Ф.Х. Халилов // Промышленная энергетика. – 1985. – №11. – С. 37-41
4. *Эль-Хатиб Адна Ибрагим* Феррорезонансные процессы в трансформаторах напряжения систем электроснабжения и способы их предотвращения: дис. канд. техн. наук. [Текст] / Ибрагим Эль-Хатиб Адна. – Донецк: Дон. политех. ин-т, 1992. – 132 с.
5. *Базуткин, В.В.* Техника высоких напряжений: Изоляция и перенапряжения в электрических системах: Учебник для вузов [Текст] / В.В. Базуткин, В.П. Ларионов, Ю.С. Пинталь // Под общей редакцией В.П. Ларионова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Электроатомиздат, 1986. – 464 с.
6. *Лихачев, Ф.А.* Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью и с компенсацией емкостных токов / Ф.А. Лихачев. – Москва : Энергия, 1971 – 152 с.
7. *Гиндуллина, Ф.А.* Перенапряжения в сети 6-35 Кв [Текст] / Ф.А. Гиндуллина, В.Г. Гольдштейн, А.А. Дузользон, Ф.Х. Халилов. – Москва : Энергоатомиздат, 1989. – 192 с.
8. Сирота И.М., Богаченко А.Е. Защита от замыканий на землю на стороне генераторного напряжения блоков генератор-трансформатор, охватывающая нейтраль генератора. / И.М. Сирота, А.Е. Богаченко. – Киев, Изд-во ИЭД АН УССР, 1972. – 21 с.

Reasons for the Flowing of Ferrosont Processes in the 24 kV Generator Voltage Chains and Methods of their Elimination

S.A. Baran¹, V.V. Nechitailov², V.V. Krasnokutskii³

Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University

«МЕРФИ»¹bastr@rambler.ru

²VITika@AE@mephi.ru

³leronil@mail.ru

УДК 621.039

ПЕРЕНОСНОЙ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРОВ

Е.А. Абидова, А.Е. Дембицкий, В.И. Соловьёв, О.Ю. Пугачёва

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

Представлены технические требования к переносному программно-техническому комплексу (ППТК), который предназначен для диагностирования дизель-генераторного оборудования безразборным способом в помещении дизель-генераторной установки АЭС (РДЭС). Описываются структура и информационные функции (ИФ) ППТК.

Ключевые слова: резервная дизельная электростанция, тепловизионный контроль, вибрационный контроль, ультразвуковой контроль, информационная функция.

Переносной программно-технический комплекс (ППТК) предназначен для диагностирования дизель-генераторного оборудования безразборным способом в помещении дизель-генераторной установки АЭС. Целью создания ППТК является поддержание эксплуатационной безопасности и функциональной пригодности дизель-генераторов АЭС в межремонтный период.

Регистрирующие модули выполняют регистрацию данных, характеризующих состояние оборудования, включая:

- 1) виброакустические сигналы, характеризующие вибрационное состояние оборудования;
- 2) ультразвуковые сигналы для контроля состояния форсунок, цилиндрических втулок, подшипников качения и скольжения[1];
- 3) термограммы различных зон оборудования[2];
- 4) индикаторные диаграммы давления в цилиндрах (в случае, когда позволяет конструкция).

Структура ППТК разрабатывается по принципу объединения функционально законченных блоков, выполняющих свои функции в полном объеме и объединенных информационными потоками.

Методы обработки данных учитывают особенности эксплуатации и конструкции оборудования. Основное внимание уделяется выявлению несогласованности работы топливных групп. Так, при обработке результатов теплотрии предусматривается сравнение температур по цилиндрам дизелей: повышение температуры одного из объектов интерпретируется как признак отклонения в его работе. Аналогичный подход применялся к первичной обработке сигналов вибрации и ультразвука. Сравнению подвергаются параметры (размах, среднеквадратичное значение, пик фактор) в пределах типовых групп. В группы объединяются как параметры, относящиеся к одному дизелю, так и параметры соответствующие агрегатам конструктивно одинаковых дизелей. Экстремальные значения одного из параметров в группе свидетельствуют о возможных отклонениях в работе оборудования.

ППТК содержит единую базу данных (БД). Работа с базой данных производится через интерфейс программного обеспечения комплекса.

Основные информационные функции комплекса включают[3]:

- 1) ИФ1 – ввод данных;
- 2) ИФ2 – обработку данных;
- 3) ИФ3 – работу с БД;
- 4) ИФ4 – визуализацию;
- 5) ИФ5 – формирование документов;
- 6) ИФ6 – диагностирование программно-технических средств ППТК;
- 7) ИФ7 – информационную поддержку оператора;
- 8) ИФ8 – информационную безопасность;
- 9) ИФ9 – регистрацию действий пользователей;
- 10) ИФ10 – резервное копирование БД;
- 11) ИФ11 – связь с внешним персональным компьютером ;
- 12) ИФ12 – печать.

В настоящее время проводится апробация отдельных модулей комплекса при диагностике дизель-генератора убежища гражданской обороны ООО «Волгодонская тепловая генерация». Планируется диагностирование РДЭС с помощью комплекса в условиях Нововоронежской АЭС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тихомиров, М.В. Разработка диагностического комплекса для электронной системы управления отечественных автомобильных дизелей [Текст] / М.В. Тихомиров, С.В.Овчинников, Ю.Е. Хряшев // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Машиностроение». – 2015. – № 1. – С. 142-148.
2. Крашенинников, С.В. Современные подходы к диагностированию дизельных двигателей внутреннего сгорания. [Текст] / С.В. Крашенинников // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. – № 2 (12). – 2013. – С. 59-68.
3. Пугачева, О.Ю. Диагностика дизель-генератора 15Д-100 по показателям вибрации [Текст] / О.Ю. Пугачева, А.К. Пугачев, В.И. Соловьев, Е.А. Абидова // Глобальная ядерная безопасность. – №2(11). – 2014. – С. 91-97.

Portable Software and Technical Complex of Diesel Generator Diagnostics

Е.А. Abidova, А.Е. Dembickij, V.I. Solov'yov, O.Y. Pugachyova

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region
nii_energomash@mail.ru*

Abstract – Submitted to the technical requirements of portable software-technical complex (PSTC) is intended for non-invasive diagnostics of diesel generator equipment indoor diesel generator sets for nuclear power plants. The structure and information functions (IF) of PSTC are described.

Keywords: reserve diesel power station, thermal control, vibration control, ultrasonic control, information function.

УДК 621.039

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И НАСТРОЙКИ ЭЛЕКТРОПРИВОДНОГО ОБОРУДОВАНИЯ (АРМАТУРА, ВЕНТИЛЯТОРЫ, НАСОСЫ)

Р.Г. Бабенко, А.А. Лапкис, В.Н. Никифоров М.В. Овдиенко, О.Ю. Пугачева

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

Представлены технические требования к универсальному измерительному комплексу (ИК), предназначенному для автоматизации деятельности специализированных подразделений АЭС по определению технического состояния электроприводного оборудования и настройки электроприводов арматуры. Описываются структура, выполняемые функции и особенности ИК ЭПО.

Ключевые слова: электроприводное оборудование, токовая (мощностная) диагностика, вибрационный контроль, ультразвуковой контроль.

Универсальный измерительный комплекс предназначен для автоматизации деятельности специализированных подразделений АЭС по определению технического состояния электроприводного оборудования (ЭПО) и настройки электроприводов арматуры. Целью разработки комплекса является повышение оперативности и качества определения технического состояния и контроля настройки электроприводного оборудования.

Объектами контроля технического состояния (диагностирования) является электроприводное оборудование: электроприводная арматура (ЭПА), насосы, вентиляторы.

ИК ЭПО представляет собой мобильную (переносную) модульную систему, выполняющую следующие функции:

а) регистрация:

- электрических сигналов тока и напряжения электропривода, характеризующих как сам электропривод, так и агрегат в целом;

- виброакустических сигналов, характеризующих вибрационное состояние оборудования;

- ультразвуковых сигналов для контроля протечек запорной арматуры;

б) расчет значений диагностических параметров в соответствии с используемой методикой диагностирования;

в) определение технического состояния с использованием специализированных алгоритмов и баз данных нормативно-технических характеристик объекта диагностирования, хранящих, в том числе, сведения о результатах предыдущих обследований;

г) выпуск отчетной документации с результатами контроля - актов, протоколов, заключений и других документов.

Преимущества разрабатываемого комплекса:

- комплексный подход к решению задач диагностирования электроприводного оборудования;

- многофункциональность, обусловленная возможностью диагностирования различных видов электроприводного оборудования (запорная, запорно-регулирующая и регулирующая арматура, насосы, вентиляторы);

- модульная структура аппаратной части (по принципу конструктора) и программного обеспечения, позволяющая модифицировать измерительный комплекс под конкретные задачи;

- компактное и легкое исполнение, позволяющее сократить трудовые затраты и численность эксплуатирующего персонала (общий вес в 2-3 раза легче аналогов).

В настоящее время ведутся работы по изготовлению опытного образца универсального измерительного комплекса по ранее разработанной проектной документации.

Universal Measuring Complex for Monitoring the Technical Condition and Adjustment of Electric Drive Equipment (Valves, Fans, Pumps)

R.G. Babenko, A.A. Lapkis, V.N. Nikiforov, M.V. Ovdienko, O.Y. Pugachyova

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region
nii_energomash@mail.ru*

Abstract – The technical requirements for universal measuring complex (MC), intended to automate the activities of the specialized units of NPPs in the definition of a technical condition of electric drive equipment and configure drives of the valves. The structure, functions and features of complex are described.

Keywords: electric drive equipment, current (power) diagnostics, vibration control, ultrasonic control.

ВОСТАНОВЛЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПРОГРАММЫ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ТВС РЕАКТОРОВ ТИПА БН MIF

П.А. Болотный, М.С. Панин И.С. Курков, А.Р. Давтян, Г.П. Богословская

Обнинский институт атомной энергетики – филиал НИЯУ МИФИ, Обнинск

Проведено восстановление работоспособности программы поканального теплогидравлического расчета быстрых реакторов MIF, а также проверка корректности расчётов.

Ключевые слова: теплогидравлический расчет, реакторы на быстрых нейтронах, программа MIF.

Программа MIF предназначена для расчета установившихся полей скорости (расхода) и температуры в ТВС с номинальной геометрией и в формоизмененных ТВС, охлаждаемых жидкометаллическим теплоносителем. Учитывается деформация твэльной решетки, возникающая в результате изгиба чехла ТВС, изгиба пучка твэлов, распухания и оваллизации твэлов, стохастических отклонений положения твэлов от номинального значения и другие факторы [1, 2]. Цель настоящей работы – восстановление работоспособности программы поканального теплогидравлического расчета быстрых реакторов MIF.

В ходе работы были выполнены следующие действия:

- 1) Сбор необходимой информации и текста исходных кодов
- 2) Разбор алгоритма, блок-схемы и отдельных блоков программы
- 3) Восстановление работоспособности MIF, которое состояло в следующем:

- a. Приведение кода в читаемый вид
- b. Разбитие кода на логические блоки с последующей его компиляцией и отладкой
- c. Сбор кода в единую программу, компиляция и устранение ошибок
- d. Проверка корректности расчётов
- e. Модернизация

Основные данные необходимые для расчета в программе: размер ТВС, количество твэлов, энерговыделение, температура входа и выхода в ТВС.

В результате расчета могут быть получены данные о температуре, сечениях каналов, скоростях потока теплоносителя в любом сечении по высоте.

Пример выходных данных представлен на рисунке 1.

ТЕМПЕРАТУРА ЭЛЕМЕНТОВ

560. 570. 576. 577. 576. 571. 560.
571. 582. 590. 593. 593. 591. 583. 571.
576. 590. 598. 602. 603. 602. 598. 591. 576.
577. 593. 602. 606. 607. 607. 606. 603. 594. 578.
576. 593. 603. 607. 609. 609. 609. 608. 604. 594. 577.
571. 590. 602. 607. 609. 610. 610. 609. 608. 603. 592. 571.
560. 582. 597. 605. 609. 610. 610. 610. 609. 606. 599. 584. 560.
571. 590. 602. 607. 609. 610. 610. 609. 608. 603. 592. 571.
576. 593. 603. 607. 609. 609. 609. 608. 604. 595. 576.
577. 593. 602. 605. 607. 607. 606. 603. 595. 578.
576. 590. 597. 602. 603. 602. 599. 591. 576.
571. 582. 590. 593. 594. 591. 583. 571.
560. 571. 576. 577. 576. 571. 560.

Рисунок 1 – Распределение температур твэлов в ТВС

Необходимость в программах поканального теплогидравлического расчета быстрых реакторов МІФ обусловлена прежде всего необходимостью документального подтверждения теплогидравлического обоснования активной зоны реактора как пускового объекта. Отсутствие верификационной программы по теплогидравлическому обоснованию этого реактора, как строящегося, а затем – пускового объекта, недопустимо и должно быть исправлено. Данная цель была достигнута.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жуков, А.В. Межканальный обмен в ТВС быстрых реакторов: расчетные программы и практические приложения [Текст] / А.В Жуков, А.П. Сорокин, Н.М. Матюхин. Н.М. – Москва : Энергоатомиздат. – 1991.
2. Кириллов, П.Л. Тепломассообмен в ядерных энергетических установках / П.Л. Кириллов, Г.П. Богословская. – Издательство: Энергоатомиздат. – 2000.

Reinforcement of the Operating Management of the Thermoghydraulic Calculation Process of TVS Reactors Type BN MIF

P.A. Bolotniy¹, M.S. Panin² I.S. Kurkov³, A.R. Davtyan, G.P. Bogoslovskaya

Obninsk Institute for Nuclear Power Engineering – NRNU MEPhI, Obninsk

¹50100pavel@gmail.com

²panin.maxims@gmail.com

³nemo373@mail.ru

Abstract – The recovery of the program of thermal-hydraulic calculation of fast MIF reactors and verification of the correctness of calculations are carried out.

Keywords: thermal hydraulic calculation, fast neutron reactors, MIF program.

УДК 621.039.50

РАСЧЕТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ НЕЙТРОННО-ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АКТИВНОЙ ЗОНЫ РЕАКТОРОВ ВВЭР ОТ ТЕМПЕРАТУРНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ТОПЛИВЕ И ЕГО ВЛИЯНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ КСЕНОНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗОНЕ

С.Б. Выговский, Ф.В. Груздов, Р.Т. Аль Малкави

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва

В докладе представлены результаты исследований зависимости нейтронно-физических характеристик активной зоны реакторов ВВЭР-1000(1200) от температурного распределения в топливе и его влияния на параметры ксеноновых процессов в зоне. Целью данных исследований было уточнение методологии учета температурного распределения в расчете доплеровского эффекта реактивности. В докладе приведена усовершенствованная методика учета температурного распределения в топливе в расчете резонансного захвата нейтронов на уране-238. Приведены результаты расчета параметров ксеноновых колебаний, полученных в ходе пуско-наладочных испытаний некоторых энергоблоков с реактором ВВЭР-1000, с использованием усовершенствованной методики учета температурного распределения в топливе на нейтронно-физические характеристики активной зоны реактора ВВЭР-1000. Данные результаты показали, что в реальности более точный учет температурного распределения в топливе, заметно снижает стабилизирующую роль эффекта доплеровского уширения в ксеноновых процессах. Этот факт становится особенно важным при реализации суточного регулирования мощности в маневренных

режимах, планируемых на АЭС нового поколения. Исследования проводились на базе программного комплекса ПРОСТОР, используемого в настоящее время в УТП Ново-Воронежской АЭС для проведения занятий с оперативным персоналом АЭС и их обучения оптимальным алгоритмам управления энергоблоком в маневренных режимах.

Ключевые слова: ВВЭР-1000, ксеноновые колебания, реактивность, Доплер-эффект.

Таблица 1 – Параметры активной зоны для начала кампании 9-ой кампании 3 блока Калининской АЭС при 100% мощности.

| Параметры активной зоны реактора | Методика расчета | | |
|--|---|-------------------------------|-----------------------------|
| | Эффективная температура равна средней температуре | Общепринятая методика расчета | Уточненная методика расчета |
| $\Delta K_{эфф}, \%$ | 0 | 0,16 | 0,23 |
| Критическая концентрация борной кислоты, г/кг | 7,98 | 8,12 | 8,19 |
| Средняя по зоне эффективная температура топлива, град. С | 790 | 745 | 720 |

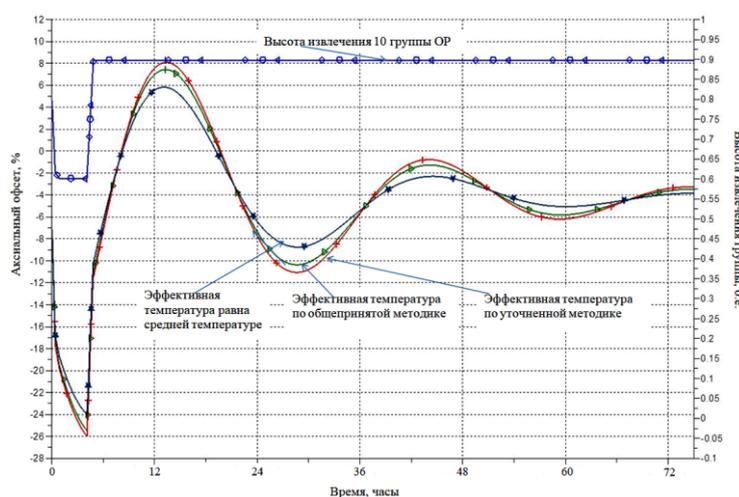


Рисунок 1 – Зависимость аксиального оффсета нейтронной мощности от времени при возбуждении ксеноновых колебаний при пуско-наладочных испытаниях 3 блока Ростовской АЭС на 46эфф. сутки при 75% мощности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вейнберг, А. Физическая теория ядерных реакторов. / А. Вейнберг, Е. Вигнер. – Москва. –1961.
2. Дреснер, Л. Резонансное поглощение в ядерных реакторах. [Текст] / Л. Дреснер. – Москва. – 1962.
3. Бать, Г.А. Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов [Текст] / Г.А. Бать. – Москва, Энергоиздат. – 1982.
4. С.Б. Выговский, В.Г. Зимин, Е.В. Чернов и другие. Приложение к аттестационному паспорту №182 от 28.10.2004г. Программный комплекс ПРОСТОР (версия 1).

The Influence of the Dependence of Fuel Temperature Distribution and Gap Conductance Coefficient (Due to Burn-Up Alterations) for the Neutron-Physical Characteristics of the Nuclear Core with VVER-1000 (1200). This in Turn Affects the Parameters for Xenon Oscillations

S.B. Vyhovsky, F.V. Gruzlov, R.T. Al Malkawi

National Research Nuclear University «MEPhI», Moscow

Abstract – There are presented the results of the research of the influence of the dependence on fuel temperature distribution for the neutron-physical characteristics of the nuclear core with VVER-1000 (1200). This in turn effects the parameters for xenon oscillations. The purpose of this study is to clarify the methodology for accounting the temperature distribution used to estimate the Doppler Effect. In the report, based on the neutron-physical characteristics of the nuclear core of the reactor VVER-1000, the improved method for accounting the temperature distribution in the nuclear fuel was developed. This is used to account resonant neutron capture on uranium 238. The parameters calculation results for xenon oscillations were obtained during commissioning tests of certain VVER-1000 reactor power units. These results showed that in reality a more accurate temperature distribution accounting in fuel significantly reduces the stabilization of the Doppler Effect for broadening. This fact becomes particularly important in the implementation of the daily power control in the condition of maneuvering (load following) modes. This is planned for new NPPs generation.

Keywords: VVER-1000, xenon oscillations, reactivity, Doppler-effect.

УДК 621.039.566.6 : 621.874.7

ПАСПОРТИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПЕРЕГРУЗОЧНОЙ МАШИНЫ МПС-В-1000 НА ОСНОВЕ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

А.А. Лапкис, В.Н. Никифоров, Л.А. Первушин

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

В докладе анализируются возможности паспортизации режимов работы машины перегрузочной на основании расчёта характеристик виброакустических сигналов, регистрируемых в процессе проведения перегрузочной кампании. Рассматриваются спектральные характеристики сигналов и показатели нелинейной динамики, в частности, отображение сигнала на псевдофазовой диаграмме.

Ключевые слова: перегрузка топлива, перегрузочная машина, информационный паспорт, виброакустический контроль, спектральный анализ, псевдофазовая диаграмма.

Перегрузка топлива на АЭС с реакторами ВВЭР-1000 осуществляется дистанционно управляемым краном специальной конструкции – машиной перегрузочной (МП) МПС-В-1000 [1]. Концепцией модернизации перегрузочных машин [2] с 2001 года также предусматривается оснащение МПС-В-1000 системами виброакустического контроля технического состояния основных узлов и механизмов рабочей штанги. Впервые подобного рода система была разработана коллективом НИИ АЭМ в начале 2000-х годов для энергоблоков №№1 и 2 Тяньваньской АЭС (Китай) и энергоблока № 1 Ростовской АЭС. Структура системы виброакустического контроля представлена в трудах ВНИИАМ и Волгодонского филиала ЮРГТУ, в настоящее время НИИ атомного энергетического машиностроения в составе Волгодонского филиала Национального Исследовательского Ядерного Университета МИФИ (ВИТИ НИЯУ МИФИ) [3, 4].

В качестве аналога разрабатываемой нами концепции виброакустического информационного паспорта кампаний перегрузки ядерного топлива можно рассматривать концепцию виброакустического информационного паспорта первого контура реакторной установки ВВЭР, предложенную в трудах К.Н. Проскурякова и др. [5]. Виброакустическая паспортизация перегрузочных кампаний ВВЭР позволит поддерживать заданный уровень ядерной безопасности, предоставляя оператору МП оперативную информацию:

- 1) о текущем техническом состоянии основных узлов и механизмов рабочей штанги;
- 2) о выявленных отклонениях текущих характеристик сигнала в сравнении с эталонными, составляющими исходный (эталонный) виброакустический портрет той или иной технологической операции.

В настоящем докладе рассматриваются вопросы применения аналитического аппарата нелинейной динамики (фазовых диаграмм) для решения задач сравнительного анализа текущего режима, реализуемого перегрузочной машиной, с его эталонным портретом. В частности, данный подход применяется нами при решении задач определения технического состояния электроприводной арматуры АЭС[6].

В связи с тем, что виброакустический сигнал, зарегистрированный одним измерительным каналом, представляет собой временной ряд, построение фазовой диаграммы напрямую невозможно. В таких случаях Ф. Муном рекомендуется построение траекторий в псевдофазовом пространстве (далее – псевдофазовых диаграмм)[7]. Псевдофазовая диаграмма представляет собой отображение временного ряда (в данной работе последовательности значений виброакустического сигнала через равные промежутки времени). Отображение строится как множество точек в плоскости

$$(a_i, a_{i+1})$$

Регулярное движение формирует аттрактор в виде замкнутой линии (количество замкнутых контуров связано с количеством гармоник), чистый шумовой сигнал равномерно занимает псевдофазовую плоскость, хаотический сигнал формирует фрактальный аттрактор. Линейные комбинации сигналов разного сорта сочетают узнаваемые элементы отображений на псевдофазовой диаграмме.

При построении псевдофазовых диаграмм сигналов, зарегистрированных системой виброакустического контроля МПС-В-1000, выявлены характерные фигуры – аттракторы, которые можно связать с режимами работы МП. Для перемещения первой секции рабочей штанги на различных скоростях осциллограммы и отображения сигналов приведены на рисунке 1.

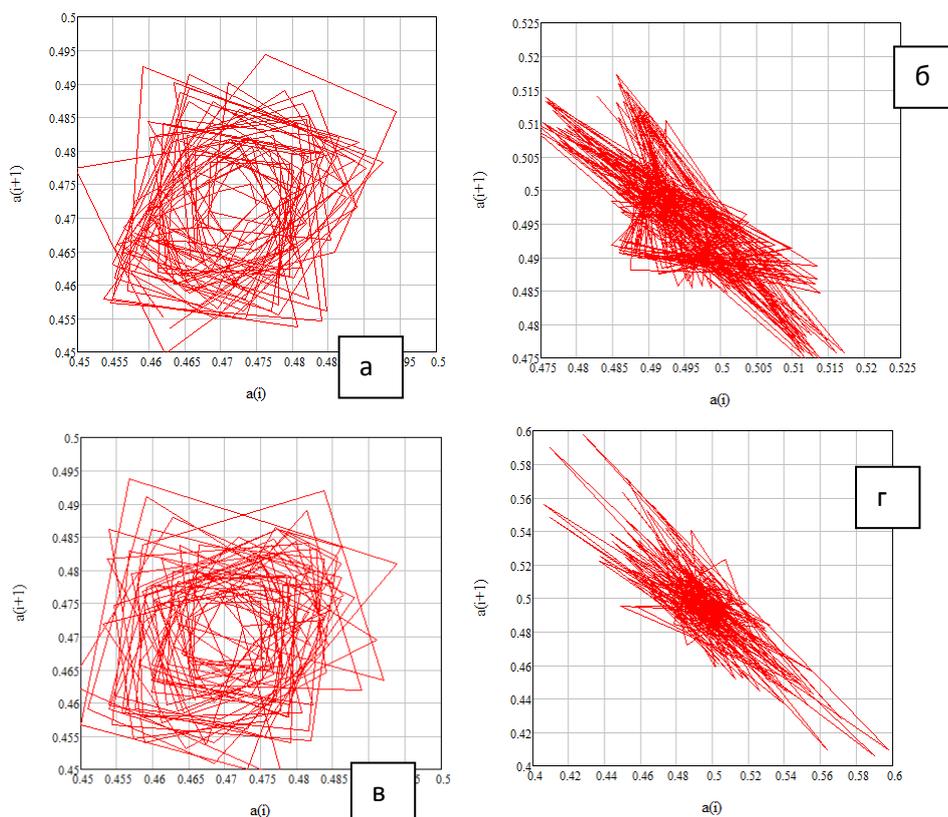


Рисунок 1 – Отображения виброакустических сигналов, зарегистрированных при движении первой секции рабочей штанги (а – движение на рабочей скорости с ТВС в захвате; б – движение на малой скорости без нагрузки на захватах; в – движение на транспортной скорости с ТВС в захвате; г – движение на средней скорости без нагрузки на захватах)

На рисунке 1 приведены отображения временных рядов виброускорения, обезмеренного по формуле

$$a_i = \frac{A_i - \min(A)}{\max(A) - \min(A)},$$

где A – виброускорение, м/с^2 , a – нормированное виброускорение.

При перемещении секции рабочей штанги с ТВС характерны аттракторы в форме замкнутых линий с достаточно широкими областями, занятыми траекториями системы. Подобного рода отображение выполняемой операции позволяет дать соответствующую характеристику типу перемещения.

Перемещение секции рабочей штанги без груза характеризуется аттрактором сложной формы в виде вытянутой многолучевой звезды. В этом случае можно говорить о частично хаотическом характере движения секции ненагруженной рабочей штанги. Исследование на множестве фрагментов виброакустического сигнала позволило подтвердить выводы о смене характера отображений в псевдофазовой диаграмме при смене режима нагружения рабочей штанги.

Для практического применения псевдофазовых диаграмм необходимо при проведении дальнейших исследований выявить наиболее представительные численные показатели отображений, способные выступать как критерии для режима работы и технического состояния, совместно с классическими спектральными характеристиками. Типовые паттерны псевдофазовой диаграммы являются частью виброакустического портрета технологической операции, выполняемой МП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шиянов, А.И.* Системы управления перегрузочных манипуляторов АЭС с ВВЭР [Текст] / А.И. Шиянов, М.И. Герасимов, И.В. Муравьев. – Москва : Энергоатомиздат. – 1987. – 176 с.
2. РЭ АТЭ.118.0003-2001. Модернизация перегрузочных машин для энергоблоков АЭС с ВВЭР. Концепция модернизации перегрузочных машин [Текст] / Концерн «Росэнергоатом» : Москва, 2001. – 57 с.
3. *Никифоров, В.Н.* Контроль технического состояния рабочей штанги перегрузочной машины для ВВЭР-1000 / В.Н. Никифоров [и др.] // Теплоэнергетика. – 2003 – № 5 – С. 33-34.
4. *Никифоров, В.Н.* Канал контроля технического состояния рабочей штанги машины перегрузочной типа МПС-В-1000-ЗУ4.2 [Текст] / В.Н. Никифоров, О.Ю. Пугачева, А.В. Чернов // Тез. докл. II всерос. науч.-техн. конф. «Обеспечение безопасности АЭС с ВВЭР». – 19-23.11. – 2001. – Подольск, ОКБ «Гидропресс» – С. 116-117
5. *Проскуряков, К.Н.* Виброакустическая паспортизация АЭС — средство повышения их надежности и безопасности [Текст] / К.Н. Проскуряков // Теплоэнергетика. – 2005. – № 12. – С. 30-34.
6. *Абидова, Е.А.* Диагностирование электроприводной арматуры с использованием энтропийных показателей [Текст] / Е.А. Абидова, Л.С. Хегай, А.В. Чернов, О.Ю. Пугачёва // Глобальная ядерная безопасность. – 2016. – № 4 (21). – С. 69-77.
7. *Мун, Ф.* Хаотические колебания: Вводный курс для научных работников и инженеров: Пер. с англ. [Текст] / Ф. Мун. – Москва : Мир, 1990. – 312 с.

Use of the Vibroacoustic Signals to Identify Working Regime of the VVER-1000 Power Unit Refueling Machine

A.A. Lapkis, V.N. Nikiforov, L.A. Pevushin

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region
nii_energomash@mail.ru*

Abstract – Vibroacoustic signals registered during refueling campaign of VVER-1000 give availability to identify working regime and technical condition of the refueling machine. In this issue spectral and nonlinear dynamics properties (in particular, pseudo phase plane analysis) are used for identification. Typical pseudo phase patterns of the refueling machine moves may be used as the parts of the refueling campaign vibroacoustic passport.

Keywords: technical diagnostics, refueling machine, signal processing, spectral analysis, nonlinear dynamics, pseudo phase plane.

СТЕНД ДЛЯ ИМИТАЦИИ ПРОТЕЧЕК

М.В. Овдиенко, П.В. Синельщиков

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

Представлено описание стенда, предназначенного для моделирования протечек в запорной трубопроводной арматуре при разных параметрах среды. Стенд предназначен для отладки измерительного комплекса для контроля протечек, разрабатываемого в рамках НИОКР.

Ключевые слова: протечки запорной трубопроводной арматуры, акустическая эмиссия, испытательный стенд.

В процессе эксплуатации тепломеханического оборудования АЭС возможно проявление дефектов, вызванных конструктивными недостатками оборудования, некачественно проведённым техническим обслуживанием в процессе эксплуатации и его износом. Один из наиболее распространённых дефектов, возникающих в процессе эксплуатации тепло-механического оборудования – негерметичность. Существующие методы выявления протечек основаны на анализе данных акустической эмиссии, регистрируемых, как правило, приборами индикаторного типа. Применение подобных приборов не может обеспечить количественную оценку обнаруженной протечки. Поэтому факт выявления протечки и качественная оценка её величины в конечном итоге определяются оператором, проводящим соответствующие измерения в сочетании с органолептическим методом обнаружения дефекта.

Для контроля и управления технологическими параметрами рабочего тела применяется энергетическая запорно-регулирующая трубопроводная арматура. Учитывая, что на серийном энергоблоке АЭС эксплуатируется порядка нескольких тысяч единиц трубопроводной арматуры, вопросу своевременного обнаружения негерметичности на объектах энергетики уделяется значительное внимание.

Для воссоздания в рамках проводимой НИОКР «Разработка измерительного комплекса для контроля протечек оборудования АЭС» условий реализации тех или иных тепло-гидравлических режимов, осуществляющихся на объектах энергетики, создан экспериментальный стенд, установленный в помещении «МПМ-3» ВИТИ НИЯУ МИФИ. Объектом исследования является запорно-регулирующая арматура, в которой с помощью различных приспособлений имитируются различные варианты её негерметичности.

Экспериментальный стенд позволяет проводить исследования интересующих нас процессов в трубопроводной арматуре диаметров 50, 100, 150 мм, такой как:

- задвижка клиновая электроприводная с выдвижным шпинделем,
- клапан запорный стальной фланцевый.

Стенд представляет собой замкнутый контур, состоящий из бака, насосов, трубопроводов и трубопроводной арматуры. Рабочие параметры экспериментальной установки обеспечиваются насосами – циркуляционным (создаёт давление до 0,5 МПа), опрессовочным (создаёт давление до 2 МПа) и установленными в баке электронагревательными элементами с диапазоном регулирования температуры до 90°C.

Stand for Leaks' Simulating

M.V. Ovdienko, P.V. Sinelshchikov

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region
nii_energomash@mail.ru*

Abstract – Description of the stand designed for leaks' modeling in stop valves with different parameters of working environment. The stand is purposed for debugging of a measuring complex for the control of leaks. Complex is designing in process of R&D.

Keywords: leakage of stop valves, acoustic emission, test stand.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ РАДИАЦИОННО-СТОЙКИХ VIJFET И VICJFET ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

Н.Н. Прокопенко^{***}, О.В. Дворников^{***}, А.В. Бугакова^{*}, А.Е. Титов^{****}, А.А. Жук^{*}

^{*}Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия

^{**}Институт проблем проектирования в микроэлектронике РАН, Зеленоград, Россия

^{***}ОАО «Минский научно-исследовательский приборостроительный институт», Минск, Беларусь

^{****}Институт радиотехнических систем и управления ЮФУ, Таганрог, Россия

Рассмотрены особенности проектирования операционных усилителей (ОУ) на комплементарных полевых транзисторах с управляющим р-п- переходом и биполярных п-р-п транзисторов для работы при воздействии проникающей радиации (ПР) и низких температур. Представлена краткая информация о новом CJFet технологическом процессе изготовления интегральных схем (ИС).

Ключевые слова: операционный усилитель, радиационная стойкость, низкотемпературная электроника, ViCJFet-технологический процесс.

Для ряда задач физики высоких энергий и космического приборостроения необходимо иметь аналоговые ИС [1, 2], сохраняющие работоспособность при одновременном воздействии низких температур и проникающей радиации (ПР) [3, 4]. Значительную роль в обеспечении такого сочетания качественных показателей отводится выбору технологического процесса, а также оригинальных схмотехнических решений, обеспечивающих минимизацию чувствительности основных параметров микросхем к воздействию дестабилизирующих факторов.

Для создания радиационно-стойких криогенных аналоговых ИС, обрабатывающих сигналы емкостных и высокоомных датчиков, целесообразно применение JFet. В данном классе ИС следует отметить серийно выпускаемые ИС фирмы InterFET Corporation [5]. Применение кремниевых р-JFET или п-JFET транзисторов способствует уменьшению уровня собственных шумов и, поэтому, относится к перспективному направлению схмотехники ОУ. Анализ радиационного и температурного изменения вольтамперных характеристик (ВАХ) указанных активных элементов ВJT, JFet, ViJFet позволяет сделать следующие выводы:

– сохранение минимальной работоспособности (коэффициент усиления тока базы β более 2) кремниевых п-р-п- БТ при -197°C возможно только при ограниченном уровне воздействия ПР. Например, для типовых технологических маршрутов при «минус» 197°C , поглощенной дозе гамма-излучения D_G до 200 крад, воздействию потока нейтронов F_N до 10^{12} н./см² [3];

– многие JFET сохраняют свою работоспособность как при -197°C , так и воздействию ПР с $D_G < 3$ Мрад, $F_N < 10^{14}$ н./см² [1,3]. Главный недостаток JFET - радиационное увеличение тока затвора.

ОАО «ИНТЕГРАЛ» (г. Минск) выпускает ОУ на основе п-JFET и комплементарных БТ (техмаршрут Дюйм-Р/NJFET), р-JFET и комплементарных БТ (техмаршрут Дюйм-Р/PJFET) [6]. В обоих техмаршрутах используются одинаковые полупроводниковые подложки, эпитаксиальные слои, межсоединения и почти одинаковые полупроводниковые области р- и п-типа с глубиной залегания X_J и поверхностным сопротивлением R_S . Отличия заключаются только в R_S р+ «скрытого» слоя, типе проводимости, X_J и R_S полупроводниковых областей канала и затвора п-JFET и р-JFET.

Таким образом, за счет унификации технологических процессов и удаления не используемых полупроводниковых областей можно создать техмаршрут изготовления

комплементарных CJFET, параметры которых будут очень близки к параметрам уже существующих JFet.

Для схемотехнического проектирования аналоговых ИС в САПР LTSpice были модифицированы модели JFet, что позволило:

- описать немонотонное изменение параметра BETA модели JFET в диапазоне температур от $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ [3];
- учесть технологический разброс напряжения отсечки путем изменения параметра VTOValueN для n-JFET и VTOValueP для p-JFET;
- учесть влияние паразитных диодов, соединенных с затвором.

Следует заметить, что при схемотехническом моделировании в САПР LTSpice можно варьировать шириной затвора изменением параметра Value при редактировании свойств JFet в «Component Attribute Editor» и установить требуемую длину затвора последовательным соединением JFet с разной длиной затвора, для которых имеются параметры моделей.

Упрощенная электрическая схема низкотемпературного и радиационно-стойкого BiCJFet ОУ, показана на рисунке 1.

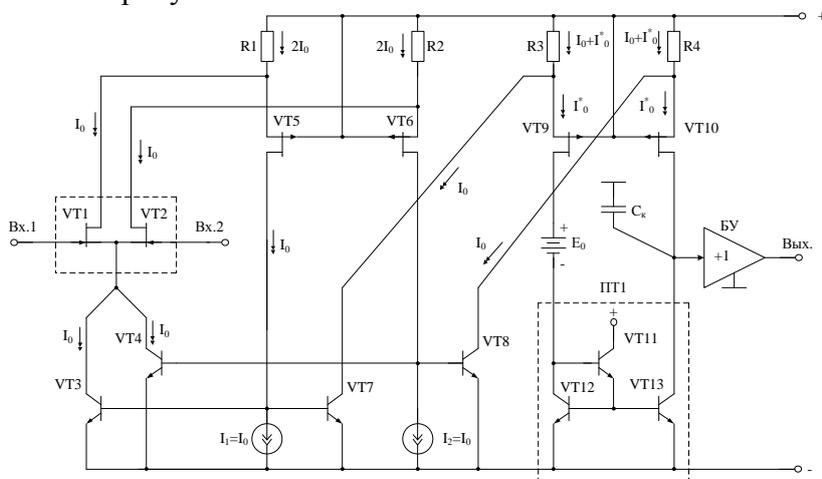


Рисунок 1 – Функциональная схема BiCJFet ОУ

Особенностями ОУ является нетрадиционный метод введения отрицательной обратной связи по синфазному сигналу (VT3, VT4) [7], позволяющий повысить дифференциальный коэффициент усиления разомкнутого ОУ. Кроме этого в ОУ рисунка 1 исключены токовые зеркала на p-n-p транзисторах, применение которых не желательно из-за существенной деградации из основных параметров при воздействии радиации и низких температур.

Результаты компьютерного моделирования основных характеристик ОУ (см. рис. 1) при воздействии потока нейтронов и температуры приведены на рисунках 2 и 3.

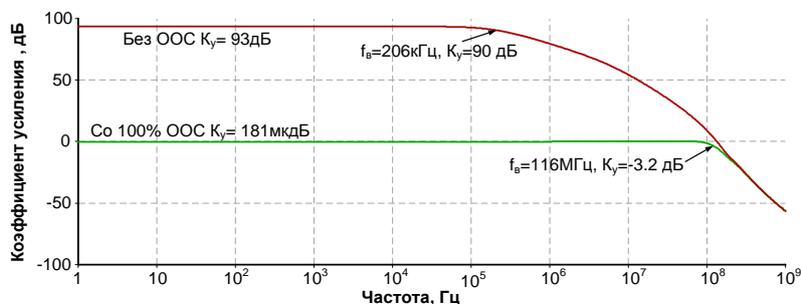
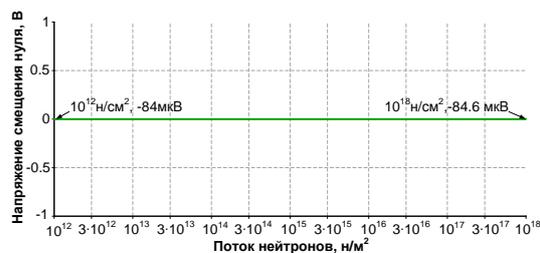
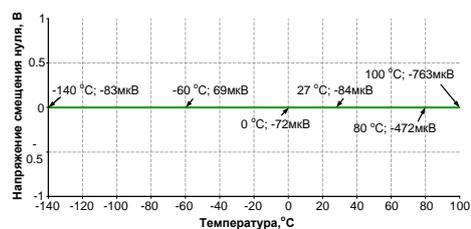


Рисунок 2 – Амплитудно-частотные характеристики ОУ без ООС и со 100% ООС



(а)



(б)

Рисунок 3 – Зависимость напряжения смещения нуля от потока нейтронов (а) и температуры в диапазоне минус 140⁰С до +100⁰С (б)

На основе ОУ возможно изготовление наиболее необходимых интерфейсов для датчиковых систем – инструментальных усилителей с коэффициентом усиления более 100, преобразователей ток-напряжение с коэффициентом преобразования более 1 мВ/нА для атомного приборостроения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворников, О.В. Создание низкотемпературных аналоговых ИС для обработки импульсных сигналов датчиков. Ч.1 [Текст] / О.В. Дворников, В.А.Чеховский, В.Л. Дятлов, Н.Н. Прокопенко // Современная электроника. – 2015. – № 4. – С. 44-49.
2. Дворников, О.В. Создание низкотемпературных аналоговых ИС для обработки импульсных сигналов датчиков. Ч.3 [Текст] / О.В. Дворников, В.А.Чеховский, В.Л. Дятлов, Н.Н. Прокопенко // Современная электроника. – 2015. – № 6. – С. 34-39.
3. Dvornikov, O.V. et al. The Accounting of the Simultaneous Exposure of the Low Temperatures and the Penetrating Radiation at the Circuit Simulation of the BiJFET Analog Interfaces of the Sensors [Text] / O.V. Dvornikov, V.L. Dzatlau, N.N. Prokopenko, K.O. Petrosiants, N.V. Kozhukhov, V.A. Tchekhovski // 2017 IEEE SIBCON, Astana, 2017. Pp. 1-6. DOI: 10.1109/SIBCON.2017.7998507
4. Petrosyants, K.O. et al. Automation of Parameter Extraction Procedure for Si JFET SPICE Model in the – 200...+110°C Temperature Range [Text] / K.O. Petrosyants, M.R. Ismail-zade, L.M. Sambursky, O.V. Dvornikov, B. G. Lvov, I. A. Kharitonov // 2018 IEEE Moscow Workshop on Electronic and Networking Technologies (MWENT), Moscow, 2018, pp. 1-5. DOI: 10.1109/MWENT.2018.8337212
5. InterFET Corporation [Электронный ресурс] / URL: www.interfet.com (дата обращения: 20.04.2018)
6. Текущие технологические НИР. ОАО «Интеграл» [Электронный ресурс] / URL: http://www.bms.by/ru/tech/index.php?pass=2dtp_r (дата обращения: 21.04.2018)
7. Пат. 2364020 Российская Федерация, МПК8 H03F 3/34, 3/45. Дифференциальный усилитель с отрицательной обратной связью по синфазному сигналу [Текст] / Н.Н. Прокопенко, Д.Н. Конев, А.С. Попов, заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса». – № 2007144676/09; заявл. 30.11.2007; опубл. 10.08.2009, Бюл. № 22. – 12 с.

Features of the Design of Low-Temperature Radiation-Hardened BiJfet and BiCJfet Operational Amplifiers

N.N. Prokopenko^{*,**},¹, O.V. Dvornikov^{***},², A.V. Bugakova^{*,3}, A.E. Titov^{****},⁴, A.A. Zhuk^{*,5}

^{*}Don State Technical University Rostov-on-Don, Russia

^{**}Institute for Design Problems in Microelectronics of Russian Academy of Sciences, Zelenograd, Russia

^{***}JSC “Minsk Scientific and Research Instrument-Making Institute”, Minsk, Belarus

^{****}Institute of Radio Engineering Systems and Management SFedU, Taganrog, Russia

¹prokopenko@sssu.ru;

²oleg_dvornikov@tut.by

³annabugakova.1992@mail.ru

⁴alex.evgeny.titov@gmail.com

⁵alexey.zhuk96@mail.ru

Abstract – Features of the design of operational amplifiers (Op-Amp) on complementary field-effect transistors with control p-n-junction and bipolar n-p-n transistors for operation under the influence of penetrating radiation (PR) and low temperatures are considered. Brief information about the new CJFet technological process of manufacturing integrated circuits (IC) is presented.

Keywords: operational amplifier, radiation-hardened, low-temperature electronics, BiJfet-technological process.

БИПОЛЯРНО-ПОЛЕВЫЕ РАДИАЦИОННО-СТОЙКИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ И МУЛЬТИДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ ДЛЯ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АНАЛОГОВЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ ДАТЧИКОВ НА ОСНОВЕ БАЗОВЫХ МАТРИЧНЫХ КРИСТАЛЛОВ

Н.Н. Прокопенко^{*,**}, А.Е. Титов^{***}, Н.В. Бутырлагин^{*}, Е.В. Овсепян^{*}

^{*}Донской государственной технической университет, Ростов-на-Дону
^{**}Институт проблем проектирования в микроэлектронике РАН, Зеленоград
^{***}Институт радиотехнических систем и управления ЮФУ, Таганрог

Рассмотрены особенности проектирования радиационно-стойких интегральных схем для считывающей электроники – дифференциальных и мультидифференциальных операционных усилителей на основе базовых матричных кристаллов ОАО «Интеграл» (г. Минск).

Ключевые слова: базовые матричные кристаллы, операционные усилители, дифференциальные операционные усилители, мультидифференциальные операционные усилители, радиационная стойкость, аналоговые интерфейсы датчиков.

Применение базовых матричных (БМК) и структурных (БСК) кристаллов является одним из эффективных направлений создания малосерийных аналоговых микросхем считывающей электроники в физике высоких энергий [1-4]. Разработанные в ОАО «Интеграл» (г. Минск) технологические процессы производства БМК и БСК обеспечивает удовлетворительную для многих применений радиационную стойкость интегральных схем (ИС) на их основе при потоке нейтронов до 10^{14} н/см², накопленной дозе радиации до 3Мрад [5,6].

Сегодня разработка радиационно-стойких низкотемпературных микросхем значительно затруднена. Это связано с тем, что типовые САПР и многие модели интегральных элементов не обеспечивают адекватные результаты схемотехнического моделирования в данных жестких условиях эксплуатации. Для BiJFet технологического процесса [5,7] эта задача решена в работе [8], что позволяет обеспечить моделирование предлагаемого в статье BiJFet ОУ.

При проектировании аналоговых микросхем в рамках конкретного технологического процесса значительная роль отводится использованию удачных схемотехнических решений, позволяющих иногда улучшить важнейшие качественные показатели ИС в 5-10 раз. На рис. 1. показана предлагаемая схема BiJFet ОУ на основе БМК АБМК_1.3 [9] (ОАО «Интеграл», г. Минск), который обеспечивает малый уровень напряжения смещения нуля за счет взаимной компенсации в высокоимпедансных узлах Σ_1 , Σ_2 основных составляющих погрешностей токовых зеркал ПТ1, ПТ2 и токов базы транзисторов VT5 и VT6 промежуточного каскада. Следует заметить, что при других вариантах построения активной нагрузки и выходной подсхемы ОУ эффект взаимной компенсации токов в узле не сохраняется. Как следствие напряжение смещения нуля такого ОУ существенно увеличивается при дестабилизирующих факторах.

Для исследования характеристик ОУ использовалась среда Spice и модели транзисторов БМК АБМК 1.3 [8], учитывающие радиационные и температурные изменения их параметров.

Разработанный BiJFet ОУ, обладающий высокой симметрией, обеспечивает систематическую составляющую напряжения смещения нуля не более 20 мкВ в диапазоне температур «минус» $197 \div +27^{\circ}\text{C}$ при потоке нейтронов до 10^{14} н/см² и накопленной дозе

радиации до 3 Мрад. В указанном диапазоне внешних воздействий амплитудно-частотная характеристика ОУ (рис. 2) изменяется не более чем на 3 дБ.

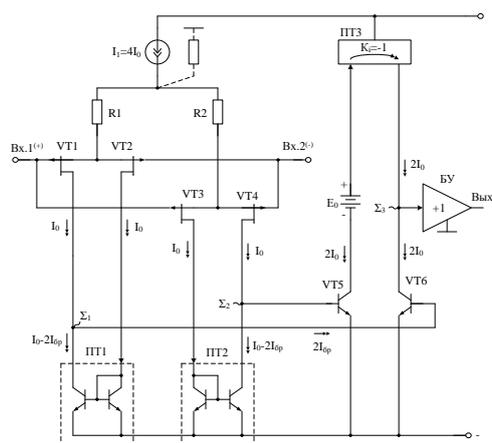


Рисунок 1 – Упрощённая функциональная схема BiJFet ОУ на основе базового матричного кристалла АБМК_1.3 (ОАО «Интеграл», г. Минск)

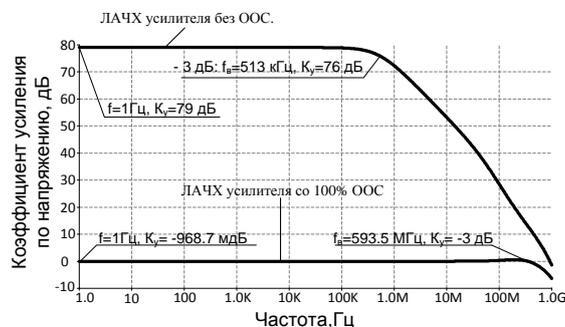


Рисунок 2 – Амплитудно-частотные характеристики ОУ без ООС и со 100% ООС

Рассмотренные в докладе особенности проектирования ОУ для аналоговых интерфейсов датчиков, работающих в условиях воздействия радиации и низких температур, показывают, что на основе БМК ОАО «Интеграл» (г. Минск) возможно создание малосерийных микроэлектронных изделий, успешно конкурирующих по ряду параметров с микросхемами на широкозонных полупроводниках.

На базе схемы (рис. 1), путем организации независимого статического режима входных дифференциальных каскадов (VT1, VT2 и VT3, VT4), реализуется мультидифференциальный операционный усилитель [7], позволяющий создавать инструментальные усилители (ИУ) для работы с различными датчиками. ИУ данного класса имеют существенные преимущества в сравнении с классическими ИУ на трех операционных усилителях и обеспечивают простую реализация цифрового управления коэффициентом передачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворников, О.В. Перспективы применения новых микросхем базового матричного и базового структурного кристаллов в датчиковых системах [Текст] / Н.Н. Прокопенко, Н.В. Бутырлагин, А.В. Бугакова // Труды СПИИРАН–2016. – №2 (45). – С. 157–171. DOI: <http://dx.doi.org/10.15622/sp.45.10>
2. Ardelean, J., et al. On the noise behaviour of DMILL charge and current-sensitive preamplifier architectures / Citterio M., Hrisoho A., Manfredi P.F., Speziali V., Truong K. // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. 1998. Vol. A406. P. 127-138.
3. Дворников, О.В. Проектирование радиационно-стойких аналоговых процессоров и преобразователей сигналов датчиков на основе базового структурного кристалла МН2ХА010 / Н.Н. Прокопенко, И.В. Пахомов, Н.В. Бутырлагин, А.В. Бугакова // Москва : Радиотехника, 2016 – №2 – С. 108-115.
4. Dvornikov, O.V. et al. The Design of the Circuits of Radiation-Hardened Charge-Sensitive Amplifiers Based on the Structured Array (МН2ХА010) and Array Chip (AC-2.1) / V.A. Tchekhovski, N.N. Prokopenko,

- A.V. Bugakova // 2016 13th IEEE APEIE. Vol. 1. Part 1. Novosibirsk. 2016. P. 253-258. DOI: 10.1109/APEIE.2016.7802268
5. *Dvornikov, O.V. et al.* Influence of Ionizing Radiation on the Parameters of an Operational Amplifier Based on Complementary Bipolar Transistors / O.V. Dvornikov, V.A. Tchekhovski, V.L. Diatlov, N.N. Prokopenko // Russian Microelectronics. 2016 V. 45. №. 1. – P. 54-62. DOI: 10.1134/S1063739716010030
 6. *Dvornikov, O.V. et al.* Operation-routing sequence of production of the radiation-hardened microcircuits of the structured array MH2XA010 for multichannel sensor systems / O.A.Bozhatkin, N.N. Prokopenko, A.B. Bugakova, N.V. Butyrlagin // 2016 IEEE APEDEЮ Саратовю 2016. P. 1-8. DOI: 10.1109/APEDE.2016.7878981
 7. *Dvornikov, O.V. et al.* The Accounting of the Simultaneous Exposure of the Low Temperatures and the Penetrating Radiation at the Circuit Simulation of the BiJFET Analog Interfaces of the Sensors /, V.L. Dziaulau, N.N. Prokopenko, K.O. Petrosiants, N.V. Kozhukhov, V.A. Tchekhovski // 2017 IEEE SIBCON. Astana. 2017. P. 1-6. DOI: 10.1109/SIBCON.2017.7998507
 8. *Dvornikov, O.V. et al.* The Differential and Differential Difference operational amplifiers of sensor systems based on bipolar- field technological process AGAMC / N.N. Prokopenko, N.V. Butyrlagin, I.V. Pakhomov // 2016 IEEE SIBCON, Moscow. 2016. P. 1-6. DOI: 10.1109/SIBCON.2016.7491792
 9. *Dvornikov, O.V. et al.* The Analog Array Chip AC-1.3 for the Tasks of Tool Engineering in Conditions of Cryogenic Temperature, Neutron Flux and Cumulative Radiation Dose Effects / N.N. Prokopenko, I.V. Pakhomov, A.V. Bugakova. // IEEE EWDTs 2016. Yerevan. October. 14-17. 2016. P. 282-285 DOI: 10.1109/EWDTs.2016.7807724

Bipolar-Field Radiation-Hardened Differential and Differential Difference Amplifiers for Designing Analog Sensor Interfaces Based on Basic Array Chips

N.N. Prokopenko^{*,,1}, A.E. Titov^{***,2}, N.V. Butyrlagin^{*,3}, E.V. Ovsepyan^{*,4}**

**Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia*

***Institute for Design Problems in Microelectronics of Russian Academy of Sciences, Zelenograd, Russia*

³Institute of Radio Engineering Systems and Management SFedU, Taganrog, Russia

¹prokopenko@sssu.ru

²alex.evgeny.titov@gmail.com

³nbutyrlagin@mail.ru

⁴ovsepyan.elenka@bk.ru

Abstract – The features of designing radiation-hardened integrated circuits for reading electronics – differential and differential difference operational amplifiers based on the base array chips of JSC «Integral» (Minsk) are considered.

Keywords: array chip, operational amplifiers, differential operational amplifiers, differential difference amplifier, radiation-hardened, analog interfaces of sensors.

УДК 621.384.039

ВЛИЯНИЕ ДЕКРЕМЕНТА ЗАТУХАНИЯ КОЛЕБАНИЙ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ВВЭР НА СРОК СЛУЖБЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

К.Н. Проскураков

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

Для оценки минимальных значений коэффициентов затухания использованы спектральные характеристики вибраций и пульсаций давления измеренные на АЭС. Показано, что значения логарифмических декрементов затухания колебаний давления в соединяемых элементах во много раз меньше нормируемых величии равных 0,02. По этой причине действительное количество высокоцикловых нагружений может при работе АЭС в маневренных режимах превышает проектные оценки и является скрытой от проектировщиков причиной повреждений сварных соединений.

Ключевые слова: маневренные режимы, низко-цикловые, высоко-цикловые, нагрузки, акустическая модель, оборудование, вибрации.

Работа энергоблока АЭС в переходных и маневренных режимах в сравнении с эксплуатацией в базовом режиме на номинальном ($N_{ном}$) уровне мощности создает дополнительные низко-цикловые термические нагрузки на оборудование, а также приводит к увеличению высокоцикловых нагрузок, за счет импульсных нагрузок возникающих при отключении/включении разного количества главных циркуляционных насосных агрегатов (ГЦНА), для регулирования расхода теплоносителя I-го контура.

В проекта ВВЭР-ТОИ, в отличие от предыдущих проектов, появились новые требования по маневренным режимам – обеспечение возможности участия в первичном и вторичном регулировании частоты сети, а также в суточном регулировании мощности по графику (100-50-100)% от $N_{ном}$.

Опыт эксплуатации АЭС и в частности с реакторами типа ВВЭР свидетельствует о повреждениях сварных соединений главного циркуляционного трубопровода (ГЦТ) с дыхательным трубопроводом компенсатора давления, на входе и выходе из реактора с горячим и холодным коллектором парогенератора. В отечественных нормах расчета на прочность оборудования и трубопроводов АЭС ПНАЭ Г 7-002—86 [1] регламентировано значение логарифмического декремента колебаний 0,02. В работе [2] отмечается, что при существующих способах регулирования работа энергоблока в режиме суточного маневрирования и следования за нагрузкой (100-50-100)% от $N_{ном}$ и соответствующем изменении мощности, крайне неэффективна, как с точки зрения потребления электроэнергии на собственные технологические нужды, так и с точки зрения качества систем регулирования и работы всего технологического оборудования I, II контура энергоблока.

При изменении мощности на АЭС с ВВЭР используются программы регулирования с постоянным, не зависящим от мощности реактора (N_p), расходом теплоносителя первого контура. При изменении мощности неизменность расхода теплоносителя приводит к существенному перераспределению температур в активной зоне реактора и дополнительным температурным напряжениям в корпусе реактора и в других элементах первого контура. Регулирование расхода теплоносителя I-го контура за счет отключения/включения ГЦНА, путем управления его электродвигателем, лимитировано ограничением количества пусков - не более 1500 за весь срок службы. Поддержание постоянной средней температуры теплоносителя приводит к необходимости изменения давления пара в парогенераторе, что нежелательно как с точки зрения выбора уставок и алгоритма работы паросбросных устройств и аварийной защиты, так и для работы турбины.

В работе [2] показано, что частотно-регулируемый электропривод (ЧРП) может плавно и синхронно изменять производительность 4-х ГЦНА по заданному или изменяемому технологическому параметру или любой другой закономерности, сохраняя одинаковый поток теплоносителя во всех петлях РУ.

Внедрение ЧРП в этих системах открывает новые потенциальные возможности по увеличению уровня надежности, качества, оптимизации и эффективности регулирования мощностью РУ и работы энергоблока в маневренных, динамических и переходных режимах, а также работы всего технологического оборудования. При работе ГЦНА с ЧРП в маневренном режиме (100-50-100)% от $N_{ном}$ при суточном изменении нагрузки в зависимости участка этого режима экономия потребляемой электроэнергии может достигать в среднем до 50% от номинальной потребляемой мощности.

Количество высокоцикловых нагрузок на оборудование в процессе затухания колебаний обусловленных импульсным возмущением определяется добротностью Q акустических элементов образующих контур теплоносителя. Иными словами, чем меньше значение логарифмического декремента затухания колебаний, тем больше суммарное число высокоцикловых нагрузок.

На рисунке 1. представлена акустическая модель первого контура АЭС с ВВЭР-1000 с компенсатором давления.

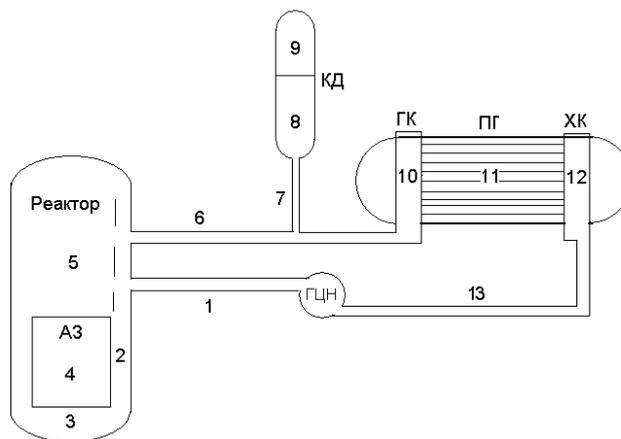


Рисунок 1 – Акустическая модель петли первого контура ВВЭР-1000

АЗ - активная зона; ПГ - парогенератор; КД - компенсатор давления; ХК и ГК - холодный и горячий коллекторы; 1 -13 - номера элементов первого контура.

1 - “холодная нитка” от главного циркуляционного насоса (ГЦН) до входного патрубка реактора; 2 - опускной участок; 3 - пространство под активной зоной; 4 - активная зона; 5 - пространство над активной зоной; 6 - “горячая нитка” (от выходного патрубка реактора до входа в горячий коллектор ПГ); 7 - дыхательный трубопровод; 8 –жидкая фаза в компенсаторе давления; 9 – паровая фаза в компенсаторе давления; 10 - горячий коллектор; 11 - трубчатка ПГ; 12 - холодный коллектор; 13 - “холодная нитка” от выхода из холодного коллектора ПГ до ГЦН.

Определены логарифмические декременты затухания колебаний теплоносителя и вибраций в оборудовании АЭС различных участков ГЦТ Ростовской.

На рисунке 2 представлены значения декрементов затухания, построенные по результатам измерений АСПМ на Ростовской АЭС. Декременты представлены в значениях δ , где $\delta = \Delta/2\pi$, Δ - декремент затухания.

Нормируемых значений декремента затухания для пульсаций давления теплоносителя не существует.

Анализ большого объема данных показал, что декременты затухания пульсаций давления в теплоносителе могут быть меньше, значений указанных для оборудования. На рисунке 2 представлен график зависимостей $\delta(f)$ для ДПД и датчиков вибраций Ростовской АЭС.

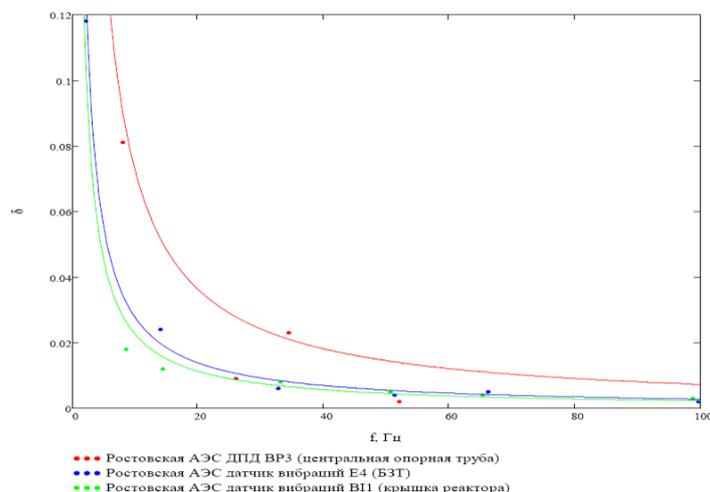


Рисунок 2 – Сравнение зависимостей $\delta(f)$ для ДПД и датчиков вибраций Ростовской АЭС

ВЫВОДЫ

1. Показано, что для оценки минимальных значений коэффициентов затухания могут быть использованы спектральные характеристики вибраций и пульсаций давления.
2. Логарифмические декременты затухания колебаний давления в акустических элементах ГЦТ, соединяемых сваркой с дыхательным трубопроводом компенсатора давления, с

входом/ выходом реактора, с горячим и холодным коллекторами парогенератора меньше нормируемых величиие равных 0,02.

3. Логарифмические декременты являются диагностическим признаком потенциально опасных сварных соединений, с высокой вероятностью внезапных повреждений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. ПНАЭ-Г-7-002-86. [Текст] / Москва : Энергоатомиздат, 1989. – 528 с.
2. Зыков, А.С. Технико-экономические аспекты обоснования применения высоковольтного частотно-регулируемого электропривода на насосах ГЦНА, ПЭН, КЭН и ЦН В НОВЫХ и перспективных проектах АЭС с ВВЭР с учетом новых требований по маневренным режимам. / 8-я Международная научно-техническая конференция МНТК-2013. «Обеспечение безопасности АЭС с ВВЭР». ОКБ «ГИДРОПРЕСС», г. Подольск, Московская область
3. Лепендин, Л.Ф. Акустика [Текст] / Л.Ф. Лепендин. – Москва : Высшая школа, 1978. – 272 с.
4. K. N. Proskuryakov, A.K. Ustinov, V.O. Lazarev Q-Factor Role in Modeling of NPP Severe Accident The 12th International Topical Meeting on Nuclear Reactor Thermal Hydraulics (NURETH-12) Log Number: 201 Sheraton Station Square, Pittsburgh, Pennsylvania, U.S.A. September 30-October 4, 2007.

Influence of the Decrement of the Damping of the Coolant Oscillations on the Service Life of Welded Joints

K.N. Proskuryakov

*National Research University «MPEI», Moscow
ProskuriakovKN@mpei.ru*

Abstract – To estimate the minimum values of logarithmic decrements of damping, the spectral characteristics of the vibrations and pressure pulsations obtained on NPP measurements are used. It is shown that the values of the of pressure fluctuations in the connected elements are many times less than the normalized magnitudes witch equal 0.02. Due this reason, the actual number of high cycle loads can exceed the design estimates when NPP is operated in maneuvering modes and is the cause of damage to welded joints from designers.

Keywords: maneuvering modes, low-cycle, high-cycle, load, acoustic model, equipment, vibration.

УДК 621.384.039

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЧАСТОТЫ АСВ В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМАХ АЭС С ВВЭР-440

К.Н. Проскуряков, К.И. Беляев, Д.А. Писарева

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

Приведен новый подход к формированию комбинационных акустических контуров в системе теплоносителя в ВВЭР-440. Впервые исследован колебательный контур теплоносителя, включающий соединенные трубопроводами реактор и компенсатор давления. Установлено, что во всех исследованных режимах частота акустических стоячих волн (АСВ) близка к 2 Гц. Показана возможность смещения этой частоты в область резонансного взаимодействия с ТВС при изменении компоновки этой системы. Проведено сопоставление результатов расчета частот АСВ с авто-спектральными плотностями мощности (АСПМ) сигналов датчиков пульсаций давления для сложных комбинаций акустических элементов 1-го контура АЭС с ВВЭР-440. Получено удовлетворительное соответствие результатов расчета частот АСВ с данными измерений.

Ключевые слова: стоячие волны, вибрации, виброакустический резонанс, акустическая модель, комбинированные частоты.

Разработан акустический контур АЭС с ВВЭР-440, образованный 16-ю элементами оборудования первого контура, показан на рисунке 1.

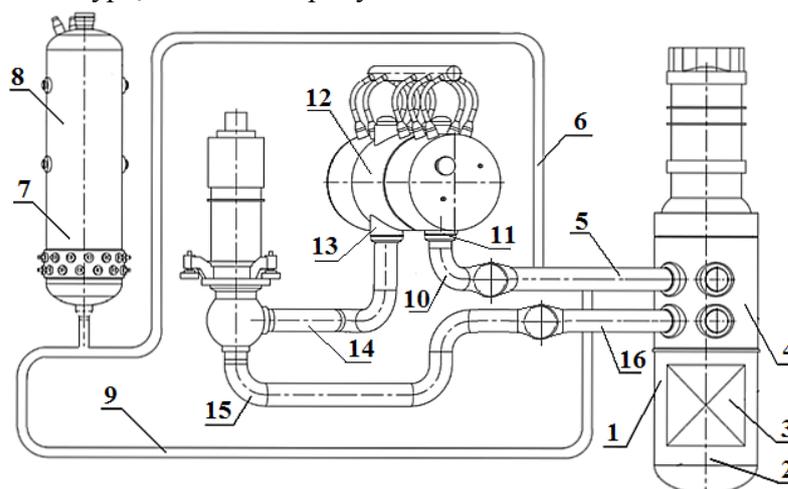


Рисунок 1 – Акустическая схема АЭС с ВВЭР – 440 (1 – опускной участок реактора; 2 - пространство под активной зоной; 3 – активная зона; 4 – пространство над активной зоной; 5 – участок главного циркуляционного контура (ГЦК) от реактора до главной запорной задвижки (ГЗЗ); 6 – дыхательный трубопровод от горячей нитки до компенсатора давления (КД); 7 – КД (вода); 8 – КД (пар); 9 – дыхательный трубопровод от КД до горячей нитки; 10 – участок горячей нитки ГЦК от ГЗЗ до горячего коллектора; 11 – горячий коллектор ПГ; 12 – теплообменная поверхность парогенератора (ПГ); 13 – холодный коллектор ПГ; 14 – участок от холодного коллектора ПГ до ГЦН; 15 – участок холодной нитки ГЦК от ГЦН до ГЗЗ; 16 – участок холодной нитки ГЦК от ГЗЗ до входа в опускной участок реактора)

На данный момент впервые рассмотрен колебательный контур т/н образованный компенсатором давления, реактором и соединяющими их трубопроводами.

В ходе расчетно-теоретического анализа [1] в номинальном режиме СЧКДТ в системе реактор+КД+соединительные трубопроводы составила 2 Гц, что близко к диапазону частот вибраций ТВС с двумя закрепленными концами (4-6 Гц) [2]. Вследствие чего появляется интерес, при каких условиях колебания в рассмотренной выше системе попадут в нежелательный диапазон резонансных частот.

Изменение геометрических параметров колебательного контура влечет за собой изменение величины резонансной частоты и ее амплитуды. Сместить колебания теплоносителя в системе реактор+КД+соединительные трубопроводы в область более высоких частот можно уменьшив длину дыхательного трубопровода, например, при уменьшении дыхательного трубопровода на 4 м, этот пик приходится на частоту 2,6 Гц. Подбор правильных геометрических параметров 1-го контура позволит предотвратить возможность виброакустического резонанса.

В дальнейшем предполагается выяснить другие возможности попадания частот колебательной системы в нежелательный диапазон виброакустических резонансов.

В работе [3] сопоставлены теоретический расчет акустических резонансов и экспериментальные данные, полученные на НВАЭС в 2015 году, объяснены наиболее значимые «пики» в АСПМ. Найдены ранее не идентифицированные источники АСВ представленные в результатах измерения АСПМ получены в двух пусковых режимах и при работе на номинальной мощности. Параметры режимов приведены в таблице 1. Результаты расчета частот АСВ в комбинационных контурах акустической схемы ВВЭР-440 приведены в таблице 2.

Таблица 1 – Параметры режимов

| | |
|--------------------|---|
| Параметры режима 1 | $T = 256 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 127 \text{ кг/см}^2$, $H = 4.34 \text{ м}$ |
| Параметры режима 2 | $T = 268 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 125 \text{ кг/см}^2$, $H = 3.37 \text{ м}$ |
| Параметры режима 3 | $T = 296 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 124 \text{ кг/см}^2$, $H = 4.04 \text{ м}$ |

Таблица 2 – Результаты расчета частот АСВ в комбинационных контурах акустической схемы ВВЭР-440

| № контура | Номера участков в составе комбинационных контуров | Частота АСВ, Гц | | |
|-----------|---|-----------------|---------|---------|
| | | Режим 1 | Режим 2 | Режим 3 |
| 1 | 1 | 17,5 | 17,5 | 17,5 |
| 2 | 1+2 | 11.3 | 11.0 | 10.9 |
| 3 | 1+2+3 | 9.7 | 9.5 | 9.3 |
| 4 | 1+2+3+4 (реактор) | 6.8 | 6.6 | 6.1 |
| 5 | 1+2+3+4+5+6+7+8 (реактор +КД+соединительные трубопроводы) | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| 6 | 1+2+3+4+5 (реактор+выходной трубопровод) | 3,6 | 3,8 | 3,2 |
| 7 | 16+1 | 7.2 | 6.9 | 6.9 |
| 8 | 16+1+2 | 4.7 | 4.6 | 4.5 |
| 9 | 16+1+2+3 | 4.3 | 4.2 | 4.1 |
| 10 | 16+1+2+3+4 (реактор +входной трубопровод) | 3.2 | 3.1 | 2.8 |
| 11 | 16+1+2+3+4+5 | 2.0 | 2.0 | 1.9 |

ВЫВОДЫ:

1. Результаты измерения частот АСВ для 3 блока Нововоронежской АЭС подтверждают правомерность их расчета по разработанной акустической модели.
2. Определены режимы, в которых наблюдается резонанс вибраций основного оборудования реакторной установки блока 3 НВАЭС с частотами АСВ.
3. При оценке остаточного ресурса необходимо учитывать длительность виброакустических резонансов при выводе реактора на номинальный уровень мощности и количество пусков (остановов) РУ за весь период эксплуатации энергоблока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Проскуряков, К.Н.* Теплогидравлическое возбуждение колебаний теплоносителя во внутрикорпусных устройствах ЯЭУ [Текст] / К.Н. Проскуряков. – Москва :МЭИ, 1984. – 67 с.
2. *Аркадов, Г.В., Павелко В.И., Усанов А.И.* Виброшумовая диагностика ВВЭР [Текст] / Г.В. Аркадов, В.И. Павелко, А.И. Усанов. – Москва : Энергоатомиздат, 2004 – 344 с.
3. *Проскуряков, К.Н.* Исследования акустических стоячих волн в первом контуре АЭС с ВВЭР-440 в пусковых режимах [Текст] / К.Н. Проскуряков, К.И. Беляев, Д.А. Писарева // Глобальная ядерная безопасность. – 2016. – №2(19). – С. 59-69.

Development the Methods of Standing Wave Frequency Calculation in Operating of NPP with VVER-440

K.N. Proskuryakov, K.I. Belyaev, D.A. Pisareva

*National Research University «MPEI», Moscow
ProskuriakovKN@mpei.ru*

Abstract – A new approach to the investigation of the combination of acoustic elements in the primary circuit in VVER-440 is presented. For the first time, an oscillating coolant circuit including a reactor connected by pipelines and a pressure compensator is investigated. It is showed in the investigated modes the frequency of acoustic standing waves (ASW) is around to 2 Hz. The possibility of moving this frequency to the region of resonant interaction with fuel assemblies is shown.

Comparison of the results of the calculation of the ASW frequencies with measured auto-spectrum power densities (ASPD) of pressure pulsation signals for the 1-st circuit of a nuclear power plant with VVER-440 is carried out. A satisfactory agreement between the results of calculating the ASW frequencies and the measurement data was obtained.

Keywords: standing waves, vibration, vibration, acoustic resonance.

УДК [504.4 : 574.58] : 621.311.25

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РОСТОВСКОЙ АЭС НА МНОГОЛЕТНЮЮ ДИНАМИКУ КОНЦЕНТРАЦИЙ СУЛЬФАТОВ И ХЛОРИДОВ В ВОДЕ ЦИМЛЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**Ю.А. Бондарчук, И.А. Бубликова***Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.*

Цимлянское водохранилище (ЦВ) играет важную роль в промышленном комплексе региона, сельском хозяйстве, имеет большую рыбопродуктивность, определяет качество воды хозяйственного и питьевого водопотребления почти для полутора миллиона человек.

Ростовская АЭС использует в качестве охлаждающего элемента оборотной воды на первых двух блоках водоем-охладитель (ВО), который был образован отделением мелководной части водохранилища фильтрующей плотинной.

В водоем-охладителе могут накапливаться химические вещества за счет техногенного влияния АЭС, и при фильтрации воды из ВО в ЦВ потенциально могут неблагоприятно повлиять на качество воды и саму экосистему водохранилища федерального значения.

Целью работы является определение уровня воздействия РОАЭС на содержание сульфатов и хлоридов в воде Цимлянского водохранилища, так как их концентрации в ВО значительно отличаются от их концентраций в ЦВ.

В работе использовался регрессионный анализ в Microsoft Excel результатов контроля гидрохимических показателей воды ВО и ЦВ, предоставленных Ростовской АЭС.

Для оценки Ростовской АЭС как источника рассматриваемых ингредиентов был выполнен анализ соответствующих показателей в контрольных точках на отводящем и подводящем каналах. Получено, что в период с 2002 по 2016 г.г. наблюдается рост концентрации сульфатов и хлоридов в водоем-охладителе. При этом, начиная с 2012 года, прослеживается постоянное превышение концентрации исследуемых химических веществ в воде отводящего канала над аналогичным показателем отводящего канала. В 2017 году концентрация рассматриваемых ингредиентов меньше чем в 2016 году, но тенденция к росту все равно сохраняется. Это означает, что данные ионы поступают в водоем-охладитель от АЭС. Регрессионный анализ показал тесную взаимосвязь анализируемых показателей в данных контрольных точках.

Анализ влияния фильтрующей из ВО воды на соответствующие показатели в воде ЦВ был выполнен по значениям в контрольных точках, расположенных напротив друг друга через плотину в рассматриваемых водоемах. Среднегодовые значения концентраций сульфатов и хлоридов за исследуемый период в контрольной точке, расположенной в ЦВ, не имеют какой-либо выраженной тенденции. Взаимосвязь между концентрациями рассматриваемых веществ в воде ВО и ЦВ практически отсутствует. Из этого следует, что фильтрация воды из ВО не оказывает определяющего воздействия на динамику концентрации сульфатов и хлоридов в ЦВ.

Многолетняя динамика рассматриваемых показателей демонстрирует их рост в воде ВО в период с 2002 по 2009 г.г и снижение с 2010 г. за счет проведения продувки водоема. Но с 2012-2013 наблюдается устойчивый рост параметров, что отражает снижение эффективности данного мероприятия по отношению к солесодержанию в воде ВО.

Для оценки экологической безопасности воды в рассматриваемых водоемах по сульфатам и хлоридам было выполнено сравнение результатов контроля с соответствующей величиной ПДК.

Полученные в работе результаты показывают, что в настоящее время фильтрующаяся из водоема-охладителя в Цимлянское водохранилище вода, несмотря на рост техногенной нагрузки РоАЭС с пуском новых энергоблоков, не оказывает определяющего влияния на сложившееся в нем солесодержание.

Analysis of the Effect of Rostov NPP on Multiple-Year Dynamics of the Concentration of Sulphates and Chlorides in the Water of the Cymlyan Water Reservoir

Yu.A. Bondarchuk, I.A. Bublikova

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region*

УДК [504.4 : 574.58] : 621.311.25

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РОСТОВСКОЙ АЭС НА СОДЕРЖАНИЕ ИОНОВ МЕДИ В ВОДЕ ЦИМЛЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

И.А. Бубликова, А.А. Самохин, В.С. Пашинский

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

Цимлянское водохранилище имеет большое рыбохозяйственное значение, является источником водоснабжения прилегающих поселений, сельхозугодий.

В данной работе было проанализировано влияние Ростовской АЭС на содержание ионов меди в воде Цимлянского водохранилища (далее ЦВ).

В работе были использованы результаты контроля гидрохимических показателей воды водоема-охладителя (далее ВО) и ЦВ отдела охраны окружающей среды РоАЭС за период 2003 – 2016 гг.

Для оценки влияния РоАЭС на содержание ионов меди в ВО был выполнен анализ динамики концентрации ионов меди в воде отводящего канала и в воде, поступающей на РоАЭС, по подводящему каналу. При этом были получены математические модели трендов рассматриваемых параметров и их разностей. Выявлена тенденция к повышению концентрации ионов меди в отводящем канале, по сравнению с подводящим каналом. Замена в 2015 г. медьсодержащих трубных систем теплообменного оборудования энергоблока № 1 РоАЭС на титановые сплавы привела к тому, что градиент рассматриваемого показателя между подводящим и отводящим каналами за 2016г. в сравнении с 2014-м годом снизился на 90%.

ВО огражден от ЦВ фильтрующей плотиной. В ВО поддерживается более высокий уровень воды относительно уровня в ЦВ, в связи в этом происходит постоянная фильтрация воды из ВО в ЦВ.

Для оценки ВО как источника поступления ионов меди в ЦВ были проанализированы данные по контрольным точкам, расположенным по обе стороны плотины в рассматриваемых водных объектах. Анализ многолетней динамики с 2003 г. по 2014 г. показывает, что в данный период происходил рост концентрации ионов меди в ВО и снижение концентрации в ЦВ. При этом до модернизации первого блока РоАЭС

концентрация тяжелого металла в водоеме-охладителе превышала ПДК примерно в 11 раз, а в водохранилище примерно в 2 раза. Регрессионный анализ концентраций ионов меди в воде ЦВ и ВО показал, что связь рассматриваемых параметров мала.

Выполненный сравнительный анализ результатов контроля показателя, выполненный РоАЭС, с данными ежегодника «Экологический вестник Дона» подтвердил вывод об отсутствии влияния эксплуатации Ростовской АЭС на содержание ионов меди в воде Цимлянского водохранилища.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Росрыболовства от 13 декабря 2016 г. №552 Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения [Электронный ресурс] / URL:<http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&ts=134827363700712154464314525&cacheid=EE22E24A14E3729E00B90E8D36D7DE49&mode=splus&base=LAW&n=211155&rnd=0.17096336633365516#003521721145827161> – (дата обращения: 25.02.2018).

Analysis of the Effect of the Rostov NPP on the Content of the Copper Ions in the Water of the Cymlyan Reservoir

I.A. Bublikova, A.A. Samokhin, V.S. Pashinsky

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region*

УДК: [504.5:628.4.047]:519.245

МЕТОД ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКИ СРЕДНЕЙ ЭНЕРГИИ СПЕКТРА γ -ИЗЛУЧЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В УСЛОВИЯХ РАДИАЦИОННЫХ АВАРИЙ В ПОМЕЩЕНИЯХ СПЕЦКОРПУСА АЭС

А.П. Елохин^{*}, А.И. Ксенофонов^{*}, Исса Алалем^{*}, С.Н. Федорченко^{}**

^{*}Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва

^{**}ЗАО «СНИИП-РАДМЕД» («Закрытое акционерное общество СНИИП-РАДМЕД»)

Рассматривается возможность использования детекторов БД БДРГ- 47Р, с высоким диапазоном регистрации мощностей доз и широким диапазоном энергий γ -квантов для расчёта значения средних энергий γ -излучения радионуклидов, возникающих в помещениях спецкорпуса АЭС в случае аварийного выброса в условиях тяжелой радиационной аварии. В этих условия спектрометрическая аппаратура не может обеспечить качественные измерения. Поэтому для оценки средней энергии спектра γ -излучения целесообразно использовать лишь 4 детектора БД БДРГ- 47Р, три из которых необходимо поместить в защитные оболочки (фильтры) из вольфрама, свинца и висмута. Четвертый оставить без защиты.

Оценка средней энергии спектра γ -излучения радионуклидов основывается на идее слоя половинного ослабления материала фильтра.

Предлагаемая методика даёт возможность оценить предельно-безопасное время работы персонала в зоне радиационной аварии, минимальное число работников для проведения ремонтных работ, т.е. минимизировать последствия, которые возникают в подобных ситуациях. Результаты работы в своём дальнейшем развитии могут быть также использованы для прогностических оценок состояния активной зоны реактора при возникновении аварийных ситуаций.

Основной задачей размещенных в гермообъёме аварийных блоков детектирования является получение данных, необходимых для расчета состава и активности аварийного выброса в случае тяжелой радиационной аварии с целью подготовки рекомендаций об экстренных мерах защиты населения. Наиболее простое решение подобных задач состоит в установке детекторов ионизирующего излучения в указанных помещениях и выводе их результатов измерений на

центральный щит радиационного контроля с целью получения оперативной информации. Эти детекторы должны иметь высокую радиационную стойкость, широкий диапазон измерения мощности дозы, чтобы иметь возможность (косвенно, по изменению величины мощности дозы γ -излучения) наблюдать возникновение аварийной ситуации, её развитие и деградацию. Для целей прогнозирования развития радиационной аварии необходима информация о радионуклидном составе выброса и его полной активности.

Для оперативной оценки радионуклидного состава выброса обычно используют спектрометрическое оборудование (γ -спектрометр) вкпе с математическим обеспечением, позволяющим в режиме реального времени (on-line) получить спектральный состав γ -излучения, по которому и проводится оценка радионуклидного состава выброса и его полной активности. К сожалению, подобная аппаратура для получения качественной картины требует низкоактивных сред, обеспечивающих низкую величину мощности дозы, и низкотемпературного оборудования для охлаждения детекторов. При высоких уровнях мощности дозы спектрометрическая аппаратура даст заведомо неверную картину спектров γ -излучения или просто выйдет из строя.

Решение задачи по разработке детекторов γ -излучения, обладающих широким диапазоном измерения мощностей доз, в России осуществлено ЗАО «СНИИП-РАДМЕД», которое разработало и выпускает аварийные блоки детектирования (БД) БДРГ-47Р [1-3], предназначенные для контроля мощности дозы γ -излучения в воздушном пространстве системы локализации аварии (СЛА) энергоблока, которые не только в полной мере соответствуют международным и российским требованиям к этому типу оборудования, но и превосходят зарубежные аналоги. Следует отметить, что без знания полной активности радиоактивных продуктов выброса и хотя бы средней энергии γ -излучения всей совокупности радионуклидов невозможно получить хоть какие-нибудь прогностические оценки дозовых нагрузок на персонал в условиях радиационной аварии и, тем более, давать какие-либо оценки состояния активной зоны реактора.

Выход из положения может быть найден на основе экспресс метода оценки средней энергии спектра γ -излучения радионуклидов. Будем полагать, что радиационный контроль помещений осуществляется блоками детектирования БД БДРГ- 47Р. Разместим в одном месте контролируемого помещения 4 детектора, боковая часть которых помещается в защитную оболочку из свинца (рис. 1), а со стороны падения ионизирующего излучения устанавливаются фильтры толщиной d : на один детектор из вольфрама W, на другой из свинца Pb, на третий из висмута Bi, четвёртый детектор остаётся без фильтра. Толщину каждого из фильтров d_i ($i = 1,2,3$). P_0 , P_i – мощности дозы γ -излучения, непосредственно определяемые детектором или вычисляемые методом М-К. Регистрируя мощность дозы P_i , на каждом из детекторов при различной толщине фильтров d_i из указанных материалов в соответствии с законом ослабления излучения получаем зависимости:

$$P_i = P_0 \exp(-\mu d_i), \quad (1)$$

где $\mu = \mu(E_\gamma)$ – коэффициент линейного ослабления γ -излучения;

E_γ – энергия γ -излучения.

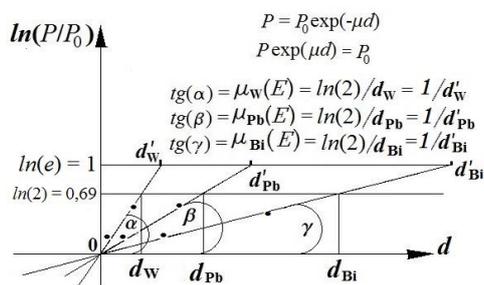


Рисунок 1 – К оценке средней энергии γ -излучения, определяемой по измерению толщины филь-ра d_i . Точки на прямых определены либо экспериментально, либо расчётным методом

Используя понятие слоя половинного ослабления ма-териала, т.е. толщины материала, при которой $P_i = P_0/2$, и, логарифмируя зависимости, определяемые формулой (1) при различных i , строим семейство прямых, приведённых на рис. 1. Заметим, что при $d_i = 0$ прямые всегда будут проходить через точку начала координат, поскольку в этом случае $P_i = P_0 \rightarrow P_i/P_0 = 1$, а $\ln(P_i/P_0) = 0$. Поэтому для построения семейства прямых достаточно всего лишь 1-2 точки, определяемых при различной толщине материала фильтра. При $d_i = 1/\mu_i$, для каждого из материалов все прямые пересекут константу $\ln(P_i/P_0) = \ln(e) = 1$, причём tg угла наклона каждой из прямых будет

непосредственно равен коэффициенту линейного ослабления материала фильтра, как это показано на рисунке 1. При $\ln(P_i/P_0) = \ln 2 \cdot tg$ угла наклона каждой из прямых равен $\ln 2/d_i$. Зная зависимости $\mu(E_\gamma)$ для каждого из материалов фильтра, определяемой таблицами [4], находят значение эффективной энергии γ -излучения, сравнивая найденное значение коэффициента линейного ослабления для соответствующего материала фильтра с энергетической зависимостью $\mu(E_\gamma)$, представленной таблицей. Табличное значение $\mu(E_\gamma)$, которое будет наиболее близким к найденному из графика или полученное путём линейной интерполяции, и определит искомую эффективную энергию γ -излучения, прошедшего через соответствующий фильтр. Аналогично находим значение спектра γ -излучения средней эффективной энергии $\varphi(E_i)$. Найденные значения φ_i , в конечном итоге, позволят найти среднюю энергию спектра радиоактивной примеси, выброшенной в помещение АЭС, при радиационной аварии по формуле:

$$\bar{E} = \frac{\sum_{i=1}^3 \varphi_i E_i}{\sum_{i=1}^3 \varphi_i} \quad (2)$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федорченко, С.Н. «Блок детектирования мощности дозы фотонного излучения для работы в условиях запроектной аварии на атомных станциях». «Блок детектирования для контроля мощности дозы фотонного излучения при авариях на АЭС». [Текст] / С.Н. Федорченко, С.В. Волков, А.С. Книжник // Сб. документов конференции г. Пенза 11-13 сентября 2002 г. изд-во ФГУП «НИИ физических измерений» 2002 г. Приборы и системы управления. Контроль. Диагностика. – №12. – 2002.
2. Бусаров, А.П. «Аппаратура для измерения мощности дозы фотонного излучения в воздухе гермообъема реактора типа ВВР-1000 при авариях и в послеварийный период». [Текст] / А.П. Бусаров, Г.П. Кириченко, С.И. Маслов, А.А. Сорока, С.П. Киянов, С.Н. Федорченко. // Сб. документов конференции «Аппаратура обеспечения ядерной и радиационной безопасности объектов Росатома». СНИИП 12-19 апреля 2007.
3. Машкович, В.П. Защита от ионизирующих излучений. Справочник. [Текст] / В.П. Машкович, А.В. Кудрявцева. – Москва : Энергоатомиздат, 1995. – 496 с.

Method for Express Estimation of the Average Energy of the γ -Radiation Spectrum of Radionuclides in Conditions of Radiation Accidents in Rooms Special Corps of NPP

A.P. Elokhin *, A.I. Ksenofontov *, Issa Alalem *, S.N. Fedorchenko **

*Natioanl research nuclear university «MEPhI», Moscow

**JSC SNIIP-RADMED (Closed Joint-Stock Company SNIIP-RADMED)

УДК: [504.5:628.4.047]:519.245

ПРИМЕНЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ХАРАКТЕРИСТИК γ -ИЗЛУЧЕНИЯ РАДИОАКТИВНОГО ОБЛАКА ПРИ ВЫБРОСАХ АЭС

А.И. Ксенофонов, А.П. Елохин, Е.А. Алалем

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва

Рассматривается применение интегрального и метода Монте-Карло в задачах радиационного мониторинга окружающей среды. В качестве таковых рассматриваются задачи оценки мощности дозы внешнего облучения, создаваемой инертными радиоактивными газами при их выбросе через венттрубу АЭС в условиях планового профилактического ремонта и радиационной аварии; оценка полной объёмной активности ИРГ в выбросе и другие характеристики, связанные с использованием γ -детекторов

автоматизированной системы контроля радиационной обстановки окружающей среды и беспилотных дозиметрических комплексов, используемых в рамках этой системы. С целью оценки корректности расчётов методом Монте-Карло проводится сравнение результаты расчётов указанным методом с аналогичными характеристиками, полученными интегральным методом, которое показало удовлетворительное согласие.

В работе [1] для определения функциональной зависимости объёмной активности радиоактивной примеси от координат $q(x, y, z)$ и метеопараметров атмосферы в рамках модели её приземного слоя [2, 3] проводился расчет метеорологических характеристик указанного слоя атмосферы (скорости приземного ветра

$u(z)$, коэффициента турбулентной диффузии $k(z)$ и энергии турбулентных пульсаций $b(z)$ как функций высоты z), основанных на показаниях метеодатчиков, измеряющих температуру и скорость приземного ветра на нескольких уровнях (высотах). Функциональные зависимости указанных метеорологических параметров усреднялись по высоте и в уравнении использовались их средние величины $\bar{b}, \bar{k}, \bar{u}$ как постоянные коэффициенты [4, 5].

При расчете мощности дозы внешнего облучения от объёмного источника – облака радиоактивной примеси следует уделять серьезное внимание уточнению распределений указанного функционала в области малых (промплощадка АЭС) расстояний от источника. Интерес к этой области расстояний обусловлен тем, что в ней наблюдается высокий градиент в распределении приземной концентрации радиоактивной примеси, в связи с чем нарушаются условия лучевого равновесия [4], что, в свою очередь, может привести к значительной погрешности при оценке величины мощности дозы. Наибольшее согласие расчетов наблюдается на расстояниях от 0,7 до ~ 10 км от источника, т.е. за зоной максимума приземной концентрации радиоактивной примеси. При расстояниях, меньших 0,7 км, не выполняется условие лучевого равновесия, а потому предпочтение следует отдать расчетам по методу Монте-Карло и интегральному методу. На рисунке 1 приведены результаты расчётов мощности дозы для неустойчивого состояния атмосферы интегральным методом (кривая 1) и ММК (кривая 2).

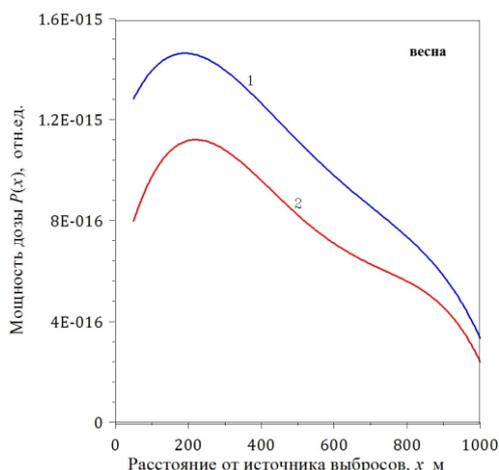


Рисунок 1 – Распределение мощности дозы $P(x)$ как функции расстояния x от источника (факела выбросов при гипотетической аварии) на оси следа для неустойчивого состояния атмосферы весна) при использовании интегрального метода, кривая (1) и метода Монте-Карло, кривая (2)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алалем, Е.А. Метеорологические характеристики района АЭС в Иордании. [Текст] / Е.А. Алалем, А.П. Елохин, А.И. Ксенофонтов, П.И. Федоров //Глобальная ядерная безопасность. – № 3 (24). – 2017. – С. 19-34
2. Лайхтман, Д.Л. Физика пограничного слоя атмосферы [Текст] / Д.Л. Лайхтман. – Ленинград : Гидромет. изд-во, 1970. – 340 с.

3. *Бобылева, М.М.* Расчет характеристик турбулентности в планетарном пограничном слое атмосферы. [Текст] / М.М. Бобылева // Труды Ленинградского Гидрометеорологического института. Вып. 40 (Некоторые вопросы физики пограничного слоя в атмосфере и море). – Ленинград. – 1970. – С. 64-73.
4. *Елохин, А.П.* Методы и средства систем радиационного контроля окружающей среды: монография [Текст] / А.П. Елохин // М-во образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ». – Москва : НИЯУ МИФИ, 2014. – 520 с.
5. By Alexander P. Elokhin and Iliia A. Starodubtcev. On the Ecological Situation at the Territories Adjacent to Chemical and Metallurgical Facilities. (Subtitle: Using Sensors and an Automated Control System to Monitor Environmental Conditions). *Environmantal Quality Management. (USA) 2017. Vol. 26. №2. P. 23-43.*

Application of Calculation Methods for Analysis of the Characteristics of γ -Radiation of a Radioactive Cloud During NPP Emissions

A.I. Ksenofontov, A.P. Elokhin, E.A. Alalem

Natioanl research nuclear university «MEPhI», Moscow

УДК 504.4.054

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНОГО ОБЪЕКТА В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ РОАЭС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ

Е.А. Абидова, О.И. Бейсуг, А.Е. Дембицкий, О.Ю. Пугачёва

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

Метод главных компонент был применен для анализа данных экологического мониторинга р. Дон. Метод позволил произвести оценку большого числа разнородных и быстро меняющихся параметров. Результаты указывают на возможность автоматической классификации состояния водного объекта на основании наблюдения его химических, биологических и физических параметров. Предложенная модель классификации может быть применена для обработки данных мониторинга водных экосистем, в том числе Цимлянского водохранилища и водоема-охладителя Ростовской АЭС.

Ключевые слова: метод главных компонент, спектр собственных значений, матрица счетов, матрица нагрузок, активность внеклеточных эстераз сестона, активность щелочной фосфатазы.

При определении экологического состояния дельты р. Дон учитывается достаточно большое количество гидрохимических характеристик, полученных в результате отбора и обработки проб. В настоящем исследовании рассматриваются параметры, такие как рН, растворённый кислород, соединения азота (аммонийного, нитритного, нитратного, общего, валового, органического, взвешенного), БПК₅, показатели активности внеклеточных эстераз (АЭ) и щелочной фосфатазы (АЩФ), температура[1].

Для оценки большого числа разнородных и быстро меняющихся параметров в различных областях деятельности (техническая диагностика, финансы)[2,3] используются алгоритмы классификации. В рамках настоящей работы данные получены в мониторинге поверхностных вод суши в определённые периоды времени. Для извлечения информации из этих данных целесообразна реализация одного из признакововых подходов – метода главных компонент[4].

Метод главных компонент позволяет произвести классификацию состояния объекта на определённые группы. В условиях решаемой задачи, когда классовые метки групп изначально неизвестны, используются модели частичной классификации[5].

Данные для анализа представлены в удобной форме для применения метода главных компонент: в виде прямоугольной матрицы X , строки которой (их принято называть

образцами) соответствуют времени и месту отбора проб, а столбцы (переменные) значениям параметров. Размерность матрицы $I \times J = 30, J = 13$ (рис. 1).

| Створ | АЩФ | АЭ | t C | pH | O2 | БПК5 | NH4 | NO2 | NO3 | N общ | N вал | N орг | N взв |
|------------------|-----------|-----------|-----|-----|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | мкмоль/лч | мкмоль/лч | | | мг/л | мг/л | мг/л | мг/л | мг/л | мг/л | мг/л | мг/л | мг/л |
| Выше г. Аксай | 0,562 | 4,25 | 25 | 8,1 | 7,9 | 1,67 | 0,003 | 0,003 | 0,012 | 0,562 | 1,03 | 0,544 | 0,463 |
| Водозабор Ростов | 0,314 | 2,68 | 25 | 8,3 | 6,6 | 1,63 | 0,038 | 0,007 | 0,168 | 0,531 | 0,96 | 0,318 | 0,425 |
| Ниже р.Темерник | 1,136 | 4,6 | 25 | 8,2 | 7,3 | 2,26 | 0,003 | 0,009 | 0,207 | 0,643 | 1,16 | 0,424 | 0,514 |
| ■■■ | | | | | | | | | | | | | |

Рисунок 1 – Вид исходных данных (фрагмент)

Возможно, часть данных является избыточной, не содержит нужной для классификации информации. Метод главных компонент позволяет понизить размерность, т.е. заменить исходную матрицу X двумя новыми T и P , размерность которой A , меньше числа столбцов исходной матрицы (число строк сохраняется):

$$X = TP^t + E = \sum_{a=1}^A t_a P_a^t + E(1)$$

T - матрица счетов, размерностью $I \times A$.

P - матрица нагрузок, размерностью $J \times A$.

E –матрица остатков, размерностью $I \times J$.

Если декомпозиция выполнена правильно, то матрица T несет в себе столько же информации, сколько ее было в начале, в матрице X . При этом матрица T меньше, и, стало быть, проще, чем X . Матрица счетов T дает проекции исходных образцов на подпространство главных компонент. Строки t_1, \dots, t_i матрицы T – это координаты образцов в новой системе координат. Счета несут информацию, полезную для понимания того, как устроены данные. На графике счетов каждый образец изображается в координатах (t_i, t_j) , чаще всего – (t_1, t_2) , обозначаемых PC1 и PC2. Близость двух точек означает их схожесть, т.е. положительную корреляцию. Точки, расположенные под прямым углом, являются некоррелированными, а расположенные диаметрально противоположно – имеют отрицательную корреляцию.

После разложения матрицы на T и P была получена матрица счетов. Первые два столбца этой матрицы (из тринадцати) соответствуют двум первым главным компонентам. Исходная матрица была спроецирована на первые главные компоненты. Результаты были представлены в виде тридцати точек на плоскости (рис. 2).

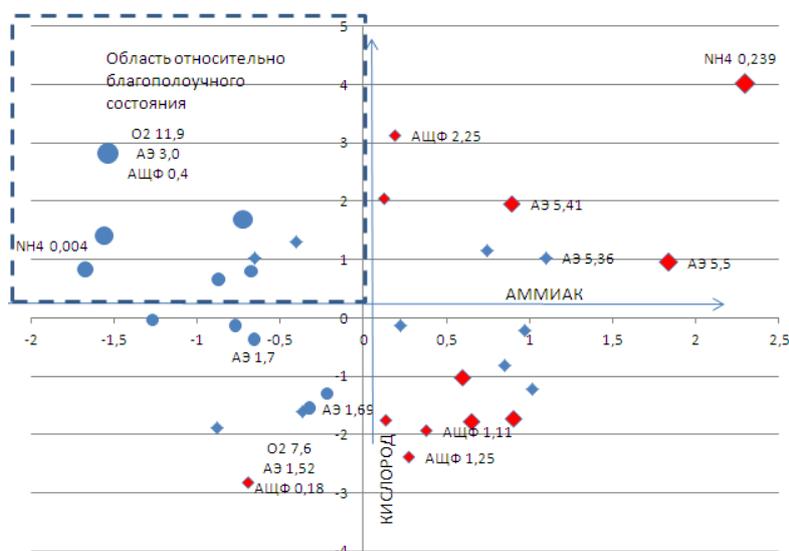


Рисунок 2– График счетов (PC1 – PC2)

Для интерпретации полученных результатов точки, соответствующие относительно высокой концентрации кислорода (более 8,5 мг/л) обозначены круглой формой, а с относительно низкой концентрацией кислорода ромбами (кислород соответствовал значениям ПДК согласно критериям загрязнённости поверхностных вод). Если точка соответствует относительно высокой концентрации аммиака (более 0,08 мг/л), она окрашена в красный цвет, иначе – в синий. Большая концентрация вещества обозначается большим размером. Согласно критериям загрязнённости поверхностных вод ПДК для рН – 6,5-8,5, растворённого кислорода – не менее 6.0 мг/л, азота аммонийного – 0,5 мг/л, азота нитритного – 0,08 мг/л, азота нитратного – 40,0 мг/л, БПК₅(O₂)– 2,0 мг/л. Характерно, что концентрация аммонийного азота возрастает по горизонтали вдоль первой главной компоненты РС1 вплоть до максимального значения данного параметра 0,293 мг/л, а концентрация кислорода в целом возрастает по вертикали вдоль второй главной компоненты РС2.

Легко видеть, что круглые точки (одиннадцать из тридцати) находятся в левой полуплоскости, а большинство красных в правой. Можно отметить, что экстремальные значения АЩФ и АЭ наблюдаются везде, кроме левой верхней четверти плоскости, в которой сосредоточены замеры с высоким содержанием кислорода и низким содержанием аммиака. Можно считать, что замеры в этой части плоскости соответствуют относительно (по сравнению с другими замерами) экологическому благополучию. С другой стороны замеры, отнесенные алгоритмом в правую плоскость характеризуют место и время, где и когда экологическая ситуация неблагоприятна.

В результате применения метода главных компонент в рамках нашего исследования удалось классифицировать результаты замеров по четырем параметрам – концентрация кислорода, аммонийного азота, АЩФ и АЭ, а также другим измеренным параметрам (рН, концентрация соединения азота (нитритного, нитратного, общего, валового, органического, взвешенного), температура).

Таким образом, метод главных компонент был применен для анализа данных экологического мониторинга р. Дон. Метод позволил произвести оценку большого числа разнородных и быстро меняющихся параметров. Результаты указывают на возможность автоматической классификации состояния водного объекта на основании наблюдения его химических, биологических и физических параметров. Предложенная модель классификации может быть применена для обработки данных мониторинга водных экосистем, в том числе Цимлянского водохранилища и водоема-охладителя Ростовской АЭС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бейсуг, О.И.* Биоиндикация экологического состояния водных экосистем территории воздействия Ростовской АЭС с использованием ферментативных показателей [Текст] / О.И. Бейсуг // Глобальная ядерная безопасность. – 2013. – № 1 (6). С. 29-32.
2. *Галиаскаров, М.Р.* Сравнительный анализ характеристик мониторинга технологического процесса с использованием линейного и нелинейного метода главных компонент [Текст] / М.Р. Галиаскаров, И.В. Рудакова, Л.А. Русинов // Известия СПбТИ(ТУ). – 2013. – № 2 (48). – С. 106-110
3. *Захарова, А.А.* Информационная система управления риском банкротства предприятия [Текст] / А.А. Захарова. – Юргинский технологический институт. Томск: Изд-во Томского политехнического университета. – 2013.
4. *Померанцев, А.* Метод главных компонент (PCA) [Электронный ресурс] / А. Померанцев // Российское хемометрическое общество. – URL: <http://rco.chemometrics.ru/Tutorials/pca.htm> (дата обращения: 23.12. 2013).
5. Pfahringer B. A semi-supervised spam mail detector. ECML-PKDD Discovery Challenge Workshop, 2006. URL: <http://www.ecmlpkdd2006.org/pfahringer.pdf>.

Assessment of the Ecological State of the Water Body in the Area of the Rostov NPP Using the Principal Components Method

Е.А. Abidova, О.И. Bejsug, А.Е. Dembickij, О.Ю. Pugachyova

Abstract – the principal component method was used to analyze the environmental monitoring data of the Don river. The method made it possible to estimate a large number of heterogeneous and rapidly changing parameters. The results indicate the possibility of automatic classification of the state of the water body on the basis of observation of its chemical, biological and physical parameters. The proposed classification model can be applied to the processing of monitoring data of various ecosystems, including Tsimsyansk reservoir and water-cooler of Rostov NPP.

Keywords: the method of principal components, the spectrum of eigenvalues, a matrix of accounts, the matrix of loadings, the activity of extracellular esterases, alkaline phosphatase of zeston.

УДК 621.311.24:621.039

ВОДОПОДГОТОВКА И БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАТЭС

В.А. Болдаков, О.А. Ожерельев, А.О. Ушаков, Н.А. Болтовская

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, Северск

Студенты специальности 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики» СТИ НИЯУ МИФИ совместно с учащимися атом-класса топливной компании Росатома «ТВЭЛ» проводят исследования по тематике «Водоподготовка и безопасность эксплуатации ПАТЭС». Целью исследований является изучение процессов водоподготовки для ПАТЭС и пропаганда передовых технологий электроэнергетического дивизиона ГК Росатом. В докладе представлены как лабораторные исследования процессов водоподготовки, так и вопросы эксплуатации ядерных установок ПАТЭС и экологической безопасности.

Ключевые слова: ПАТЭС, водоподготовка, мембранные технологии, безопасность эксплуатации, экологическая безопасность реактора КЛТ-40С.

Актуальность ввода в эксплуатацию ПАТЭС обусловлена сложностью доставки тепла и электроэнергии в отдалённые населённые пункты, связанной с обширностью территорий и многообразием климатических зон Российской Федерации. Кроме того ПАТЭС «Академик Ломоносов» призвана решить ряд проблем, связанных с ограниченностью запасов питьевой воды на планете и особенностями процессов водоподготовки для технологических целей. [1-2].

Основной целью представленной работы является изучение процессов водоподготовки для ПАТЭС и пропаганда передовых технологий электроэнергетического дивизиона ГК Росатом. Двумя главными задачами стали отслеживание актуальной информации о технических возможностях, вводе в эксплуатацию ПАТЭС и знакомство с компетенциями ГК Росатом по водоподготовке.

В связи с особенностями эксплуатации ПАТЭС «Академик Ломоносов» и экологической обстановкой в северных регионах РФ крайне остро поставлен вопрос о безопасности использования ПАТЭС для окружающей среды, что обуславливает необходимость мониторинга информации об использовании ПАТЭС без заметного вреда для неё.

Для функционирования энергоблока «Академик Ломоносов» необходимо проведение комплексного многостадийного процесса водоподготовки, включающего следующие этапы:

- 1) коагуляцию коллоидных частиц;
- 2) очистку воды от грубодисперсных примесей на механических фильтрах;
- 3) ионообменное обессоливание воды;
- 4) удаление растворённого в воде углекислого газа в декарбонизаторах;

5) деаэрацию.

В докладе представлены как лабораторные исследования процессов водоподготовки с модельными растворами, так и вопросы эксплуатации ядерных установок КЛТ-40С и экологической безопасности данных реакторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный отчет ГК Росатом за 2016 г.
2. Официальный отчет АО «Концерн Росэнергоатом» за 2016 г.

Water Treatment and Exploitation Safety of PATES

V.A. Boldakov, O.A. Ozhereliev, A.O. Ushakov, N.A. Boltovskaya

*Seversk Technological Institute NRNU MEPHI, sEVERSK
ValentineAndrBol@Sibmail.com*

Abstract – 18.05.02 Chemical technology of modern energetic materials students and pupils of Rosatom fuel company TVEL atom-class are taking a part in research of water treatment and exploitation safety of PATES. The goal of research is learning about water treatment for PATES and propaganda of Rosatom electro-energetic division innovative technologies. Report contains both laboratory researches of water treatment operations and problems of PATES nuclear reactors exploitation and ecological safety.

Keywords: PATES, water treatment, membrane technologies, exploitation safety, ecological safety of KLT-40C nuclear reactor.

УДК 532.543

О ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ РАЗМЕРАМИ ЗОНЫ ПОНИЖЕННЫХ СКОРОСТЕЙ НАД БРЫЗГАЛЬНЫМИ БАССЕЙНАМИ

И.Н. Веселова *, Г.В. Домрина **, О.Л. Кольченко *

* *Волгодонский инженерно-технический институт - филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.,*
** *НИМИ ФГБОУ ВО ДГАУ*

В работе представлены результаты гидроаэродинамических исследований влияния вертикального размера решеточного сопротивления на кинематическую структуру потока, трансформированного с целью снижения сноса распыленной воды за пределы брызгального бассейна.

Ключевые слова: брызгальные бассейны, аэродинамические сопротивления, кинематическая структура потока, местная скорость.

В процессе эксплуатации брызгальных бассейнов одной из проблем являются непроизводительные потери воды, связанные со сносом ветром мелких капель за пределы бассейна, что, в частности приводит к переувлажнению и даже заболачиванию территории.

Для решения этой проблемы в качестве одного из способов рекомендуется устраивать по всему периметру бассейнов лесонасаждения [1], что входит в противоречие с требованиями по безопасности АЭС.

Данную проблему предлагается решать путем формирования над брызгальным бассейном зоны пониженных скоростей воздушного потока, используя вместо лесонасаждений аэродинамические сопротивления, представляющие собой частично проницаемые решетки, состоящие из вертикальных рабочих элементов.

В данном исследовании был применен метод гидроаэродинамического моделирования, основанного на подобии режимов протекания потоков жидкости и газа в подобных геометрических условиях. Подобные задачи решались для условий напорных потоков [2] с помощью решеток с переменным по сечению гидравлическим сопротивлением. Так как величина коэффициента гидравлического сопротивления не зависит от вязкости среды [3], это позволяет данные, полученные для водного потока переносить на воздушную модель, соблюдая условия моделирования.

Опыты, позволяющие изучить влияние высоты решеточного сопротивления на гидравлические характеристики потока, проводились в стеклянном гидравлическом лотке шириной 0,115 м и длиной 8 м. На дно лотка вертикально устанавливалась решетка, составленная из продольных элементов толщиной 0,01 м, ширина элементов 0,016 м, расстояние между элементами 0,008 м. Местные скорости измерялись с помощью автоматизированной системы, в качестве датчика скорости использовалась микровертушка с ротором диаметром 0,008 м.

Одним из геометрических параметров, определяющим размеры зоны пониженных скоростей является высота решетки. Была проведена серия опытов, в которых изучалось влияние высоты решетки на скоростную структуру трансформированного потока. Высота решетки изменялась от $h_{реш} = 0,05$ м до 0,15 м, что составляет более $0,5H$, где H - глубина потока.

На рисунке 1 представлены результаты измерения вертикальных скоростных эпюр за решеткой при изменении высоты решетки от $h_{реш} = 0,19H$ (5 см) до $h_{реш} = 0,52H$ (15 см) на расстоянии $l = 1$ м от нее по длине потока, что составляет $0,34H$.

Проведенные предварительные исследования показали, что максимальная трансформация потока наблюдается на расстоянии $l = 0,8H - 1,7H$, а на расстоянии от решетки $l = 0,34H$ уже происходит частичное восстановление скоростной структуры потока.

Как видно из рисунка, по мере увеличения высоты решетки увеличивается высота зоны пониженных скоростей за ней, и возрастают скорости в верхней части потока.

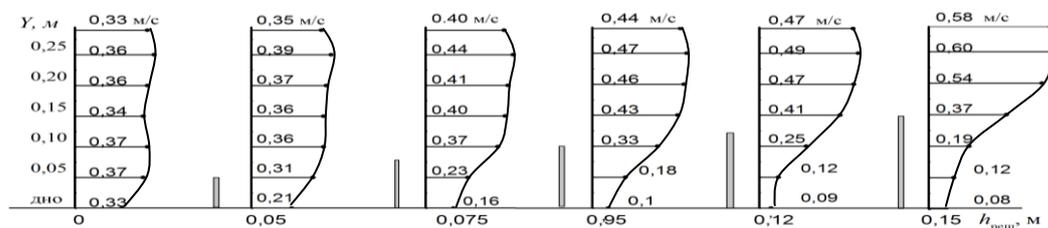


Рисунок 1 – Влияние высоты решетки на эпюры местных скоростей за решеткой. Скорость потока 0,3 м/с, глубина потока 0,29 м, расстояние от решетки 1 м.

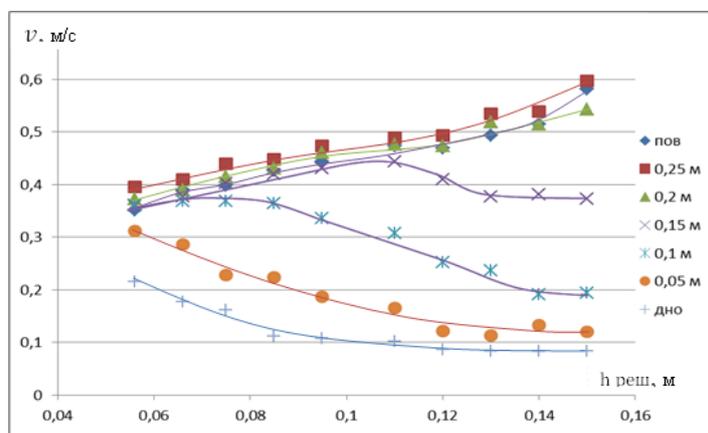


Рисунок 2 – Влияние высоты решетки на местные скорости на различных расстояниях от дна. Скорость потока 0,3 м/с

Как видно из рисунков, снижение скоростей за решеткой сохраняется на значительном расстоянии от решетки, донные и придонные скорости снижены в 1,5-4,1 раза.

Скорости в нижней части потока минимальны во всем диапазоне изменения высоты решетки, наиболее устойчивое снижение наблюдается при высоте решетки более 0,1 м.

Даже в случае максимальной высоты решетки, несмотря на высокий градиент скоростей на уровне верхней кромки решетки, восстановление скоростной эпюры происходит послойно, замедляясь от верхних слоев к нижним.

Из этого следует, что изменяя высоту решетки, можно управлять размером зоны пониженных скоростей как по вертикали, так и по направлению потока.

Приведенные результаты опытов подтвердили возможность создания зоны пониженных скоростей над брызгальным бассейном с помощью решеток, что позволит снизить потери воды от сноса ветром.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончаров, В.В. Брызгальные водоохладители ТЭС и АЭС [Текст] / В.В. Гончаров – Ленинград : Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1989. – 140 с.
2. Идельчик, И.Е. Аэрогидродинамика технологических аппаратов [Текст]/ И.Е.Идельчик – Москва : Машиностроение, 1983. – 349 с.
3. Смыслов, В.В. Гидравлика и аэродинамика: учебник для вузов. [Текст] / В.В. Смыслов. – Киев: Вища школа, 1979. – 336 с.

The Possibility Controlling the Size of the Low-Speed Zone Over the Splash Pools

I.N. Veselova^{*,1}, G.V. Domrina^{**,2}, O.L. Kolchenko^{*}

** Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI», Volgodonsk, Rostov region*

***Novocherkassk reclamation engineering Institute University of Agriculture Don State « NIMI», Novocherkassk, Rostov region*

¹inveselova@mail.ru

²domrina@yandex.ru

Abstract – The paper presents the results of hydroaerodynamic studies of the effect of the vertical size of the lattice resistance on the kinematic structure of the flow, transformed to reduce the drift of the sprayed water outside the splash pool.

Keywords: sprinkling pool, aerodynamic drag, kinematic flo structure, local velocity.

УДК 621.039

СРАВНЕНИЕ ЗАТРАТ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРОВОДИМЫЕ НА АЭС

П.А. Гунин

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

В работе сравниваются затраты Ростовской, Нововоронежской, Балаковской и Смоленской АЭС на мероприятия по защите окружающей среды, платы за негативное воздействие. Также оцениваются мероприятия по экологической политике перечисленных атомных станций.

Ключевые слова: мероприятия по защите окружающей среды, затраты, уровень воздействия АЭС, экологические мероприятия.

При эксплуатации АЭС и любых технических объектов в окружающую среду поступают вещества, при повышении определенного порога концентрации или количества поступления в окружающей природе могут наблюдаться негативные явления. Загрязнители имеют свойства накапливаться и передаваться по трофической цепи, это может сказаться на качестве продуктов питания, промысловых ресурсов рыбы, качестве сельхоз продукции. Здесь возникает вопрос об уровне экологической нагрузке технических объектов, в частности АЭС на окружающую среду, превышают ли нормы поступления загрязнителей, а также проводимых мероприятий по снижению негативного влияния на природную среду.

Особенность АЭС состоит в том, что помимо негативного химического, биологического воздействия присуще и радиационное воздействие. Многочисленные отчеты, оценки воздействия на окружающую среду как службами самих АЭС так и сторонними организациями показывают, что при безопасной и нормативной эксплуатации АЭС уровень радиационного воздействия составляет сотые доли от предельно-допустимых нормативных значений. Поэтому в данной работе будут рассматриваться те проблемные места при эксплуатации АЭС не радиационного характера а также затраты на проведения экологических мероприятий, затраты на негативное воздействие, эксплуатационные затраты и инвестиции на Ростовской, Нововоронежской, Балаковской, Смоленской АЭС. Данные взяты из отчетов по экологической безопасности соответствующих АЭС за 2016гг.

Затраты на охрану окружающей среды по Ростовской АЭС приведем на рисунке 1. Для сравнения приведем значения аналогичных затрат на других АЭС в таблице 1. [1,2,3,4]

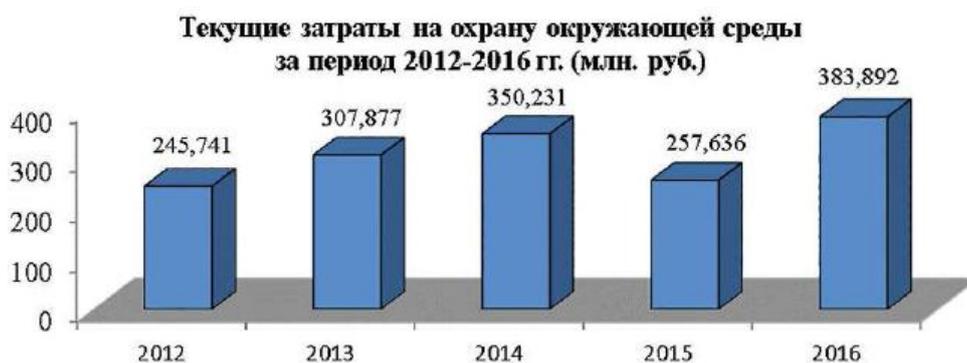


Рисунок 1 – Затраты на охрану ОС Ростовской АЭС за 2012–2016 гг.

Таблица 1 – Сравнение затрат на мероприятия и охрану ОС различных АЭС в 2016 г.

| Станция | НвАЭС | БалАЭС | СмолАЭС | РоАЭС |
|--|-------|--------|---------|-------|
| Текущий и кап. ремонт сооружений природоохранного назначения, млн. руб | 14,6 | 524,8 | 144,0 | 383,9 |
| Инвестиции в ОФ, на охрану ОС, млн. руб | 475,8 | - | 95,8 | 431,2 |
| Текущие и эксплуатационные затраты, млн. руб | 310,7 | 41,26 | 6,95 | н/д |
| Экологические мероприятия, млн. руб | 131,3 | 13,6 | 111,2 | 85,7 |
| Плата за негативное воздействие на ОС, тыс. руб | 3031 | 830 | 9976 | 1498 |
| Всего | 935,4 | 566,9 | 367,8 | 902,3 |

Экологические мероприятия на АЭС были следующего характера: Нововоронежская АЭС: обеспечение радиационной безопасности ОС – 127,4 млн. руб; обращение с отходами – 2,7 млн. руб; сбор и очистка сточных вод – 1,2 млн. руб; Ростовская АЭС: возмещение ущерба рыбному хозяйству, выпуск молоди рыб – 22,7 млн. руб; мониторинг – 63 млн. руб; Смоленская АЭС: модернизация очистных сооружений биологической очистки – 70,6 млн. руб; Балаковская АЭС: разработка проекта нормативов допустимых выбросов – 764,6 тыс.

руб.; экологический мониторинг – 507,4 тыс. руб.; разработка проекта нормативов образования отходов – 625,4 тыс. руб.

Основные проблемы экологического характера АЭС: цветение воды в водоемах-охладителях от сюда дисбаланс экосистемы водоемов-охладителей и необходимость зарыбления таких водоемов, температурное загрязнение водоемов-охладителей, также наблюдается небольшое превышение сульфатов, хлоридов, ионов меди и ионов железа в водоемах-охладителях Ростовской и Балаковской АЭС. При сбросе сточных вод в водоемы-охладители необходимо постройка сооружений по очистке сточных и ливневых вод и эксплуатация данных сооружений, в графах затрат в табл.1 можно видеть, что затраты на возведение очистных сооружений и затраты на них составляют весьма внушительную сумму.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ростовская АЭС. Отчет по экологической безопасности за 2016 год. [Электронный ресурс] / URL: http://www.rosenergoatom.ru/stations_projects/sayt-rostovskoy-aes/bezopasnost-i-ekologiya/ekologicheskaya-politika/ekologicheskie-otchety/ –
2. Нововоронежская АЭС. Отчет по экологической безопасности за 2016 год. [Электронный ресурс] / URL: http://www.rosenergoatom.ru/stations_projects/sayt-novovoronezhskoy-aes/bezopasnost-i-ekologiya/ekologicheskaya-politika-novovoronezhskoy-aes/ekologicheskie-otchety/ – 48 с.
3. Балаковская АЭС. Отчет по экологической безопасности за 2016 год. [Электронный ресурс] / URL: http://www.rosenergoatom.ru/safety_environment/vozdeystvie-na-okruzhayushchuyu-sredu/ekologicheskie-otchety-ao-kontsern-rosenergoatom
4. Смоленская АЭС. Отчет по экологической безопасности за 2016 год. [Электронный ресурс] / URL: http://www.rosenergoatom.ru/safety_environment/vozdeystvie-na-okruzhayushchuyu-sredu/ekologicheskie-otchety-ao-kontsern-rosenergoatom

Comparison of the Ecological Events Costs Held on the NPP

P.A. Gunin

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region
ecopavel@rambler.ru*

Abstract – The work compares the costs of Rostov, Novovoronezh, Balakovo and Smolensk NPPs for environmental protection measures, fees for negative impact. Measures are also being evaluated on the environmental policy of the listed nuclear power plants.

Keywords: environmental protection measures, costs, impact level, environmental measures.

УДК 51-73

ВОКСЕЛЬНЫЙ ФАНТОМ ЧЕЛОВЕКА С ИЗМЕНЯЕМОЙ ПОЗОЙ ДЛЯ ДЕТАЛЬНЫХ ДОЗОВЫХ РАСЧЁТОВ

Е.М. Колодин, М.П. Панин, И.А. Фролов

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва

Для целей корректной интерпретации показаний индивидуальных дозиметров необходимы модельные расчеты распределения доз по органам и тканям. Применение для этого воксельных фантомов ограничено фиксированной позой фантома. Нами разработана технология и ПО для изменения позы стандартного воксельного фантома МКРЗ. Трансформация фантома включает поворот отдельных конечностей как целого и деформацию суставных зон, обеспечивающую плавное сочленение повернутых фрагментов друг с другом.

Ключевые слова: радиационная безопасность, математическое моделирование, воксельные технологии, кривые Безье, воксельный фантом.

Для восстановления доз на жизненно важные органы персонала АЭС по известным показаниям индивидуальных дозиметров необходимы модельные расчёты. Модельные расчёты особенно важны при планировании устранения аварийных ситуаций. Для описания геометрии тела человека при расчетах методом Монте-Карло в настоящее время широко используются воксельные фантомы. Структура последних представляет собой трехмерную сетку с разрешением в единицы миллиметров. Международной комиссией по радиологической защите в 2009 г. опубликованы воксельные фантомы человека [1] в единственном положении тела (лёжа). Это ограничивает спектр решаемых с помощью таких фантомов задач.

В настоящей работе решена задача создания технологии и соответствующего программного обеспечения, позволяющего изменять позу стандартного воксельного фантома согласно требуемым условиям облучения.

Трансформация стандартного фантома предполагает изменение размеров сетки и содержимого части ячеек. Для этого выделяется набор ячеек, содержимое которых не является воздухом, т.е. принадлежит тканям и органам тела человека и разделяется на группы в зависимости от характера проводимых деформаций. Изменение позы осуществляется манипуляциями положения вокселей конечностей моделируемого человека относительно тела таким образом, чтобы они имитировали естественные сгибы и повороты. Сами конечности способны вращаться как целое, это предплечья, плечи, бедра и голени. Зоны суставов, такие как плечевые суставы, локти, тазобедренные суставы и колени испытывают объёмную деформацию.

Поворот определенной конечности сводится к изменению положения ее вокселей путем преобразования поворота вокруг оси, проходящей через её естественную точку сгиба. Как правило, повороты конечностей приводят к необходимости расширения воксельной сетки и увеличению общего размера фантома. Так, например, подъем вытянутых рук на 90° приводит к примерно трехкратному увеличению размеров сетки.

Для деформации суставных зон была применена технология деформации свободной формы, предложенная T.W. Sederberg и S.R. Parry [2]. В области деформации с помощью кривых Безье задается местная криволинейная система координат, примерно соответствующая анатомии сочленения и инвариантная к деформации суставной зоны. Инвариантность означает, что криволинейные координаты точек суставных зон не изменяются при деформациях. Для преобразований используется связь криволинейной системы координат с декартовой. Такой подход позволил смоделировать подъёмы и повороты рук в плечевых суставах, сгибание ног в тазобедренном суставе, а также сгибания в локтевых и коленных суставах. Моделирование трансформаций в суставных зонах не претендует на анатомическую точность, но для расчёта доз является удовлетворительным. На рисунке 1 приведен пример преобразованного женского фантома для задания сидячей позы с согнутыми руками.



Рисунок 1 – Трансформированный воксельный фантом в сидячей позе

В результате разработана технология и создано программное обеспечение, позволяющие задавать положение конечностей стандартного воксельного фантома в широком диапазоне поз, соответствующих рабочим операциям, выполняемым персоналом АЭС. Программное обеспечение снабжено графическим пользовательским интерфейсом и содержит модуль двумерной графической визуализации воксельной модели в произвольных сечениях по трем координатным плоскостям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ICRP, 2009. Adult reference computational phantoms. ICRP Publication 110. Ann. ICRP 39(2), 2009.
2. Sederberg T.W., Parry S.R. Free-form deformation of solid geometric models. — ACM SIGGRAPH'86 Computer graphics. Vol.20. № 4. 1986. P.151-160.

Voxel Human Phantom with Flexible Posture for the Calculation of the Detailed Dose

Е.М. Колodin, М.Р. Панin, I.A. Frolov

National Research Nuclear University «MEPhI» (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow

Abstract – For the purposes of correct interpretation of individual dosimeters, model calculations of dose distribution in organs and tissues are necessary. The application of voxel phantoms for these purposes is limited by the fixed position of a phantom. We have developed the technology and software to change the posture of the standard voxel ICRP phantom. Transformation of the phantom includes the rotation of individual limbs as a whole and deformation of the joint areas for a smooth articulation of rotated fragments with each other.

Keywords: radiation safety, math modeling, voxel technologies, Bezier curves, voxel phantom.

УДК [532.51 : 502.175] : 621.311.25

ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ТРЕХМЕРНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ПРОФИЛЕЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ГАЗОАЭРОЗОЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ АЭС

М. Мехди, М.П. Панин

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» Москва

Методами вычислительной гидродинамики исследована точность прогнозирования распространения выбросов АЭС с учетом зданий и сооружения. Проведено сравнение численных результатов с моделью Гаусса.

Ключевые слова: газоаэрозольные выбросы, вычислительная гидрогазодинамика, атмосферный пограничный слой, атмосферная диффузия.

Широко используемая и рекомендованная МАГАТЭ локальная модель распространения атмосферных выбросов АЭС основана на Гауссовом представлении распределения концентрации. Данная модель предполагает ровную, но шероховатую поверхность и неспособна учесть влияние отдельных зданий и сооружений, а также конкретные особенности рельефа местности на реальное распределение концентрации.

Для исследования величины эффектов, обусловленных сложными граничными условиями распространения выбросов АЭС, в настоящей работе было проведено моделирование рассеивания радионуклидов в воздушной среде приземного слоя методами

вычислительной гидродинамики (МВГ) с использованием пакета ANSYS FLUENT. В качестве примера была выбрана конкретная конфигурация зданий и сооружений Ростовской АЭС. При численном моделировании использовано стационарное уравнение турбулентной диффузии Навье-Стокса на трехмерной пространственной сетке (2,8 миллиона ячеек). размерами 1200 м x 800 м x 300 м. Пространственная сетка неравномерная: вблизи неоднородностей она более плотная (рис. 1).

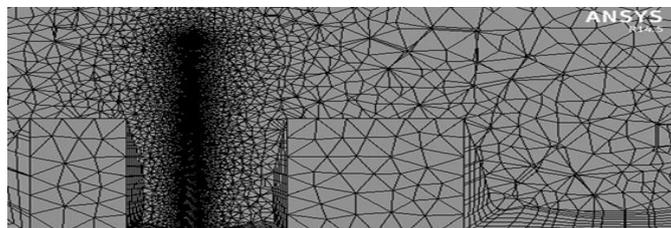


Рисунок 1 – Мелкая сетка между зданиями

Расчеты по CFD сравнивались с результатами по Гауссовой модели над плоской поверхностью и показали хорошую согласованность (рис. 2). При этом пространственная зависимость параметров Гауссового распределения бралась по моделям первого поколения Briggs и Doury [2].

При моделировании обтекания выбросом высоких зданий обнаружен эффект существенного увеличения концентрации с подветренной стороны здания (рис. 2) за счет создаваемой обтеканием здания турбулентности.

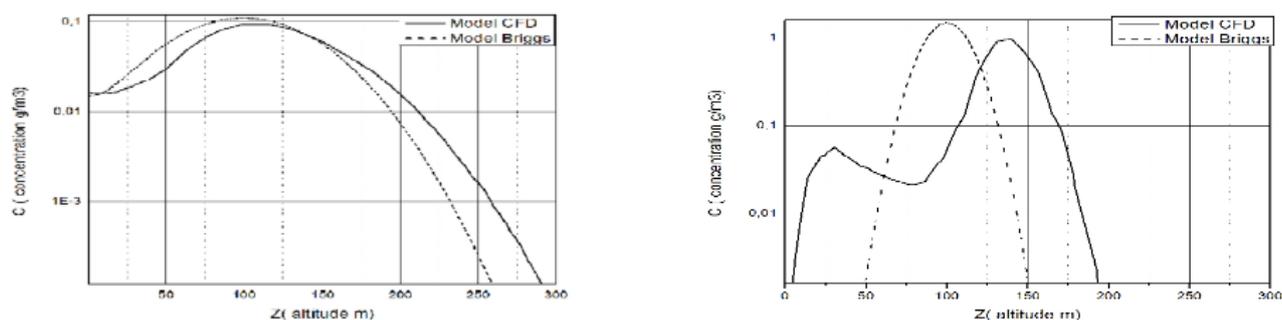


Рисунок 2 – Сравнение расчётов по CFD с Гауссовой моделью над ровной площадкой (слева), увеличение концентрации примеси с подветренной стороны здания (справа)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Blocken B. et al.*, Numerical evaluation of pollutant dispersion in the built environment : comparison between models and experiments. Journal of Wind engineering and industrial Aerodynamics. Volume 96, Issues 10–11, October–November 2008, Pages 1817-1831.
2. *Leroy.C. et al.*, A study of the atmospheric dispersion of an elevated release with plume rise in a rural environment: Comparison between field SF6 measurements and computations of Gaussian models (Briggs, Doury and ADMS 4.1). Conference Paper, September 2011. DOI: 10.2495/AIR110371 AIR POLLUTION 2011, Volume: 147.

Application of Computational Fluid Dynamics Methods to Calculation of Profiles of Concentration NPP Atmospheric Emission

M. Mehdi, M.P. Panin

National Research Nuclear University «MEPhI» Moscow

Abstract – The accuracy of predicting the flow and dispersion around buildings is investigated with computational fluid dynamics methods. The numerical results are compared with the Gauss model.

Keywords: Computational fluid dynamics, Atmospheric boundary layer, Dispersion; Stack.

РАСЧЕТ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ РАЙОНА РАЗМЕЩЕНИЯ БЕЛОЯРСКОЙ АЭС

М.Д. Носков, Н.Ю. Истомина, А.Д. Истомин, В.С. Бугрина

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, Северск

С помощью геоинформационного экспертно-моделирующего комплекса «АРИА» проведена оценка радиационной обстановки, обусловленной поступлением радионуклидов в приземный слой атмосферы при штатной эксплуатации Белоярской АЭС.

Ключевые слова: атомная электростанция, радионуклиды, радиационная обстановка, математическое моделирование, геоинформационная система

Основным направлением развития атомной энергетики, обеспечивающим замыкание ядерно-топливного цикла, является применение реакторов на быстрых нейтронах (РБН). Замыкание ядерно-топливного цикла позволяет снизить до минимума поступление жидких и твердых радиоактивных отходов в окружающую среду. Тем не менее, штатный режим работы РБН сопряжен с поступлением радионуклидов в приземный слой атмосферы [1]. Современные подходы к оценке влияния штатной эксплуатации РБН на радиационную обстановку района размещения предполагают моделирование процессов распространения радионуклидов в приземном слое атмосферы и формирования дозовых нагрузок населения. Результаты моделирования сопоставляются с пределами доз для населения и персонала [2]. В случае превышения критических значений возникает необходимость разработки рекомендаций по проведению мероприятий с целью снижения радиационного фона. Интеграция возможностей, предоставляемых геоинформационными, моделирующими и интеллектуальными информационными системами, позволяет получить наиболее точную и реалистичную картину радиационной обстановки и принимать адекватные решения по его поддержанию на естественном природном уровне.

В работе представлена оценка влияния штатной эксплуатации Белоярской АЭС (БАЭС) на радиационную обстановку района размещения, проведенная с помощью геоинформационного экспертно-моделирующего комплекса (ГИЭМК) «АРИА» [3, 4]. Расчет радиационной обстановки в районе размещения БАЭС проводился с привязкой к разработанной цифровой модели местности. Модель включает в себя физическую карту местности [5], потенциально-опасный объект – БАЭС, населенные пункты [6], контрольные точки, профили. Контрольные точки цифровой модели местности были заданы на расстоянии 500м от источника в направлениях на север, юг, запад и восток, а также в населенных пунктах Заречный, Простоквашино и Режик. Профили цифровой модели проведены в окрестности БАЭС в направлениях с севера на юг и с запада на восток с пересечением в точке расположения потенциально-опасного объекта, а также в населенных пунктах вдоль радиальных линий от БАЭС. При расчете радиационной обстановки учитывались данные о направлениях и скорости ветра Свердловской области [7]. Радионуклидный состав выбросов БАЭС в атмосферный воздух задан в соответствии с данными экологического отчета [1].

Результаты расчета радиационной обстановки, представлены изолиниями мощности эквивалентной дозы, обусловленной внешним путем воздействия радионуклидов, осевших на подстилающую поверхность (рис. 1), а также распределениями мощности эквивалентной дозы от радионуклидов на поверхности вдоль профилей: «Запад-Восток» и «Север-Юг» (рис. 2, а); «Заречный», «Режик» и «Простоквашино» (рис. 2, б). Максимальное значение мощности дозы от поверхности в точке пересечения профилей «Запад-Восток» и «Север-Юг» равно 5,5 10⁻¹⁵ Зв/с. На рисунке 2, б максимальное значение мощности эквивалентной дозы от поверхности наблюдается на графике профиля «Заречный» для точки наиболее

близко расположенной к источнику, и равное $1 \cdot 10^{-16}$ Зв/с. Для профиля «Режик» максимальное значение мощности эквивалентной дозы равно $0,75 \cdot 10^{-16}$ Зв/с, и для профиля «Простоквашино» - $0,31 \cdot 10^{-16}$ Зв/с. Сравнение результатов расчетов с данными АСКРО [10] показывает, что радиационный фон, обусловленный радионуклидами, осевшими на поверхность, много меньше естественного радиационного фона в районе размещения БАЭС.

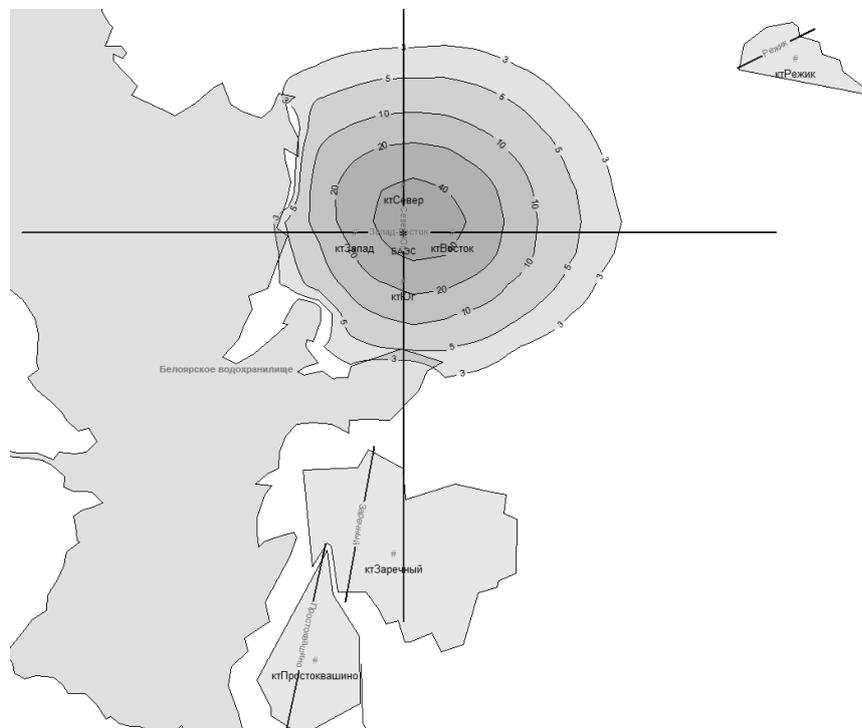


Рисунок 1 – Изолинии мощности эквивалентной дозы, обусловленной радионуклидами, осевшими на поверхность. Уровни изолиний: 3; 5; 10; 20; 40 10^{-16} Зв/с

Результаты прогнозных расчетов радиационной обстановки, формирующейся в результате штатной эксплуатации БАЭС, полученные с помощью геоинформационного экспертно-моделирующего комплекса «АРИА», позволяют сделать вывод о незначительном влиянии БАЭС на экологическую обстановку района размещения. Оценка радиационной обстановки базировалась на расчете суммарной эквивалентной дозы, обусловленной радионуклидами на поверхности, в воздухе и ингаляцией радионуклидов.

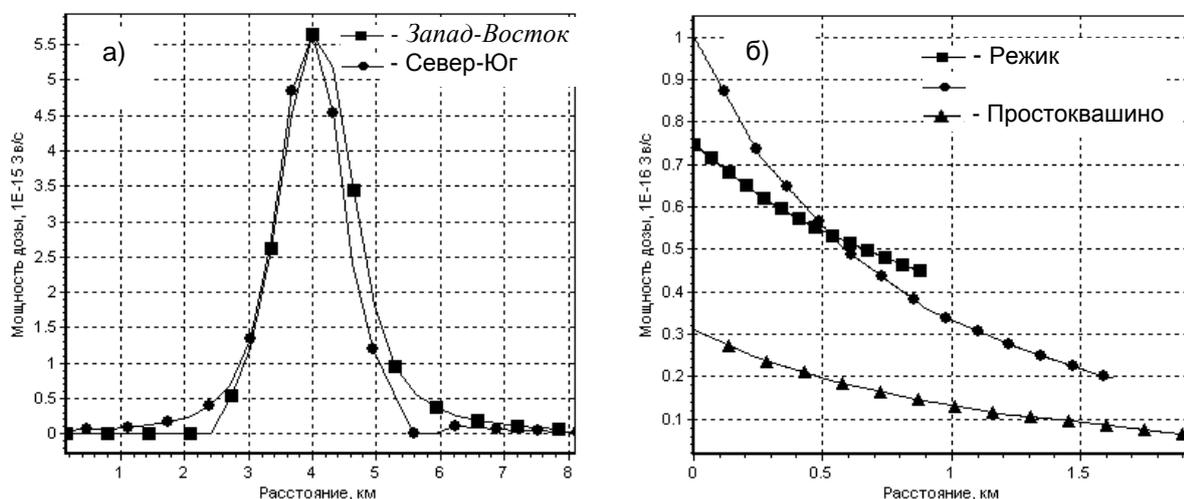


Рисунок 2 – Распределение мощности эквивалентной дозы, обусловленной радионуклидами, осевшими на поверхность, вдоль профиля

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчет по экологической безопасности за 2015 год [Электронный ресурс] / Официальный сайт БАЭС. – URL: http://www.rosatom.ru/resources/73437d0048c6fbcd093be7934e86c8e/eeco_report_2015_belayar.pdf (дата обращения: 14.08.2016)
2. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарные правила и нормативы. [Текст] / Москва : Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России. – 2009. – 234 с.
3. Носков, М.Д. Геоинформационный экспертно-моделирующий комплекс «АРИА» для оценки последствий выбросов радиоактивных веществ в атмосферу / М.Д. Носков, А.Д. Истомин, Н.Ю. Истомина, А.А. Чеглоков // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011613014 от 14.04.2011.
4. Истомина, Н.Ю. Информационное обеспечение поддержки принятия решений по минимизации последствий аварийного выброса радиоактивных веществ в атмосферу / Истомина Н.Ю., Носков М.Д., Истомин А.Д. // Экологические системы и приборы. – 2004. – № 6. – С. 5-8.
5. Карта Свердловской области [Электронный ресурс] / Российский портал международного сообщества OpenStreetMap. – URL: [http://openstreetmap.ru/#map=16/56.8417/61.3167&q=Свердловская область&qmap=](http://openstreetmap.ru/#map=16/56.8417/61.3167&q=Свердловская%20область&qmap=) / (дата обращения: 7.10.2017)
6. Предварительная оценка численности населения Свердловской области по муниципальным образованиям на 1 января 2017 года и в среднем за 2016 год [Электронный ресурс] / Официальный сайт Управления Федеральной службы государственной статистики Свердловской области и Курганской области. – URL: http://sverdl.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/sverdl/ru/statistics/sverdlStat/population/ / (дата обращения: 22.06.2017)
7. СНИП 2.01.01.82 Строительная климатология и геофизика [Текст] / Госстрой СССР. – Москва : Стройиздат, 1983. – 136 с.
8. Радиационная обстановка на предприятиях Росатома. Свердловская область (карта с датчиками АСКРО) [Электронный ресурс] / Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. – URL: <http://www.russianatom.ru/> P(дата обращения: 17.11.2017)

Estimation of Radiation Situation in the Area of the Belayarian NPP Location

N.Y. Istomina, A.D. Istomin, M.D. Noskov, V.S. Bugrina

Seversk Technological Institute NRNU «MEPhI», Seversk

Abstract – With the help of the geoinformation expert-modeling complex "ARIA", the effects of radionuclides emission into the atmosphere surface layer as a result of the Belayarsk NPP routine operation were assessed. Radiation situation analysis for the nuclear power plant location territory is presented.

Keywords: nuclear power plant, radionuclides, radiation situation, mathematical modeling, geoinformation system

Культура безопасности на объектах ядерной энергетики: социокультурный, экономический и информационный аспекты

УДК 621.039.74

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ И ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ПРИВЕРЖЕННОСТЬ КАК СОСТАВЛЯЮЩИЕ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Н.И. Лобковская

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

NILobkovskaya@mephi.ru

В работе проанализированы факторы и уровни формирования профессиональной и организационной приверженности как составляющие культуры безопасности специалистов стратегической атомной отрасли.

Ключевые слова: профессиональная приверженность, организационная приверженность, культура безопасности, уровни приверженности, факторы формирования приверженности.

Должное осуществление обязанностей, будучи важным элементом культуры безопасности, само по себе является недостаточным, если осуществляется механически. Чтобы обязанности исполнялись ответственно, с опорой на специальные знания и здравый смысл, необходимо формировать профессиональную приверженность как безусловную преданность принципам безопасности, важную для дальнейшего осмысления и принятия корпоративных правил поведения. Она становится одной из фундаментальных составляющих культуры безопасности и формируется на трех уровнях. На высшем – стратегическом – уровне приверженности определяются принципы и цели политики в области безопасности. В атомной отрасли, связанной с повышенными рисками, безопасность закрепляется на законодательном уровне и способствует формированию условий, в которых возможны максимально качественное выполнение сотрудником своих обязанностей, наиболее эффективный контроль и оценка деятельности. На среднем – корпоративном – уровне приверженности реализуется политика приоритета безопасности, предусматривающая четкое распределение ответственности, которая закрепляется в соответствующих официальных документах и положениях. Важной составляющей данного уровня является набор кадров, налаживание обратной связи с сотрудниками, формирование благоприятствующего приверженности психологического климата внутри коллектива, обеспечение возможности поддержания и своевременного повышения квалификации всем работникам атомной отрасли. На базовом – индивидуальном – уровне приверженности работников, служебное поведение которых является реакцией на рабочую атмосферу, созданную верхними уровнями, в конечном счете, и определяет безопасность производства. У руководителей и персонала на ранних этапах становления профессиональной деятельности должно вырабатываться нацеленное на безопасность мышление. Такая приверженность формирует внутреннюю позицию, защищающую от излишней уверенности в себе и чрезмерного довольствования достигнутыми результатами, потребность в качественном исполнении обязанностей даже в отсутствие контроля, персональную ответственность и корпоративную лояльность.[1]

В рамках отраслевого образовательного учреждения высшего образования можно выявить все три уровня приверженности, однако наиболее важным и вместе с тем доступным для формирования и изучения представляется базовый – индивидуальный. Говорить о

приверженности безопасности на индивидуальном уровне можно только при наличии внутренней потребности в безопасности и самоконтроля при выполнении любых видов деятельности. Такую внутреннюю потребность определяют ситуативно-личностные факторы мотивационно-коммуникативной составляющей организационной и профессиональной приверженности. Как и целеполагание, этот процесс порождения и оформления и структурирования новых идей рассматривается в мотивационно-коммуникативной компетенции в соотношении с действием. Развитие способности к целеполаганию культивирует организационную и профессиональную приверженность в качестве важнейшей составляющей процесса превращения человека из специалиста в субъект деятельности, связывая процесс профессионализации с все более сознательным выбором человеком целей собственной деятельности. Как и целеполагание, организационная и профессиональная приверженность является механизмом, который позволяет связывать результаты осмысления личностью своих ценностей, мотивов, профессиональных качеств с конкретными целями профессионального развития, являясь, таким образом, механизмом регулятивного компонента профессионального самосознания, выражающимся в готовности к действиям [2]. Действия, в свою очередь, должны выражаться в обеспечении безопасности в соответствии с концепцией культуры безопасности [3].

Помимо критического мышления и регламентированности приверженность безопасности на индивидуальном уровне включает в себя коммуникативность, которая в академической среде выражается в дискуссионной составляющей, упорядоченном конспектировании получаемой информации, способности к активной рефлексии в процессе обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руденко, В.А. Мотивационная составляющая личности в культуре безопасности [Текст] / В.А. Руденко, Н.П. Василенко // Глобальная ядерная безопасность. – 2014. – №2(11) – С. 140.
2. Лобковская, Н.И. Профессиональное целеполагание как составляющая культуры безопасности будущего специалиста-атомщика [Электронный ресурс] / Н.И. Лобковская, Ю.А. Евдошкина // Современное образование. – 2017. – № 1. – С. 32-38. – URL: http://e-notabene.ru/pp/article_22498.html (дата обращения: 01.03.2018).
3. Евдошкина, Ю.А. Практико-ориентированная технология формирования культуры безопасности выпускников, ориентированных на работу в атомной отрасли [Текст] / Ю.А. Евдошкина, В.А. Руденко // Глобальная ядерная безопасность. – 2017. – № 4 (25). – С. 122-129.

Professional and Organizational Commitment as Part of a Safety Culture

N.I. Lobkovskaya

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

Abstract – Factors and levels of formation of professional and organizational commitment as components of safety culture of specialists of strategic nuclear branch are analyzed in work.

Keywords: professional commitment, organizational commitment, safety culture, levels of commitment, factors of commitment formation.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ И РОССИЙСКОЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО В ВОПРОСЕ БОРЬБЫ С КОРРУПЦИЕЙ

И.В. Бушуев, М.В. Галда, М.В. Петров

Волгодонский филиал Ростовского юридического института МВД России, Волгодонск, Ростовская обл.

Проблема коррупции осложняет развитие страны в экономической, демографической и социальной сферах, по сему и противодействие ей имеет особую актуальность. В России коррупция не является новым историческим явлением, как и попытки борьбы с ней. В обществе сформировалось четкое представление о необходимости усиления мер борьбы с коррупцией и о предупреждении ее проявлений.

Больше других органов власти коррупции подвержена деятельность органов исполнительной власти, так как она осуществляет оперативное управление материально-техническими и финансовыми ресурсами [1].

Анализ коррупции как комплексного явления позволяет дать различные классификации коррупции. В энциклопедическом словаре дается определение коррупции от латинского слова «*corruptio*» – подкуп. Это общественно опасное явление в сфере политики или государственного управления, выражающееся в умышленном использовании лицами, осуществляющими функции представителей власти, а также находящимися на государственной службе своего служебного положения для противоправного получения имущественных и неимущественных благ и преимуществ в любой форме, а равно выражающееся в подкупе этих лиц [2]. В Федеральном законе «О противодействии коррупции» составляющем базис антикоррупционной политики, дается следующее определение коррупции: злоупотребление служебным положением, дача взятки, получение взятки, злоупотребление полномочиями, коммерческий подкуп либо иное незаконное использование физическим лицом своего должностного положения вопреки законным интересам общества и государства в целях получения выгоды в виде денег, ценностей, иного имущества или услуг имущественного характера, иных имущественных прав для себя или для третьих лиц либо незаконное предоставление такой выгоды указанному лицу другими физическими лицами.

В Уголовном кодексе Российской Федерации содержится ряд уголовно-правовых норм, которые не содержат термин «коррупция», однако имеют в виду это явление, обозначая его другими понятиями.

В строгом понимании «коррупция» – это получение взятки (ст. 290 УК РФ), дача взятки (ст. 291 УК РФ) и коммерческий подкуп (ст. 204 УК РФ). Действующий Уголовный кодекс РФ не содержит нормы о незаконном обогащении, состоящем в значительном увеличении активов, превышающем законные доходы, которое лицо не может обосновать. Ученые-теоретики поясняют, что включение в УК РФ такой нормы означало бы реализацию в российском праве концепции «презумпции виновности». При реализации данного подхода чиновник наказывается в уголовном порядке в том случае, если не смог обосновать свои доходы и расходы, в соответствии с установленным от государства содержанием. Такие его доходы, не подтвержденные им как законно полученные, могут быть конфискованы в уголовном порядке.

Примеров такой практики, более чем достаточно. Например, таким образом в 1992—1993 годах власти Италии в короткий срок нанесли удар по сложившемуся мафиозному союзу политиков и бизнесменов. Антикоррупционная кампания стала хрестоматийной и получила название «Чистые руки». Следствие допросило 3000 человек, среди них 251 члена парламента и 4 бывших премьер-министра. По итогам операции «Чистые руки» в Италии тюремные сроки получили более пятисот политиков, в том числе бывший премьер-министр.

Чтобы избежать обвинений, с государственной службы уволилось больше 80% всех чиновников Италии. Осужденные коррупционеры получили не только тюремные сроки: их имущество было конфисковано. В экспроприированных у мафиози домах размещали государственные учреждения: больницы, суды и полицейские участки. На бутылках с вином, которое было изготовлено из выращенного на конфискованных землях винограда, делали надпись: «Сделано на винограднике, отобранном у мафии». Деньги, изъятые у коррупционеров направили в социальную сферу и в сельское хозяйство. [4]. В начале 70-х Гонконг, одна из современных финансовых столиц мира, славился преступностью и взяточничеством среди государственных служащих. В 1974 году губернатор города провел реформу: упразднил антикоррупционную службу в составе МВД и учредил Независимую комиссию против коррупции, которую наделил правом проводить расследования, аресты и конфискацию имущества. Госслужащий обвинялся в коррупции уже в том случае, если его уровень жизни превышал официальную заработную плату. Доказывать свою невиновность он должен был в суде самостоятельно. Кроме того, комиссия заручилась поддержкой СМИ и общественности: журналистам дали право получать и оглашать любую информацию из личных дел чиновников, а для населения создали горячую линию для сообщений о случаях взяток. Это, по данным Transparency International, делает Гонконг менее коррумпированным по сравнению с Францией и Японией государством (18-е место из 167 стран). Сингапур, город-государство борется с взяточничеством с 1952 года: тогда появилось Бюро расследований коррупционных действий. Согласно акту о предотвращении коррупции, все государственные работники должны ежегодно декларировать свой доход. Доказательством взятки для суда является несоответствие доходов уплаченным налогам или приобретенному имуществу. Чиновникам запрещено получать любые подарки, должности, предложения должности и контрактов, а также освобождаться от налогов или дисциплинарных взысканий. Взяткой считается и обещание подобных благ. Кроме того, граждан Сингапура судят за любые коррупционные преступления – неважно, совершены они внутри или за пределами страны. Для того, чтобы коррупция не проникла в ряды Бюро, работники структуры сами обязаны декларировать доходы, которые на порядок выше средней зарплаты госслужащих. В рейтинге Transparency International Сингапур занимает 8-е место (из 167 стран) и входит в десятку стран с самыми низкими показателями по коррумпированности, опережая в борьбе с взяточничеством такие страны, как Канада, Великобритания, Германия, Австралия и США.

В современной России реализовать данный подход было бы крайне сложно, так как это потребует организации полного учета всех доходов должностных лиц и их близких. В качестве препятствия принятия подобной нормы в УК РФ можно назвать принцип презумпции невиновности, закрепленный в ч. 2 ст. 49 Конституции РФ. Криминализация в национальном законодательстве незаконного обогащения означала бы возложение на обвиняемого (подозреваемого) в преступлении бремени доказывания, что в силу ч. 2 ст. 49 Конституции РФ недопустимо.

На фронте борьбы с коррупцией законодательство располагает не только антикоррупционными нормами, внесенными в УК РФ. Примером может служить норма, предусмотренная статьей 19.28 Кодекса РФ об административных правонарушениях «Незаконное вознаграждение от имени юридического лица». Указанная норма входит в явное противоречие с нормой ст. 291 УК РФ. В частности деяния, которые в практике правоохранительных органов квалифицировались как дача взятки за неправомерные действия должностного лица и соответственно принятие взятки за совершение неправомерных (незаконных) действий квалифицировались как взятка независимо от размера вознаграждения за совершение таких действий. По-видимому, законодатель имел в виду вознаграждение, предоставляемое за совершение должностным лицом правомерных действий при условии, что такое вознаграждение не было предварительно оговорено. В противном случае такое вознаграждение следует рассматривать как взятку.

Гражданский кодекс РФ содержит статью 575 «Запрещение дарения». Часть первая ст. 575 ГК РФ гласит, что не допускается дарить подарки, за исключением «обычных»,

стоимость которых не превышает трех тысяч рублей от имени малолетних и недееспособных, а также работникам образовательных, медицинских организаций и лицам, замещающим государственные должности. Имеет место коллизия: гражданское законодательство разрешает подарки, на сумму менее 3000 рублей, а уголовное законодательство по сути рассматривает такой «подарок» как взятку, так как нижний предел суммы взятки не установлен. Возникает вопрос – следует ли на практике рассматривать три тысячи рублей как нижнюю границу, за пределами которой мы говорим уже не о подарке, а о взятке? Но в этом случае, следует определить это законодательно, например - указав в примечании к статье 290 УК РФ, что «подарок» стоимость которого меньше указанной суммы - предметом взятки не является. Первый шаг в этом направлении был сделан, когда была введена новая норма – ст. 290.2 УК РФ «Мелкое взяточничество», которая установила ответственность за получение взятки в размере, не превышающем десяти тысяч рублей. Следует сделать второй логичный шаг, установив, например, что мелкое взяточничество - это взятка на сумму свыше 3000 рублей, но не более 10000 рублей.

Все данные нормы имеют, несомненно, антикоррупционную направленность, но наличие даже самого подробного и полного антикоррупционного законодательства не является гарантией снижения уровня коррупции. Борьба с коррупцией должна носить системный характер, включающий правовые меры, среди которых уголовно-правовое законодательство - далеко не главная, хотя и необходимая часть.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Советский энциклопедический словарь [Текст] / Москва, 1986. – 635 с.
2. Четвериков, В.В. Административно-правовые меры противодействия коррупции в деятельности исполнительной власти [Электронный ресурс] / В.В. Четвериков // Право и политика. – URL: <http://www.nbpublish.com/lpmag/> (дата обращения: 30.03.2018)
3. Куракин, А.В. Административно-деликтологическая характеристика коррупции в системе государственной службы Российской Федерации [Текст] / Куракин А.В. // Административное и муниципальное право. – 2009. – № 1.
4. Андрианов, В.Д. Практика и методы борьбы с коррупцией в Италии [Электронный ресурс] / В.Д. Андрианов. – URL: <http://viperson.ru/articles/praktika-i-metody-borby-s-korrupsiyey-v-italii> (дата обращения: 13.03.2018)

International Experience and Russian Legislation in the Problem of Fight Against Corruption

I.V. Bushuev¹, M.V. Gulda², M.V. Petrov³

Volgodonsk branch of the Rostov Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Volgodonsk, Rostov region

¹*bushuev.igor.2017@mail.ru*

²*mikhail.galda@mail.ru*

³*petrovmaxim1980@yandex.ru*

УДК 343.352 : 351.74

ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ КОРРУПЦИИ В СИСТЕМЕ МВД РОССИИ

А.Н. Сетраков, Е.А. Довгань

Волгодонский филиал Ростовского юридического института МВД России, Волгодонск, Ростовская обл.

Осенью 2008 года совместными усилиями комитетом Государственной думы и администрацией президента РФ был разработан проект ФЗ «О противодействии коррупции». По итогам принятия, данный закон получил официальную оценку Правительства Российской Федерации

Федерации, существенными недостатками данного закона были установлены декларативный и противоречивый характер утвержденного нормативно – правового документа, повторение в содержании «антикоррупционных положений», которые были зафиксированы в ранее принятых законодательных документах.

На сегодняшний день в определенных структурах деятельности органов государственной власти проблема коррупции приобрела системный, а также всеобъемлющий характер. Коррупционность сотрудников в деятельности органов государственной власти не дает реализовывать права граждан в сфере образования, здравоохранения, имущественных отношений, а также коррупция является непосредственной угрозой национальной безопасности. По мимо всего этого, коррупция в деятельности органов государственной власти оказывает отрицательное влияние на развитии экономики, в том числе финансовой системы и всей инфраструктуры государства в целом. Коррупционность служащих в системе органов внутренних дел способствует развитию преступности, в том числе развитию очагов терроризма и экстремизма, из – за коррупции становятся затруднительными в основном все государственно – правовые реформы, которые на сегодняшний день проводятся в нашей стране. В связи см данными проблемами появляется необходимость в создании административно – правового механизма противодействия коррупции в органах внутренних дел.

В Российской Федерации давно созрела необходимость принятия базового правового документа, который координировал бы меры по борьбе с коррупцией. Согласно статистическим данным Генеральной прокуратуры с января по июнь 2016 года, в сфере коррупции было выявлено 21 359 преступлений [1]. Согласно данным статистики МВД России с января по сентябрь 2017 года было выявлено 18969 преступлений коррупционной направленности, из них 5 596 преступлений было совершено в крупном и особо крупном размерах, эта цифра на 13,6 % больше, чем в 2016 году [2].

Коррупционность государственное устройство не может противостоять ни экстремизму, ни терроризму, ни организованной и экономической преступности. На основании изложенного можно сделать вывод о том, что повышение эффективности административно – правовых и организационных средств противодействия коррупции в органах внутренних дел является на сегодняшний день довольно значительной проблемой.

Коррупция в органах внутренних дел не дает поступлению в экономику страны иностранных инвестиций, в связи с ней происходит отток национального капитала за рубеж, создает угрозу безопасности государства и правопорядку. Так как рост коррупции в органах внутренних дел постоянно увеличивается, появился целый ряд проблем в обеспечении правопорядка, кроме всего коррупционность сотрудников в органах внутренних дел снижает престиж государственного управления в стране, также и за рубежом.

Проанализировав опыт специальных исследований в области противодействия коррупции [3], можно выделить целый ряд правонарушений, которые создают благоприятные условия для возникновения коррупции в полицейской среде: 1. Вмешательство в деятельность различного вида государственных и негосударственных органов, при этом с использованием своего служебного положения; 2. Оказание беспочвенного предпочтения определенным юридическим и физическим лицам во время подготовки и принятия решений по различным вопросам, которые входят в компетенцию сотрудника органов внутренних дел; 3. Использование в личных или групповых интересах информации, полученной при выполнении своих служебных обязанностей; 4. Нарушение порядка принятия и рассмотрения каких – либо заявлений, жалоб, обращений от юридических и физических лиц; 5. Требование от юридических и физических лиц информации такого рода, которое не предусмотрено нормативно правовыми актами, а также законами; 6. Немотивированный отказ информации, предоставление которой предусмотрено федеральным законом, а также иными нормативно правовыми актами, в том числе передача неполной либо недостоверной информации или же затягивание ее передачи;

7. Незаконное создание различного рода препятствий физическим и юридическим лицам в реализации их прав и законных интересов.

Также возможно выделить ряд факторов, которые провоцируют коррупционные процессы в органах внутренних дел России, в том числе иных исполнительных органах, такие как: 1. Правовой нигилизм, а также циничное отношение к закону, которые сотрудники органов внутренних дел призваны блюсти [4]. 2. Назначение сотрудников на руководящие должности по принципу личных связей или за денежное вознаграждение. 3. Возможность использования служебного положения в корыстных целях. Качественное противодействие коррупции в органах внутренних дел, на наш взгляд возможно посредством осуществления следующих мер: 1. Антикоррупционное воспитание и образование; 2. Принятие специальных требований к лицам, претендующим на занятие определенных должностей в системе ОВД Российской Федерации; 3. Антикоррупционная экспертиза проектов правовых актов МВД России; 4. Поощрение сотрудников органов внутренних дел за безупречное исполнение своих полномочий, а также во время решения вопросов представления к государственным наградам, почетным званиям, а также иным знакам отличия; 5. Мониторинг отдельных видов коррупционных правонарушений; 6. Формирование процедуры независимой оценки, а также расследования фактов и материалов о коррупционных правонарушениях в случае конфликта сторон между компетентными органами; 7. Развитие института парламентского и общественного контроля за деятельностью органов внутренних дел, а также и на основе учета общественного мнения и оценки определенных материалов, которые имеются в распоряжении соответствующих общественных и парламентских комиссий.

Коррупция имеет место быть в самых различных сферах правоохранительной деятельности, в связи с этим и происходит развитие административно – правовых средств противодействия коррупции. Также коррупция может проявляться и при нарушении норм информационного, финансового и административного права. Таким образом именно административно – правовые средства первоочередно должны и могут ставить барьер на пути возникновения и развития коррупции в органах внутренних дел, а также и иных исполнительных органах государственной власти.

Коррупция в системе МВД России, а также иных исполнительных органах государственной власти имеет социальный характер и сложную структуру. Данный подход позволяет определить различные формы коррупции, в том числе разработать современные методы противодействия коррупции в системе МВД России. В связи с этим, коррупцию в органах внутренних дел можно рассматривать с политологической, экономической, а также правовой точки зрения. После рассмотрения проблемы зарождения и процветания коррупции в системе органов внутренних дел, мы можем предложить основные действия тактического характера, которые направлены на ослабление коррупционной угрозы в ОВД: 1. Внедрение в сознание сотрудников МВД России идеологии неукоснительного соблюдения законов; 2. Повышение эффективности кадровой политики МВД России, направленной на повышение уровня профессионализма сотрудников органов внутренних дел Российской Федерации; 3. Обеспечение честного назначения на руководящие должности в системе МВД России, а также достижение какого – либо уровня целесообразности с точки зрения интересов службы.

Таким образом, все вышеперечисленное взаимосвязано и лишь комплексное применение мер, ослабляющих разъедающее действие коррупции в системе МВД России, может в некоторой исправить ситуацию, которая ежедневно становится все более угрожающей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт Судебного департамента при Верховном Суде Российской Федерации. [Электронный ресурс] / URL: <http://www.cdep.ru/corruption>. – (дата обращения: 12.01.2018).
2. Официальный сайт Трансперенси Интернешнл Россия (TransparencyInternational). [Электронный ресурс] / URL: <http://transparency.org.ru/research/v-rossii>. – (дата обращения: 12.01.2018).

3. Сафронов, А.Д. Организационно-правовые аспекты предупреждения коррупции среди сотрудников органов внутренних дел [Текст] / А.Д. Сафронов. – Москва, 1993. – 18 с.
4. Железняк, Н.С. О слагаемых коррупции в органах внутренних дел / Н.С. Железняк // Оперативник (сыщик). – 2008. – № 2. – С. 51.

Counteraction of Corruption in the System of the Mia of Russia

A.N. Setrakov¹, E.A. Dovgan²

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»
¹aleksandr-maior@inbox.ru*

УДК 159.9:62

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА

В.М. Алюшин

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва

Обоснована важность осуществления контроля времени реакции (ВР) оператора управления опасным объектом непосредственно во время его профессиональной деятельности. Показана актуальность применения автоматизированных средств контроля. ВР. Анализируются возможности разработанных инструментальных программных средств (ИПС) для контроля ВР. Показана перспективность из применения при создании автоматизированных систем тестирования, а также оценки уровня приобретенных знаний и навыков.

Ключевые слова: время реакции, инструментальные программные средства, фоновый режим работы.

Одной из важных характеристик оператора управления опасным объектом является его ВР [1, 2]. Данная характеристика относится к интегральным показателям, характеризующим текущее функциональное и психоэмоциональное состояние человека. Применительно к проблеме обеспечения надежной безаварийной работы опасных объектов данная характеристика обуславливает своевременность реагирования оператора на возникающие события, требующие его незамедлительных действий. Для некоторых сфер экономики допустимые границы изменения ВР закреплены соответствующими отраслевыми нормативными документами. Наиболее показательным в этом плане является, например, скоростной пассажирский транспорт. Так, например, регламентируемое максимально допустимое ВР машиниста должно гарантировать, в ряде случаев, своевременное начало экстренного торможения скоростного поезда при появлении запретительных красных сигналов светофора.

Как привило, измерение ВР осуществляется перед началом профессиональной деятельности, либо при периодических медицинских осмотрах и психофизиологических обследованиях. Мониторинг за изменением величины данной характеристики непосредственно в процессе профессиональной деятельности достаточно затруднителен [3]. В некоторых случаях для определения ВР используются технические средства слежения за направлением взгляда [4, 5]. Создание средств контроля ВР в автоматизированном режиме в настоящее время является актуальной задачей.

Целью исследования является разработка ИПС, позволяющих осуществить измерение ВР непосредственно в процессе профессиональной деятельности оператора в полностью автоматизированном режиме.

Областями возможного использования таких средств являются компьютеризированные рабочие места операторов, пульта управления с микропроцессорным управлением, информационно-измерительные и управляющие пульта на основе планшетных компьютеров. ИПС ориентированы на работу в фоновом режиме одновременно с профессиональным программным обеспечением. Основными реализованными функциями таких инструментальных средств являются:

- выбор элементов используемого информационного интерфейса и органов управления для анализа временной динамики изменения их состояния;
- определение моментов времени, соответствующих заданным изменениям в выбранных элементах информационного интерфейса;
- определение моментов времени, соответствующих действиям оператора и изменениям в состоянии выбранных органов управления;
- определение точности выполнения оператором управляющих действий;
- накопление и анализ статистики.

На рисунке 1 представлен типичный вид фрагмента рабочего окна (1) компьютеризированного рабочего места оператора, иллюстрирующего возможности разработанных ИПС (2, 3, 4 – выбранные элементы используемого информационного интерфейса; 5, 6, 7 – выбранные органы управления).

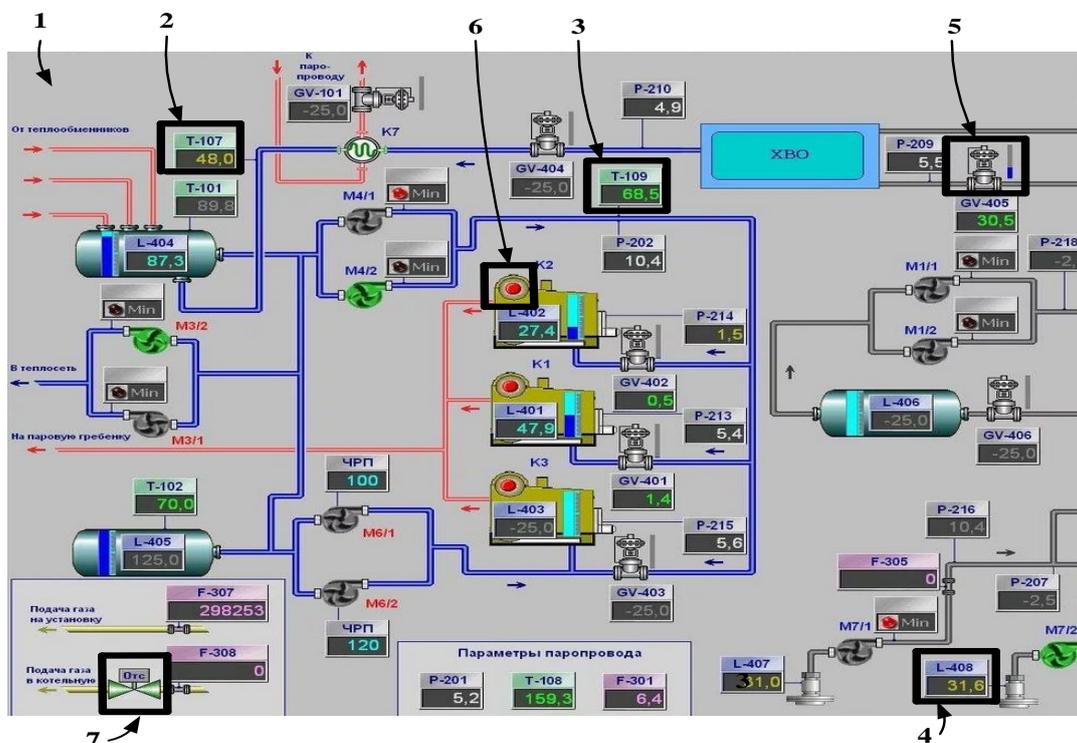


Рисунок 1 – Типичный вид рабочего окна

Выделение областей рабочего окна, содержащих контролируемые информационные элементы (2–4) и органы управления (5–7), осуществляется на этапе конфигурации ИПС. Размер (форма и площадь) контролируемых областей рабочего окна также задается на этом этапе. Разработанные ИПС дают возможность при выполнении оператором управляющих действий фиксировать не только соответствующие моменты времени, но также и точность их осуществления. Например, для органа управления 6 (кнопка) ИПС позволяют определить величину отклонения курсора мышки от центра этого органа в момент нажатия на клавиши мышки. Статистическая обработка данной информации, а также информации о ВР используется при оценке текущего функционального и психоэмоционального состояния оператора.

Представляется перспективным применение данных ИПС при создании автоматизированных средств тестирования персонала [6]. В этом случае разработанные ИПС

дают возможность при формировании результатов тестирования учитывать не только итоги выполнения тестовых заданий (ответы на тестовые вопросы), но и данные о затраченных временных ресурсах и о текущем психоэмоциональном состоянии тестируемого с привязкой к конкретным выполняемым разделам тестового задания.

Применение данных средств в учебном процессе при автоматизированной оценке уровня приобретенных знаний и навыков позволяет более объективно подойти к проблеме квалификационного отбора. В этом случае ИПС дают возможность учесть временную динамику решения тестовых задач.

Необходимо отметить, что автоматизированное определение ВР имеет большое значение для оценки текущего психоэмоционального состояния пациента при проведении медицинских обследований [7].

Проведенные лабораторные испытания разработанных ИПС подтвердили их универсальность и высокую надежность.

Таким образом, разработанные ИПС позволяют на новом технологическом уровне подойти к решению проблемы мониторинга за такой важной характеристикой, как ВР оператора управления опасным объектом. Их использование на практике дает возможность повысить объективность и достоверность психологического тестирования, а также эффективность учебного процесса.

* Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (РНФ) № 16-18-00069 «Снижение риска возникновения и уменьшение последствий катастроф техногенного происхождения за счет минимизации влияния человеческого фактора на надежность и безаварийность работы АЭС и других опасных объектов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алюшин, М.В.* Методика измерения времени реакции оператора управления [Текст] / М.В. Алюшин, В.М. Алюшин // Вопросы психологии. – 2015. – № 5. – С. 157-165
2. *Алюшин, М.В.* Экспериментальное исследование времени реакции человека в условиях действия акустических помех [Текст] / М.В. Алюшин, В.М. Алюшин // Вопросы психологии. – 2016. – № 1. – С. 163-168
3. *Алюшин, М.В.* Прямые и косвенные методы измерения времени реакции оператора управления АЭС [Текст] / М.В. Алюшин, А.М. Алюшин, М.Э. Аткина // Глобальная ядерная безопасность. – 2017. – №1. – С. 93-101
4. *Saez de Urabain I.R., Johnson M.H., Smith T.J.* GraFIX: a semiautomatic approach for parsing low- and high-quality eye-tracking data // Behavior Research Methods. 2015. V. 47. № 1. P. 53-72
5. *Salvucci D.D., Goldberg J.H.* Identifying fixations and saccades in eye-tracking protocols // Proceedings of the Eye Tracking Research and Applications Symposium: ETRA 2000. P. 71-78
6. *Алюшин, М.В.* Автоматизация психологических обследований сотрудников правоохранительных органов [Текст] / М.В. Алюшин, Л.В. Колобашкина, Г.В. Шутко, Е.Ш. Гибадулин // Вопросы психологии. – 2017. – № 3. – С. 92-101
7. *Алюшин, М.В.* Ядерная медицина: мониторинг психоэмоционального состояния пациента [Текст] / М.В. Алюшин, А.И. Жаворонко, Л.В. Колобашкина, Е.В. Скачков // Вопросы психологии. – 2017. – №2. – С. 134-140.

Instrumental Software Tools for Measuring the Reaction Time of a Person

V.M. Alyushin

*National Research Nuclear University «MEPhI», Moscow
VMalyushin@mephi.ru*

Abstract – The importance of monitoring the reaction time (RT) of the dangerous object managing operator directly during his professional activity is substantiated. The relevance of the use of RT automated controls is shown. The capabilities of the developed instrumental software tools for RT control are analyzed. The perspectivity of the instrumental software tools application is shown when creating automated testing systems, as well as assessing the level of acquired knowledge and skills.

Keywords: reaction time, instrument software, background mode of operation.

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ БИОМЫШКИ В МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОМ РЕЖИМЕ

М.В. Алюшин, Л.В. Колобашкина

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва

Показана актуальность применения современных цифровых информационных технологий для создания встраиваемых систем мониторинга за текущим функциональным и психоэмоциональным состоянием оператора управления опасным объектом. Анализируется эффективность применения компьютерной биомышки, работающей в многофункциональном режиме. Показана возможность применения биомышки непосредственно в процессе профессиональной деятельности. Обоснована необходимость использования для этой цели специализированного программного обеспечения, работающего в фоновом режиме. Экспериментально определены условия для корректного анализа текущего состояния оператора.

Ключевые слова: мониторинг состояния оператора, биомышка, многофункциональный режим работы.

Осуществление непрерывного мониторинга текущего функционального и психоэмоционального состояния операторов управления опасными объектами является в настоящее время актуальной научной и важной практической задачами [1]. Их актуальность обусловлена, в первую очередь, необходимостью создания и внедрения новых эффективных средств управления человеческим фактором с целью минимизации возможности возникновения аварий и катастроф техногенного происхождения. Основой для создания таких средств мониторинга являются современные цифровые информационные технологии, дающие возможность регистрировать биопараметры человека в оптическом и акустическом спектрах [2, 3]. Данные технологии позволяют, как правило, дистанционно осуществить измерение наиболее информативных биопараметров человека, анализ которых дает возможность достоверно оценить его текущее функциональное и психоэмоциональное состояние [4, 5]. Применение таких технологий на практике позволяет на новом методическом уровне подойти к планированию, организации и проведению учебных и учебно-тренировочных занятий, включая оценку приобретенных профессиональных навыков и компетенций [6, 7].

Наиболее перспективными технологическими решениями с точки зрения удобства их практического применения следует считать встраиваемые системы мониторинга. Компьютерная биомышка является одним из представителей данного класса устройств. Данное устройство интегрирует в конструктиве стандартной компьютерной мышки встраиваемую систему регистрации биопараметров человека. Наиболее распространенной в настоящее время является биомышка, позволяющая регистрировать фотоплетизмограмму (ФПГ), которая характеризует в первую очередь, работу сердечно-сосудистой системы человека. Компьютерная обработка получаемых данных позволяет осуществить анализ variability сердечного ритма человека, а также оценить текущее состояние человека и тенденции его изменения. Измерение биопараметров с помощью биомышки, как правило, осуществляется при спокойном, нерабочем состоянии человека, что создает определенные трудности при осуществлении функций мониторинга непосредственно в процессе его профессиональной деятельности.

Целью исследования является изучение эффективности применения биомышки непосредственно в процессе профессиональной деятельности на персональном компьютере, при котором биомышка используется в многофункциональном режиме.

Многофункциональный режим предполагает одновременное выполнение функций обычной компьютерной мышки и встроенного устройства мониторинга текущего состояния человека. Данный режим работы наиболее удобен с точки зрения профессиональной деятельности, так как не отвлекает работника от выполнения своих обязанностей. Основной проблемой практической реализации данного подхода являются функциональные ограничения биомышки. Так, для корректного анализа биопараметров человека необходимо осуществить регистрацию ФПГ в течение порядка 60 секунд при условии его малой подвижности.

В работе предложен подход, позволяющий в автоматическом режиме осуществить корректную регистрацию и обработку ФПГ. Основой подхода является разработка и использование в фоновом режиме специального программного обеспечения, функции которого заключаются в:

- анализе динамики двигательной активности человека, работающего на персональном компьютере;
- измерении временных интервалов, в течение которых человек находится в спокойном состоянии;
- регистрации ФПГ для временных интервалов необходимой длительности;
- обработке и анализе данных с помощью специализированного программного обеспечения, поставляемого в комплекте с биомышкой.

На рисунок 1 представлен вид компьютеризированного рабочего места, которое использовалось при проведении лабораторных исследований возможностей и эффективности биомышки (1 - биомышка, работающая в многофункциональном режиме; 2 - компьютерная программа, относящаяся к профессиональной деятельности тестируемого; 3 – свободная рука).



Рисунок 1 – Компьютеризированное рабочее место

Анализ динамики двигательной активности человека осуществлялся на основе регистрации координат мышки в моменты времени, соответствующие нажатиям на ее кнопки. В качестве критериев выделения временных интервалов, в течение которых человек находится в спокойном состоянии, использовались:

- незначительное либо полное отсутствие изменений координат X и Y положения мышки в моменты нажатия на ее клавиши;
- низкая частота нажатия на клавиши мышки (не превышающая в среднем 0,1 Гц);
- низкая частота нажатия на кнопки клавиатуры (не превышающая в среднем 0,1 Гц).

Выделенные таким образом временные интервалы, как правило, соответствуют процедурам ознакомления с технической документацией, ожиданиям ответа по сети Интернета, либо осмыслению полученной информации.

На рисунке 2 показана качественная зависимость координаты X мышки, величина которой регистрировалась с помощью разработанного программного обеспечения в фоновом режиме. Данное программное обеспечение входит в состав инструментальных программных средств, предназначенных для создания автоматизированных компьютерных средств мониторинга текущего функционального и психоэмоционального состояния человека. Изменение координаты Y имеет аналогичный характер.

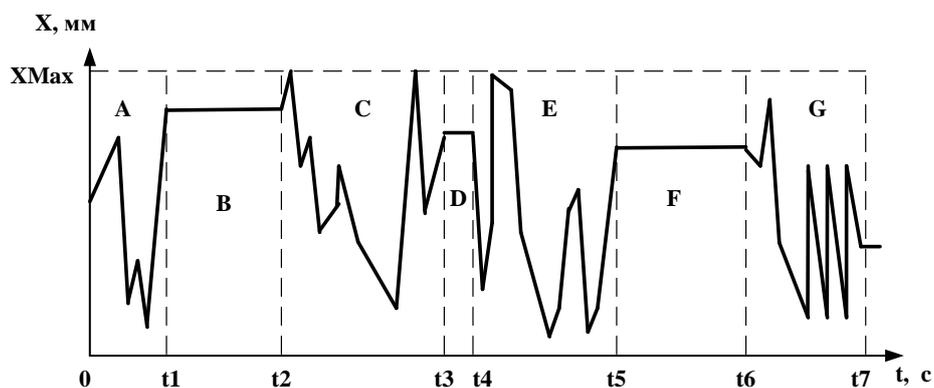


Рисунок 2 – Пример регистрации движений компьютерной мышки

Анализ динамики изменения координат X и Y биомышки, работающей в многофункциональном режиме, дает возможность выделить интервалы времени $0-t_1$ (A), t_2-t_3 (C), t_4-t_5 (E), t_6-t_7 (G), в течение которых человек совершал активные движения рукой, а также интервалы времени t_1-t_2 (B), t_3-t_4 (D), t_5-t_6 (F), в течение которых человек был достаточно спокоен и малоподвижен. Измерение длительности интервалов B, D и F позволяет найти интервалы, длительность которых удовлетворяет условиям корректного измерения биопараметров. Для рассматриваемого случая такими интервалами являются интервалы B и F.

На рисунке 3 представлены результаты экспериментальных лабораторных исследований точности определения вариабельности сердечного ритма (ε) в зависимости от средней длительности временных интервалов (t_0), использовавшихся для регистрации ФПГ при реализации рассматриваемого подхода. В качестве точных результатов использовались данные, полученные на том же компьютеризированном стенде при осуществлении измерений с помощью биомышки при условии временной остановки профессиональной деятельности. Для последнего случая полностью исключались любые движения как правой, так и левой рук.

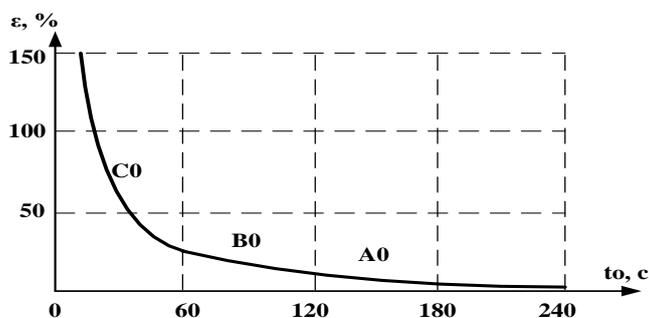


Рисунок 3 – Результаты экспериментальных исследований

Анализ полученных экспериментальных данных позволил выделить три временные области. Область A0 ($t_0 > 120$ с) характеризуется достаточно низкой погрешностью обработки биопараметров ($\varepsilon < 5-7\%$), что позволяет рекомендовать ее в качестве рабочей при использовании биомышки в многофункциональном режиме. Область B0 ($60 \text{ с} < t_0 < 120 \text{ с}$) является условно рабочей, так как величина ошибки ε для нее может достигать 25%. Область C0 ($t_0 < 60$ с) является нерабочей ($\varepsilon > 25\%$).

Таким образом, проведенные лабораторные исследования подтвердили возможность использования компьютерной биомышки в многофункциональном режиме при осуществлении непрерывной профессиональной деятельности. В частности, проведенные исследования позволили определить допустимые режимы ее работы для обеспечения валидности получаемых заключений о текущем функциональном и психоэмоциональном состоянии человека.

Проведенные исследования позволяют повысить удобство профессиональной деятельности оператора при использовании биомышки в качестве средства мониторинга за его текущим состоянием. При этом отпадает необходимость использования двух компьютерных мышей, предназначенных для профессиональной работы на персональном компьютере (обычно с помощью правой руки) и осуществления функций мониторинга (при использовании левой руки).

* Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (РНФ) № 16-18-00069 «Снижение риска возникновения и уменьшение последствий катастроф техногенного происхождения за счет минимизации влияния человеческого фактора на надежность и безаварийность работы АЭС и других опасных объектов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алюшин, М.В.* Мониторинг биопараметров человека на основе дистанционных технологий [Текст] / М.В. Алюшин, Л.В. Колобашкина // Вопросы психологии. – 2014. – №6. – С. 135-144
2. Wong K.W., Lam K.M., Siu W.C. An efficient algorithm for human face detection and facial feature extraction under different conditions. 2001. Pattern Recognition V. 34. P. 1993-2005
3. Alyushin M.V., Zabiya D.A. Certification technological route for a person current functional and psycho-emotional state remote monitoring systems // Proceedings of the Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus-2018), Moscow, Russia, 29 January – 1 February 2018.
4. Kolobashkina L.V., Filippova A.T. A person's face complex image processing in the visible and infrared ranges for current psycho-emotional and functional state monitoring systems // Proceedings of the Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus-2018), Moscow, Russia, 29 January - 1 February 2018.
5. Kong S.G., Heo J., Abidi B.R., Paik J., Abidi M.A. Recent advances in visual and infrared face recognition – a review // Computer Vision and Image Understanding. 2005. V. 97. № 1. P. 103-135
6. Alyushin M.V., Kolobashkina L.V. Education technology with continuous real time monitoring of the current functional and emotional students' states // AIP Conference Proceedings, American Institute of Physics, 1797, 020001. 2017.
7. Alyushin M.V., Kolobashkina L.V., Alyushin V.M. Experimental study of the correlation between the level of professional training and the dynamics of changes in the psycho-emotional and functional state of a person during testing / M.V. Alyushin, L.V. Kolobashkina, V.M. Alyushin // KnE Engineering Publishing Platform. Breakthrough directions of Scientific Research in NRNU MEPHI: Development Perspectives in the Framework of the Strategic, Moscow, 23-25 October, 2017. <https://knepublishing.com/index.php/KnE-Engineering/article/view/1097>

Laboratory Studies of the Application Effectiveness for the Computer Bio Mouse in Multifunctional Mode

M.V. Alyushin¹, L.V. Kolobashkina²

National Research Nuclear University «MEPhI», Moscow

¹*MVAlyushin@mephi.ru*

²*LVKolobashkina@mephi.ru*

Abstract – The relevance of the use of modern digital information technologies for creating embedded monitoring systems for the current functional and psycho-emotional state of the hazardous object managing operator is shown. The efficiency of the application of a computer bio mouse working in a multifunctional mode is analyzed. The possibility of using bio mouse directly in the process of professional activity is shown. The necessity of using specialized software running in the background for this purpose is substantiated. Experimentally defined conditions for a correct analysis of the current state of the operator.

Keywords: monitoring of the operator's condition, bio mouse, multifunctional mode of operation.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОМЫШКИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ УЧЕБНЫХ И УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫХ ЗАНЯТИЙ

М.В. Алюшин, Л.В. Колобашкина

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва

Сформулированы основанные условия обеспечения эффективности учебных и учебно-тренировочных занятий. Показана актуальность мониторинга текущего состояния обучающихся в процессе проведения занятий. Рассмотрены достоинства использования компьютерной биомышки (КБМ) для осуществления мониторинга состояния обучающихся непосредственно во время учебных занятий. Анализируются результаты экспериментальных исследований эффективности применения КБМ. Выявлена достаточно высокая корреляция между уровнем артериального давления и индексом напряженности, измеряемым с помощью КБМ.

Ключевые слова: компьютерная биомышка, эффективность учебных занятий, мониторинг текущего состояния обучающихся.

Бурный рост объема новых знаний приводит к необходимости повышения эффективности образовательных технологий, включая профессиональную подготовку в рамках учебных и учебно-тренировочных занятий [1, 2]. Одним из направлений повышения эффективности образовательных мероприятий является создание и поддержание условий, обеспечивающих высокий уровень понимания и усвояемости учебного материала. Наиболее важными из вышеупомянутых условий являются: нормальное питание, полноценный сон и отдых обучающихся; высокий профессионализм учебно-преподавательского состава; комфортные санитарно-климатические условия проведения занятий; актуальность тематики проводимых занятий. Все перечисленные факторы в конечном итоге обуславливают нормальное рабочее состояние обучающихся и их заинтересованность в получении новых знаний.

К сожалению, не все вышеперечисленные условия соблюдаются на практике. Неполноценный сон и отдых, нерегулярное питание, жара и духота в помещении приводят к быстрой утомляемости обучающихся и, как следствие, к их плохой успеваемости. С этой точки зрения, создаваемые в последнее время средства мониторинга текущего функционального и психоэмоционального состояния человека [3] следует рассматривать в качестве инструмента, позволяющего осуществлять постоянный контроль восприимчивости обучающихся к новым знаниям, а также индикатора нормального рабочего состояния учебной группы.

Целью работы являются экспериментальные исследования эффективности применения КБМ при проведении учебных и учебно-тренировочных занятий.

КБМ является одним из представителей современных высокотехнологичных средств, позволяющих осуществить мониторинг текущего состояния человека наряду с измерительными кольцами, браслетами, кулонами и разнообразными гаджетами. По сравнению с последними КБМ имеет целый ряд преимуществ, которые обуславливают целесообразность ее применения при проведении учебных и учебно-тренировочных занятий. Наиболее существенными из которых являются:

- многие из учебных и учебно-тренировочных занятий осуществляются с использованием компьютеризированных стендов, использование компьютерной мышки в которых является естественным и не вызывает психологических проблем с обучающимися;
- использование КБМ обычно не требует изменения запланированного временного графика проведения занятий;

– КБМ позволяет организовать мониторинг состояния всей учебной группы на основе использования современных сетевых компьютерных технологий.

В наиболее простом случае, КБМ регистрирует так называемую фотоплетизмограмму (ФПГ) человека, анализ которой дает возможность оценить целую совокупность параметров, характеризующих текущее функциональное и психоэмоциональное состояние обучающихся. На рисунке 1 показан вариант наиболее типичного применения КБМ при проведении занятий с использованием компьютерной техники (1 – персональный компьютер; 2 – монитор персонального компьютера, отображающий учебный материал; 3 – обычная компьютерная мышка; 4 – КБМ; 5 – клавиатура).

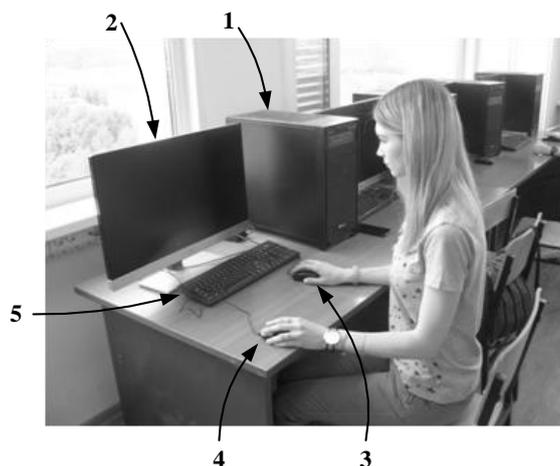


Рисунок 1 – Использование двух компьютерных мышек

Одновременное использование двух независимых компьютерных мышек обусловлено следующими факторами:

- для правильной регистрации ФПГ необходимо обеспечить малую подвижность кисти руки, которая контактирует с КБМ;
- периодическая регистрация ФПГ не должна прерывать учебных занятий;
- КБМ не всегда сопрягается с действующим образовательным программным обеспечением на информационном уровне.

План экспериментального исследования эффективности КБМ включал в себя следующие процедуры:

- выполнение учебного задания на компьютерном стенде;
- периодическую (в среднем каждые 15-20 минут) регистрацию ФПГ каждого обучающегося с помощью КБМ;
- одновременное с регистрацией ФПГ измерение артериального давления (АД) обучающихся с помощью сертифицированного автоматизированного измерителя манжетного типа.

На рисунке 2 показана процедура измерения АД у обучающихся.

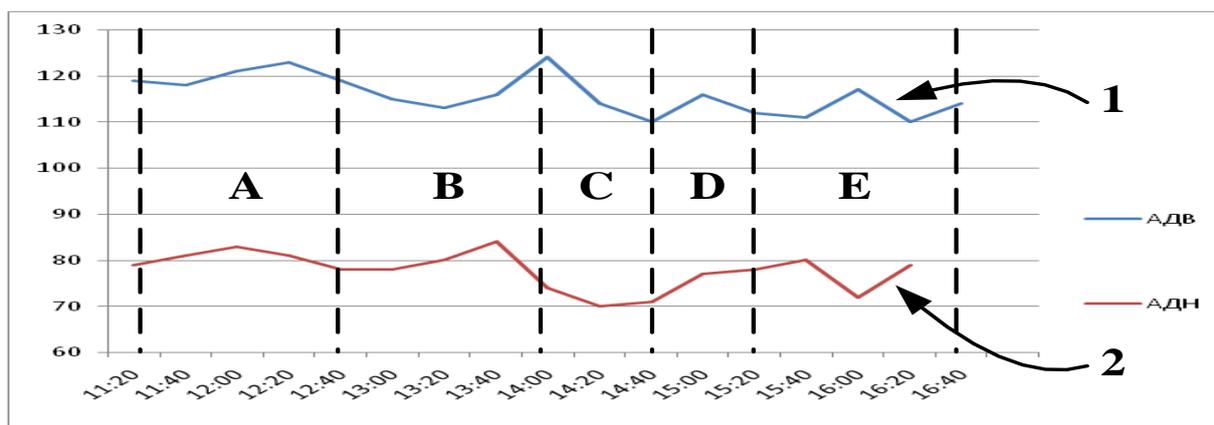
АД было выбрано в качестве одного из показателей, характеризующего текущее состояние обучающихся, по следующим причинам:

- процедура, а также используемые технические и методические средства измерения АД являются сертифицированными и стандартизованными;
- АД является интегральным показателем объективно характеризующим текущее состояние человека;
- анализ динамики изменения АД дает возможность отследить достаточно быстрые изменения текущего состояния обучающихся.

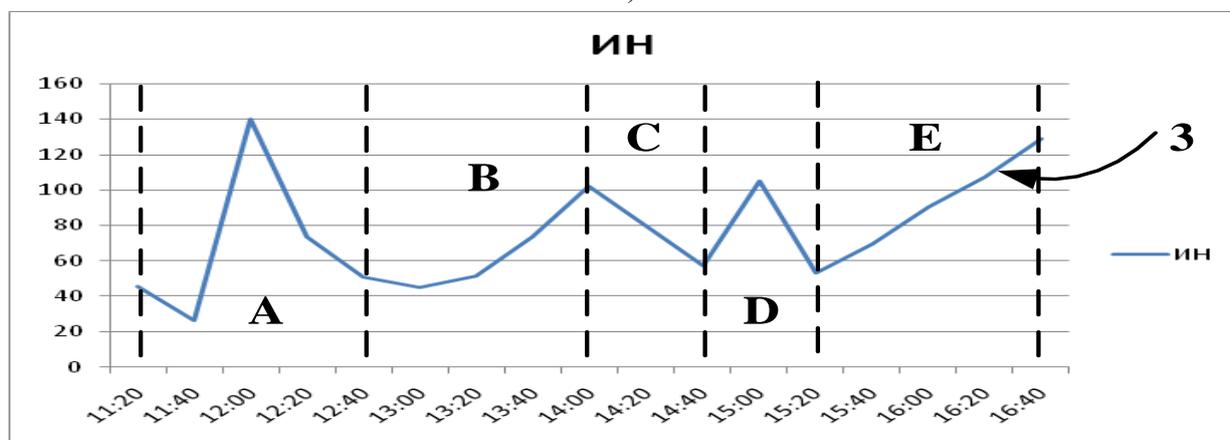


Рисунок 2 – Процедура измерения АД

На рисунке 3а представлены пример мониторинга АД, измеряемого в мм ртутного столба (АДВ (1) и АДН (2) – соответственно верхнее и нижнее давление) для одного из обучающихся. На рисунке 3б показана динамика изменения так называемого индекса напряжения ИН (3), измеряемого с помощью КБМ (в процентах). Анализ экспериментальных данных подтвердил достаточно высокую корреляцию параметров АД и ИН. Так, мониторинг всего учебного процесса позволил выделить его следующие основные фазы: ознакомление с заданием (проявление некоторого испуга) – А; нормальная работа с накоплением усталости – В; обеденный перерыв и отдых – С (во время обеденного перерыва измерений не осуществлялось, точки графика получены путем линейной аппроксимации крайних значений); продолжение выполнения задания и некоторое волнение – D; накопление усталости – Е.



а)



б)

Рисунок 3 – Мониторинг АД и ИН в процессе учебных занятий

Экспериментальные исследования были проведены для различных видов учебных занятий, предполагающих и не предполагающих использование компьютерной техники. В последнем случае измерения проводились на специально выделенном компьютеризированном стенде и включали в себя одновременное измерение АД и ИН.

Полученные экспериментальные данные подтвердили высокую надежность и эффективность использования КБМ как средства мониторинга текущего функционального и психоэмоционального состояния обучающихся при выполнении условий ее применения.

Таким образом, данные, получаемые с помощью КБК, дают возможность объективно оценивать текущее состояние каждого обучающегося в отдельности, а также учебной группы в целом. Они являются основой для обоснованного планирования насыщенности учебных и учебно-тренировочных занятий, а также могут быть использованы для объективизации уровня полученных профессиональных знаний и навыков. Особое значение получаемые данные имеют при организации учебного процесса для обучающихся с физическими недостатками, а также иностранных граждан, для которых язык преподавания не является родным.

*Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (РНФ) № 16-18-00069 «Снижение риска возникновения и уменьшение последствий катастроф техногенного происхождения за счет минимизации влияния человеческого фактора на надежность и безаварийность работы АЭС и других опасных объектов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Распоряжение Правительства РФ от 30 апреля 2014 г. № 722-р Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») «Изменения в отраслях социальной сферы, направленные на повышение эффективности образования и науки».
2. Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
3. Alyushin M.V., Kolobashkina L.V. Education technology with continuous real time monitoring of the current functional and emotional students' states // AIP Conference Proceedings, American Institute of Physics, 1797, 020001. 2017. DOI: 10.1063/1.4972421

Experimental Studies of a Bio Mouse Usage Efficiency During Educational and Training Exercises

M.V. Alyushin¹, L.V. Kolobashkina²

National Research Nuclear University «MEPhI», Moscow

¹*MVAlyushin@mephi.ru*

²*LVKolobashkina@mephi.ru*

Abstract – Main conditions for ensuring the effectiveness of educational and training sessions are formulated. The relevance of monitoring the current state of students in the process of conducting classes is shown. The advantages of using a computer bio mouse (CBM) for monitoring the status of students directly during training sessions are considered. The results of experimental studies on the effectiveness of CBM are analyzed. A fairly high correlation was found between the level of arterial pressure and the tension index, measured by CBM.

Keywords: computer bio mouse, efficiency of training sessions, monitoring of the current state of students.

КОНТРОЛЬ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА - КАК СПОСОБ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Д.В. Гладков, М.В. Галда

Волгодонский филиал федерального государственного казенного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации», Волгодонск, Ростовская обл.

В работе предложена концепция безопасности ядерных объектов от человеческого фактора, при их эксплуатации.

Ключевые слова: человеческий фактор, психоэмоциональное состояние, психофизиологическое состояние, объект ядерной энергетики, оперативно-розыскные мероприятия.

Человеческий фактор на объектах ядерной энергетики играет решающую роль, в безопасности эксплуатации сооружений и комплексов с ядерными реакторами. Необходимость культуры безопасности, предполагает высокую квалификационную и психологическую подготовленность всех лиц, при которой обеспечение безопасности объекта является приоритетной целью и внутренней потребностью, приводящей к самоосознанию ответственности и самоконтролю при выполнении всех работ.

Культура безопасности является составной частью общей культуры производства и представляет собой совокупность видов деятельности администрации и поведения персонала, направленных на обеспечение безопасности потенциально опасных производств и объектов. И характеризуется следующими принципами :

- осознание каждым работником важности и значения обеспечения безопасности;
- ответственность каждого работника, реализуемая через понимание и неукоснительное выполнение должностных инструкций;
- высокий уровень знаний и компетентности руководителей, обеспечивающих подготовку персонала и реализацию мероприятий по обеспечению безопасности;
- регулярное осуществление надзора и контроля за состоянием ответственных за безопасность предприятия систем и за подготовкой персонала.

В настоящее время в силу политической не стабильности в ряде стран, развития экстремистских организаций, целенаправленной вербовки лиц имеющих отношение к особо важным инфраструктурам, объектам, внедрение в эти организации радикально настроенных приверженцев идей деструктивного воздействия на государственную политику, возникает угроза совершения террористических актов, в том числе и на объектах ядерной энергетики. Своевременное распознавание, выявление, лиц, из числа работников таковых объектов – это одна из первостепенных задач современных систем безопасности.

Возникает необходимость такой системы безопасности, которая использует приборы способные оперативно и своевременно фиксировать, передавать сигнал сотрудникам службы безопасности, об изменении психофизиологического состояния персонала обслуживающего объект ядерной энергетики. Для блокирования определенного узла, объекта, и последующих действий лица, до момента его задержания.

Прошедший ежегодные проверки сотрудник впоследствии может измениться и изменить свое отношение к пониманию и неукоснительному выполнению действий по обеспечению безопасности. Изменённые состояния сознания (ИСС)⁴ – качественные изменения в субъективных переживаниях или так сказать психологическом

⁴ Людвиг А. в. *измененные состояния сознания // измененные состояния сознания: книга чтения / Изд. К. т. Тарт. New York, 1969. П. 9-22.*

функционировании от определенных генерализованных для данного субъекта норм, рефлекслируемые самим человеком или отмечаемые наблюдателями. Изменение сознания может произойти в результате травмы, отравления, транса, гипноза. Но можно изменить сознание и искусственным путем, оно может произойти при влиянии на его сознание следующих факторов :

- внутренние переживания в связи с событиями произошедшими с близкими родственниками, друзьями, любимым человеком;
- суицидальный синдром;
- под воздействием причинения или угрозы причинения вреда здоровью близким людям;
- возможное нахождение в состоянии гипноза;
- подкуп;
- измененные состояния-неофит, ренегат;
- другие мотивации работника, способные изменить его сознание, и отношение к культуре безопасности на объектах атомной энергетики.

Проведение мероприятий контроля оперативного персонала ядерных объектов, может проводится постоянно, негласно оперативными подразделениями государственных органов. Гласно данные мероприятия проводить не целесообразно, в связи с тем, что лицо в отношении которого проводятся мероприятия, может знать и догадываться об их предназначении. Таким образом, лицо, имея умысел подвергнуть опасности, или нанести ущерб будет вести «двойную игру», использовать методы конспирации, дезинформации, чтобы не подвергнуть расшифровки свои преступные действия, преступные связи, убеждения, решения. В связи с чем целесообразно проводить негласные мероприятия.

Однако, все эти мероприятия затрагивают права граждан, закрепленные в Конституции Российской Федерации, и требуют основания для их проведения.

Напомним, что для проведения мероприятий затрагивающих права граждан на частную жизнь, тайну переписки, телефонных переговоров, почтовых, телеграфных и иных сообщений, передаваемых по сетям электрической и почтовой связи, а также право на неприкосновенность жилища необходимо судебное решение. Оно может быть принято в случае наличия достаточной, достоверной информации о признаках подготавливаемого, совершаемого или совершенного противоправного деяния, по которому производство предварительного следствия обязательно, о лицах, подготавливающих, совершающих или совершивших противоправное деяние, по которому производство предварительного следствия обязательно, о событиях или действиях (бездействии), создающих угрозу государственной, военной, экономической, информационной или экологической безопасности Российской Федерации. В случаях, которые не терпят отлагательства и могут привести к совершению тяжкого или особо тяжкого преступления, а также при наличии данных о событиях и действиях (бездействии), создающих угрозу государственной, военной, экономической, информационной или экологической безопасности Российской Федерации.

Но таковую информацию получить достаточно сложно. Если лицо сознательно, тщательно скрывает данную информацию, и прилагает усилия к конфиденциальности и необходимым мерам конспирации, данную информацию без проведения оперативно-розыскных мероприятий, требующих судебное решение, получить затруднительно, и займет много времени. Возникает коллизия, которую возможно разрешить с помощью устройств считывающих психофизиологическую информацию с человека беспроводным способом, контактно-скрытым способом, и распознающих степень опасности состояния этого человека (сознания, психического, физиологического, эмоционального, агрессии, злости, ненависти, депрессии и т.д.), с передачей этой информации и своевременного реагирования. Возникает необходимость в ежедневном психофизиологическом контроле персонала, в целях безопасности эксплуатации этих объектов. Полученные данные таковых приборов, можно использовать как информацию, которая послужит основанием для получения решения суда, о проведении дальнейших оперативно-розыскных мероприятий, затрагивающих

конституционные права граждан, и предотвратит возможный ущерб от действий этого работника.

Для выявления измененного сознания персонала по эксплуатации сооружений и комплексов с ядерными реакторами, возможно применение беспроводных устройств, которые на расстоянии в считанные секунды определяют, эмоции сотрудника, его психофизиологическое состояние, а так же степень опасности этого сотрудника для производства.

Эмоции человека можно определить на расстоянии с помощью устройства, посылающего беспроводные сигналы, измеряющие сердцебиение и дыхание. Так исследователи Массачусетского Технологического Института изобрели устройство, названное «EQ-Radio»⁵ определяющее возбужден ли человек, рад, зол или расстроен с точностью 87%, при этом, не используя нательные датчики и распознавания лиц. Данные приборы подходят для применения на ядерных объектах. При диагностики депрессии и тревоги прибор посылает радиосигналы, которые отражаются от тела и возвращаются к устройству, с погрешностью около 0,3 процента. Таким образом, удастся анализировать ритм и его отклонения в сердцебиении, чтобы определить уровень возбуждения и позитивный эффект. Его алгоритмы могут определить сердцебиение с точностью, сравнимой с ЭКГ.

Также существует небольшой прибор, похожий на наручные часы, который может помочь увидеть настроение человека, контролировать уровень стресса в течение дня и выяснить, что именно больше всего портит настроение.

Также возможно применение устройства типа Q Sensor с помощью измерения электрического потенциала кожи обнаруживает, передает беспроводным путем и записывает физиологические признаки стресса и волнения. Во время стресса кожа увлажняется, и это обнаруживается датчиком по изменению ее проводимости. Прибор выполнен в виде браслета, и его можно носить весь день, не отвлекаясь от повседневной деятельности. В последствии полученные от прибора данные обрабатываются на компьютере. Компактность прибора позволяет в течение дня наблюдать реакцию человека на те или иные события и составить своеобразный эмоциональный "календарь". Прибор не может определить причину стресса, но позволяет выяснить, что именно стало его причиной, а также предвидеть опасное поведение. Таким образом, можно предупредить агрессию. Браслет, отображающий эмоции, также позволил просто и эффективно оценить эмоциональное состояние работника при тренировках, во время моделировании аварийной ситуации и его действий.

Еще один метод, который дает возможность исследовать электрофизиологические параметры, разработан учеными в Санкт-Петербурге – это система Виброизображения.⁶ Эта система предназначена для регистрации, анализа и исследования психоэмоционального состояния человека, количественного определения уровней эмоций, детекции лжи, психофизиологической диагностики и дистанционного выявления потенциально опасных людей. Система позволяет визуально и автоматически оценивать психофизиологическое состояние человека на основе вестибулярно – эмоционального рефлекса, с помощью программной визуализации вибро- ауры, полученной при обработке составляющих амплитудного и частотного виброизображения. Ввод изображения объекта осуществляется с любого источника видео, например, цифровой телевизионной камеры, а программное обеспечение обрабатывает полученную информацию и предоставляет интерфейс для сохранения полученных результатов. Система VibralImage производит автоматический мониторинг уровня эмоций, в режиме реального времени.

Другой объективный способ для оценки психоэмоционального состояния организма является электробиоллюминесцентный метод (ЭБЛ). ЭБЛ метод исследования основан на регистрации и оценке изменений электробиоллюминесценции – свечения, которое возникает под действием высокочастотного высоковольтного разряда вокруг живых организмов

⁵ Интернет ресурс : Массачусетский Технологический институт mingming, fadel, dk}@mit.edu Wireless сигналов; Беспроводные датчики; Распознавание эмоций

⁶ Виброизображение / В. А. Минкин. — СПб. : Реноме, 2007. — 108 с. ООО «Много профильное предприятие “ЭЛСИС”», 2007

(свечение неживых и живых организмов известно как эффект Кирлиана⁷). Российский исследователь Я.О. Наркевич – Йодко⁸ еще в конце 19 века обнаружил, что свечение больных людей отличается от здоровых. Экспресс – оценка психоэмоционального состояния методом ЭБЛ – исследования может также иметь большое практическое значение при обследовании оперативного персонала на объектах ядерной энергетики, профессиональная деятельность которых сопряжена с риском аварий и несчастных случаев. Для этого необходим аппаратно – программный комплекс – регистратор оценки функционально – эмоционального состояния, который проводит, при помощи датчика расположенного на внутренней стороне запястья левой руки индивидуальный комплекс диагностики организма, передавая информацию на расстоянии, оценки психоэмоционального состояния работника, такие как уровня усталости, стресса, влияния эмоций на работу организма. О каждом изменении психоэмоционального состояния работника, незамедлительно информация передается, по степени опасности, службе безопасности, с принятием соответствующих, незамедлительных мер.

Также есть устройство для определения психофизиологического состояния человека, содержащее блок датчиков, имеющий размещенные с возможностью контакта с пальцами рук человека и датчиком электрокожного сопротивления.

Данный технический результат достигается за счет того, что блок датчиков расположен на поверхности компьютерной мыши, клавиатуры, а также за счет того, что блок датчиков расположен на поверхности кнопочно-приборного управления, на поверхности джойстика, на поверхности любого другого устройства, посредством которого выполняется управление, задаются параметры, посредством контакта с пальцами рук, ладони персонала.

Известно устройство для определения изменения эмоционального состояния по речевому сигналу. Способное определить беспроводным путем по изменению речи персонала определить его измененное психофизиологическое состояние.

Саратовские ученые разработали аппарат для оценки психофизического состояния человека по реакции зрачка⁹. Прибор умеет определять степень усталости и пригодится специалистам, работающим на объектах ядерной энергетики, от которых зависят человеческие жизни. Устройство создано в очень компактном варианте на базе коммуникатора. При помощи фоторегистрирующего устройства, датчик производит съемку зрачковой реакции и этот файл отправляется в центр обработки.

Таким образом использование, в совокупности, всех систем контроля человеческого фактора, при работе оперативного персонала, обеспечивает более надежную безопасность эксплуатации объектов ядерной энергетики. Своевременное выявление отклонений при производстве работ сотрудника, способствует, незамедлительному принятию системой мер, обеспечивающих безопасность эксплуатации оборудования, предотвращение аварийных ситуаций, и скорейшему проведению обличающих оперативно-розыскных мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Кирлиановские чтения «Кирлиан-2000». [Текст] /Сборник докладов и статей». – Краснодар. – 1998.
2. Улащик, В.С. Основы общей физиотерапии / В.С. Улащик, И.В. Лукомский. – Минск. – 1997.
3. Людвиг А.В. Измененные состояния сознания [Текст] / А.В. Людвиг // Изд. К. т. Тарт. – New York. – 1969. – С. 9-22
4. Минкин, В.А. Виброизображение / В. А. Минкин. – Санкт-Петербург : Реноме. – 2007.
5. Адиба, З. Kabelac, Д. Katabi, р. К. Миллер. 3d отслеживание через отражения радио тела. В 11-м USENIX
6. Постановление Правительства Российской Федерации №233 от 01 марта 1997 года, а также закреплен в Федеральном законе от 21 ноября 1995 г. // Российская газета 1997 г. N 59-60, в Собрании законодательства Российской Федерации от 10 марта 1997 г. N 10 ст. 1176
7. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года) // Российская газета. – 1993. – № 237.

⁷ «Кирлиановские чтения „Кирлиан-2000“. Сборник докладов и статей» Краснодар 1998г.

⁸ Улащик В. С., Лукомский И. В. Основы общей физиотерапии,— Минск, 1997

⁹ Валерий Бакуткин, ООО "Зеница", салон инноваций, СГТУ, 2016

8. Легасов, В.А. Доклад (INSAG-1) / В.А. Легасов // Журнал «Атомная энергия». – № 61 (5). – 1986.
9. Федеральный закон от 21 ноября 1995 г. N 170-ФЗ "Об использовании атомной энергии" // Российская газета 1995 г. N 230, в Собрании законодательства Российской Федерации от 27 ноября 1995 г. N 48 ст. 4552.
10. Постановление Правительства Российской Федерации от 3 марта 1997 года № 240 «Об утверждении Перечня должностей работников объектов использования атомной энергии, которые должны получать разрешения Федерального надзора России по ядерной и радиационной безопасности», // Российская газета, 1997 г. N 59-60, в собрании законодательства Российской Федерации от 10 марта 1997 г. N 10 ст. 1180.
11. Федеральный закон от 12.08.1995 N 144-ФЗ, Российская газета, 1995 г. N 160, в Собрании законодательства Российской Федерации от 14 августа 1995 г. N 33 ст. 3349.

Control of Operational Personnel as a Way of Safety of Production and Operation of Nuclear Facilities

D.V. Gladko¹, M.V. Galda²

Volgodonsk branch of the Federal state educational institution of higher education "Rostov law Institute of the Ministry of internal Affairs of the Russian Federation, Volgodonsk

¹*Dmitri-don-55@mail.ru*

²*mikhail.galda@mail.ru*

Abstract – The paper proposes a concept of safety of nuclear facilities from the human factor in their operation.

Keywords: human factor, psychoemotional state, psychophysiological state, object of nuclear power engineering, operational and investigative measures.

УДК 378:621

РАННЯЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОРИЕНТАЦИЯ ШКОЛЬНИКОВ К ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

Н.В. Ермолаева

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

На сегодняшний день важной задачей образования является подготовка квалифицированных технических кадров. Однако существует сложность набора в технические ВУЗы, обусловленная не достаточно высоким престижем инженерных профессий. Эффективным решением этой проблемы является ранняя профессиональная ориентация школьников. В настоящей работе представлены результаты по проведению летней научно-технической школы для школьников на базе ВИТИ НИЯУ МИФИ, направленной на формирование интереса к технической, инженерной деятельности в атомной отрасли. Отмечено, что данное направление работы со школьниками является актуальным, востребованным и перспективным.

Ключевые слова: ранняя профессиональная ориентация школьников, атомная отрасль.

Обеспечение атомной энергетики высококвалифицированными специалистами, способными оперативно и качественно решать возникающие производственные задачи, является актуальным вопросом [1]. Сегодня выпускники инженерных профессий должны владеть знаниями в прорывных направлениях науки и техники, уметь системно и креативно мыслить, быть готовыми к инновационной и предпринимательской деятельности [2]. Следует, однако, отметить, что престиж инженерных профессий в настоящее время не является достаточно высоким. В основном среди выпускников школ из года в год популярностью пользуются не инженерные специальности: экономист, юрист, журналист,

психолог... Эта ситуация обусловлена также тем, что до 80% российских школьников при выборе третьего предмета к сдаче в формате ЕГЭ выбирают менее трудоемкий в подготовке экзамен по обществознанию, в то время как физику готовы сдавать лишь 25%, а другие предметы естественно-научного цикла и того менее [3]. В итоге, многие абитуриенты имеют результаты ЕГЭ по таким предметам, с которыми они могут поступать на специальности в сфере экономики, управления или педагогики. Далее возникает диспропорция между высокой востребованностью у абитуриентов мест на экономических и управленческих специальностях и низким интересом к техническим и естественно-научным направлениям. Эта ситуация получила название «ошибкой выбора ЕГЭ по выбору» [4].

Таким образом, профессиональные намерения значительной части выпускников зачастую не соответствуют потребностям экономики России, и в частности - атомной отрасли в квалифицированных технических кадрах, и это является проблемой.

Для решения этой проблемы в настоящее время большое внимание стали уделять предпрофессиональной подготовке школьников. С этой целью во многих крупных городах созданы детские технопарки, где дети в проектном формате решают реальные кейсы и задачи по перспективным естественно-научным и техническим направлениям. К работе по предпрофильной подготовке школьников активно подключились ведущие вузы России. В частности, в структуре вуза НИЯУ МИФИ создан Предуниверситарий, направленный на повышение уровня профильной подготовки школьников, выявления и развития их творческих способностей и исследовательских компетенций.

Этот позитивный опыт следует внедрять в региональных вузах, имеющих для этого необходимую материальную базу.

Отметим также следующее. В настоящее время большое внимание уделяется профессиональной ориентационной работе со школьниками – старшеклассниками (9-11 класс). Вместе с тем профилизация в школе, сопровождающаяся углубленным изучением предметов определенного цикла (социально-экономических, гуманитарных, естественно-научных, физико-математических и т.д.), реализуется, по данным электронного мониторинга развития образования «Наша новая школа», уже в половине школ страны и начинается с 9, а некоторых случаях и с 7-8 классов [3]. Таким образом, уже в 7 классе школьник выбирает в рамках профилизации некий перечень общеобразовательных и факультативных предметов для углубленного изучения, чтобы в дальнейшем использовать полученные знания во время итоговой аттестации в форме ЕГЭ и заранее готовится к поступлению в определенный вуз [4].

Следовательно, необходимо оказывать влияние на профессиональное самоопределение, установки школьников и формировать их мотивации к обучению в ВИТИ НИЯУ МИФИ и дальнейшей трудовой деятельности в атомной отрасли еще на этапе среднего и младшего школьного звена.

Анализ результатов деятельности ведущих Российских вузов показал, что перспективным направлением работы является организация и проведение летних детских школ на базе вузов.

В 2017 г. в рамках пилотного проекта на базе ВИТИ НИЯУ МИФИ была проведена летняя научно-техническая школа для детей младшего и среднего школьного возраста. Главной целью проведения летней школы было формирование у школьников интереса к технической, инженерной деятельности в сфере атомной промышленности.

Слушателями летней научно-технической детской школы «Юные атомики ВИТИ НИЯУ МИФИ» стали учащиеся 15 образовательных учреждений города. Количество слушателей в младшей группе (возраст от 7 до 13 лет) было 28 человек.

Лекторами Летней Школы были ведущие исследователи, преподаватели и учёные ВИТИ НИЯУ МИФИ.

Известно, что успешное формирование профессионализма личности базируется на сочетании индивидуально-психологических характеристик с социальными чертами. Для

достижения профессионализма в деятельности следует обладать определенными «стартовыми возможностями»: способностями, специальными знаниями, умениями, квалификацией, мотивацией [5]. Таким образом, при формировании дорожной карты летней школы были разработаны такие мероприятия, которые способствовали формированию этих «стартовых возможностей» у школьников. Программа летней школы включила в себя проведение экскурсий, мастер-классов, командных игр, работу над стендовыми проектами, практические и лабораторные занятия по физике, иностранному языку, встречи учащихся с ведущими учеными ВИТИ НИЯУ МИФИ и ведущими специалистами, работающими в атомной отрасли. Большое внимание было уделено занятиям по физике, поскольку эта дисциплина является базовой при подготовке специалистов, работающих в сфере атомной промышленности. Со школьниками были проведены лабораторные занятия по механике и электричеству, занимательной физике.

Обучение сочетало индивидуальные мероприятия, где каждый ребенок мог проявить и показать себя, с командными, которые сплачивали детей вместе и способствовали дружественной, доброй и интеллигентной атмосфере занятий. Все мероприятия проводились на базе ВИТИ НИЯУ МИФИ в специально оборудованных лабораториях и аудиториях. Материально-техническое оснащение летней школы на базе института позволило обеспечить высокий уровень проведения занятий. По окончании реализации проекта обучающиеся получили теоретико-практические знания о направлениях подготовки ВИТИ НИЯУ МИФИ, специальностях, компетенциях выпускаемых специалистов, узнали о прикладных областях профессий, получили информационную справку о способах получения профессии, условиях труда.

Проект был экспериментальный. В ходе проведения летней школы были разработаны и апробированы методики обучения, адаптированные под возраст и способности каждого конкретного ребенка. После завершения работы летней школы у детей отмечен рост интереса к техническим наукам, специальностям и желание продолжить обучение в техническом ВУЗЕ. Многие из слушателей поступили в технические кружки и секции, двое детей в 2018 г. занялись научными исследованиями на кафедре физики ВИТИ НИЯУ МИФИ и успешно выступили с докладом о результатах своей работы на студенческой научной конференции. Качественным критерием оценки эффективности проекта стали положительные резонанс и отзывы о мероприятиях проекта, освещенных на сайте института.

Таким образом, проведение летней технической детской школы, направленной на формирование интереса к технической, инженерной деятельности в сфере атомной промышленности является актуальным и востребованным направлением профориентационной работы со школьниками. В 2018г. также планируется проведение данного мероприятия на базе ВИТИ НИЯУ МИФИ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руденко, В.А. Основные проблемы организации подготовки специалистов для атомной отрасли в условиях внедрения профессиональных стандартов [Текст] / В.А. Руденко, С.А. Томилин, Н.П. Василенко // Глобальная ядерная безопасность. – 2016. – №3(20). – С.80-87
2. Беляева, Г.Б. Роль экономической подготовки в формировании профессиональных компетенций выпускников инженерно-технических вузов для атомной отрасли. [Текст] / Г.Б. Беляева, А.Г. Сироткина, А.Б. Макарец, Г.А. Федоренко // Глобальная ядерная безопасность. – 2016. – № 4 (21). – С.89-96
3. Электронный мониторинг развития образования «Наша новая школа» [Электронный ресурс] / URL: <http://www.kpmo.ru/nns/graph-view> (дата обращения: 15.03.2018).
4. Шафранов-Куцев, Г.Ф. Профориентационные практики вуза: монография / Г.Ф. Шафранов-Куцев, С. Н. Толстогузов. – Москва : Логос, 2014. – 196 с.
5. Руденко, В.А. Культура безопасности как интегральный элемент в формировании профессиональных компетенций работников АЭС. [Текст] / В.А. Руденко, Ю.А. Евдошкина, А.В. Железнякова, А.В. Жук // Глобальная ядерная безопасность. – 2017. – № 2(23). – С.104-110

Early Professional Orientation of School Students to Engineering in the Nuclear Industry

N.V. Ermolaeva

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region
NVErmolayeva@mephi.ru*

Abstract – Today an important task of education is to prepare qualified technical personnel. However, there is the difficulty of recruitment in technical Universities due to not enough high prestige of the engineering profession. An effective solution to this problem is early professional orientation of schoolchildren. This paper presents results for the summer of scientific-technical school for the students on the basis of the VITI national research nuclear University MEPhI, aimed at the formation of interest in technical and engineering activities in the nuclear industry. It is noted that this area of work with students is relevant, popular and promising.

Keywords: early professional orientation of school students, nuclear industry.

УДК 378.147 : 811.111

ОСОБЕННОСТИ СОЦИАЛЬНОЙ АДАПТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА В ПОЛИКУЛЬТУРАЛЬНЫХ СРЕДАХ (НА ПРИМЕРЕ РАБОТЫ С ИНОСТРАННЫМИ СТУДЕНТАМИ В РАМКАХ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ В РЕСУРСНОМ ЦЕНТРЕ)

Л.В. Захарова, Л.А. Гунина, И.В. Зарочинцева, Ю.А. Лупиногина

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

В работе проанализировано влияние языковой подготовки на социальную адаптацию студентов ВИТИ НИЯУ МИФИ, изучена роль английского языка в процессе социальной адаптации, проведен сравнительный анализ характеристик социальной адаптивности студентов ВИТИ и студентов, приоритетно изучающих английский язык, в процессе общения с иностранными студентами в рамках производственной практики в Ресурсном центре НИЯУ МИФИ.

Ключевые слова: социальная адаптация студентов, языковая подготовка, характеристики социальной адаптивности.

Основной причиной актуальности темы социальной адаптивности студентов технического вуза в поликультуральных средах являются современные проблемы общественного переустройства, которые требуют приспособления студентов к условиям новой социальной среды, имеющей свои культурные особенности, не только традиции и обычаи, но и менталитет, ценности, нормы поведения. В данной работе тема социальной адаптивности студентов рассматривается на примере работы с иностранными студентами в рамках производственной практики в Ресурсном центре НИЯУ МИФИ.

В январе 2018 года очередной этап реализации проекта «Ресурсный центр НИЯУ МИФИ в г. Волгодонске» подтвердил высокое качество образования: Волгодонский инженерно-технический институт встретил иностранных студентов из Томского политехнического университета, прибывших в Ресурсный центр НИЯУ МИФИ для прохождения практико-ориентированного обучения. Это будущие специалисты зарубежной атомной отрасли, представители таких стран, как Индия, Китай, Гана, Танзания, Нигерия,

основным языком общения которых выступал английский. Более месяца студенты ВИТИ, владеющие английским разговорным языком, и студенты, обучающиеся по двухгодичной дополнительной образовательной программе «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации» первого и второго курсов помогали иностранным студентам приобщаться к русской культуре, проводили экскурсии по городам Волгодонск, Цимлянск и ст. Романовской, отмечали Масленицу, принимали участие в спортивных товарищеских матчах и многое другое.

Чтобы проанализировать влияние языковой подготовки на социальную адаптацию студентов, на кафедре иностранных языков ВИТИ МИФИ было проведено анкетирование, основной целью которого стало изучение роли иностранного (английского) языка в процессе социальной адаптации. В задачу исследования входило проведение сравнительного анализа характеристик социальной адаптивности студентов ВИТИ (два часа изучения английского языка в неделю в течение двух лет) и студентов, приоритетно изучающих английский язык, (12 часов изучения английского языка в неделю в течение двух лет), в поликультуральных средах.

В анкетировании принимали участие всего 96 человек, из них 20 студентов дневного обучения первого курса, 52 студента второго курса ВИТИ (в дальнейшем первая группа) и 24 студента первого и второго курсов, обучающихся по дополнительной образовательной программе «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации» (в дальнейшем вторая группа «переводчики»).

Исследования показали, что владение иностранным языком влечет за собой различия в стремлениях, адаптивных стратегиях, шансах и возможностях как для последующего, так и настоящего социального и профессионального самоопределения студентов.

Было выявлено, что у студентов первой группы стратегия пролонгированного обучения только формируется, в отличие от студентов-переводчиков, у которых внутренняя мотивация оформлена сознательно. Обе группы уверены, что язык может пригодиться в будущем – 61,1%. У студентов второй группы доминирует желание осуществлять профессиональную деятельность, сотрудничая с зарубежными фирмами – 75%, что показывает достаточно высокий уровень профессионального и социального самоопределения.

Пониманию важности иностранного языка в дальнейшей судьбе студентов первой группы соответствует 37,5% по общей выборке, а среди студентов-переводчиков это наибольший процент – 83%. Данный фактор, помогающий совершенствовать языковую подготовку, можно рассматривать как позитивную установку, но для того, чтобы перейти к практическим действиям, студентам необходимо иметь «канал» (по терминологии К. Левина), через который намерения совершить действие могли бы претвориться в реальное поведение. В данной ситуации «канальными факторами» выступает самостоятельная работа (22,2% и 33,3% соответственно) и работа в Интернете, (41,7 и 20,8%), позволяющие реально применить знания иностранного языка на практике.

Возможности общения с иностранными специалистами создают для многих студентов ситуацию выбора, стимула индивидуального развития, некоторой конкуренции, что также объективно делает их активными субъектами всей вузовской жизни. На сегодняшний день слушать учебные лекции на английском языке готовы 34,7% студентов в первой группе и 75% студентов-переводчиков, это значительный результат, свидетельствующий об интенциях студентов к развитию и международному общению. Выявляется не только информационная цель иностранного языка – достижение доступа к информационным ресурсам, но и развивающая – возможность повысить образовательный уровень, за счет чего повысить свой образовательный статус и достичь прагматической цели – достижение большей конкурентоспособности и последующее успешное трудоустройство.

В связи с расширением межкультурного взаимодействия владение иностранным языком стало одним из необходимых условий диалога и обмена информацией различных групп людей. Присутствие иностранных студентов в Ресурсном центре ВИТИ НИЯУ МИФИ

становится неотъемлемой частью современной системы образования в России, демонстрирует востребованность Ресурсного центра и ВИТИ, повышает их рейтинг, а также способствует включению России в международную образовательную систему.

Уровень образованности студентов включает прежде всего профессионализм и мастерство, являющиеся важнейшими факторами успешной социальной адаптации. Сегодня образованный инженер это не только «человек знающий», сколько подготовленный к жизни, ориентирующийся в сложных процессах современных преобразований, способный осмыслить свое место в мире, имеющий достаточно высокую степень адаптированности.

Владение иностранным языком обозначает новый этап в профессиональной социализации инженера ВИТИ МИФИ – выход на международные рынки труда, что способствует плюрализации инженерной профессии и ее современной трактовке в контексте международного сотрудничества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Захарова, Л.В.* Сравнительный анализ установки на изучение английского языка и характеристика образовательной активности студентов / Л.В. Захарова // Наука и образование. – 2004. – № 4 (12). – С. 161-165.
2. Система адаптации иностранных студентов – подход НГУ [Электронный ресурс] / URL: http://www.akvobr.ru/sistema_adaptatsii_inostrannih_studentov.html (дата обращения: 11.03.2018)
3. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс] / URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/28c7f9e359e8af09d7244d8033c66928fa27e527 (дата обращения: 11.03.2018).
4. Anne Pakir. Connecting with English in the Context of Internashionalisation // TESOL Quarterly. V.33 №1, 1999.
5. *Захарова, Л.В.* Факторы, влияющие на мотивацию в изучении иностранного языка. Научные исследования в современном мире: теоретические основы и инновационный подход / Л.В. Захарова. – науч. ст. – Титусвайл, [2014]. – Т. 7. : Культурология, философия, филология, искусство, история и археология. – С. 158-159.
6. *Юсев, Е.К.* Личностная ориентация обучения как условие развития компетентности студентов технического университета (на материале ин. яз.): автореф. дис. к.п.н. [Текст] / Е.К. Юсев. – Ростов-на-Дону. – 2001.
7. В продолжение культурной программы [Электронный ресурс] / Официальный сайт ВИТИ НИЯУ МИФИ . – URL: <http://www.viti-mephi.ru/news/v-prodolzhenie-kulturnoy-programmy> (дата обращения: 11.03.2018).

Social Adaptability Features of Technical College Students in Polycultural Environments (on the Example of Working with Foreign Students within the Work Practice in the Resource Center)

L.V. Zakharova¹, L.A. Gunina², I.V. Zarochintseva³, Yu.A Lupinogina⁴

Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,

Volgodonsk, Rostov region

¹zakharova11@mail.ru

²Gavrik3554@mail.ru

³michael.mus.2000@mail.ru

⁴matashonok@mail.ru

Abstract – Language training influence on social adaptation of VETI NRNU MEPhI students was analyzed, the role of English language in the course of social adaptation was studied, the comparative analysis of social adaptability characteristics of VETI students and students learning English in priority during the communication with foreign students within the work practice in the NRNU MEPhI Resource center was carried out.

Keywords: social adaptation of students, language training, characteristics of social adaptability.

НЕЗАКОННОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО В ОБЛАСТИ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ (НА ПРИМЕРЕ РОСТОВСКОЙ АЭС)

В.В. Зубенко, И.В. Бушуев, М.В. Петров

Волгодонский филиал Ростовского юридического института МВД России, Волгодонск, Ростовская обл.

Россия входит в пятерку мировых атомных держав и остается лидером в развитии атомной энергетики. Сегодня невозможно представить жизнь без «мирного атома», который обеспечивает энергонезависимость, энергобезопасность любой страны. В энергетической сфере сегодня нет видов энергии, способных конкурировать с атомной энергетикой. Однако мнения о безопасности эксплуатации атомных установок разделены. Сторонники атомной энергетики говорят о том, что атомная энергия имеет ряд преимуществ перед другими энергетическими источниками. Например, атомные электростанции являются экологичными, т.к. в отличие от тепловых (ТЭЦ) и гидроэлектростанций (ГЭС), не имеют отходов, газовых выбросов и т.п. Их оппоненты противопоставляют энергии атома более экологичные виды энергии, вырабатываемые при помощи солнечного излучения или ветра, а так же приводят примеры атомных катастроф в Чернобыле, на «Фокусиме-1». Безусловно, мощности гелиостанций и ветряных электростанций, не позволяют обеспечить потребность людей в дешевой электроэнергии, в связи с чем, многие страны мира отдают предпочтения атомной энергетике, несмотря на все угрозы, которые несут в себе атомные станции. При обсуждении вопросов использования атомной энергии аспекты безопасности всегда выходят на первый план. Повышение уровня безопасности в атомной отрасли подразумевает стремление избежать несчастных случаев, которые могут причинить вред здоровью, окружающей среде и экономическим ценностям. Именно поэтому решение проблемы безопасного использования атомной энергии не имеет национальных границ, но является задачей мирового уровня.

Уровень безопасности атомной станции формируется еще на стадии ее строительства. Соблюдение технологий возведения блоков АЭС, использование качественных материалов и комплектующих, позволяет свести к минимуму риск аварии при эксплуатации АЭС. Однако, недобросовестные подрядные, субподрядные организации, участвующие в строительстве АЭС, в погоне за сверх прибылью, пытаются удешевить свои затраты, используя менее качественные материалы, зачастую выходя за рамки закона, не задумываясь о последствиях таких манипуляций. Значительный вклад в безопасность АЭС вносят правоохранительные органы, в обязанности которых входит выявление, предупреждение и пресечение такого рода преступлений. Преступность в сфере экономики не обошла и такую отрасль как атомная энергетика. Как показывает практика, наиболее распространенным видом преступления, совершаемым на стадии строительства АЭС является – незаконное предпринимательство.

В соответствии с Постановлением Пленума Верховного Суда РФ от 18.11.2004 N 23 при решении вопроса о наличии в действиях лица признаков осуществления предпринимательской деятельности без специального разрешения (лицензии) в случаях, когда такое разрешение обязательно, следует исходить из того, что отдельные виды деятельности, перечень которых определяется федеральным законом, могут осуществляться только на основании специального разрешения (лицензии).

Федеральный закон от 21.11.1995 «Об использовании атомной энергии» № 170-ФЗ закрепил регулирование всех видов деятельности в области использования атомной энергии, включая строительство и ввод в эксплуатацию ядерных установок. Впервые на законодательном уровне определяется содержание лицензии и перечень лицензируемых видов деятельности, к которым относится и сооружение, эксплуатация ядерных установок.

Лицензирование деятельности в области использования атомной энергии осуществляется Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору и ее территориальными органами (Ростехнадзор). Постановление Правительства РФ от 29 марта 2013 г. № 280 «О лицензировании деятельности в области использования атомной энергии» устанавливает порядок лицензирования деятельности в области использования атомной энергии в соответствии со статьей 26 Федерального закона "Об использовании атомной энергии".

По данным Информационного центра ГУ МВД России по Ростовской области с 2012 г. по 2014 г., т.е. в период активной фазы строительства энергоблоков № 3, № 4 Ростовской атомной электростанции правоохранными органами в отношении должностных лиц субподрядных организаций возбуждено и расследовано 7 уголовных дел по признакам состава преступления предусмотренного ст.171 УК РФ – незаконное предпринимательство (ч.1 ст. 171 УК РФ – 2 уголовных дела, п. «б» ч.2 ст. 171 УК РФ – 5 уголовных дела). В 2012 году возбуждено – 4 уголовных дела данной категории, в 2013 году – 2 уголовных дела, в 2014 году – 1 уголовное дело, в 2015-2017 г.г. уголовные дела не возбуждались.

Уголовные дела по ст. 171 УК РФ возбуждались по признакам осуществления предпринимательской деятельности без лицензии в случаях, когда такая лицензия обязательна, если это деяние сопряжено с извлечением дохода в крупном размере (свыше 1 млн. 500 тыс. руб.), и по п. «б» ч.2 – с извлечением дохода в особо крупном размере (свыше 6 млн. руб.). Должностные лица субподрядных организаций

В последствие три уголовных дела рассмотрены в суде первой инстанции, виновные лица осуждены (назначено наказание в виде штрафа), три уголовных дела прекращены по нереабилитирующим основаниям, вследствие акта об амнистии, одно уголовное дело прекращено по основанию, предусмотренному п.2 ч.1 ст. 24 УПК РФ – отсутствие состава преступления.

Анализ причин совершения такого рода преступлений, на объектах повышенной опасности, показал, что подрядными организациями были заключены договоры субподряда с организациями, не имеющими лицензии Ростехнадзора. Безусловно, обязанность получения лицензии лежит целиком на должностных лицах субподрядных организаций. По нашему мнению должностные лица подрядных организаций являются соучастниками преступления, т.к. при заключении договора должны были убедиться в наличии у субподрядной организации лицензии, дающей право на сооружение ядерных установок. Однако российское законодательство не предусматривает такой ответственности для должностных лиц подрядных организаций.

На правоохранных органах лежит обязанность пресечения преступной деятельности, в том числе и незаконного предпринимательства. Однако, в области возведения энергоблока Ростовской атомной электростанции, правоохранные органы столкнулись с проблемой, когда приостановить работы выполняемые организацией, не имеющей соответствующей лицензии, стало практически невозможным. Так субподрядная организация выполняла работы по водопонижению и водоотведению грунтовых вод при строительстве энергоблока №4 Ростовской АЭС. Прекращение данного вида работ, обернулись бы последствиями несоизмеримыми совершенному деянию, т.к. грунтовыми водами была бы разрушена вся инфраструктура, нарушен технологический процесс возведения блока атомной электростанции, государству был бы причинен ущерб в сотни миллионов рублей.

Как видно из приведенной выше статистики, правоохранными органами в тесном взаимодействии с должностными лицами Ростовской АЭС удалось фактически искоренить такой вид преступления как незаконное предпринимательство, совершаемое на объектах Ростовской АЭС. Такого результата удалось добиться благодаря взаимодействию правоохранных органов (МВД, ФСБ, прокуратуры), Ростехнадзора и Ростовской АЭС, когда общими усилиями пресечены попытки заключить договоры на выполнение работ с организациями, не имеющими лицензии Ростехнадзора. Органом предварительного

следствия в адрес руководителей организаций, допустивших привлечение к проведению работ организации, не имеющие лицензии Ростехнадзора на право ведения работ по сооружениям блоков АЭС, направлялись представления об устранении условий способствовавших совершению преступления. Только одна организация дважды допустила подобного рода нарушения, что повлекло отзыв лицензии. В связи с отзывом лицензии, организация не смогла продолжить выполнение работ на Ростовской АЭС.

Кроме того, постоянный контроль объема и качества выполненных работ каждой подрядной, субподрядной организацией, позволил в конечном итоге успешно ввести в эксплуатацию энергоблоки № 3, № 4 Ростовской атомной электростанции.

Преступления, совершаемые на объектах атомной энергетики вызывают большой общественный резонанс, т.к. негативно влияют на безопасность данных объектов, а это, безусловно, заботит каждого человека. В возведении блоков атомных станций должны принимать участие только профессиональные организации, имеющие лицензии на выполнение данного вида работ. С целью борьбы с незаконным предпринимательством в области атомной энергетики, нами предлагается ужесточение наказания за такое преступление. Также предлагается ввести ответственность за пособничество в незаконном предпринимательстве, в отношении лиц, допустивших организации, не имеющие лицензии к работам по возведению блоков АЭС, т.к. такие лица по роду своей деятельности, знают об отсутствии лицензии и заключая договор с такой организацией способствуют ей в незаконном получении прибыли.

Illegal Entrepreneurship of the Nuclear Energy Area (on the Example of Rostov NPP)

V.V. Zubenko¹, I.V. Bushuev¹, M.V. Petrov²

Volgodonsk branch of the Rostov Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Volgodonsk, Rostov region

¹bushuev.igor.2017@mail.ru

²petrovmaxim1980@yandex.ru

УДК 338.2:378.09:621.039.58

НЕЗАВИСИМАЯ ОЦЕНКА КВАЛИФИКАЦИЙ ВЫПУСКНИКОВ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ КАК ФАКТОР БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

Н.Ф. Привалова

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

В работе анализируется Национальная система квалификаций, её структурные компоненты, предпосылки создания и развития как фактора безопасности в атомной отрасли; определяется роль и место высшей школы, осуществляющей подготовку кадров для атомной отрасли, в становлении и развитии независимой оценки квалификации. Высокий уровень квалификации рассматриваются как фундаментальная компонента культуры безопасности.

Ключевые слова: Национальная система квалификаций, независимая оценка квалификации, безопасность, культура безопасности, фактор безопасности, уровень квалификации, профессиональный экзамен, демонстрационный экзамен.

Вопросам качественной подготовки специалистов в настоящее время уделяется значительное внимание. Это актуально как для организаций среднего профессионального

образования, так и для выпускников высшей школы. В связи с этим в образовательном процессе все большее значение придается взаимодействию организации, осуществляющей подготовку специалистов, и предприятий-работодателей, непосредственно участвующих в оценке уровня подготовки выпускников.

С 1 января 2017 года вступил в силу федеральный закон «О независимой оценке квалификации» [9], который определил правовую рамку построения в Российской Федерации системы независимой оценки квалификации. Прямых аналогов этой системы в России ранее не существовало [6].

Независимая оценка квалификации представляет собой процедуру подтверждения соответствия квалификации соискателя положениям профессионального стандарта или квалификационным требованиям, установленным федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, проведенная центром оценки квалификации [6].

Социально-экономический смысл Национальной системы квалификаций определяется тем, что через нее рынок труда дает сигнал о своих обобщенных требованиях к человеческим ресурсам. В свою очередь, этот кадровый запрос – ориентир для системы образования, которая должна предложить гражданам эффективные образовательные траектории для обеспечения потребностей рынка труда [2].

Создание системы независимой оценки квалификации стало государственной программой. Сформирована многоуровневая система администрирования независимой оценки квалификации. Правительством Российской Федерации дополнительно к федеральному закону были утверждены Правила проведения ЦОК независимой оценки квалификации в форме профессионального экзамена, Министерством труда и социального развития Российской Федерации – требования к центрам оценки квалификации и порядку отбора организаций для наделения их полномочиями по проведению независимой оценки квалификации [5].

В рамках мероприятий по созданию и внедрению механизма оценки и сертификации квалификаций специалистов и выпускников образовательных организаций для атомной отрасли были апробированы модели экспертно-аналитического центра и модели центра оценки и сертификации квалификаций. По результатам апробации моделей и результатам их обсуждения на научно-практических семинарах была сформирована модель системы оценки квалификаций в сфере атомной энергии [3].

Среди предпосылок создания и развития независимой оценки квалификаций выделяют следующие:

- подготовка кадров в высшей школе не успевает за темпами инновационных преобразований на современном рынке труда, диплом перестает быть мерилем качества подготовки специалистов, ощущается разрыв между системой подготовки профессиональных кадров и рынком труда;

- недостаточный уровень практической подготовки и практической применимости полученных выпускником знаний;

- трансформация рынка труда, переход от рынка резюме к рынку квалификаций;

- трудности предприятий, организаций в создании внутренней процедуры независимой оценки сотрудников;

- высокий уровень квалификации и ответственность людей, работающих на предприятиях атомной отрасли, где вырабатывается и используется атомная энергия, рассматриваются как фундаментальные компоненты культуры безопасности [1].

Культура Безопасности – мощный ресурс повышения безопасности в атомной отрасли. Безопасность понимается как такое состояние эргатической системы, при котором воздействие внешних или внутренних факторов не может привести к серьезному ущербу или остановке реализации Проекта. Профессиональная деятельность рассматривается как внутренний, человеческий фактор, определяющий безопасность [4].

Как следствие этого, повышение безопасности системы требует повышение

профессиональной надежности работников, уровня их квалификации, определение которого возможно, прежде всего, в рамках внедрения независимой оценки профессиональной квалификации.

В отечественной атомной энергетике понятие культуры безопасности было введено в 1988 году. Культура безопасности в документе «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций» определена как квалификационная и психологическая подготовленность всех лиц, при которой обеспечение безопасности атомных станций является приоритетной целью и внутренней потребностью [8].

Новые вызовы современности, проявляющиеся в динамических изменениях социально-политической, экономической ситуации в стране и мире, включая институт образования, требуют уделять больше внимание сохранению и развитию культуры безопасности как барьера, препятствующего негативному влиянию внешних и внутренних факторов на безопасность в атомной отрасли [8].

Анализ материалов публикаций, семинаров, конференций, круглых столов позволил определить место и роль высшей школы, осуществляющей подготовку кадров для атомной отрасли, в становлении и развитии системы независимой оценки квалификаций как фактора безопасности:

Предоставление помещений и инфраструктуры в качестве площадок для НОК.

Создание на базе учреждения высшего образования экспертных центров.

Ознакомление студентов с профессиональными стандартами, подготовка их к НОК.

Разработка оценочных средств и комплектов оценочных средств для проведения НОК.

Взаимодействие и интеграция с профессиональными сообществами, советами по профессиональным квалификациям, центрами оценки квалификаций, отраслевыми кластерами с целью актуализации моделей компетенций.

Совершенствование процесса проектирования основных образовательных программ, их профессионально-общественной аккредитации, обеспечение гарантий качества образования.

Важной задачей в настоящее время выступает установление связей преемственности между процедурами аттестации в рамках образовательных программ СПО и ВО сертификацией профессиональных квалификаций в центрах независимой оценки и сертификации, подготовка выпускников к независимому внешнему оцениванию квалификаций и компетенций на протяжении их профессиональной карьеры [2].

В настоящее время все включились в процесс квалификаций, однако осуществляется это везде по-разному. Фактически появились альтернативные, дублирующие системы. Например, движение WorldSkills, которое некоторыми воспринимается как альтернативная система. Активно внедряется механизм демонстрационного экзамена как выпускного по стандартам WorldSkills.

Демонстрационный экзамен представляет собой моделирование производственной ситуации и дает возможность выпускнику показать степень освоения программ не в искусственных условиях, а в реальных. Преимущества такой проверки очевидны: выпускник не просто сдает итоговый экзамен, он подтверждает квалификацию в соответствии с международными стандартами.

Демонстрационный экзамен может служить в качестве критерия оценивания компетентности студента, способом мониторинга качества образовательной программы вуза и основанием для адаптации разработанных в рамках ООП рабочих программ к требованиям реального рынка. Проводится демонстрационный экзамен может и должен с привлечением экспертов центра независимой оценки квалификаций. Как вариант организации проверки уровня профессионального мастерства – создание центра оценки квалификаций (как элемента независимой оценки квалификаций) на базе WorldSkills.

Генеральный директор Национального агентства развития квалификаций А. Н. Лейбович, выступая на Третьем Всероссийском форуме «Национальная система квалификаций России» подчеркнул, «...что в системе квалификаций должны отражаться

лучшие зарубежные и российские практики. ... Принято уже решение Национальным советом о том, чтобы, например, материалы и требования спецификаций WorldSkills International мы могли бы отражать при разработке профессиональных стандартов. Тем самым требования WorldSkills будут автоматом транслироваться на законной основе через профессиональные стандарты дальше – и в оценку квалификации, и в профессионально-общественную аккредитацию» [6].

Вектор развития ВИТИ НИЯУ МИФИ определяется новыми тенденциями в подготовке и оценке квалификации выпускников: внесены изменения в образовательные программы (актуализированы профессиональные модули и дисциплины, фонды оценочных средств, программы практики); проведена модернизация материально-технической базы сварочной лаборатории в соответствии с требованиями WorldSkills, проводится обучение экспертов демонстрационного экзамена, экспертов региональных чемпионатов, независимая оценка результатов демонстрационного экзамена обеспечивается экспертами от предприятий-работодателей.

ВИТИ НИЯУ МИФИ – единственный ВУЗ в Ростовской области, на базе которого в 2017г. на основе трехстороннего соглашения ГК «Росатом», Союза «WorldSkills Russia» и НИЯУ МИФИ в рамках пилотной апробации были проведены демонстрационные экзамены по двум компетенциям: Сварочные технологии и Электромонтаж. В качестве экспертов по оценке на демонстрационных экзаменах выступали ведущие специалисты Филиала АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск, Филиала АО «Концерн Росэнергоатом»

«Ростовская атомная станция».

В 2018 г. процесс набирает обороты: участниками демонстрационного экзамена стали не только выпускники среднего профессионального образования, но и выпускники высшей школы, которые сдавали демонстрационный экзамен еще и по компетенции «Веб-дизайн и разработка».

Таким образом, существуют инструменты, позволяющие работодателям оценить уровень подготовки выпускников: система независимой оценки квалификации, регулируемая федеральным законом «О независимой оценке квалификации», промежуточные и итоговые аттестации студентов; движение WorldSkills; демонстрационный экзамен. Однако, эти системы развиваются разрозненно. Современная задача – объединить эти инструменты и разработать единую методологию, которая позволит создать независимую систему оценки квалификации молодых специалистов – выпускников высшей школы. Такая система, несомненно, сделает взаимодействие рынка труда и сферы образования эффективнее, окажет влияние на позитивную динамику показателей безопасности предприятий отрасли.

Высокий уровень квалификации персонала, как фундаментальной компоненты культуры безопасности – стратегическая задача не только предприятий атомной отрасли, но и высшей школы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Адамчик, С.А.* Квалификация и ответственность [Электронный ресурс] / С.А. Адамчик // Вестник ЛАЭС» № 19 (56). – URL: http://www.laes.ru/content/pressa/vestnik/2016/19_2016.pdf. – (дата обращения: 25.05.2018).
2. *Исаков, С.В.* Культура безопасности: вводный курс. [Электронный ресурс]/ Исаков С.В. – URL: <http://docplayer.ru/48488636-Kultura-bezopasnosti.html>. – (дата обращения: 25.05.2018).
3. *Ефимова, С.А.* Национальная система квалификаций Российской Федерации как фактор модернизации оценки и аттестации в профессиональном образовании [Электронный ресурс] / С.А. Ефимова // Современная высшая школа: инновационный аспект. – 2016. – Т.8, №2. – С. 39-48. – URL: <http://www.journal.rbiu.ru/services/42/1642/>. – (дата обращения: 25.05.2018).
4. *Гусева, А.И.* Методы оценивания компетенций для сертификации квалификаций специалистов атомной отрасли [Электронный ресурс] / А.И. Гусева, А.Н. Силенко, Е.А. Шеина // Современные проблемы науки и образования. –2014. – № 2. – URL: <http://www.science-education.ru/116-12451>. – (дата обращения: 19.05.2017).
5. *Лебедев, В.А.* Организационно-правовые аспекты проведения независимой оценки квалификации

- [Электронный ресурс] / В.А. Лебедев, Е.И. Лебедева // Учет. Анализ. Аудит. – 2018. – Т. 5, № 2. – С. 104-109. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionno-pravovye-aspekty-provedeniya-nezavisimoy-otsenki-kvalifikatsii>. – (дата обращения: 25.05.2018).
6. Лейбович, А.Н. Разработка и применение оценочных средств для проведения профессиональных экзаменов : сборник методических рекомендаций [Текст] / А.Н. Лейбович, А.А. Факторович, А.С. Перевертайло, С.А. Лушников // под общ. ред. А. Н. Лейбовича. – Москва : Издательство «Перо» . – 2017. – 321 с.
 7. Лейбович, А.Н. Стенограмма ключевой сессии №1 «Национальная система квалификаций и независимая оценка квалификации» Третьего Всероссийского форума «Национальная система квалификаций России». [Электронный ресурс]. / А.Н. Лейбович. – 2017. – URL: <https://nark.ru/ns/vserossiyskiy-forum/forum-2017.php>. – (дата обращения: 25.05.2018).
 8. Райков, С.В. Повышение культуры безопасности на предприятиях государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» [Электронный ресурс] / С.В. Райков. – URL: <http://docplayer.ru/29773335-Povyshenie-kultury-bezopasnosti-na-predpriyatiyah-gosudarstvennoy-korporacii-po-atomnoy-energii-rosatom.html>. – (дата обращения: 27.05.2018).
 9. Федеральный закон от 03 июля 2016 г. № 238-ФЗ «О независимой оценке квалификации» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_200485/. – (дата обращения: 25.05.2018).
 - 10.

Independent Evaluation of Qualifications of Graduates of Higher Education as a Safety Factor of the Nuclear Industry

N.F. Privalova

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region
NFPrivalova@mephi.ru*

Abstract – The work analyzes the National system of qualifications, its structural components, the prerequisites for creation and development as a safety factor in the nuclear industry; determines the role and place of the higher school, which manages personnel for the nuclear industry, in the formation and development of an independent assessment of qualifications. A high level of qualification is seen as a fundamental component of a safety culture.

Keywords: National system of qualifications, independent qualification assessment, safety, safety culture, safety factor, skill level, professional exam, demonstration exam.

УДК 159.9:62

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЭКЗАМЕН В ВИТИ НИЯУ МИФИ: НОВЫЙ ПОДХОД К ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ВЫПУСКНИКОВ

В.А. Руденко, С.А. Томилин, А.В. Анцибор, Г.А. Доблер, Н.П. Василенко

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

В статье рассмотрен новый подход к государственной итоговой аттестации выпускников среднего профессионального образования, основанный на внедрении демонстрационного экзамена, представлены результаты апробации проведения демонстрационного экзамена в ВИТИ НИЯУ МИФИ. Обозначены актуальные проблемы реализации демонстрационного экзамена, как формы аттестации выпускников среднего образования. Представлены возможности и значение демонстрационного экзамена для эффективной подготовки специалистов атомной отрасли и обеспечения высокого уровня культуры безопасности.

Ключевые слова: демонстрационный экзамен, культура безопасности, государственная итоговая аттестация, WorldSkills, среднее профессиональное образование, обеспечение безопасности атомных объектов.

Подготовка выпускников образовательных организаций к эффективной трудовой деятельности, владение компетенциями, обеспечивающими выполнение требований профессиональных стандартов, развитие способностей к быстрой адаптации на рабочем месте, а также выработка устойчивой мотивации к успешной профессиональной деятельности – это основные задачи современного профессионального образования.

В настоящее время отечественная система профессионального образования находится на этапе коренных преобразований, призванных обеспечить подготовку выпускников с новыми качественными характеристиками. Высокий уровень мотивации, теоретической и практической подготовки, способность к саморазвитию, быстрая адаптация к меняющимся производственным условиям – вот далеко не полный их перечень. Но главными среди них по-прежнему остаются высокий уровень профессиональной подготовки и способность к эффективному решению производственных задач. В значительной степени достижению таких результатов способствует практико-ориентированное обучение студентов среднего профессионального (СПО) и высшего образования (ВО). Этот подход согласуется с накопленным опытом по подготовке высококлассных специалистов в Германии, Финляндии, Франции и многих других лидеров мировой экономики.

Смещение акцента в подготовке выпускников в сторону обучения практическим навыкам (особенно в системе СПО) потребовало и пересмотра подходов к их аттестации. Государственная итоговая аттестация по программам СПО сегодня должна проходить в формате демонстрационного экзамена, представляющего собой решение обучающимися практических задач, свидетельствующее о сформированности у них компетенций, определенных образовательным стандартом, в присутствии профессиональных экспертов и наблюдателей в режиме реального времени [1].

Сам демонстрационный экзамен имеет очевидные признаки формата соревнований WorldSkills (WS). Более того, по критерию «Качество подготовки выпускников образовательных программ СПО» мониторинга качества подготовки выпускников СПО, установленного Министерством образования и науки Российской Федерации в 2016 г., имеет место учет результатов итоговой аттестации WS Russia (WSR) [1]. Это же согласуется и с одним из поручений Президента Правительству Российской Федерации от 29 декабря 2016 года № Пр-2582 по итогам встречи с членами национальной сборной WS Russia по профессиональному мастерству, согласно которому необходимо обеспечить внедрение демонстрационного экзамена по стандартам WSR в качестве государственной итоговой аттестации по образовательным программам СПО [2]. При этом иные системы оценки профессиональных знаний и умений, рассмотренные, например, в [3] здесь не задействуются.

В настоящее время существует целый ряд сложностей с реализацией этого проекта [1], возникающих как у профессионального сообщества, так и у образовательных организаций:

- высокая стоимость: оплата труда экспертов, транспортные расходы, затраты на дорогостоящее оборудование, использование информационной системы CIS, необходимость сертификации центров для проведения экзамена, разработку контрольно-измерительных материалов и др.;

- рассогласованность понятийного аппарата и требований в сравнении с федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС): компетенции WS с одной стороны отчасти включают профессиональные виды деятельности и компетенции образовательных стандартов, с другой – в большей или меньшей степени им не соответствуют. Смещение акцента государственной итоговой аттестации на оценку уровня подготовки по компетенции WS оставляет без внимания результативность освоения собственно образовательной программы. Кроме того, не все обучающиеся, которые на высоком уровне демонстрируют владение технологиями и приемами выполнения практических заданий в соответствии с требованиями ФГОС СПО, могут успешно

выполнить задание повышенного уровня сложности по рабочей профессии в соответствии с подходами WS. И наоборот, навыки в рабочей профессии не определяют уровень подготовки по ФГОС СПО.

– узкоспециализированная материально-техническая база: оборудование, соответствующее инфраструктурным листам WS порой не представляет отраслевые и (или) региональные приоритеты, не ориентировано на поддержку отечественного производителя и часто не соответствует производственной базе и технологиям работодателей, для которых осуществляется подготовка выпускников.

Учитывая существующие сегодня рассогласованности с ФГОС, завышенный уровень сложности и отсутствие детально проработанной нормативно-правовой базы, демонстрационный экзамен в настоящее время рассматривается как дополнительное испытание [4].

В 2016 г. был запущен пилотный проект по апробации внедрения демонстрационного экзамена в 13 регионах нашей страны. Экзамен проводится в заявительном порядке для обучающихся, которые дали согласие на свое участие в испытаниях. ВИТИ НИЯУ МИФИ – единственный вуз в Ростовской области, который с 2017 г. участвует в данном проекте. на основе трехстороннего соглашения между ГК «Росатом», НИЯУ МИФИ и Союзом WorldSkills Russia. Наш институт выступает площадкой для проведения демонстрационного экзамена по компетенциям «Сварочные технологии», «Электромонтаж» и «Web-программирование».

Для обеспечения возможности проведения демонстрационного экзамена в институте был выполнен ряд мероприятий:

- внесены изменения в образовательные программы (актуализированы профессиональные модули и дисциплины, программы практик, фонды оценочных средств);
- проведена модернизация материально-технической базы в соответствии с требованиями инфраструктурных листов WS;
- формируется сообщество экспертов демонстрационного экзамена;
- для подготовки и оценивания результатов экзамена привлекаются заинтересованные работодатели.

В 2018 г. к сдаче демонстрационных экзаменов привлечены студенты не только СПО, но и ВО. Таким образом в соответствии с принятыми в ГК «Росатом» требованиями выпускники вуза начинают профессиональную деятельность на рабочих специальностях. Подобный формат аттестации выпускников позволяет еще на этапе подготовки сформировать не только требуемый объем и структуру компетенций, но и необходимый уровень культуры безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлова, О.А. Демонстрационный экзамен: приоритеты образовательной политики в СПО и новая реальность для образовательных организаций [Текст] / О.А. Павлова // Дополнительное профессиональное образование в стране и мире. 2016. № 5-6 (27-28). С. 6-8.
2. Перечень поручений по итогам встречи с членами национальной сборной России по профессиональному мастерству [Электронный ресурс] / Администрация Президента России. – URL: <http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/53682>. (дата обращения: 11.04.2018)
3. Демонстрационный экзамен и системы оценки профессиональных умений и знаний. [Электронный ресурс] / Портал федеральных учебно-методических объединений в среднем профессиональном образовании. – URL: <https://www.fumo-spo.ru/?p=articles&show=2>. (дата обращения: 3.03.2018)
4. Воронцов, Е.Б. Проблемы интеграции демонстрационного экзамена и государственной итоговой аттестации в среднем профессиональном образовании [Текст] / Е.Б. Воронцов // Профессиональное образование: проблемы, исследования, инновации: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. 31 мая 2017 г. – Екатеринбург: УМЦ УПИ. 2017. Т.2. С.56-61.

Demonstration Examination at VITI MEPhI: New Approach to Final Certification of Graduates

V.A. Rudenko¹, S.A. Tomilin², A.V. Antsibor³, G.A. Dobler⁴, N.P. Vasilenko⁵

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region*

¹*VARudenko@mephi.ru*

²*SATomilin@mephi.ru*

³*AVAntsibor@mephi.ru*

⁴*GADobler@mephi.ru*

⁵*NPVasilenko@mephi.ru*

Abstract – The article describes a new approach to the state final certification of graduates of secondary vocational education, based on the introduction of the demonstration exam, presents the results of testing the demonstration exam at VITI NRNU MEPhI. The actual problems of the implementation of the demonstration exam, as a form of certification of graduates of secondary education, are indicated. The possibilities and significance of the demonstration exam for the effective training of nuclear industry specialists and ensuring a high level of safety culture are presented.

Keywords: demonstration exam, safety culture, state final attestation, WorldSkills, secondary vocational education, safety of atomic facilities.

УДК 004.94

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

Н.А. Симакова

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

В работе представлена виртуальная лаборатория, включающая 15 виртуальных лабораторных стендов и 2 тренажерных комплекса, предназначенных для обучения студентов технических направлений и специальностей по дисциплинам, связанных с измерениями. Каждый виртуальный стенд или тренажер оснащен инсталляционным дистрибутивом для его установки на любом современном компьютере и методическими указаниями для выполнения работ на нем.

Ключевые слова: виртуальная лаборатория, виртуальный стенд.

В ВИТИ НИЯУ МИФИ ежегодно закупается или обновляется оборудование для различных лабораторий, так как качество образования, получаемого студентом, определяется не только уровнем его теоретической подготовки, но и умением использовать полученные знания на практике.

На кафедре «Информационные и управляющие системы» создана лаборатория «Системы управления», в состав специализированного оборудования которой входят стенды и лабораторные установки «Лаборатория SCADA-систем», «Мехатронные датчики», «САУ в теплотехнике», «Система управления двигателями постоянного тока», «Датчики технологических параметров», «Основы АСУ ТП» (рис. 1) и др., а также современное программное обеспечение Delphi, C++, VisualProlog, 1C, LabVIEW, Multisim и др. В лаборатории проводятся лабораторные и лекционные занятия по различным дисциплинам для технических направлений подготовки бакалавров, магистров и специалистов.



Рисунок 1 – Лабораторный стенд «Основы АСУ ТП»

Однако существенным недостатком использования стендов на занятиях является их наличие в единственном экземпляре, отсутствие возможности студентов самостоятельно работать с оборудованием вне лаборатории, высокая стоимость стендов, дорогостоящее техническое обслуживание и ремонт. В связи с этим возникает необходимость создания виртуальных лабораторных стендов, среди достоинств которых:

1. Возможность моделирования процессов, рассмотрение которых в физической реализации затруднительно или невозможно.
2. Наглядная визуализация с использованием анимации работы сложных систем, объектов или процессов, возможность проникновения в тонкости в другом масштабе времени, расстояния, геометрических и иных размеров.
3. Возможность быстрого проведения серии опытов с различными значениями входных параметров.
4. Экономия времени и ресурсов для обработки результатов.
5. Безопасность при моделировании работы объектов или процессов с экстремальными параметрами (температуры, напряжением и т.д.).

При выборе среды разработки виртуальных стендов были рассмотрены несколько сред, однако была выбрана среда графического программирования LabVIEW, так как она полностью отвечает поставленным требованиям и в лаборатории имеется ее лицензионная копия.

Разработка любого стенда начиналась с глубокого анализа предметной области и создания математической модели объектов стенда и процессов, протекающих в них. Далее создавался интерфейс стенда, включавший в себя модель передней панели стенда и интерфейс лабораторных работ, выполняемых на этом стенде (рис. 2). Затем прописывался алгоритм функционирования стенда, создавались методические указания для выполнения лабораторных работ.

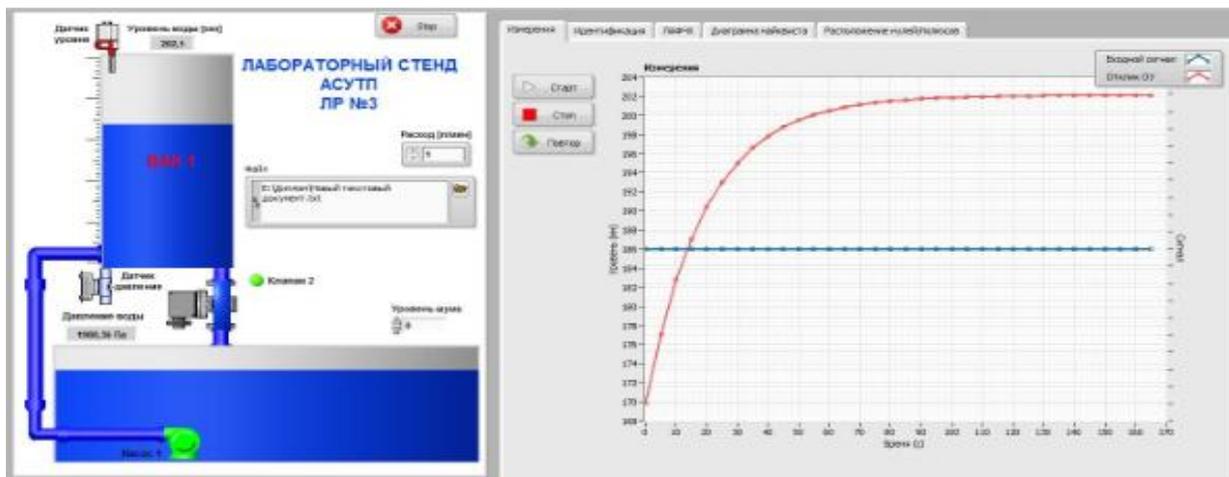


Рисунок 2 – Виртуальный лабораторный стенд «Основы АСУ ТП»

При изучении дисциплин, связанных с измерениями, хорошо показал себя виртуальный лабораторный практикум, созданный в МАИ. Однако данный практикум представляет собой приложение, требующее для запуска установку дорогостоящего программного обеспечения Labview версии 8.6. При переходе на другие версии или при отсутствии Labview приложение не запускалось. Поэтому, мы создали виртуальные стенды, позволяющие не зависеть от LabView и выполнять 4 лабораторные работы, запуская стенды на любом современном компьютере.

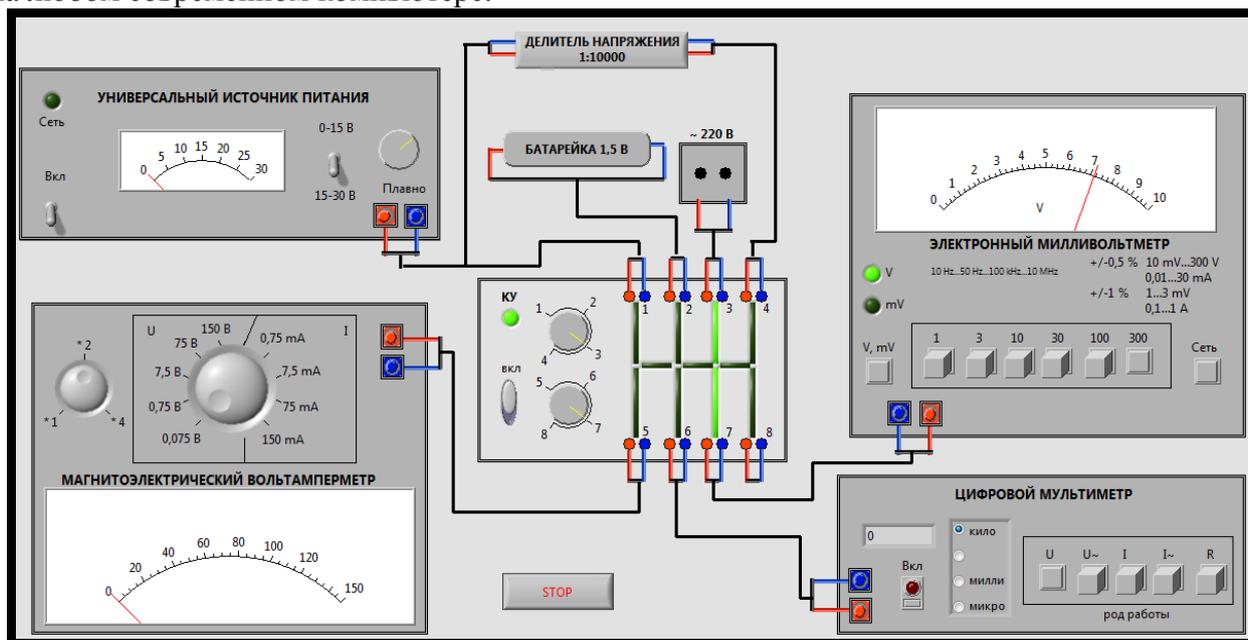


Рисунок 3 – Виртуальный лабораторный стенд «Планирование, проведение и обработка однократных прямых и косвенных измерений»

Идея следующего виртуального стенда для изучения работы теплотехнических датчиков пришла во время стажировки в отделе метрологии на заводе «АЭМ-технологии». Разработанный стенд (рис. 4) может использоваться для изучения работы температурных датчиков и датчиков давления.

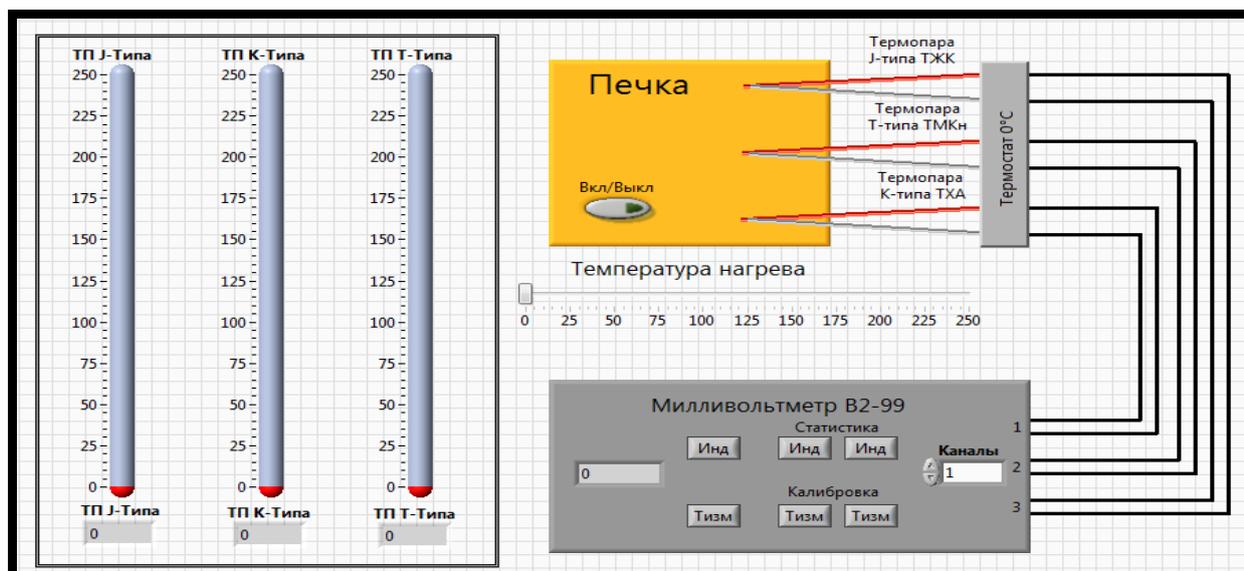


Рисунок 4 – Виртуальный лабораторный стенд для изучения работы теплотехнических датчиков

Для лекционных занятий были созданы тренажеры для изучения работы систем автоматического управления скоростью турбины и мощностью ядерного реактора. Они помогают преподавателю наглядно продемонстрировать все устройства системы, их математические модели в виде передаточных функций, а также статические и динамические свойства системы в различных режимах.

В итоге была создана виртуальная лаборатория, включающая 15 виртуальных стендов и 2 тренажера. Для всех разработанных программных средств был создан инсталляционный дистрибутив и разработаны методические указания, в которых подробно описан процесс выполнения лабораторных работ. Эффективное применение виртуальных технологий в образовательном процессе способствует не только повышению качества образования, но и экономии значительных финансовых ресурсов, создают безопасную, экологически чистую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трухин, А.В. Об использовании виртуальных лабораторий в образовании [Текст] / А.В. Трухин. // Открытое и дистанционное образование. – 2002. – № 4 (8) .
2. Батоврин, В.К. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий / В.К. Батоврин, А.С. Бессонов, В.В. Мошкин, В.Ф. Папуловский // под ред. В.К. Батоврина. – Москва : ДМК Пресс, 2009. – 224 с.

Improving the Quality of Teaching Students Based on the Use of Virtual Laboratories

N.A. Simakova

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region
simnataalex@gmail.com*

Abstract – The paper presents a virtual laboratory, which includes 15 virtual laboratory benches and 2 training complexes designed to train technical students and specialties in the disciplines related to measurements. Each virtual stand or simulator is equipped with an installation distribution for its installation on any modern computer and methodological guidelines for performing work on it.

Keywords: virtual laboratory, virtual stand.

Проектирование и строительство энергоблоков АЭС

УДК 624.04

**О МОДЕЛИРОВАНИИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ДИСКРЕТНО
АРМИРОВАННОЙ ОБОЛОЧКИ В УСЛОВИЯХ РАДИАЦИОННОГО
ОБЛУЧЕНИЯ****Р.Б. Гарибов***Балаковский инженерно-технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ, Балаково, Саратовская обл.*

Рассматривается задача моделирования поведения армированной бетонной цилиндрической оболочки, подвергающейся радиационному воздействию. Объем рассчитываемой оболочки покрывается дискретной сеткой узлов, в каждом из которых находятся напряжения и деформации и для каждого решается уравнение накопления повреждений.

Ключевые слова: армобетонная цилиндрическая оболочки, радиационное облучение, доза облучения, радиационное распухание.

Получены разрешающие уравнения для оболочки, учитывающие совместное действие нагрузки и радиационного облучения. Считается, что механические характеристики бетона и арматуры зависят от дозы облучения. Учитывается также неодинаковая работа бетона на растяжение и сжатие. При выводе используется прием замены дискретного армирования в каждом направлении эквивалентными слоями. Для решения полученных уравнений предложено использовать шаговую по времени методику с нахождением на каждом шаге закона распределения дозы облучения по телу оболочки, деформации распухания, а по ним законов распределения механических характеристик бетона и арматуры с учетом влияния облучения и характера напряженного состояния.

Для построения модели рассмотрен алгоритм, состоящий из четырех шагов.

1) выбор параметров, характеризующих процессы деформирования, разрушения, и внешние воздействия; построение уравнений состояния и кинетических уравнений для этих параметров;

2) рассматриваются эксперименты для проведения идентификации построенных моделей;

3) формулируется краевая задача для рассчитываемой конструкции с учетом внешних воздействий;

4) проводятся численные эксперименты и исследуется поведение конструкции при различных воздействиях. На основе этого подхода построены разрешающие уравнения для оболочки, учитывающие совместное действие нагрузки и радиационного облучения.

При этом дополнительно к параметрам – напряжениям, деформациям, температуре, времени вводятся параметр поврежденности, параметр радиационного распухания и доза облучения. Считается, что механические характеристики бетона и арматуры зависят от дозы облучения. Учитывается также неодинаковая работа бетона на растяжение и сжатие. Считается что бетон работает в условиях плоского напряженного состояния, а арматура в условиях одноосного напряженного состояния в каждом направлении армирования. При получении выражений для усилий и изгибающих моментов в армированной оболочке используется прием замены дискретного армирования в каждом направлении некоторым эквивалентным слоем. В результате получена система двух интегро-дифференциальных уравнений, с соответствующими граничными условиями, описывающих осесимметричную деформацию армированной оболочки в условиях радиационного воздействия.

Для решения полученных уравнений предложено использовать пошаговую (по времени) процедуру, в процессе реализации которой на каждом шаге сначала находится распределение дозы облучения по телу оболочки и деформации распухания, затем находятся законы распределения механических характеристик бетона с учетом влияния облучения и характера напряженного состояния. После этого определяются переменные коэффициенты разрешающих уравнений, а затем численными или вариационными методами решается система интегро-дифференциальных уравнений. Объем рассчитываемой оболочки покрывается дискретной сеткой узлов, в каждом из которых находятся напряжения и деформации и для каждого решается уравнение накопления повреждений. Достижение повреждением предельного значения в какой-либо точке трактуется как разрушение всей оболочки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Филин, А.П.* Прикладная механика твёрдого деформируемого тела. [Текст] / А.П. Филин – Москва : Наука, 1975. – 832 с.
2. *Лихачев, Ю.И., Пупко В.Я.* Прочность тепловыделяющих элементов ядерных реакторов [Текст] / Ю.И. Лихачев, В.Я. Пупко. – Москва : Атомиздат, 1975 – 378 с.
3. *Павлина, В.С.* К вопросу о методологии физико-химической механики материалов [Текст] / В.С. Павлина, В.В. Попович, Г.Г. Максимович // Физико-химическая механика материалов. – 1980. – № 3. – С. 5-14.
4. *Власов, В.З.* Общая теория оболочек и её приложение в технике [Текст] / В.З. Власов. – Москва-Ленинград : Гостехтеориздат, 1949. – 784 с.
5. *Филин, А.П.* Элементы теории оболочек [Текст] / Ленинград : Стройиздат, 1987. – 383 с.
6. *Гарибов, Р.Б. Овчинников И.Г.* Деформирование армированных пластинчатых элементов конструкций, подвергающихся радиационному облучению [Текст] / Р.Б. Гарибов, И.Г. Овчинников // Труды XXI международной конференции по теории оболочек и пластин. Саратов 14 – 16 ноября 2005 г. Саратов. СГТУ, 2005. – С. 64-74.
7. *Гарибов, Р.Б.* Учет влияния радиационных сред на армированные железобетонные оболочки [Текст] / Р.Б. Гарибов // Развитие современных городов и реформа жилищно-коммунального хозяйства. III международная научно-практическая конференция: Москва, 2005 г. – С. 274-278.
8. *Гарибов, Р.Б.* К вопросу влияния различных схем воздействия радиационных сред и нагрузок на армированные пластинчатые элементы конструкций [Текст] / Р.Б. Гарибов // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2017. – № 13 (4). – С. 53-57.
9. *Гарибов, Р.Б.* Моделирование осесимметричного деформирования дискретно армированной оболочки в условиях радиационного облучения [Электронный ресурс] / Р.Б. Гарибов, И.Г. Овчинников // Цифровые средства производства инженерного анализа: Сб. материалов Первой всерос. конф. с междунар. Участием. – Электрон. дан. – Тула : Изд-во Тул. гос. пед. ун-та им. Л. Н. Толстого, 2017. – С. 49-57 (дата обращения: 4.03.2018).

On Modeling of the Deformation of a Discrete Reinforced Shell in the Conditions of Radiation Exposure

R.B. Garibov

*Balakovo Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI», Balakovo
RBGaribov@mephi.ru*

Abstract – The problem of modeling the behavior of reinforced concrete cylindrical shell under conditions of radiation exposure is considered. The volume of the calculated shell is covered by a discrete grid of nodes, each of which contains stresses and deformations and for each solves the equation of damage accumulation.

Keywords: reinforced concrete cylindrical shell, radiation exposure, dose of radiation, radiation swelling.

УЧЕТ ВЗАИМОВЛИЯНИЯ КРАНА КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ И ЗАЩИТНОЙ ГЕРМООБОЛОЧКИ ЭНЕРГБЛОКА АЭС ПРИ АНАЛИЗЕ БЕЗОПАСНОСТИ

(материал опубликован в журнале «Глобальная ядерная безопасность», № 3 (24), 2017)

О.А. Губеладзе^{*}, А.Р. Губеладзе^{*}, С.М. Бурдаков^{}**

^{*} *Донской государственный технический университет (ДГТУ),*

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

В работе представлены особенности учета взаимодействия крана кругового действия и защитной гермооболочки энергоблока АЭС при анализе безопасности.

Ключевые слова: Защитная гермооболочка, реакторное отделение, кран кругового действия, подкрановый путь, технологическое оборудование, монтаж, атомная энергетика.

Предотвращение аварийной ситуации (АС) предусматривает проведение с высоким качеством мероприятий соответствующих таким этапам жизненного цикла АЭС с ВВЭР как создание (проектирование, строительство, монтаж оборудования) и эксплуатация. Для предотвращения неблагоприятного развития иницирующих событий в рамках концепции выполняются различные функции, одной из которых является безусловное обеспечение охлаждения активной зоны реактора (предотвращение перегрева ТВЭЛов и их разрушения). Машина перегрузки (МП) ядерного топлива (ЯТ) предназначена для загрузки, перегрузки и выгрузки тепловыделяющих сборок на остановленном и расхоленном реакторе. Точность наведения на заданную координату составляет ± 3 мм. Мостовой кран радиального действия (полярный кран) устанавливается под куполом защитной гермооболочки (ЗГО) реакторного отделения АЭС и применяются для перемещения различных грузов в реакторном отделении. Его конструкция позволяет совершать транспортные операции в любой точке здания. Точность наведения груза таким краном должна составлять ± 7 мм. Особую актуальность это требование принимает в случае неисправности МП при реализации АС, требующей выгрузки тепловыделяющих сборок (ТВС) из реактора.

Важнейшей функцией при неблагоприятном развитии событий необходимо считать локализацию и удержание радиоактивных веществ в пределах зоны локализации аварии. Эффективность реализации защитных функций гермооболочкой в значительной степени зависит от того – насколько успешным будет противодействие ЗГО нерегулируемым деструктивным воздействиям, а точнее деструктивным факторам (ДФ) этих воздействий. В реальной АС следует ожидать одновременное или комбинированное воздействие нескольких ДФ. Комбинированное воздействие возможно при условии, что первое по времени нерегулируемых деструктивных воздействий (НДВ) явилось источником последующих (вторичных) воздействий.

После монтажа крана радиального действия на подкрановый путь, на консоли, расположенные в районе ходовых колес, воздействует сила, обусловленная его весом. Стена защитной оболочки в зоне крепления консоли воспринимает момент силы, который вызывает упругие деформации стены оболочки. При этом зона крепления консоли является фрагментом стены, где расположенные выше и ниже зоны обладают соответствующей на конкретный момент строительства жесткостью.

Исходя из выше сказанного, при решении проблем безопасности АЭС, где существенная роль отводится подъемно-транспортным системам (ПТС), их следует рассматривать как элемент комплекса «ЯТ – технологическое оборудование (ТО) реакторного отделения – ЗГО». Безусловно, АЭС является сложной технической системой,

обладающей рядом специфических свойств. Проведя ее детализацию, выделим элемент для дальнейшего исследования – энергоблок АЭС. Исследуемый объект S представим в виде модели, которая имеет следующие характеристики:

- X – входные воздействия ($x_a \in X, a = \overline{1, N_x}$);
- H – внутренние параметры системы ($h_l \in H, l = \overline{1, N_h}$);
- Y – выходные параметры ($y_b \in Y, b = \overline{1, N_y}$);
- V – набор внешних возмущений ($v_d \in V, d = \overline{1, N_v}$).

При наличии в наборе внешних возмущений НДВ ($V^{НДВ} \cap V, v_d' \in V^{НДВ}, d = \overline{1, N_d}$) возможно возникновение АС, при развитии которой ожидаются исходы G , где $g_j \in G$. Исходы характеризуются критериями $K(g_j)$, в данном случае предпочтения в G можно описать при помощи единственного критерия K , т.е. исход g_0 предпочтительнее других

$$K(g_0) \succ K(g_j), j = 1, 2, 3. \quad (1)$$

С целью предотвращения возникновения или дальнейшего развития АС выполняются мероприятия защиты объекта S . Реализация этих мероприятий зависит от эффективности как отдельных элементов, так и всей системы защиты (СЗ) [2]. Здесь под эффективностью будем понимать свойство, определяющее степень пригодности системы для использования по назначению и характеризующее соответствие достигнутого в процессе применения системы результата ожидаемому (требуемому). Способы реализации мероприятий защиты будем называть стратегиями U ($u_m \in U, m = \overline{1, N_u}$). Если задача характеризуется наличием случайных факторов с известными законами распределения (отказ оборудования, случайный «спрос» и т.д.), то каждой стратегии из множества U можно поставить в соответствие распределение на множество исходов. В данном случае, G является конечным множеством, поэтому для стратегии u_m при воздействии v_d' можно определить вероятность $P_j(u_m, v_d')$ появления каждого исхода g_j . Критерий, характеризующий исходы, является случайной функцией $\tilde{K}(u_m)$. Для любой выбранной стратегии распределение $\tilde{K}(u_m)$ известно. Задав число Z , можно определить вероятность того, что $\tilde{K}(u_m)$ примет значение не меньше Z . Согласно принципу вероятностного гарантированного результата, задается требуемый уровень и вводится числовая функция $K^z(u) = \gamma(u)$, т.е. оптимальная стратегия определяется как нахождение $\max K^z(u)$, где $u \in U$. Однако задача усложняется наличием неопределенности. Это связано с отдаленностью этапа непосредственного применения СЗ, неопределенностью самого момента ее использования, характеристик системы (на момент возникновения НДВ, способного вызвать АС), а также будущих условий применения (сочетание НДВ и их параметров). Технологическое оборудование, а именно ПТС, и защитная гермооболочка, являясь элементами СЗ, в свою очередь также подвергаются НДВ. Это касается не только воздействий непосредственно в момент возникновения АС, а и НДВ в предшествующий период существования энергоблока (возведение, монтаж, испытания, эксплуатация).

Следует отметить, что, являясь составными частями (элементами) энергоблока, ПТС РО и ЗГО оказывают непосредственное воздействие друг на друга как на этапе строительства, так и в период непосредственной эксплуатации. В отсутствии краткосрочных динамических НДВ при эксплуатации энергоблока, основные изменения параметров происходят во время возведения, монтажа и испытаний ПТС и ЗГО [3]. Для устранения неопределенности при анализе безопасности энергоблока необходимо получить как можно более полные и достоверные сведения о параметрах элементов СЗ, достигнутых в процессе реализации проектных решений при возведении гермооболочки [4] и монтаже ПТС РО [5].

На рисунке 1 представлена схема НДВ на оболочку и ПТС РО (без влияния ошибок проектирования) с учетом взаимовлияния. Здесь представлены следующие воздействия: v'_{1-1} –

ошибки монтажа крана кругового действия; v'_{1-2} – отклонения от проекта в период возведения ЗГО; v'_{2-1} – массово-инерционные нагрузки; v'_{2-2} – отклонения от программы испытаний; v'_{2-3} – нарушения при проведении транспортно-технологических операций; v'_{2-4} – нагрузки, приводящие к избыточным деформациям кранового пути; v'_{3-1} – деформация оболочки на горизонте консолей кранового пути в период монтажа, испытаний ККД; v'_{3-2} – деформация оболочки на горизонте консолей кранового пути в процессе преднапряжения; v'_{3-3} – деформация оболочки на горизонте консолей кранового пути в процессе испытания ЗГО; v'_{4-1} – нарушения технологии преднапряжения ЗГО; v'_{5-1} – нарушения программы испытаний.

К началу непосредственной эксплуатации энергоблока внутренние параметры элементов системы представляют собой множество H^0 . Сюда входят конструктивные параметры ($r_{внеш}$, $r_{внут}$ – внешний и внутренний радиусы ЗГО; δ_i – толщина цилиндрической стенки ЗГО в контрольных точках; физико-механические характеристики материалов конструкции ЗГО) и режимные параметры ($\Delta p_{исп}$ – величина избыточного давления испытательной среды при испытаниях ЗГО на прочность; Δp_{ac} – прогнозируемая величина избыточного давления среды при проектной АС, которое ЗГО способна выдержать; параметры напряженно-деформированного состояния ГО в контрольных точках; усилия в арматурных канатах системы преднапряжения защитной оболочки; нагрузки от ККД).

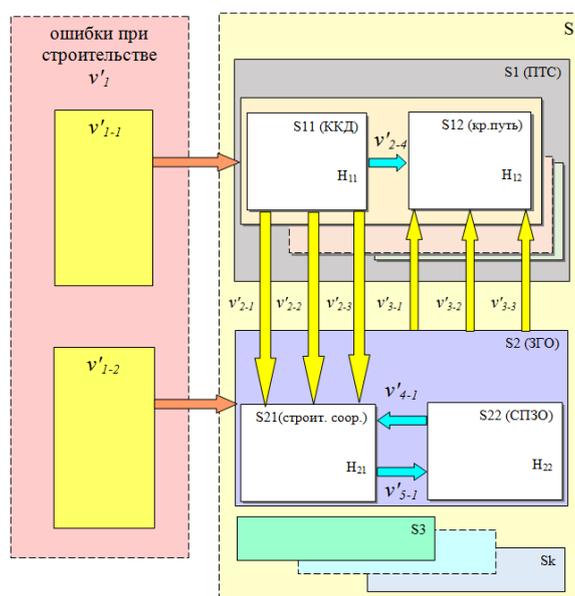


Рисунок 1 – Схема НДВ в период строительства и испытаний

Диапазон значений параметров должен соответствовать проектным допускам, которые определяются с учетом внешних расчетных воздействий (РВ), принятых во внимание при проектировании. Ограничения на параметры η_i ($h^0_i \leq 0$, $i=1, w$; $h^0_i \in H^0$), где w – количество ограничений на параметры объекта. Реальные значения внутренних параметров (множество H) могут отличаться от результатов проектирования, а точнее, находиться вне допуска. Как уже отмечалось, необходимо получить как можно более полные и достоверные сведения о параметрах элементов исследуемого объекта, достигнутых в процессе реализации проектных решений при возведении гермооболочки и монтаже ПТС РО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Острейковский, В.А. Безопасность атомных станций. Вероятностный анализ [Текст] / В.А. Острейковский, Ю.В. Швыряев. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 352 с.
2. Губеладзе, О.А. Исследование эффективности системы физической защиты ядерноопасных объектов [Текст] / О.А. Губеладзе // Изв. вузов. Сев. – Кавк. регион. Техн. науки. – 2008. – Спецвыпуск. – С. 127-129.

3. *Пимиин, Ю.И.* Влияние крана кругового действия на техническое состояние строящейся защитной оболочки АЭС [Текст] / Ю.И. Пимиин, Е.Б. Ключин, О.А. Губеладзе, В.Н. Медведев, С.М. Бурдаков, Ю.В. Заяров // Глобальная ядерная безопасность. – 2016. – № 2. – С. 33-42.
4. *НП-010-16.* Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Правила устройства и эксплуатации локализирующих систем безопасности атомных станций». Приказ Ростехнадзора от 24.02.2016 N 70 (ред. от 17.01.2017) [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «КонсультантПлюс». – Режим доступа: URL:http://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_196163/ (дата обращения: 27.01.2018).
5. *НП-043-11.* Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов для объектов использования атомной энергии». Приказ Ростехнадзора от 30.11.2011 N 672 (ред. от 19.11.2013) [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «КонсультантПлюс». – URL: http://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_125802/4c55d1a30b908c9a13add7e2e5976ffbd97f4b4e/ (дата обращения: 27.01.2018).

Taking into Account the Mutual Influence of the Crane of the Circular Action and the Protective Envelope of the Power Unit of the Nuclear Power Plant under the Safety Analysis

Gubeladze O.A.^{*1}, Gubeladze A.R.^{*1}, Burdakov S.M.^{2}**

**Don state technical university, Rostov-On-Don*

***Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,*

Volgodonsk, Rostov region

¹buba26021966@yandex.ru

²SMBurdakov@mephi.ru

Abstract – The paper presents the features of taking into account the interaction of the crane of the circular action and the protective envelope of the power unit of the nuclear power plant under the safety analysis.

Keywords: Protective hermetic shell, reactor compartment, a crane of a circular action, crane runway, technological equipment, installation, nuclear power.

УДК 536.2:614.841.415:621.039

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ АЭС НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

О.А. Губеладзе^{*}, А.Р. Губеладзе^{*}, С.М. Бурдаков^{}**

**Донской государственный технический университет (ДГТУ),*

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

В работе представлены особенности моделирования элементов конструкции противопожарной защиты объектов АЭС на этапе проектирования.

Ключевые слова: аварии на АЭС, состояние противопожарного нормирования, локальный пожар, интегральная модель, полевые модели, тепловое поле, вариационный метод.

Аварии на АЭС, связанные с пожарами, представляют серьезную угрозу. Методы количественной оценки опасности последствий пожаров рассматривают два аспекта – оценку вероятности возникновения пожара и вероятностную оценку последствий пожара с учетом принимаемых мер по противопожарной защите объектов. Они используются как

инструмент, позволяющий определить количественные показатели эффективности и обосновать требуемые параметры средств противопожарной защиты, такие как надежность, быстрдействие, производительность и продолжительность работы.

На уровень пожарной опасности зданий АЭС влияют несколько факторов: состояние противопожарного нормирования на момент проектирования и строительства АЭС; фактор, увеличивающий пожарную опасность АЭС, связан с проектными ошибками; значительное число недочетов в противопожарной защите АЭС связано со строительными недоделками; просчеты, имеющие место в процессе эксплуатации АЭС и связанные с перестройкой здания, изменением назначения помещений: строительство в главных корпусах помещений для размещения бытовок, складов, снятие обычных и противопожарных дверей, отделка путей эвакуации (коридоров, лестничных маршей и площадок) горючими материалами, застройка помещений при лестничных клетках; при обнаружении загорания нарушается четко установленный порядок действия обслуживающего персонала; уровень боеготовности и пожарно-профилактической работы объектовых пожарных подразделений.

В целях реализации закона «О техническом регулировании» (от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ) в 2008 году принят Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» № 123-ФЗ. При этом возник ряд проблемных вопросов проектирования противопожарной защиты (ППЗ) АЭС, связанный с этим законом и сводом правил СП 13.13130.2009 «Атомные станции. Требования пожарной безопасности» (этот документ разработан на основе НПБ 114-2002 и НПБ 113-03). Вместе с тем, как и в прежних документах, в СП 13.13130.2009 не раскрыты в полной объеме требования, вытекающие из специфических особенностей АЭС. Требования, содержащиеся в законе [1] направлены на реализацию при проектировании гибкого нормирования. Однако в настоящее время ни одна проектная организация не способна взять на себя ответственность и дополнительные расходы доказывать методами расчета и экспериментов принимаемые проектные решения так как нет апробированных, доступных для проектировщиков методик расчетов. Возможности, проводить эксперименты самостоятельно, у проектных организаций нет. Ранее введенные в действие ГОСТы, СНИПы и другие нормативные документы, в которых заложены требования к выполнению тех или иных расчетов, содержали ссылки на существующие методики. Декларативное проектирование на основе нормативных документов добровольного применения, невозможно в чистом виде, так как в качестве нормативных документов добровольного применения предусматривает только своды правил и национальные стандарты. Перечень этих документов ограничен и не охватывает в полном объеме все аспекты противопожарной защиты. Изъяты необходимые СНИПы, рекомендации по различным вопросам обеспечения пожарной безопасности, методические указания, ведомственные нормы и правила. Конкретные методики расчета динамики развития пожара и способы их применения в большинстве случаев нормами не определены. Кроме того, в настоящее время не до конца реализована система лицензирования программ, используемых для решения задач обеспечения пожарной безопасности.

Локальный пожар характеризуется линейным распространением пожара от места возгорания вдоль пожарной нагрузки. При этом наблюдается значительная неравномерность в распределении температуры и концентрации продуктов горения внутри помещения. Высокая температура и концентрация продуктов горения характерна для очага горения, а также в верхних слоях над ним. Очаг горения достаточной мощности быстро разогревает газо-воздушную смесь в помещении. С какого-то момента происходит самовозгорание горючих материалов по всему помещению, сопровождающееся увеличением как скорости выгорания пожарной нагрузки, так и количеством тепло- и газовыделений в помещении. В этом случае пожар переходит в объемный. Объемная стадия пожара характеризуется относительно равномерным распределением параметров пожара внутри помещения. Описанные особенности возможных режимов пожара необходимо учитывать при выборе способа моделирования для получения корректного описания развития пожара и его

воздействия на персонал, оборудование и конструкции объекта. Можно выделить три типа моделей пожара: интегральные, зональные и полевые.

Интегральная модель – состояние газовой среды оценивается через осредненные по всему объему помещения термодинамические параметры. Соответственно температура ограждающих конструкций и другие подобные параметры оцениваются как осредненные по поверхности. Применима для моделирования пожаров, не достигших стадии объемного горения, при моделировании процессов, определяющих пожарную опасность при локальном пожаре, а также в ряде случаев при объемном пожаре, когда распределением локальных значений параметров пренебрегать нельзя.

Более детально развитие пожара можно описать с помощью зональных моделей, основанных на предположении о формировании в помещении двух слоев: верхнего слоя продуктов горения и нижнего слоя невозмущенного воздуха. Состояние газовой среды в зональных моделях оценивается через осредненные термодинамические параметры не одной, а нескольких зон, причем межзонные границы обычно считаются подвижными. При создании зонных моделей необходимо делать большое количество упрощений и допущений, касающихся структуры потока. При отсутствии информации о структуре потока зонное моделирование не применимо. Кроме того, часто требуется информация более подробная, чем осредненные по зоне значения параметров.

Полевые модели являются более мощным и универсальным инструментом. В полевых моделях выделяется большое количество (обычно тысячи или десятки тысяч) небольших контрольных объемов, не связанных с предполагаемой структурой потока. Для каждого из этих объемов с помощью численных методов решается система уравнений в частных производных, выражающих принципы локального сохранения массы, импульса, энергии и масс компонентов. При этом сама динамика развития процессов определяется результатами расчета. Полевой метод основан на решении уравнений в частных производных, выражающих фундаментальные законы сохранения в каждой точке расчетной области. Он не содержит допущений о структуре течения, поэтому применим для рассмотрения любого сценария развития пожара. Этот метод предпочтительно использовать в следующих случаях: для помещений сложной геометрической конфигурации, а также помещений с большим количеством внутренних преград; помещений, в которых один из геометрических размеров гораздо больше остальных; помещений, где существует вероятность образования циркулярных течений без формирования верхнего прогретого слоя; в других случаях, когда зонные и интегральные модели являются недостаточно информативными для решения поставленной задачи.

Численные методы основаны на методе конечных разностей и методе конечных элементов. В более общем случае может быть рассмотрена возможность использования ортогональной криволинейной сетки. Здесь решающее значение (для использования метода) имеет перпендикулярность в точке пересечения касательных к границе и координатной линии, соединяющей узловые точки. В некоторых случаях программу для регулярной сетки можно применить для решения задачи в расчетной области, имеющей нерегулярную геометрию (зоны с дефектами поверхности). При этом проводится «блокировка» некоторых объемов регулярной сетки так, чтобы оставшиеся объемы составляли рассматриваемую нерегулярную область, границу которой следует аппроксимировать. Треугольная форма более удобна для аппроксимации нерегулярных областей и получения локального «сгущения» узловых точек сетки метода конечных элементов, который в нашем случае не следует считать отличающимся в принципе от конечно-разностного метода. Возникающие трудности могут быть также успешно преодолены с помощью метода конечных элементов, основанного на интегрировании по контрольному объему. Однако основным недостатком численных методов являются ограниченные возможности для аналитических исследований.

Аналитические методы позволяют получить решения, по которым можно легко проанализировать влияние всех факторов на результаты решений. Основной задачей аналитической теории теплопроводности является определение и изучение пространственно-

временного изменения температуры. В работе Лыкова А.В. [2] дан краткий обзор аналитических методов решения линейных задач теории теплопроводности: разделения переменных, функции источника (функции Грина), тепловых потенциалов, интегральные преобразования в бесконечных и конечных пределах (преобразования Лапласа, Фурье, Ханкеля, Гринберга). Наиболее эффективным методом решения краевых задач для уравнений в частных производных является метод разделения переменных. Однако применение этого метода для решения поставленной задачи затруднительно из-за наличия граничных условий сопряжения. Применение метода функции Грина осложнено трудностями, возникающими при ее построении, а метод тепловых потенциалов при решении данной задачи будет слишком громоздким. Методы интегральных преобразований обладают рядом преимуществ: они стандартны, позволяют получать решения в удобном для расчета виде. Для задачи определения температурного поля в среде со скачкообразным изменением теплофизических свойств наиболее подходит метод конечных интегральных преобразований, который применим и для случая неоднородных краевых условий.

Основная сложность расчета нестационарных тепловых полей в слоистых средах, состоящих из материалов с различными теплофизическими характеристиками, заключается в необходимости решения соответствующих дифференциальных уравнений в областях, на границах которых температурные градиенты испытывают разрыв. На каждой границе должно выполняться условие равенства тепловых потоков. Первые исследования нестационарной теплопроводности сопряженных тел проведены Ковнером С.С. [3]. Более полно линейная теплопроводность сопряженных тел была рассмотрена Коганом М.Г. [4], который получил аналитическое решение для температурного поля системы, состоящей из произвольного числа слоев, находящихся в абсолютном термическом контакте друг с другом. Интеграл системы найден с помощью классического метода разделения переменных (метод Фурье). Также в работе представлен расчет одномерного нестационарного поля многослойной пластины, на внешних поверхностях которой заданы граничные условия третьего рода. Решение было получено методом Фурье с использованием безразмерных комплексов. Менее изучен вопрос теплопроводности двух- и трехмерных объектов. Ему посвящены работы Кима Е.И. [5], Кудинова В.А. [6]. В работе [7] рассматривается многослойный параллелепипед, на торцах которого заданы граничные условия первого рода, а на одной из граней - третьего рода. Путем совместного применения методов Бубнова-Галеркина и конечных элементов получено решение трехмерной задачи. Здесь же, в качестве примера, рассматривается задача о прогреве плоской слоистой стенки. Для нахождения решения используется вариационный метод с применением голономного функционала. Однако в вышерассмотренных работах нет решения для многослойных объектов, обладающих кривизной поверхности.

Для проведения расчетов распределения температур в конструкции и определения эффективности принятых решений по обеспечению теплоизоляции был разработан ряд аналитических моделей, адекватность которых проверялась в ходе экспериментальных исследований [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.08.2008 г. № 123-ФЗ. [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «Консультант Плюс». – URL: http://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699 (дата обращения: 22.02.2019).
2. Лыков, А.В. Теория теплопроводности [Текст] / А.В. Лыков. – Москва: Высшая школа, 1967. – 600 с.
3. Ковнер, С.С. Математическая теория теплового режима n-слойной среды при излучении на границе по закону Ньютона [Текст] / С.С. Ковнер // Изв. АН СССР. Сер. Географическая. – 1937. – №3. – С. 419-430.
4. Коган, М.Г. Нестационарная теплопроводность в слоистых средах [Текст] / М.Г. Коган // Журн. Техн. Физики. – 1957. – Вып. 82, №6. – С. 861-864.
5. Ким, Е.И. Об одной задаче теплообмена системы тел [Текст] / Е.И. Ким // Прикладная механика. – 1957. – Т. 21. – Вып. 5. – С. 624-633.

6. Кудинов, В.А. Методы Бубнова-Галеркина и конечных элементов в расчетах трехмерных задач теплопроводности для многослойных конструкций [Текст] / В.А. Кудинов, А.А. Кудинов, В.В. Гнеденко, Б.В. Воробьев // Изв. Вузов, сер. Энергетика. – 1992. – № 5-6. – С. 81-86.
7. Денисов, О.В. Комплексная безопасность населения и территорий в чрезвычайных ситуациях. Проблемы и решения: моногр. [Текст] / О.В. Денисов, О.А. Губеладзе, Б.Ч. Месхи, Ю.И. Булыгин; под общ. ред. Ю.И. Булыгина. – Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ, 2016. – 278 с.

Modeling of Fire Protection Design Elements for Nuclear Power Plants at the Design Stage

Gubeladze O.A. ^{*1}, Gubeladze A.R. ^{*1}, Burdakov S.M. ^{2}**

**Don state technical university, Rostov-On-Don*

***Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region*

¹buba26021966@yandex.ru

²SMBurdakov@mephi.ru

Abstract – The paper presents the features of modeling the elements of the design of fire protection for NPPs at the design stage.

Keywords: Accidents at nuclear power plants, fire protection regulations, local fire, integral model, field models, thermal field, variation method.

УДК 621.039.74

ВОЗМОЖНОСТЬ ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БОЯ БЕТОНА ПОЛУЧЕННОГО ПОСЛЕ ДЕМОНТАЖА АЭС В ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

А.Р. Давтян, И.С. Курков, М.С. Панин, П.Е. Болотный

Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Обнинск

В работе рассмотрена проблема утилизации РАО, а в частности низко активных отходов (НАО) в виде железобетона (ж/б), так же рассмотрены технологические линии переработки твердых ж/б отходов (НАО), которые можно использовать в технологии 3D – печати.

Ключевые слова: 3D – печать, демонтаж АЭС, низко активные отходы.

Сегодня в России действует 31 энергоблок АЭС. В мире на настоящий момент времени около 150 реакторов АЭС, помимо исследовательских и экспериментальных, находят в стадии демонтажа или вывода из эксплуатации. К примеру, в России уже остановлен реактор на первой в мире АЭС в Обнинске, два реактора на Нововоронежской АЭС и также два на Белоярской АЭС. А учитывая активное развитие атомной энергетики в мире в 60-70-ые годы, активная фаза закрытия реакторов во всем мире начнется в ближайшее десятилетие.

Вместе с тем полный демонтаж АЭС подразумевает разрушение почти всех зданий на территории атомной электростанции, в первую очередь здания энергоблока и градирен, если таковые имеются [3]. При этом главной задачей данной идеи проекта является утилизация ж/б отходов, которые остаются после демонтажа АЭС, и применения ее в новом типе строительства, которой в настоящем является технология 3D – печати в строительстве.

3D печать интересует нас в плане использования вторичных отходов от вывода из эксплуатации АЭС. После демонтажа остается большое количество железобетонных отходов, которые требуют вторичной переработки. В данном случае мы рассматриваем как раз технологию 3D-печати, которая может поспособствовать нам для выполнения задачи строительства из ж/б РАО см., [1]. В данном случае под радиоактивными отходами (РАО) понимается все загрязненное или с наведенной активностью оборудование и строительные конструкции, при этом нас интересуют только конструкции. Для сравнения численного значения активности загрязненных элементов оборудования и конструкций и отнесения их к той или иной группе РАО приведена таблица из ОПРОБ см., [2] в которой указана категория РАО и предельное содержание в элементах различных радионуклидов (табл.1.). еще раз подчеркнем, что нас интересуют низко активные отходы (НАО).

Под вторичным использованием в нашем случае мы понимаем непосредственно транспортировку и производство в дальнейшем боя бетона, необходимой фракции, который в дальнейшем будет применяться как наполнитель для 3D-принтера. Технологическое оборудование, используемое на линиях по переработке некондиционного бетона и железобетона (НАО), обеспечивает получение вторичного щебня, применение которого допускается лишь при устройстве подстилающих слоев дорожных одежд и оснований. Эффективность применения щебня из дробленого бетона резко возрастает при использовании его вместо наполнителя из природного каменного материала при производстве конструкций из сборного железобетона непосредственно на предприятии, где осуществляется переработка. Для этого необходимо обеспечить получение фракционированного щебня из дробленого бетона.

Таблица 1 – Классификация ОСПОРБ

| Категории отходов | СП 2.6.1.2612-10 | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| | Удельная активность, кБк/кг | | |
| | β - излучающие радионуклиды | α - излучающие радионуклиды | Трансурановые радионуклиды |
| Использование без ограничений | Менее 0,3 | Менее 0,3 | Менее 0,3 |
| Ограниченное использование | От 0,3 до 10^2 | От 0,3 до 10 | От 0,3 до 1,0 |
| Низко активные | От 10^2 до 10^3 | От 10 до 10^2 | От 1 до 10 |
| Средне активные | От 10^3 до 10^7 | От 10^2 до 10^6 | От 10 до 10^5 |
| Высоко активные | Более 10^7 | Более 10^6 | Более 10^5 |

Переработка осуществляется по технологической схеме (рис. 1) в несколько стадий: первичное дробление; сортировка; вторичное дробление; удаление металлов и мойка. С помощью самосвалов или колесных автопогрузчиков отход демонтажа подается в загрузочный бункер. Материал с размером зерен менее 45 мм первичному дроблению не подвергается. Вместе с частичками грунта он попадает на тяжелый грохот, отсеивается и разгружается на сторону. На первом передаточном конвейере смонтирован небольшой магнитный сепаратор, предназначенный для удаления из потока материала железных предметов небольшого размера. После чего готовый бой нужной фракции сортируются и складываются, а после их добавляют в бетонную смесь 3D принтера.

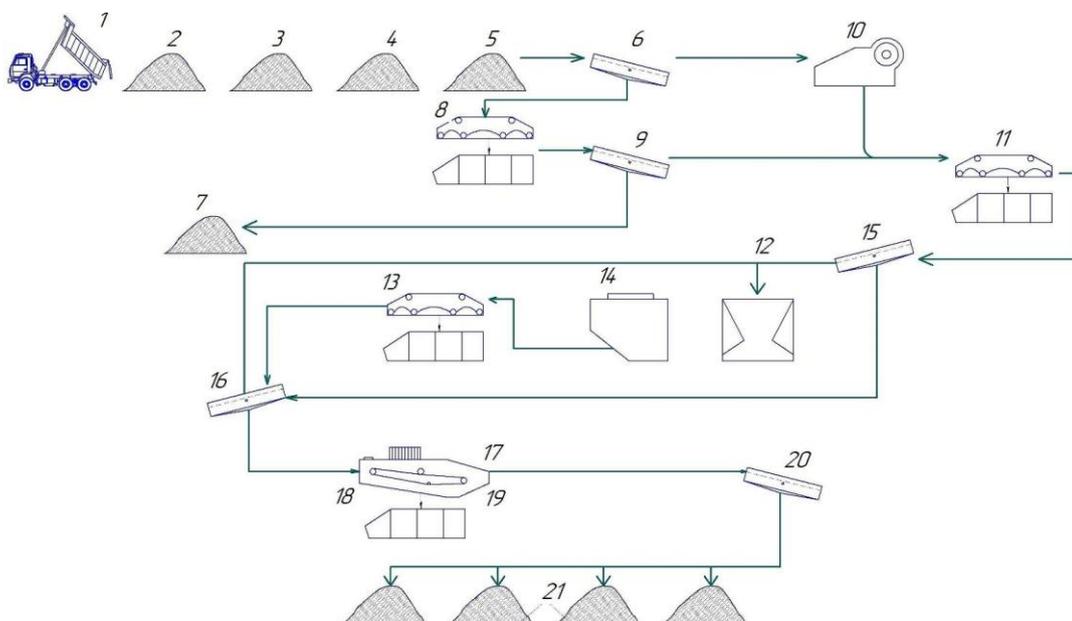


Рисунок 1 – Технологическая линия по переработке ж/б РАО

1 – автотранспорт; 2 – смесь; 3 – бетон; 4 – кирпич; 5 – асфальт; 6 – установка для грохочения тяжелого металла; 7 – песо к-заполнитель; 8 – электромагнит; 9 – отсеивание песка; 10 – ударная дробилка; 11 – электромагнит; 12 – резервный бункер; 13 – электромагнит; 14 – ударно-отражательная мельница; 15 – грохот; 16 – грохот; 17 – водоочистка; 18 – акваматор; 19 - щепа, органические компоненты; 20 – фракционирование; 21 – склад вторичных заполнителей

Целью такого обращения с НАО является утилизация радиоактивных отходов таким образом, чтобы защитить окружающую среду, без наложения чрезмерного бремени на будущие поколения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кидрас, И.Н., Макаров К.А. 3D – печать в строительстве [Текст] / И.Н. Кидрас, К.А. Макаров // Сборник статей по материалам LVII международной научно-практической конференции №13 (56). – Москва : Интернаука. – 2016. – С. 152-157.
2. СП 2.6.1.2612-10 (ОСПОРБ 99/10) Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности [Текст]. – Москва : Минздрав России. – 2013.
3. Котилов, Г.С. Монтаж оборудования и строительных конструкций АЭС [Текст] / Г.С. Котилов // Учебное пособие по курсу «Вывод из эксплуатации блоков АЭС» – Обнинск: ИАТЭ. – 2008. – С. 44-45.

The Possibility of SecondaryU of Concrete Battles after Dismantling Nuclear Power Plants in 3D Printing of Buildings and Structures

A.R. Davtyan ¹, I.S. Kurkov ², M.S. Panin ³, P.E. Bolotnyy ⁴

Obninsk Institute of Nuclear Power Engineering – branch National Nuclear Research University «MEPhI»

¹arsen.davtian2011@yandex.ru

²nemo373@mail.ru

³panin.maxims@gmail.com

⁴50100pavel@gmail.com

Abstract – The paper discusses the problem of utilization of radioactive waste, in particular low active waste in the form of reinforced concrete, as well as processing lines for processing solid ferro-concrete wastes that can be used with 3D printing technologies.

Keywords: 3D - printing, dismantling of nuclear power plants, low-level waste.

УПРАВЛЕНИЕ УРОВНЕМ БЕЗОПАСНОСТИ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Ю.В. Заяров, Ю.И. Пимшин

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

В работе проанализированы критерии безопасности в строительной отрасли на различных этапах жизненного цикла зданий и сооружений. Рассмотрены варианты текущего состояния зданий или сооружений в зависимости от их этапа жизненного цикла.

Ключевые слова: безопасность здания или сооружения, критерии безопасности, физический износ, жизненный цикл.

На разных этапах жизненного цикла здания или сооружения от этапа проектирования до этапа утилизации его безопасность будет различной. В конкретный период времени состояние здания или сооружения будет характеризоваться текущим уровнем безопасности, который зависит от определенного перечня внутренних и внешних факторов и событий, которые можно сгруппировать в критерии безопасности. Если хотя бы по одному критерию уровень безопасности будет ниже минимально допустимого технического уровня безопасности (критерий k рис. 1), то здание или сооружение переходит в зону аварийной эксплуатации [1, 2]. Минимальные требования к зданиям или сооружениям определены Федеральным законом РФ [3]. Однако закон определяет общие требования, не рассматривая состояние здания или сооружения на различных этапах жизненного цикла в нормативных, и что особенно важно, в предаварийных и аварийных условиях эксплуатации.

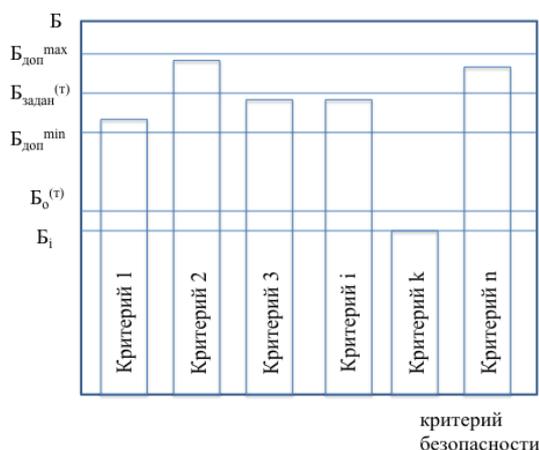


Рисунок 1 – Зависимость уровня безопасности здания или сооружения от критериев безопасности. B_i – текущий уровень безопасности здания или сооружения; $B_o^{(т)}$ – минимальный технический уровень безопасности; $B_{задан}^{(т)}$ – заданный проектировщиком уровень безопасности здания или сооружения; $B_{доп}^{min}$ – минимально допустимый уровень безопасности здания или сооружения; $B_{доп}^{max}$ – максимально допустимый уровень безопасности здания или сооружения.

На различных этапах жизненного цикла уровень безопасности в значительной степени зависит от износа здания или сооружения. Степень физического износа при правильной эксплуатации зданий и сооружений регулируется текущими и капитальными ремонтами. Однако в случае нарушения правил эксплуатации, резкого неуправляемого изменения внешних и внутренних неблагоприятных и опасных факторов, чрезвычайных ситуаций техногенного характера (аварии и катастрофы) возможно unplanned увеличение степени износа здания или сооружения, вплоть до разрушения.

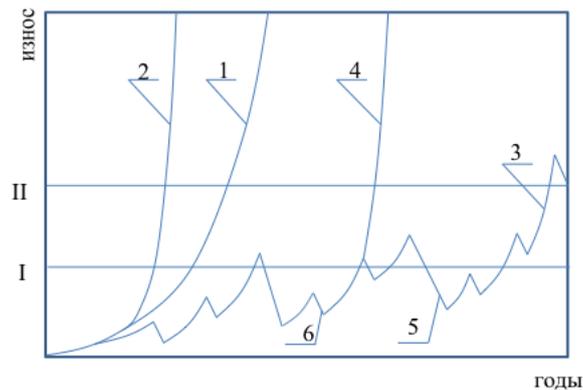


Рисунок 2 – Кривые износа здания или сооружения в зависимости от продолжительности эксплуатации: 1- кривая естественного износа; 2 – кривая ускоренного износа при нарушении правил эксплуатации и отказа от проведения ремонтных работ; 3. кривая износа при восстановлении износа текущими и капитальными ремонтными работами; 4 – кривая износа при отказе от проведения очередного текущего ремонта; 5 – восстановление износа капитальным ремонтом; 6 – восстановление износа профилактическим или непредвиденным текущим ремонтом; I - начало повреждений; II – начало разрушения

На рисунке 2 представлены возможные кривые износа здания или сооружения в зависимости от продолжительности эксплуатации по одному из критериев безопасности. Очевидно, что по другим критериям безопасности кривые износа будут иметь другой по периодам времени, но качественно похожий характер. Например, при unplanned замачивании грунта под основанием здания или сооружения при продолжительной аварийной эксплуатации систем водоотведения возможен недопустимый крен здания или сооружения. В этом случае необходимо проведение работ по обследованию, устранению причин и восстановлению уровня безопасности здания или сооружения до экономически обоснованного допустимого уровня. В настоящее время работы по этому направлению являются особенно актуальными в свете недавних событий по выявленным многочисленным нарушениям условий эксплуатации торгово-развлекательных центров в стране.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пимшин, Ю.И. Концепция формирования системы управления безопасностью зданий и сооружений. [Текст] / Ю.И. Пимшин, Ю.В. Заяров // Изв. вузов. Сев.- Кавк. регион. Техн. науки. – 2010. – Спец. вып. – С. 111-113.
2. Заяров, Ю.В. Разработка системы управления безопасностью эксплуатации зданий и сооружений. [Текст] / Бюл. Союза геодезистов. – Ростов-на-Дону, 2010. – Вып. № 4. – С. 25-28.
3. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/ (дата обращения: 20.02.2018).

Management of the Level of Security at Different Stages of the Life Cycle of Buildings and Structures

Y.V. Zayarov¹, Y.I. Pimshin²

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region*

¹*YVZayarov@mephi.ru*

²*YIPimshin@mephi.ru*

Abstract – The paper analyzes safety criteria in the construction industry at various stages of the life cycle of buildings and structures. The variants of the current state of buildings or structures depending on their stage of the life cycle are considered.

Keywords: safety of a building or structure, safety criteria, physical wear and tear, life cycle.

РАСПОЗНАВАНИЕ НЕДОСТОВЕРНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ИЗМЕРЯЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ РАБОТЕ ЭНЕРГОБЛОКА АЭС В СТАЦИОНАРНЫХ РЕЖИМАХ

С.Т. Лескин, Г.В. Чичикин

ИАТЭ Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Обнинск

В работе представлен разведочный анализ значений параметров первого контура АЭС, а также проверена гипотеза о возможности распознавания недостоверных значений методами распознавания образов.

Ключевые слова: распознавание образов, алгоритм k-средних, кластеризация, алгоритм перцептрона, дискриминантный анализ, задача классификации, ВВЭР.

На сегодняшний день в России эксплуатируются 35 энергоблоков установленной мощностью 27,9 ГВт, 18 которых из них – с реакторами типа ВВЭР (из них 12 – с ВВЭР-1000, 1 – с ВВЭР-1200, 5 – с ВВЭР-440 различных модификаций).

Опыт аварий и инцидентов на АЭС показывает, что почти все аварии могли быть предотвращены операторами при своевременном распознавании ситуации по анализу сигналов контрольно-измерительных приборов. Не последнюю роль в анализе состояния оборудования играет оценка достоверности данных. В целом, задачу распознавания недостоверных показаний измерительной системы можно охарактеризовать как задачу классификации, в которой достоверные значения в разных режимах энергоблока занесены в классы, а измерения, не попавшие ни в один из классов, вероятнее всего следует считать недостоверными.

Цели работы: проведение разведочного анализа значений параметров основного оборудования первого контура при нахождении энергоблока АЭС в горячих и холодных эксплуатационных состояниях, а также проверка гипотезы о возможности распознавания в данных режимах недостоверных значений методами распознавания образов.

Для достижения данных целей были решены следующие задачи:

- выбран математический аппарат распознавания образов;
- выбраны измеряемые параметры, характеризующие работу основного оборудования первого контура энергоблока в горячем и холодном эксплуатационных состояниях;
- отобраны значения для каждого параметра, характеризующие работу энергоблока в разные моменты времени для каждого эксплуатационного состояния;
- исключены промахи из выборок значений методами Ирвина и Смирнова, а также проведена проверка их на стационарность;
- преобразованы данные, и снижена их размерность методом главных компонент;
- проведен кластерный анализ методом k-средних преобразованных данных;
- проведен дискриминантный анализ методом перцептрона, и построен классификатор для возможности распознавания недостоверных значений;
- обучен классификатор на обучающем множестве, состоящего из достоверных значений измеряемых параметров первого контура;
- смоделирован режим работы датчика температуры питательной воды на входе в парогенератор, регистрирующего недостоверные значения;
- проведено распознавание нового образа, результат представлен на рисунке 1.

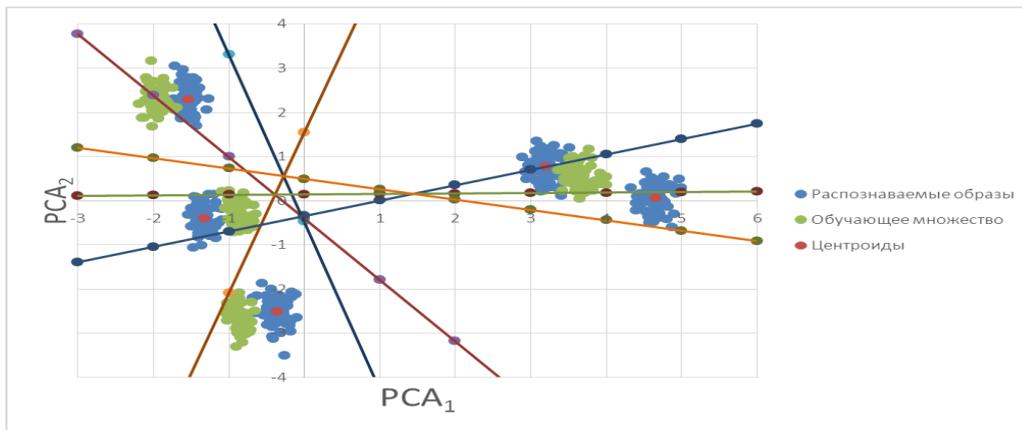


Рисунок 1 – Диаграмма рассеяния образов с построенными классифицирующими правилами и новыми распознаваемыми образами

В результате выполнения разведочного анализа были получены следующие выводы:

- 1) разведочный анализ показал возможность распознавания недостоверных значений измеряемых параметров в холодных и горячих эксплуатационных состояниях энергоблока методами распознавания образов;
- 2) замена параметров, характеризующих работу оборудования первого контура, на усредненные в холодном и горячем режимах оказывает влияния на качество решения задачи распознавания;
- 3) предъявляемые требования к стационарности процессов существенно осложняют предварительную обработку информации;
- 4) использование преобразования данных и снижения их размерности применительно к параметрам АЭС оправдано в стационарных эксплуатационных состояниях;
- 5) использование алгоритма k-средних в кластерном анализе оказалось успешным после их преобразования методом главных компонент;
- 6) использование обобщенного алгоритма персептрона в качестве алгоритма классификации оказалось успешным;
- 7) успешное решение задачи распознавания возможно лишь при совместном использовании дискриминантного и кластерного анализа;
- 8) для точной проверки гипотезы необходим подтверждающий анализ для верификации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ту, Дж. Принципы распознавания образов [Текст] / Дж. Ту, Р. Гонсалес. – Москва : Издательство «Мир», 1978. – 404 с.
2. Третьяк, Л.Н. Обработка результатов наблюдений: учебное пособие [Текст] / Л.Н. Третьяк. – Оренбург : ГОУ ОГУ, 2004. – 171 с.
3. Айвазян, С.А. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности: справ. изд. / С.А. Айвазян, В.М. Бухштабер, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин; под ред. С.А. Айвазяна. – Москва : Финансы и статистика, 1989. – 607 с.

Recognition of Unreliable Values of Measured Parameters during NPP Power Unit Operation in Stationary Modes

S.T. Leskin¹, G.V. Chichikin²

IETI the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI», Obninsk

¹*stleskin@mephi.ru*

²*sir.joeyfa@yandex.ru*

Abstract – The work presents an exploratory analysis of the values of the parameters of the primary circuit the NPP unit and testing the hypothesis of the possibility of recognizing incorrect values by image recognition methods.

Keywords: recognition of images, exploratory data analysis, method of principal components, k-means algorithm, clustering, perceptron algorithm, discriminant analysis, classification problem, VVER.

УДК 624.04.45.001.3

ВЛИЯНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОНА НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАЩИТНЫХ ОБОЛОЧЕК АЭС

В.Н. Медведев, М.И. Скорикова

Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, Москва

В работе приводится исследование влияния реологических характеристик бетона на напряженно-деформированное состояние защитных оболочек на АЭС.

Ключевые слова: защитная оболочка, бетон, усадка, ползучесть, деформации, напряжения.

Применительно к защитной оболочке энергоблока № 3 Ростовской АЭС выполнен всесторонний анализ влияния усадки и ползучести бетона на основе результатов расчета, экспериментальных данных и результатов натуральных наблюдений.

РАСЧЁТ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВЛИЯНИЯ УСАДКИ И ПОЛЗУЧЕСТИ БЕТОНА

Расчет проводился с использованием «Рекомендаций по учету ползучести и усадки бетона при расчете бетонных и железобетонных конструкций» [1].

В общем случае деформации усадки бетона определяются по формуле:

$$\varepsilon_{sh} = \varepsilon_{sh,max} \cdot k_m \cdot k_t \quad (1)$$

где $\varepsilon_{sh,max}$ – максимальные значения усадки бетона, определяемые в зависимости от класса бетона;

k_m – коэффициент, учитывающий влияние модуля открытой поверхности бетона элемента;

k_t – коэффициент, учитывающий влияние времени от начала высыхания бетона.

В общем случае деформации ползучести бетона определяются по формуле:

$$\varepsilon_{cr} = \varphi \cdot \varepsilon_{b,el} \quad (2)$$

где φ – характеристика ползучести бетона

$\varepsilon_{b,el}$ – упругие деформации бетона

Результаты расчета деформаций усадки и ползучести бетона для класса В40 приведены на рисунке 1.

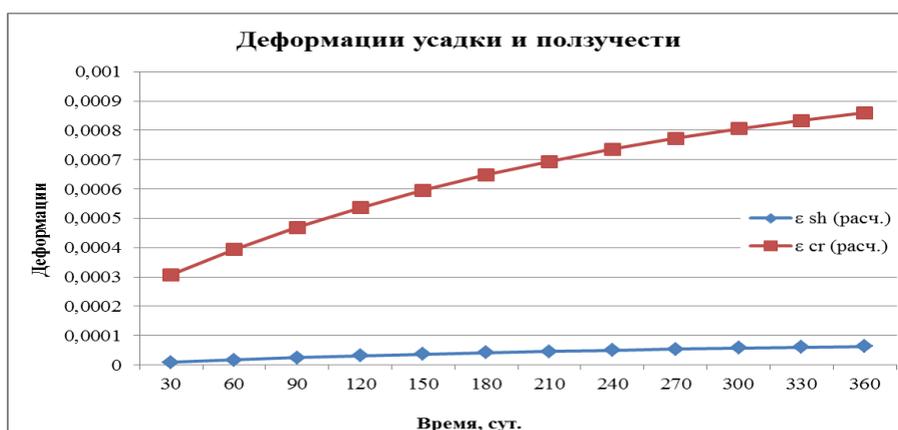


Рисунок 1 – График расчетных значений деформации усадки и ползучести бетона

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ БЕТОНА НА УСАДКУ И ПОЛЗУЧЕСТЬ

Выполненные ОАО «Гидропроект» [2] экспериментальные исследования по определению прочностных и деформационных характеристик укладываемого бетона в защитную оболочку блока №3 показали, что бетон соответствует принятой марке В40.

Выполненные испытания показали:

- кубиковая прочность бетона в пересчете на стандартный образец размером
- 150 · 150 · 150 мм составляет 56,6 МПа;
- призмная прочность – 41,7 МПа;
- прочность при растяжении (раскалыванием) – 3,1 МПа.

Испытания на ползучесть под постоянной нагрузкой позволило определить величину меры ползучести для бетона, которая составляет:

- через 431 сутки – $2,8 \cdot 10^{-5}$ МПа⁻¹
- через 453 суток – $2,7 \cdot 10^{-5}$ МПа⁻¹.

Графики средних значений относительных деформаций ползучести и усадки образцов, установленных в возрасте 28 суток, во времени представлены на рисунках 2 и 3.

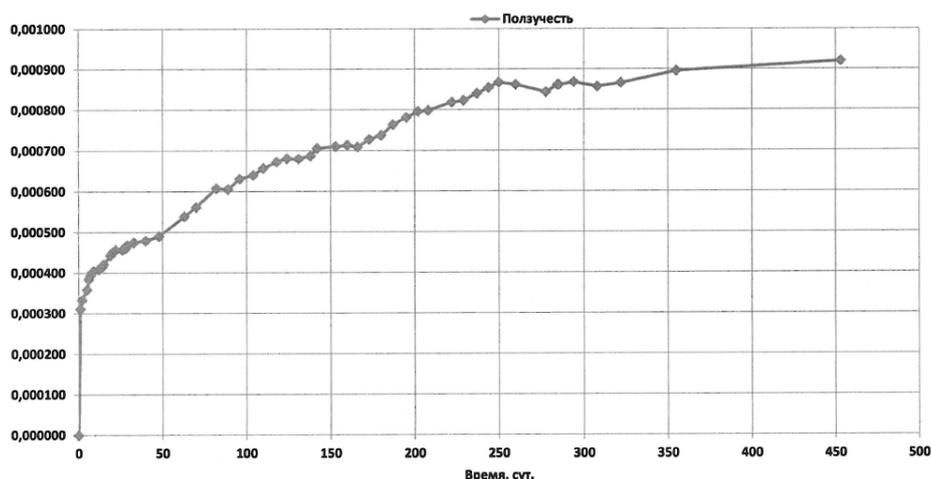


Рисунок 2 – График средних значений относительных деформаций ползучести образцов, установленных в возрасте 28 суток, во времени

РЕЗУЛЬТАТЫ НАТУРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ПО ПОКАЗАНИЯМ ДАТЧИКОВ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ (КИА)

В период бетонирования влияние температуры носит особый характер, так как в этот период на напряженно-деформированное состояние защитной оболочки дополнительно влияет экзотермия бетона. Необходимо, чтобы экзотермия бетона по возможности была невысокой, иначе могут возникнуть значительные градиенты температур в бетоне, так как

наружные слои конструкции охлаждаются воздухом, а его ядро - центральная часть - может разогреться до достаточно высоких температур.

Результаты натурных наблюдений показали, что в первые сутки после бетонирования температура поднимается до 56 °С и затем снижается до 25 °С в течение 2,5 суток. Напряжения в меридиональной арматуре при этом меняются незначительно. В тоже время в кольцевой арматуре напряжения возрастают до -40 МПа в течение первых суток и затем снижаются до -20 МПа, что связано со стеснением деформаций [Л. 3].

В период с 15.05.2011 по 10.09.2013 определялись изменения напряжений в стержневой арматуре и деформаций в бетоне от усадки бетона. Из представленных на этих рисунках показаниях датчиков КИА видно, что в кольцевом направлении в рассматриваемый период не наблюдается существенных приращений сжимающих напряжений в стержневой арматуре.

Проведенный анализ показывает, что величины деформации усадки бетона в натурной конструкции могут существенно отличаться от данных, полученных на образцах. Прежде всего, это связано с различными температурными и влажностными условиями. Кроме того, поскольку из-за наличия металлической облицовки массообмен с окружающей средой происходит только через наружную поверхность, величина усадки бетона по сечению стены может быть различной: максимальное ее значение

Результаты измерений показывают, что вследствие проявления деформаций ползучести бетона в период с 19.12.2013 по 06.08.2014 произошло увеличение сжимающих напряжений в стержневой арматуре. При этом в средней части цилиндра приращение напряжений в меридиональной стержневой арматуре составляет порядка 15-20 МПа, а в кольцевой – порядка 25 - 30 Мпа, а в средней части купола – порядка 30-40 МПа.

Приращения сжимающих деформаций в бетоне с момента окончания преднапряжения защитной оболочки (с 19.12.2013) по 06.08.2014 года в средней части цилиндра составили порядка $45-50 \cdot 10^{-6}$ в меридиональном направлении и порядка $75-80 \cdot 10^{-6}$ в кольцевом направлении (рис. 3).

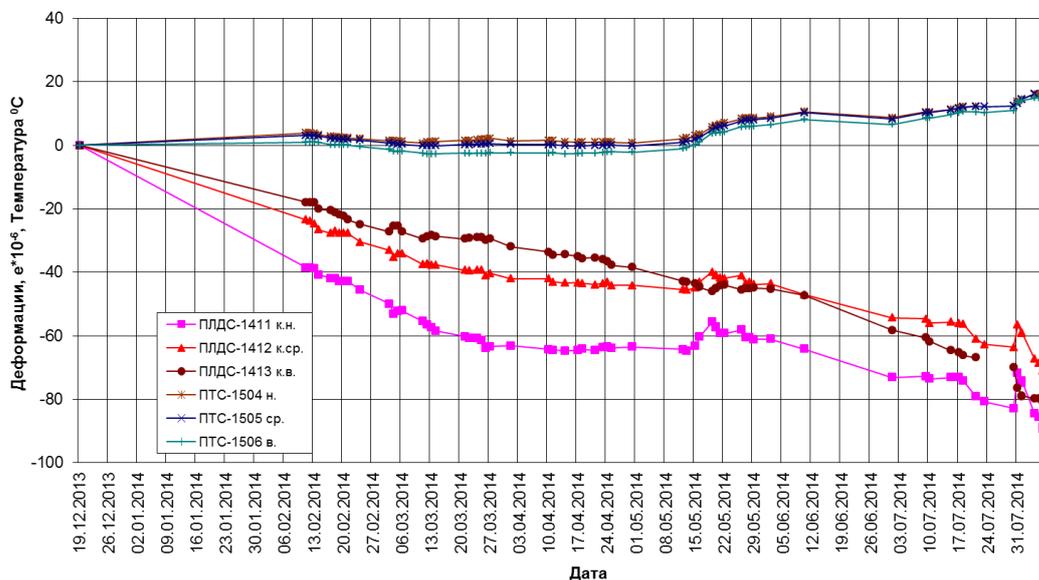


Рисунок 3 – Приращение кольцевых деформаций и температуры в бетоне с момента окончания преднапряжения защитной оболочки (19.12.2013) по 06.08.2014, 3-й блок РоАЭС, створ №1, отметка 32,6 м

Таким образом, результаты измерений с момента окончания преднапряжения защитной оболочки по 06.08.2014 года до начала приемо-сдаточных испытаний (06.08.2014) показали, что из-за проявления деформаций ползучести бетона происходит увеличение сжимающих напряжений в стержневой арматуре и сжимающих деформаций в бетоне.

Приведенные в настоящей работе результаты по определению влияния реологических характеристик бетона показали различие между экспериментальными, расчетными и натурными данными. Поэтому при оценке напряженно-деформированного состояния

защитных оболочек АЭС при воздействии эксплуатационных и аварийных нагрузок рекомендуется использовать детальные расчетные модели, в которых параметр сечений и шаг стержневой арматуры соответствуют проектным значениям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по учету ползучести и усадки бетона при расчете бетонных и железобетонных конструкций/ НИИЖБ Госстроя СССР, М: Стройиздат, 1988.
2. Отчет ОАО «Гидропроект» № 1891-34-01 на тему: «Определение ползучести бетона и оценка меры ползучести бетона, укладываемого в оболочку Реакторного отделения №3 Ростовской АЭС». – Москва, 2012. – 65 с.
3. *Медведев, В.Н.* Натурные наблюдения на этапе строительства защитной оболочки энергоблока №3 Ростовской АЭС [Текст] / В.Н. Медведев [и др.]. // Глобальная ядерная безопасность. – № 3 (12). – 2014. – С. 89-99.

Influence of Rheological Characteristics of Concrete on the Stressed-Deformed State of Protective Shells of NPP

V.N. Medvedev¹, M.I. Skorikova²

Institute for Problems of Safe Development of Atomic Energy, RAS, Moscow

¹*cont@ibrae.ac.ru*

²*skorikova@ibrae.ac.ru*

Abstract – The paper presents a study of the effect of concrete rheological characteristics on the stress-strain state of protective shells at nuclear power plants.

Keywords: protective sheath, concrete, shrinkage, creep, deformation, stress.

УДК 528.48

КОНТУРНЫЕ ПОСТРОЕНИЯ ПРИ КОНТРОЛЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СООСНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Ю.И. Пимшин^{*}, С. М. Бурдаков^{*}, Г.А. Науменко^{}, Ю.А. Псарёв^{**}**

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

^{**}*Донской государственный технический университет (ДГТУ), Ростов-на-Дону*

В работе рассмотрены теоретические основы контроля соосности. Приведены технические решения, используемые при контроле соосности контурным способом.

Ключевые слова: контрольные измерения, соосность, расположение, ошибка измерения, средство измерения.

Контурные построения являются одним из наиболее распространённых методов геодезического контроля геометрических параметров при монтаже технологического оборудования и машиностроительных изделий в области больших размеров [1].

К группе параметров расположения относятся: соосность, перпендикулярность, параллельность, симметричность, позиционное расположение, номинальный наклон.

Контроль соосности сводится к тому, что в некоторой пространственной системе координат задана референтная фигура в виде прямой; необходимо определить принадлежность частной оси, заданной как правило двумя конечными для неё точками, к данной прямой (рис. 1) [2-5]. Контур в данной задаче, как правило, также задается двумя точками. Несоосность исследуемого объекта характеризуют проекции на координатные плоскости линейной величины, расположенной по перпендикуляру от референтной прямой до текущей точки задающей частную ось.

По условию задачи контроля соосности и референтная прямая задана двумя точками $1(x_1, y_1, z_1)$ и $2(x'_2, y'_2, z'_2)$. Каноническое уравнение прямой, проходящей через две данные точки имеет вид:

$$\frac{x_i - x_1}{x'_2 - x_1} = \frac{y_i - y_1}{y'_2 - y_1} = \frac{z_i - z_1}{z'_2 - z_1} \quad (1)$$

Анализируя выражение (1), отметим, что для решения задачи контроля соосности необходимо, чтобы система координат xyz была материализована некоторым средством измерений. Тогда в этой системе координат, выполняют измерения (определение) координат x_i, y_i, z_i текущей точки i , по которым вычисляется параметр несоосности δ_i, h_i , тогда абсолютная величина несоосности определится согласно формуле:

$$\Delta_i = \sqrt{\delta_i^2 + h_i^2}, \quad (2)$$

где Δ_i – абсолютная величина несоосности выверяемого объекта;

δ_i – проекция Δ_i на координатную плоскость XOY;

h_i – проекция Δ_i на координатную плоскость ZOY;

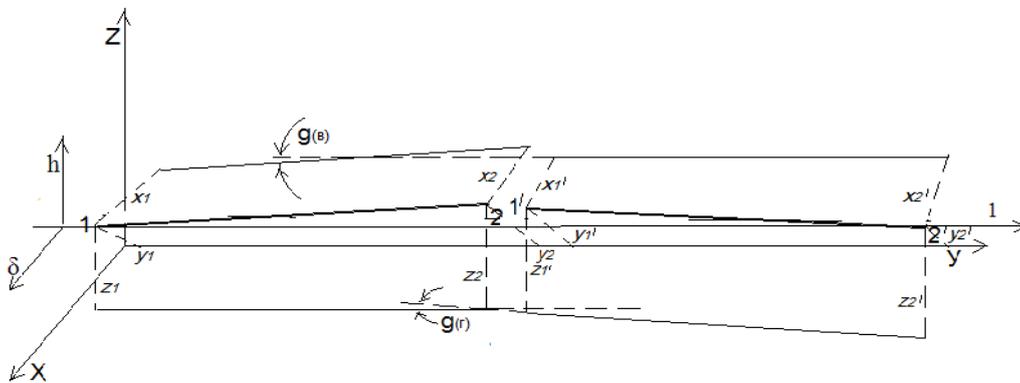


Рисунок 1 – Схема контроля соосности

При этом:

$$\delta_i = \frac{(x_2 - x_1) \cdot y_i - (y_2 - y_1) \cdot x_i + [(y_2 - y_1) \cdot x_1 - (x_2 - x_1) \cdot y_1]}{[(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2]^{1/2}}, \quad (3)$$

$$h_i = \frac{(y_2 - y_1) \cdot z_i - (z_2 - z_1) \cdot y_i + [(z_2 - z_1) \cdot y_1 - (y_2 - y_1) \cdot z_1]}{[(z_2 - z_1)^2 + (y_2 - y_1)^2]^{1/2}}. \quad (4)$$

Ориентирование системы координат средства измерений xyz в системе координат измеряемого объекта δlh характеризуют коэффициенты:

$$K_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}, \quad K_2 = \frac{z_2 - z_1}{y_2 - y_1}.$$

При $K_1 \neq 0, K_2 \neq 0$ данное условие соответствует свободному ориентированию систем координат xyz и δlh , нестворность Δ_i в этом случае определяется из выражений (3)-(4). Если

$K_1 = K_2 = 0$, то это условие определяет случай строгого ориентирования систем координат xuz и δlh и в этом варианте нестворность вычисляется по формуле:

$$\delta_i = Y_i - Y_1, \quad h_i = Z_i - Z_1 \quad (5)$$

(при параллельном переносе осей координат $xuz \parallel \delta lh$ параметры Y_1, Z_1 характеризуют величину смещения координат xuz относительно δlh), или:

$$\delta_i = Y_i, \quad h_i = Z_i \quad (6)$$

(при совмещении осей координат $xuz = \delta lh$).

Рассмотрим практические способы реализации формул (5)-(6). Геодезический контроль соосности, как правило, осуществляется методами, общая суть которого заключается в идее выполнения измерений от некоторой идеальной пространственной прямой, материализуемой в пределах контролируемого участка. Качественное многообразие принципов формирования референтных прямых можно классифицировать и представить в виде таблицы 1, из которой следует, что контроль соосности осуществляется механическим, оптическим, лучевым методами. Нами исследованы данные методы контроля.

Таблица 1 – Принципы формирования референтных пространственных прямых

| РЕФЕРЕНТНЫЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ПРЯМЫЕ | | |
|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| принципы формирования | | |
| <i>механический</i> | <i>оптический</i> | <i>лучевой</i> |
| струнно-механический | оптического визирования | лазерный |
| струнно-оптический | коллиматорный | интерференционный
(дифракционный) |
| струнно-электронный | автоколлимационный | |

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пимшин, Ю.И. Разработка теории и исследование методов контурных построений для геодезического обеспечения монтажа технологического оборудования: дис. док. тех. наук [Текст] / Ю.И. Пимшин. – Москва, 1995. – 271 с.
2. Ямбаев, Х.К. О принципах и средствах формирования референтных контуров [Текст] / Х.К. Ямбаев, Ю.И. Пимшин // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – Вып. 2-3. – 1994.
3. Ямбаев, Х.К. О принципах формирования и средствах реализации референтных прямых [Текст] / Х.К. Ямбаев, Ю.И. Пимшин // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – Вып. 6. – 1994.
4. А.с. № 1434257, G 01 C 15/00. Дифракционное устройство для измерения отклонений от заданной оси [Текст] Пимшин, Ю.И. ; опубл.30.10.88, бюл. №40.
5. А.с. № 1402803, G 01 B 11/30. Устройство для контроля прямолинейности и соосности [Текст] / Пимшин, Ю.И. ; опубл. 15.06.88, бюл. №22.

Contour Build in the Control of Geometrical Parameters of the Alignment Elements of the Processing Equipment

Y. I. Pimchin ^{*1}, S. M. Burdakov ^{**2}, G A. Naumenko ^{**3}, Yu. A. Psarev ^{**3}

* Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region

** Don state technical University (DSTU), Rostov-On-Don

¹ YIPimshin@mephi.ru

² SMBurdakov@mephi.ru

³ geodez@aaanet.ru

Abstract – The paper deals with the theoretical foundations of coaxial control. The technical solutions used in the control of alignment contour method.

Keywords: measurement, alignment, positioning, measurement error, measurement tool.

О ВОЗМОЖНОМ ПОДХОДЕ К ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДВУХСЛОЙНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОБОЛОЧЕК БЛОКОВ РЕАКТОРНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ АЭС

Ю.И. Пимшин, Ю.С. Забазнов

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

В работе рассмотрена теоретическое решение оценки технического состояния ЗГО. Предложено решение штатной системы, предназначенной для определения и оценки напряженно деформированного состояния защитных герметичных оболочек в период приёма-сдачи и эксплуатации.

Ключевые слова: защитная герметичная оболочка, техническое состояние, преднапряжение, испытание, контроль, мобильная геодезическая диагностическая система, оценка напряженно деформированного состояния.

Контроль геометрических параметров оболочки выполняют поэтапно, при этом геодезическое обоснование создается с привязкой к осям или образующим капитальных строительных конструкций защитной герметичной оболочки 1, 2 или конструктивных элементов технологического оборудования установленного в гермообъеме. В *процессе контроля* внутренние и (или) внешние геометрические параметры преднапрягаемой части 2 защитной герметичной оболочки определяют расстояние между контрольно-измерительными 5 устройствами и контролируемыми точками 3 во внешнем измерительном канале [1, 2], и электронным тахеометром (например, SOKKIA NET05AXII, на *фиг.* не обозначен) и контрольными точками 3 во внутреннем измерительном канале на этапах после полного возведения герметичной защитной оболочки 1, 2, после выполнения полной программы напряжения преднапрягаемой части 2 оболочки, при испытании преднапрягаемой части 2 на этапе создания максимального внутреннего давления и в последствии при эксплуатации в период каждого планового предупредительного ремонта (A_0 , $A_{\text{преднапряж}}$, $A_{\text{испытан}}$, $A_{\text{экспл}(i)}$). По полученным поэтапным результатам определяют величины перемещений контролируемых точек 3

$$\delta_{\text{обж}} = A_{\text{обж}} - A_0,$$

где A_0 , $A_{\text{обж}}$ – измеряемые параметры исследуемых точек 3 на этапах полного возведения оболочки, завершения преднапряжения и при испытании на этапе набора максимального давления;

$\delta_{\text{обж}}$ – соответствующие межэтапные параметры перемещения исследуемых точек 3;

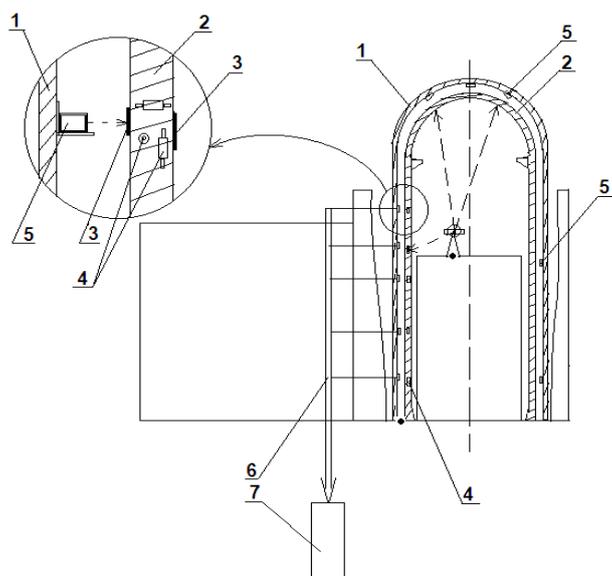


Рисунок 1 – Схема размещения системы контроля в двухслойной защитной оболочке

и определяют коэффициент запаса прочности строительных конструкций защитной герметичной оболочки,

$$K_{исх} = (\delta_{обж} / \delta_{испыт}),$$

$$K_{текущ(i)} = [\delta_{обж} + (\delta_{экспл(1)} + \sum_{2}^n \delta_{экспл(i)})] / \delta_{испыт},$$

где $K_{исх}$ – коэффициент запаса прочности, определенный по результатам реализации этапов преднапряжения и испытания преднапрягаемой части 2 оболочки;

$K_{текущ(i)}$ – коэффициент запаса прочности, определенный по результатам реализации i этапов на стадии эксплуатации преднапрягаемой части 2 оболочки.

При этом контролируемые точки 3 расположенные с внешней стороны преднапрягаемой части 2 оболочки примерно совмещают с сечениями где смонтированы блоки датчиков 4 (например, в качестве датчиков - используют струнные датчики деформаций в арматуре (ПСАС) модели IRHP-2000) встроенной системы контроля. Контролируемые точки 3 размещают только в безмоментных зонах цилиндра и купола в напрягаемой части 2 оболочки. Контрольно-измерительные устройства 5 (например, электронный измеритель расстояний Leica Disto X-310) размещают в тех же сечениях, размещая их на непреднапрягаемой 1 части оболочки, с внутренней ее стороны, на одной отметке с контрольными точками 3 и диаметрально противоположно им. Кроме того контрольно-измерительные устройства 5 посредством шин 6 соединяют с сервером 7. На этапах после полного возведения герметичной защитной оболочки, после выполнения полной программы ее напряжения, при испытании на этапе создания максимального внутреннего давления и в последствии при эксплуатации в период каждого планового предупредительного ремонта определяют расстояние между контрольно-измерительными устройствами 5 и контролируемыми точками 3 ($A_0, A_{преднапряж}, A_{испытан}, A_{экспл(i)}$). По измеренным значениям вычисляют перемещения контролируемых точек 3, в свою очередь по этим значениям вычисляют коэффициенты запаса прочности $K'_{текущ(i)}$ ($K'_{исх}$),

$$K'_{исх} = (\delta_{обж} / \delta_{испыт}),$$

$$K'_{текущ(i)} = [\delta_{обж} + (\delta_{экспл(1)} + \sum_{2}^n \delta_{экспл(i)})] / \delta_{испыт},$$

где $K'_{исх}$ - коэффициент запаса прочности определенный по результатам измерений геодезической системой при реализации этапов преднапряжения и испытания преднапрягаемой части 2 оболочки;

$K'_{текущ(i)}$ - коэффициент запаса прочности, определенный по результатам измерений геодезической системой при реализации i этапов на стадии эксплуатации преднапрягаемой части 2 оболочки.

Одновременно измеряют напряжения датчиками 4, установленными в окружной арматуре на цилиндрической части и, окружной и меридиональной арматуры в купольной части, встроенной системы контроля напряжений на тех же этапах (U_0 , $U_{преднапряж}$, $U_{испытан}$, $U_{экспл(i)}$), по измеренным значениям напряжений вычисляют их межэтапное изменение,

$$\delta''_{обж} = U_{обж} - U_0,$$

где U_0 , $U_{обж}$ - измеряемые напряжения по соответствующим датчикам встроенной системы на этапах полного возведения оболочки, завершения преднапряжения и при испытании на этапе набора максимального давления;

$\delta''_{обж}$ - соответствующие межэтапные параметры изменения напряжений в зонах размещения соответствующих датчиков встроенной системы.

В свою очередь по этим значениям вычисляют коэффициенты запаса прочности $K''_{текущ(i)}$ ($K''_{исх}$),

$$K''_{исх} = (\delta''_{обж} / \delta''_{испыт}),$$

$$K''_{текущ(i)} = [\delta''_{обж} + (\delta''_{экспл(1)} + \sum_{2}^n \delta''_{экспл(i)})] / \delta''_{испыт},$$

где $K''_{исх}$ - коэффициент запаса прочности, определенный по результатам измерений встроенной системой при реализации этапов преднапряжения и испытания преднапрягаемой части 2 оболочки;

$K''_{текущ(i)}$ - коэффициент запаса прочности, определенный по результатам измерений встроенной системой при реализации i этапов на стадии эксплуатации преднапрягаемой части 2 оболочки.

Далее выполняют сравнение полученных коэффициентов

$$K'_{исх} - K''_{исх} \leq \varepsilon \text{ или } K'_{текущ(i)} - K''_{текущ(i)} \leq \varepsilon;$$

где ε - заданная величина допустимой разности коэффициентов;

соблюдение неравенств является надежной и объективной оценкой технического состояния напрягаемой части оболочки.

Предлагаемое техническое решение способа оценки эксплуатационной надежности двухслойной защитной герметичной оболочки реакторного отделения АЭС, обеспечивает независимый контроль технического состояния защитной оболочки на ее всех возможных жизненных этапах двумя системами в том числе штатной встроенной системой и геодезической системой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пимшин, Ю.И. Оценка деформированного состояния объектов по результатам геодезических измерений [Текст] / Ю.И. Пимшин, Ю.С. Забазнов, Г.А. Науменко // Научное обозрение. Москва, 2013. - С. 57.
2. Пат.2577555. Способ оценки эксплуатационной надежности защитной герметичной оболочки реакторного отделения АЭС [Текст] / Пимшин Ю.И., Ключин Е.Б., Губеладзе О.А., Забазнов Ю.С., Пимшин П.Ю; публ. 20.03.2016, Бюл. №8.

About the Possible Approach to an Assessment of Technical Condition of Two-Layer Ferro-Concrete Covers of Blocks of Reactor Departments of NPP

Y.I. Pimchin¹, Y.S. Zabaznov²

Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region

¹yipimshin@mephi.ru

²YSZfbaznov@mephi.ru

Abstract – The paper deals with the theoretical solution of the assessment of the technical condition of ZGO. The decision of the regular system intended for determination and assessment of the stress-strain state of protective hermetic covers during acceptance and operation is offered.

Keywords: protective hermetic shell, technical condition, pre-stress, testing, control, mobile geodetic diagnostic system, assessment of stress-strain state.

УДК 528.48

ПРИНЦИП РАСЧЕТА ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КОНТРОЛЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Ю.И. Пимшин^{*}, Ю.С. Забазнов^{*}, Г.А. Науменко^{**}

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

^{**}Донской государственный технический университет (ДГТУ), Ростов-на-Дону

В работе рассмотрена методик определения точности геодезических измерений в процессе мониторинга технического состояния объектов, при условии надежного определения значений деформационных характеристик в пределах нормативных допустимых величин.

Ключевые слова: деформация, измерение, ошибка измерения, измеряемый параметр, физико-механические свойства, допуск.

Рассмотрим геометрические признаки $\varphi'_{(geom)}$ деформационных процессов с точки зрения порядка их назначения.

В процессе эксплуатации объекта на его оказывают влияние нагрузки и воздействия природного и техногенного характера $\Delta\varphi_{(физ/мех)}^{(экспл/факт)}$. Причем данное воздействие, как правило, имеет негативный характер и неизбежно приводит к изменению (в сторону уменьшения) физико-механических свойств объекта

$$\varphi'_{(физ/мех)}^{(экспл/факт)} = \varphi_{(физ/мех)}^{(факт)} - \Delta\varphi_{(физ/мех)}^{(экспл/факт)} \quad (1)$$

Учитывая выше сказанное, еще на стадии проектирования, устанавливаются допустимые эксплуатационные пределы изменения физико-механических свойств объекта

$$\varphi_{(физ/мех)}^{(экспл)} = \varphi_{(физ/мех)}^{(факт)} - \Delta\varphi_{(физ/мех)}^{(экспл)} \quad (2)$$

При этом эксплуатационная надежность объекта обеспечивается при условии $\Delta\varphi_{(физ/мех)}^{(экспл)} > \Delta\varphi_{(физ/мех)}^{(экспл/факт)}$. В случае если $\Delta\varphi_{(физ/мех)}^{(экспл)} < \Delta\varphi_{(физ/мех)}^{(экспл/факт)}$ объект считается аварийным.

В процессе эксплуатации объекта выполняется мониторинг его текущего технического состояния с целью определения степени влияния негативных нагрузок на его характеристики и недопущения его перехода в аварийное состояние путем принятия своевременных мер восстановления эксплуатационной надежности. Для оценки текущего

технического состояния объекта контролируют его физические, механические и геометрические параметры. Анализ их изменения обеспечивает формирования представления о состоянии объекта. Определение каждой из названных групп параметров осуществляется путем реализации соответствующих программ и методик с применением необходимых систем контроля.

Реализация процедуры контроля геометрических параметров на стадии эксплуатации объекта имеет существенные отличия от методики контроля такого же рода параметров при возведении объекта. Если на стадии строительства объекта геометрические параметры определяются (в статическом состоянии) и оценивается их соответствие проектным значениям, то на стадии эксплуатации оценивается их изменение (динамические свойства). Реализация данной задачи осуществляется путем повторных измерений геометрических характеристик и их сравнительном анализе. На основе которого строится зависимость изменения геометрических параметров во времени, прогнозируется состояние геометрических характеристик на заданном предстоящем временном интервале, на основе которого прогнозируется значение приближения текущих геометрических характеристик к допустимым эксплуатационным параметрам. При этом точность геодезических измерений зависит от межциклового временного интервала и от значений приближения текущих геометрических характеристик к допустимым эксплуатационным параметрам. Так для бо́льших временных интервалов при однородной (одинаковой) динамики геометрических характеристик формируются их бо́льшие изменения. Как следствие этого для регистрации бо́льших значений изменений допускаются бо́льшие ошибки измерений. При равных межцикловых интервалах точность геодезических измерений назначается исходя из значений приближения текущих геометрических характеристик к допустимым эксплуатационным параметрам путем применения коэффициента обеспечения точности C_i также зависящего от названных значений. При этом в первом цикле мониторинга геометрических параметров определяют точность геодезических измерений по стандартной методике

$$m_{l(geod)} = C_1 \Delta\varphi^{(эксpl)}_{(физ/мех)}$$

где C_1 - коэффициент обеспечения точности, задается либо нормативными документами, например, на общестроительные работы, либо проектной документацией, например, на специальные работы.

В процессе осуществления последующих циклов работ контролируют величины фактических геометрических параметров совместно с соответствующими фактическими ошибками измерений

$$[(\varphi^{(эксpl)}_{(геом)}) + \Delta\varphi^{(эксpl)}_{(геом)}] - (\varphi^{(эксpl/факт)}_{(геом)} + m^{(ф)}_{i(geod)})] \leq 0. \quad (3)$$

Если данное неравенство для текущего цикла i выполняется, то результаты измерений, полученные в нем, не принимаются в обработку. Вычисляется C_i

$$C_i = [(\varphi^{(эксpl)}_{(геом)} + \Delta\varphi^{(эксpl)}_{(геом)}) - \varphi^{(эксpl/факт)}_{(геом)}] / \Delta\varphi^{(эксpl)}_{(геом)}. \quad (4)$$

Затем определяют точность геодезических измерений в i цикле

$$m_{i(geod)} = C_i \cdot [(\varphi^{(эксpl)}_{(геом)} + \Delta\varphi^{(эксpl)}_{(геом)}) - \varphi^{(эксpl/факт)}_{(геом)}]. \quad (5)$$

Далее геодезические работы в i цикле повторяются заново и продолжают осуществлять последующие за ним циклы до выполнения условия (3) (рис. 1).

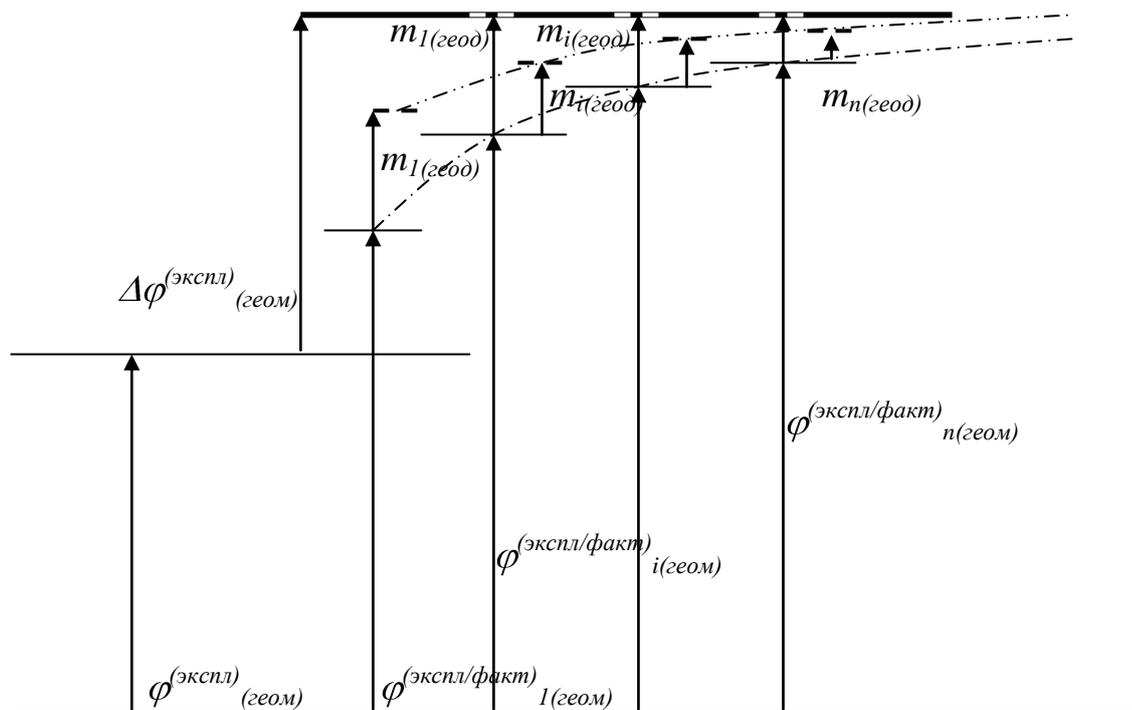


Рисунок 1 – Схема определения точности геодезических измерений исходя из значений приближения текущих геометрических характеристик к допустимым эксплуатационным параметрам

Реализация описанной методики обеспечивает определение текущего состояния геометрических параметров объекта при условии, что его состояние не перейдет к условию $\Delta\varphi_4^{(экспл)}_{(физ/мех)} < \Delta\varphi_4^{(экспл/факт)}_{(физ/мех)}$ характеризующему аварийное состояние. При этом следует понимать то, что геодезические технологии контроля позволяют определить техническое состояние объекта, но не восстановить его до эксплуатационно пригодного. Геодезические данные являются информацией для своевременного планирования и принятия соответствующих строительных решений.

При проектировании мониторинга необходимо оценить значимость связей, зоны их проявления, ожидаемые величины параметров, отнесенных к ним. Это можно осуществить на основе анализа ранее полученного (имеющегося) опыта выполнения аналогичных исследований, математического моделирования процесса и т.д. На основе данной априорной информации формируется программа мониторинга, результатом которого является информация о текущем состоянии объекта, т.е. его эксплуатационной надежности, оценивается остаточный ресурс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Столбов, Ю.В. Допуски и средства проверки качества строительно-монтажных работ [Текст] / Ю.В. Столбов // Геодезические методы контроля точности в строительстве. – Куйбышев: Куйбышевский гос. ун-т. – 1983. – С. 63-65.
2. Справочник по геодезическим работам в строительно-монтажном производстве / Под ред. Полищук Ю.В. – Москва : Недра, 1990. – 336 с.

The Principle of Calculation of Accuracy of Measurements at Performance of Control of Deformation Processes

Y.I. Pimchin*¹, Y.S. Zabaznov*¹, G.A. Naumenko**²

* Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI», Volgodonsk, Rostov region

** Don state technical University (DSTU), Rostov-On-Don

¹yipimshin@mephi.ru yszabaznov@mephi.ru

²geodez@aanet.ru

Abstract – The paper deals with the method of determining the accuracy of geodetic measurements in the process of monitoring the technical condition of objects, provided the reliable determination of the values of deformation characteristics within the normative permissible values.

Keywords: deformation, measurement, measurement error, measured parameter, physical and mechanical properties, tolerance.

УДК 528.48

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРТНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ МОСТОВОГО КРАНА КМ-30 ЭКСПЛУАТИРУЕМОГО НА ОБЪЕКТЕ ВЫВОДИМОГО ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА НОВО-ВОРОНЕЖСКОЙ АЭС ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЕГО ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Ю.И. Пимшин^{*}, В. А. Наугольнов^{*}, С.М. Бурдаков^{*}, И.Ю. Пимшин^{**}

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

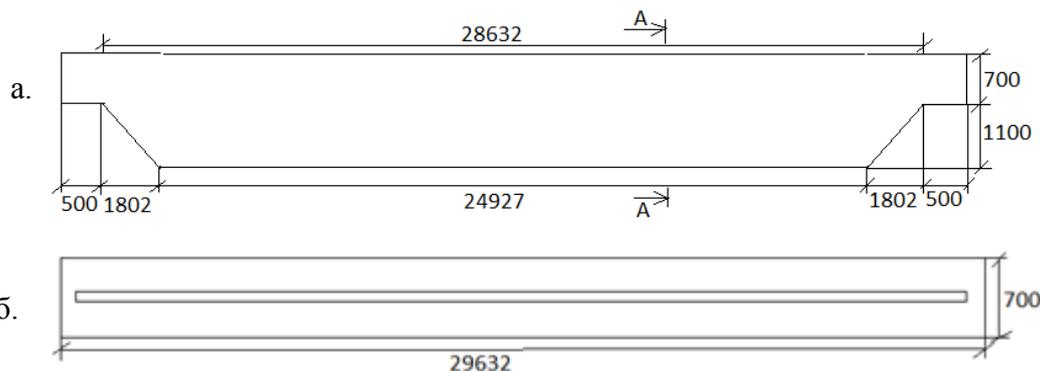
^{**}Донской государственный технический университет (ДГТУ), Ростов-на-Дону

В работе определена оценка остаточного ресурса кранового оборудования АЭС на основе его комплексного обследования. Оценка остаточного ресурса выполняется с целью определения возможности и срока дальнейшей эксплуатации кранового оборудования АЭС. Расчеты выполнялись в соответствии с действующей нормативной документацией. По результатам экспертного метода оценки остаточного ресурса, может быть назначен остаточный срок эксплуатации исследуемого кранового оборудования не менее 5 лет.

Ключевые слова: крановое оборудование АЭС, цикл работы крана, коэффициент распределения нагрузок крана, характеристическое число, остаточный ресурс.

В результате технического диагностирования мостового крана, отработавшего нормативный срок эксплуатации и модернизированного в последние годы путем установки с помощью узлов крепления двух талей на грузоподъемной тележке, был выполнен расчет пролетных балок крана с целью определения условия достаточности их прочности [1, 2, 3]. Мост крана выполнен из двух стальных пролетных и двух концевых балок. Пролетные балки изготовлены в виде сварных конструкций коробчатого сечения (рис. 1).

Расчет пролетных балок моста производили на статическую прочность. При этом расчетная схема для пролетной балки представляет собой однопролетную с шарнирным опиранием балку (рис. 2). Кроме нагрузки от грузоподъемной тележки в виде двух сил $2N$, на пролетную балку действует распределенная постоянная нагрузка от веса самой балки q_b и лежащего на ней подкранового рельса $q_{рельс}$. Расчетное напряжение в сечении пролетной балки моста сформируется при расположении тележки в середине пролета. Для обеспечения прочности пролетной балки должно выполняться нижеследующее условие



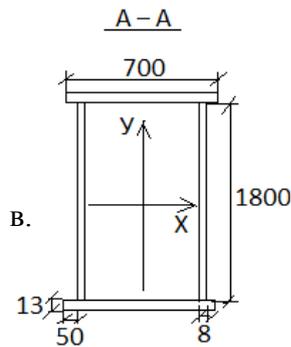


Рисунок 1 – Схема балки и ее сечение

$$\sigma_p = \frac{M_{max}}{W_x} \leq [\sigma]_н; \quad (1)$$

где $[\sigma]_н$ – допускаемое напряжение для стали; для легкого режима работы $[\sigma]_н = 170$, Н/мм²;

M_{max} – максимальный изгибающий момент, Н·мм;

W_x – момент сопротивления сечения относительно оси X, мм³.

Максимальный расчетный изгибающий момент действующий в середине пролетной балки, определяется

$$M_{max} = q_{рельс} \cdot \omega + q_b \cdot \omega + 2 \cdot N \cdot y;$$

где $q_{рельс}$, q_b – расчетное значение распределенной нагрузки соответственно от веса рельса и балки, кг/м;

ω – площадь треугольной линии влияния опорного давления R, м².

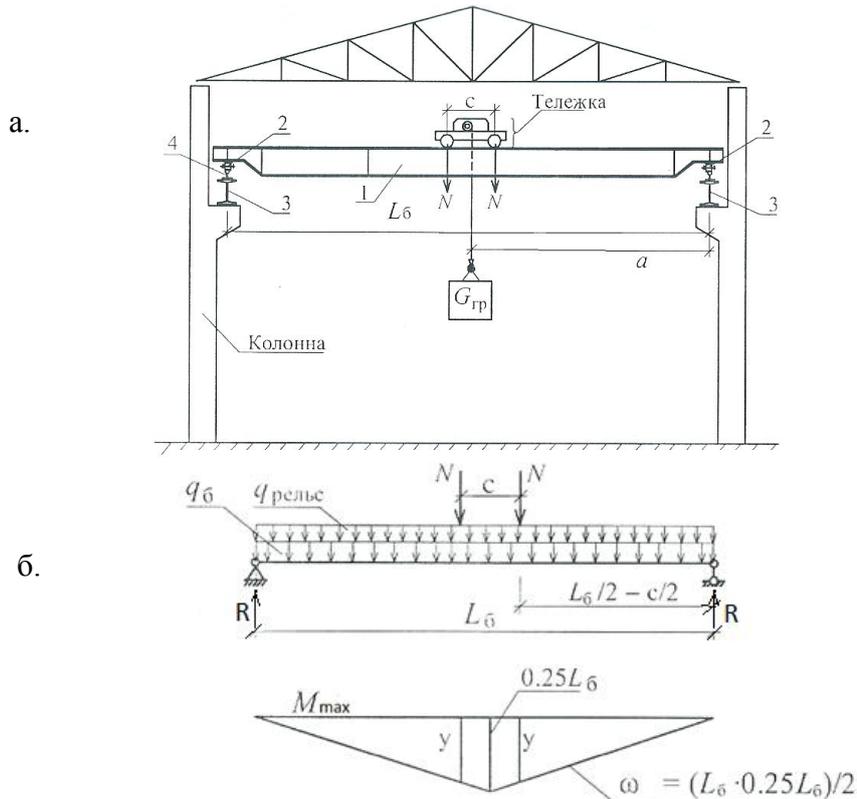


Рисунок 2 – Схема мостового крана к поверочному расчету пролетной балки.

а. общая схема размещения крана; б. расчетная схема для определения максимального изгибающего момента в пролетной балке;

1-пролетная балка крана; 2-ходовая часть крана; 3-подкрановая балка; 4-крановый рельс.

Расчетные значения распределенной нагрузки вычисляется:

$$q_{\text{рельс}} = m_{\text{рельс}} \cdot \gamma_{\text{пост}};$$

$$q_{\text{б}} = m_{\text{б}} \cdot \gamma_{\text{пост}};$$

где $m_{\text{рельс}}$, $m_{\text{б}}$ - вес одного погонного метра рельса и пролетной балки;

$\gamma_{\text{пост}}$ – коэффициент надежности по нагрузке.

По ГОСТ 4121-96, $m_{\text{рельс}}=46.10$ кг/м. Расчетная величина одного метра массы пролетной балки $m_{\text{б}} = 368.95$ кг/м. Согласно СНиП2.01.07-85*, $\gamma_{\text{пост}} = 1.05$.

$$q_{\text{рельс}} = 46.10 \cdot 1.05 = 48.405 \text{ кг/м};$$

$$q_{\text{б}} = 368.95 \cdot 1.05 = 387.398 \text{ кг/м}.$$

Площадь треугольной линии влияния опорного давления R

$$\omega = \frac{L_{\text{к}}^2}{8}; \quad \omega = 105.125 \text{ м}^2.$$

Для вычисления расчетных усилий N на пролетную крановую балку

$$2 \cdot N = 0.5 \cdot (G_{\text{тел}} + G_{\text{гр}});$$

где $G_{\text{тел}}$ - масса тележки с учетом дополнительно смонтированного оборудования, кг;

$G_{\text{гр}}$ – максимальная масса груза поднимаемого краном, кг.

$$2 \cdot N = 0.5 \cdot (14603 + 30000) = 22301,5 \text{ кг}$$

При этом $u=6.55$ м.

$$M_{\text{max}} = 48.405 \cdot 105.125 + 387.398 \cdot 105.125 + 22301,5 \cdot 6.55 = 191888,6153 \text{ кг} \cdot \text{м}$$

Момент сопротивления определяется:

$$W_x = \frac{2 \cdot J_x}{H}, \text{ мм}^3,$$

где $J_x = J_{x1} + J_{x2}$ – момент инерции всего сечения, мм⁴;

$$J_{x1} = 2 \cdot \left(\frac{B \cdot \delta^3}{12} + \frac{B \cdot \delta \cdot (H + \delta)^2}{4} \right) - \text{ момент инерции горизонтальных поясов, мм}^4;$$

$$J_{x2} = 2 \cdot \frac{\delta \cdot H^3}{12} - \text{ момент инерции вертикальных стенок, мм}^4.$$

$$W_x = 3.1154 \cdot 10^7 \text{ мм}^3.$$

$$\sigma_p = 191888,6153 \cdot 10^3 / 3.1154 \cdot 10^7 = 6,1593 \text{ кг/мм}^2; \quad \sigma_p = 60,40 \text{ Н/мм}^2.$$

Заключение по результатам расчета пролетных балок моста на статическую прочность:

В конструкции крана изменилась, в результате модернизации, масса грузоподъемной тележки, на которую дополнительно было смонтировано оборудование массой 1111 кг. Данное конструктивное изменение не привело к утере прочности пролетных балок. Кран может эксплуатироваться без каких-либо дополнительных ограничений далее, с соблюдением его условий и правил эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ПБ 03-517-02 Общие правила промышленной безопасности для организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов.
2. РД 10-08-92 Инструкция по надзору за изготовлением, ремонтом и монтажом подъемных сооружений (с изменениями №1, утвержденными Госгортехнадзором России 09.01.98 г.).
3. РД 0:48:0075.01.05 Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации надземных крановых путей (справочное).

The Results of the Expert Examination of the Bridge Crane KM-30 Operated at the Facility Decommissioned at the Novo-Voronezh NPP by the Results of its Technical Diagnosis

Yu.I. Pimshin^{*1}, V.A. Naugolnov S.M.^{*2}, Burdakov^{*3}, I.Yu. Pimshin^{1}**

^{*} Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI», Volgodonsk, Rostov region

^{**} Don state technical university, Rostov-On-Don

¹YIPimshin@mephi.ru
²geodez@aanet.ru
³SMBurdakov@mephi.ru

Abstract – In work the assessment of a residual resource of technical condition of the crane equipment of the NPP on the basis of his comprehensive examination is defined. The assessment of a residual resource is carried out for the purpose of definition of an opportunity and term of further operation of the crane equipment of the NPP. Calculations were carried out according to the existing standard documentation. By results of an expert method of an assessment of a residual resource, the residual term of operation of the studied crane equipment can be appointed not less than 5 years.

Keywords: crane equipment of the NPP, cycle of operation of the crane, coefficient of distribution of loadings of the crane, characteristic number, residual resource.

УДК 528.48

РАСЧЕТ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ КРАНОВ ГРУППЫ «Б» ДЕЙСТВУЮЩИХ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ (АЭС)

Ю.И. Пимшин*, В.А. Наугольнов*, Г.А. Науменко**, И.Ю. Пимшин**

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

**Донской государственный технический университет (ДГТУ), Ростов-на-Дону

В работе рассмотрена оценка сейсмостойкости кранов группы «Б» эксплуатируемых на блоках атомных станций (АЭС). Приведен пример расчета подвесного пятитонного крана. Сделан вывод о его соответствии сейсмостойкости региона.

Ключевые слова: техническое состояние, краны мостового типа, сейсмостойкость, расчет параметров, напряжение.

Согласно действующих НП-043-11 «...55. Расчет на сейсмостойкость специального крана должен выполняться линейно-спектральным методом с использованием сейсмических спектров ответа и сейсмических коэффициентов динамичности или методом динамического анализа.

Расчет на сейсмостойкость специальных кранов группы Б с электрическими талями (однобалочных мостовых опорных и подвесных, козловых, консольных) допускается проводить статическим методом...».

Пример расчета:

Расчет на прочность при сейсмических воздействиях на кране мостовом электрический КМ-5, Зав.№xxx, Рег.№ xxx

Оценка на прочность при сейсмических воздействиях выполняется с целью определения возможности дальнейшей безопасной эксплуатации подъемного сооружения в данном регионе его использования.

Оценка сейсмостойкости оборудования на прочность выполняется по допустимым напряжениям

$$\sigma_{\max} \leq [\sigma] \quad (1)$$

где σ_{\max} – максимальное напряжение в металлоконструкциях возникаемое при сейсмозодействии;

$[\sigma]$ – предельное допустимое напряжение.

Допускаемые напряжения $[\sigma]$ для кранового оборудования определяются в зависимости от сочетания нагрузок в том числе нормальных условий эксплуатации и максимально расчетного землетрясения. Как говорилось выше согласно НП-043-11 п. 55. «...Расчет на сейсмостойкость специальных кранов группы Б с электрическими таями (однобалочных мостовых опорных и подвесных, козловых, консольных) допускается проводить статическим методом».

$$[\sigma] = [sF];$$

$$[sF] = 0,7 \cdot Rp0,2,$$

где $Rp0,2$ – предел текучести стали из которой изготовлена пролетная балка, сталь СтЗсп5 – 245000 кН/м².

В таблице 1 приведены общие характеристики крана.

Для крана КМ-5, Рег. № xxx $[\sigma] = (1/1,4) \cdot 245000 = 175000$ кН/м².

Таблица 1 – Технические характеристики крана и территории его размещения

| | | |
|----|---|---|
| 1 | Тип крана | Кран мостовой подвесной электрический, КМ-5 |
| 2 | Заводской номер | 1979 |
| 3 | Регистрационный номер | 48А |
| 4 | Пролет крана, (l_n), м | 9,0 |
| 5 | База крана, (l_0), м | 1.5 |
| 6 | Грузоподъемность, т | 5 |
| 7 | Высота подъема груза м. | 12,0 |
| 8 | Масса крана в рабочем состоянии, Q , т | 2.370 |
| 9 | Максимальная нагрузка колеса на подкрановый путь, кН | |
| 10 | Тип металлоконструкции крана (коробчатого сечения, сварная, ферменная, клепаная и т.д.) | горячекатанная, двутаврового сечения |
| 11 | Скорости механизмов, м/с.: | |
| 12 | передвижения крана | |
| | -максимальная м/мин | 32 |
| | -минимальная м/мин | - |
| 13 | передвижения тележки | |
| | -максимальная м/мин | 20 |
| | -минимальная м/мин | - |
| 14 | Скорость подъема м/мин | 8 |
| 15 | Направляющие | Двутавровая балка, М-30 |
| 16 | Паспортные данные о нижнем и верхнем пределах температур рабочего состояния крана | -20 ⁰ С
+40 ⁰ С |
| 17 | Предельная сейсмоактивность района по шкале MSK-64, бал. | 7 |
| 18 | Предельная ветровая нагрузка, бал. | - |

При использовании статического метода расчетные сейсмические нагрузки на конструкцию распределяются подобно распределению массы и прикладываются независимо в двух горизонтальных $Y_{(prod)}$, $X_{(non)}$ и вертикальном $Z_{(e)}$ направлениях.

Величины сосредоточенной Q_c или распределенной (q_c) сейсмических нагрузок определяются по (3),

k_0 – коэффициент балльности принимается по табл.2. Для крана КМ-5, Рег. № xxx $k_0 = 0,25$.

k_0 – коэффициент высоты размещения конструкции в здании или сооружении, который определяется по формуле $k_0 = 1 + 0,05H$. Здесь H – отметка установки оборудования в зданиях АЭС (в метрах); $H = +12,0$ м. $k_0 = 1 + 0,05 \cdot 12,0 = 1,6$.

k_u – коэффициент интенсивности нагрузки определяется в зависимости от низшей собственной частоты конструкции f_l (Гц). В данном случае собственная частота f_l конструкции не определена, то $k_u = 2$.

$$Q_{c(x)} = 23,242 \cdot 0,25 \cdot 1,6 \cdot 2,0 = 18,593 \text{ кН}$$

$$\sigma_{x \max} = M_{x \max} / W_x.$$

где $M_{x \max} = \frac{Q_c \cdot l_{\pi}}{4}$.

$$M_{x \max} = \frac{18,593 \cdot 9,0}{4} = 41,835 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$\sigma_{x \max} = 41,835 / 0,000472 = 88633,832 \text{ кН/м}^2$$

При определении вертикальной сейсмической нагрузки значение коэффициента k_{δ} при заданной балльности уменьшается в 2 раза, а коэффициент k_{ϵ} принимается равным 1.

$$Q_{c(z)} = 23,242 \cdot 0,125 \cdot 1,0 \cdot 2,0 = 5,810 \text{ кН}$$

$$\sigma_{z \max} = M_{z \max} / W_z.$$

где W_z – момент сопротивления, определяется по ГОСТ 8239-89 (табл.1);

$$M_{z \max} = \frac{Q_{c(z)} \cdot l_{\pi}}{4}$$

$$M_{z \max} = 5,810 \cdot 9,0 / 4 = 13,074 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$\sigma_{z \max} = 13,074 / 0,000472 = 27698,358 \text{ кН/м}^2$$

Приведенные напряжения, получаемые из расчета на действие сейсмических нагрузок отдельно по каждому из учитываемых направлений, суммируются по среднеквадратичной зависимости,

$$\sigma_{\pi} = \sqrt{\sigma_{z \max}^2 + \sigma_{x \max}^2 + \sigma_{y \max}^2};$$
$$\sigma_{\pi} = 92860,946 \text{ кН/м}^2$$

а затем алгебраически складываются с приведенными напряжениями $\sigma_{\epsilon/n}$ от эксплуатационных нагрузок

$$\sigma_{\max} = \sigma_{\pi} + \sigma_{\epsilon/n}$$

где $\sigma_{\epsilon/n} = M / W$;

$$M = \frac{Q \cdot l_{\pi}}{4} .$$

$$M = 23,242 \cdot 9,0 / 4 = 52,295 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$\sigma_{\epsilon/n} = 52,295 / 0,000472 = 110793,432 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{\max} = 27698,358 + 110793,432 = 138491,790 \text{ кН/м}^2$$

Условие приведенное (6) выполняется, следовательно, устойчивость крана КМ-5, Рег. №xxxx при 7 бальном сейсмическом воздействии по шкале MSK-64 обеспечивается.

Calculation of Seismic Resistance of Cranes of Group "B" Operating at Nuclear Power Plants (NPP)

Y. I. Pimchin ^{*1}, V. A. Naugolnov ^{*2}, G. A. Naumenko ^{**3}, I. U. Pimchin ^{**1}

^{*} Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region

^{**} Don state technical University (DSTU), Rostov-On-Don

¹ yipimshin@mephi.ru

² VANaugolnov@mephi.ru

³ geodez@aanet.ru

Abstract – The paper considers the assessment of seismic resistance of cranes of group " B " operated at nuclear power plants (NPP). The example of calculation of the suspended five-ton crane is given. The conclusion about its compliance with seismic resistance of the region is made.

Keywords: technical condition, bridge type cranes, seismic resistance, parameter calculation, voltage.

ПОДОГРЕВАТЕЛЬ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ШИРМОВОГО ТИПА ДЛЯ БЛОКА С РЕАКТОРОМ ВВЭР

В.И. Слободчук, Д.А. Шальков

ИАТЭ Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Обнинск

В работе представлены тепловой, гидравлический, прочностной и массогабаритный расчеты подогревателя высокого давления ширмового типа для АЭС с реактором типа ВВЭР.

Ключевые слова: атомная электростанция, турбоустановка, регенеративный подогрев, подогреватель высокого давления, ВВЭР.

На сегодняшний день все крупные электростанции оборудованы системой регенеративного подогрева питательной воды, повышающей эффективность цикла на 10-15%. Конструкции подогревателей высокого давления, входящих в состав таких систем, можно свести к двум типам, каждый из которых обладает рядом недостатков. В этой связи ведется разработка новых типов подогревателей. В настоящей работе рассматривается конструкция ПВД ширмового типа с оценкой теплогидравлических характеристик подогревателя при работе в условиях второго контура АС.

Конструкция ПВД-Ш и схема движения рабочих сред в нем представлены на рисунках 1 и 2.

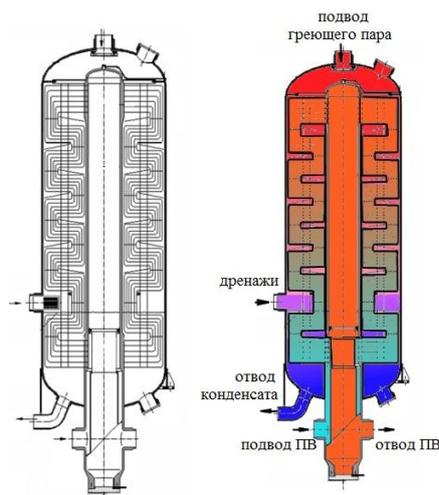


Рисунок 1 – Вариант конструкции ПВД-Ш и схема движения рабочих сред в нем

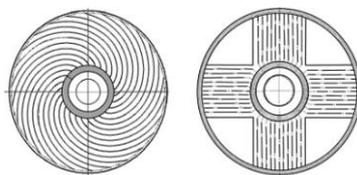


Рисунок 2 – Варианты расположения ширм в плане: эвольвентное (слева) и параллельное (справа)

При теплогидравлическом расчете основные параметры принимались на основе эксплуатационных данных турбины К-1200-6,8/50 (энергоблок №6, НВАЭС-2). Дополнительное приближение: конденсат греющего пара со следующего ПВД сбрасывается с температурой, минимально отличающейся от температуры насыщения греющего пара в меньшую сторону (отличие составляет **0,284**). Таким образом, при минимальном различии температуры двух потоков минимизируются потери энергии на смешение, дополнительно не происходит вскипание дренажа с вышестоящего ПВД, т.е. остается оптимальным

распределение расхода греющего пара в рассматриваемом подогревателе. Тепловой и гидравлический расчет проводился для трубки средней длины. Расчет был осуществлен по интегральным соотношениям для теплообмена и гидравлики. В тепловом расчете параметры греющего пара берутся на линии насыщения. Теплофизические свойства жидкости берутся по средней температуре. Прочностной расчет проводится без учета укрепления элементов, ослабленных отверстиями.

Основные характеристики подогревателя представлены ниже:

- конструкция включает 4 пучка теплообменных труб по 608 штук в каждом в шахматном расположении;
- коэффициент теплопередачи между паром и пит.водой составил 111,42 Вт/(м*К), между конденсатом и пит.водой – 49,61 Вт/(м*К);
- суммарная площадь теплообмена по конфигурации – 2145,4 м², требуемая площадь по условиям работы – 1901,1 м²;
- суммарные потери давления по тракту питательной воды составили 141,3 кПа;
- толщина корпуса максимальная (днища) – 0,04 м, толщина коллектора максимальная (перфорированная часть) – 0,105 м;
- габариты корпуса: наружный диаметр – 3,062 м, высота – 10,487 м;
- общая масса ПВД-Ш в сборе (без учета паровых вытеснителей) – 65 578,12 кг, для сравнения масса камерного ПВД-5 энергоблока №6 НВАЭС-2 составляет более 140 000 кг.

Материал корпуса – сталь 10ХН1М (низколегированная), коллектора – 10ГН2МФА (высоколегированная, коррозионно-стойкая), теплообменных труб – 08Х14МФ (высоколегированная, коррозионно-стойкая).

Предлагаемый вариант ПВД-Ш характеризуется тем, что данная конструкция проста в изготовлении, сборке и обслуживании, обладает высокой тепловой эффективностью, коррозионной и эрозионной стойкостью материалов, надежным креплением теплообменных труб, низкой металлоемкостью и, как следствие, высокой экономичностью и т.п. В подогревателе обеспечиваются условия для скоростного эффекта при конденсации, применяется наиболее эффективная противоточная схема движения сред, рабочий объем равномерно заполнен трубами. Из явных недостатков можно отметить лишь затруднения с контролем целостности теплообменных труб в силу их конструкции.

В заключение можно сделать вывод, что подогреватель ширмового типа является перспективной альтернативой существующим подогревателям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по эксплуатации системы регенерации высокого давления. – Турбинный цех №6 Нововоронежской АЭС, 2014.
2. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике. Том 1. Теплогидравлические процессы в ЯЭУ [Текст] / П.Л. Кириллов, В.П. Бобков, А.В. Жуков, Ю.С. Юрьев – Москва : ИздАт, 2010. – 776 с.
3. Идельчик, И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям [Текст] / М.О. Штейнберг. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1992. – 672 с.
4. Зубченко, А.С. Марочник сталей и сплавов. 2-е изд., доп. и испр. [Текст] / А.С. Зубченко [и др.]. – Москва : Машиностроение, 2003. – 784 с.

The Tube Platen Type of VVER Plant High-Pressure Preheater

V.I. Slobodchuk¹, D.A. Shal'kov²

IETI the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI», Obninsk

¹*vislobodchuk@mephi.ru*

²*dmitryshalkov@yandex.ru*

Abstract – The paper presents thermal, hydraulic, strength and mass-dimensional calculations of the tube platen type of VVER plant high-pressure preheater.

Keywords: nuclear power plant, conventional island, heat regeneration, high-pressure preheater, VVER.

СЕКЦИЯ 6
Экономика атомной отрасли

УДК 621.039.58: 378.1

**ФОРМЫ СОТРУДНИЧЕСТВА ВИТИ НИЯУ МИФИ С
ПРЕДПРИЯТИЯМИ ГК РОСАТОМ И АТОМНОГО
ПРОМЫШЛЕННОГО КЛАСТЕРА ПРИ ПОДГОТОВКЕ
LEAN-СПЕЦИАЛИСТОВ**

С.П. Агапова^{*}, Н.А. Ефименко^{*}, И.В. Судиловская^{}, И.А. Ухалина^{*}**

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

*^{**}ПАО «ЗиО-Подольск», Подольск, Московская обл.*

Современная российская экономика характеризуется стабильным ростом спроса на специалистов, обладающих компетенциями, позволяющими реализовать принципы бережливого производства в любых отраслях хозяйственной деятельности, что нашло отражение и в Атласе новых профессий, содержащих надпрофессиональные навыки в сфере бережливого производства (Lean). [1]. Очевидно, что решение такой сложной задачи возможно лишь при тесном взаимодействии работодателей, вузов, студентов, работников предприятий.

Формой двустороннего сотрудничества с предприятием атомного машиностроения филиала АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск стала совместная разработка и реализация программ подготовки Lean-специалистов из числа сотрудников предприятия. Обучение линейных руководителей по программе «Школа производственного мастера» было нацелено на получение ими знаний и овладение практическими навыками использования инструментов ПСР. Участие вуза не ограничивалось только методическим сопровождением программы и участием в ее реализации. Преподавателями вуза были включены в программу основы педагогического мастерства, позволяющие внутренним преподавателям предприятия, после защиты своих ПСР-проектов стать сертифицированными тренерами по БП.

В связи с этим, в рамках летней школы подготовки преподавателей опорных вузов ГК «Росатом» была поставлена задача встраивания в учебный процесс и формирования у студентов новых компетенций «Клиентоориентированность», «Готовность к изменениям и инновациям», «Кросскультурные коммуникации», которые успешно включены в учебные программы практически всех направлений подготовки, и в первую очередь, специальностей «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» и «Строительство уникальных зданий и сооружений».

В программе повышения квалификации руководителей среднего и высшего звена «Эффективное управление предприятием энергетического машиностроения» особое внимание уделялось таким инструментам, как эффективный «инфоцентр» и декомпозиция целей. В ходе программы повышения квалификации руководители через практико-ориентированные задачи тренировали навыки постановки экономических показателей, распределения ответственности за достижение целей между руководителями, а также разрабатывали перечень КПЭ и показателей мониторинга повышения эффективности операционных, инвестиционных и управленческих процессов.

В результате подготовки слушатели/руководители научились визуализировать экономический смысл бизнес-деятельности предприятия и механизмы повышения

операционной эффективности деятельности в текущем периоде и в долгосрочной перспективе.

Еще одной формой сотрудничества ВИТИ НИЯУ МИФИ и ГК «Росатом» выступает преподавание профильных дисциплин специалистами предприятий госкорпорации. Для подготовки бакалавров направлений «Менеджмент» и «Экономика» в рамках дисциплины «Управление промышленными затратами» выделены часы для изучения темы «Управление затратами на основе ПСР» на базе Учебного Центра филиала АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск с привлечением преподавателей УЦ. В ходе занятий студенты имеют возможность получать практические навыки использования инструментов ПСР на тренажерах, макетах и симуляторах, которые применяются в программах подготовки LEAN-специалистов предприятия сертифицированными тренерами ПСР.

Все виды практик (учебная, производственная, преддипломная) проводятся на предприятиях ГК «Росатом» и предприятиях промышленного кластера г. Волгодонска и Ростовской области. В рамках экскурсионных поездок на предприятия ГК «Росатом» и промышленного кластера г. Волгодонска студенты получают возможность оценить степень технической оснащенности, уровень внедрения инструментов ПСР в практику хозяйственной деятельности предприятий. Представители предприятий-работодателей принимают участие в проведении защит выпускных квалификационных работ (ВКР).

Массовое обучение сотрудников системе БП потребовало подготовки внутренних преподавателей-тренеров, в котором непосредственное участие принимали преподаватели ВИТИ НИЯУ МИФИ. Благодаря сертификации тренеров по обучению инструментам ПСР на базе АНО «Корпоративная Академия Росатома» у предприятий появилось право самостоятельно проводить обучение по курсам «Базовый курс ПСР», «Методика реализации ПСР-проектов», «5С», «Картирование», «Потери». Считаем, что такую же сертификацию должны пройти и преподаватели вуза, что позволит обеспечить высокое качество преподавания спецкурса для студентов всех специальностей и направлений.

Наличие сертифицированных тренеров из числа преподавателей вуза также расширит его возможности по предложению услуг в сфере подготовки и повышении квалификации Lean-специалистов по узкоспециализированным (клиентоориентированным) программам в рамках ФППК.

Перспективным, практико-ориентированным подходом к обучению философии БП можно назвать такие методики как «Фабрика процессов», «ТРИЗ» и «Зеленая трава». «Фабрика процессов» это учебная площадка практического обучения принципам и инструментам Производственной Системы Росатома (ПСР), где каждый участник на практике приходит к усовершенствованию процессов. В ходе обучения участники/слушатели решают следующие задачи:

- 1) меняют представление о традиционных подходах к управлению производством;
- 2) получают знания и опыт применения ключевых инструментов ПСР на примере живого производственного процесса.

"Фабрика процессов" позволяет получить практический опыт использования инструментов ПСР в операционной производственной деятельности и оценить степень их влияния на показатели эффективности производства.

Методика «зеленая трава» предполагает эффективную адаптацию молодых специалистов путем постепенного и целенаправленного их вовлечения в производственные процессы, приобщения к корпоративным ценностям, раскрытия сильных сторон, способностей и склонностей, позволяющих получить максимальную пользу обеим сторонам и работодателю, и работнику. [4].

Выстраивание эффективного процесса обучения и залог успешной реализации инструментов бережливого производства находят отражение в преимуществах всех видов обучения, практик, ядром которых служит soft skills – навыки критического мышления, эффективной командной работы и гибкости принятия управленческих решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас новых профессий [Б.м., б.г.].
2. LEAN. Бережливое производство: Практическое руководство по внедрению [Электронный ресурс] / Деловой портал «Управление производством». – URL: <http://www.up-pro.ru/shop/lean.html> (дата обращения: 26.10.2017).
3. Ухалина, И.А. Ключевые показатели эффективности как инструмент экономической безопасности предприятий ГК «Росатом» / И.А. Ухалина, Н.А. Ефименко, С.П. Агапова // Глобальная ядерная безопасность. – 2017. – № 1 (22). – С. 102-112
4. Руденко, В.А. Опыт и перспективы подготовки LEAN-специалистов на основе эффективного взаимодействия вуза и предприятий [Текст] / В.А. Руденко, М.В. Головкин, И.А. Ухалина, С.П. Агапова, А.В. Анцибор, Н.А. Ефименко // Глобальная ядерная безопасность. – 2018. – № 1 (26). – С. 114-122.

Forms of Cooperation of VITI NRNU MEPhI with Rosatom and Nuclear Industrial Cluster Enterprises in Preparation Lean Specialists

S.P. Agarova^{*}, N.A. Efimenko^{*}, I.V. Sudilovskaya^{}, I.A. Uhalina^{*}**

^{*} *Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region*

^{**} *PJSC «ZiO-Podolsk», Podolsk*

УДК 621.039

РАЗВИТИЕ РЫНКА МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС: АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ

Крестьянинова О.Г.

Северо-Западный государственный медицинский университета им. И.И. Мечникова

В статье рассмотрены показатели российского рынка медицинских услуг. Автор также определяет тенденции его развития и значение для развития территорий размещения атомных электростанций. Был обоснован вывод, что данный рынок функционирует и развивается (в среднесрочной перспективе) устойчиво.

Ключевые слова: Сфера услуг, медицинская услуга, здравоохранение, территории размещения атомных электростанций.

Рынок медицинских услуг играет важнейшую роль в обеспечении здоровья населения, особенно для территорий размещения атомных электростанций как особо опасных объектов. Обеспечение развитие социальной инфраструктуры данных территорий, особенно сферы здравоохранения, является одним из приоритетных направлений федеральной, региональной и муниципальной политики. Это способствует укреплению стабильности общества в контексте устойчивого развития территории. Рассмотрим далее общие тенденции и результаты развития рынка медицинских услуг.

Эффективность функционирования рынка медицинских услуг оказывает значительное влияние на достижение стратегических целей развития Российской Федерации, которые указаны как в текущей версии (2018 г.) инаугурационных указов Президента России, так и в предыдущей. Напомним, что в них речь шла о повышении уровня и качества жизни россиян

– в первую очередь. Достичь этой глобальной цели без качественного медицинского обслуживания и развитой системы здравоохранения, по мнению автора, невозможно [8, 10, 13 и др.]. В условиях рыночной экономики, медицинская помощь населению оказывается посредством медицинских услуг.

Структурный анализ показывает, что современный рынок медицинских услуг в РФ представлен пятью секторами: сектор добровольного медицинского страхования (ДМС); сектор обязательного медицинского страхования (ОМС), бюджетный сектор, коммерческий сектор; теневой сектор. Важно отметить интересную российскую особенность, вызванную спецификой государственного регулирования: «бесплатная» медицина образует два рынка – бюджетный сектор и ОМС.

Развитие рассматриваемого рынка во многом определяется спросом на медицинские услуги. И он достаточно велик. По данным исследований НИУ ВШЭ, менее половины взрослых российских граждан оценивают состояние своего здоровья как хорошее или очень хорошее. О том, что в российском обществе с каждым годом все острее стоит вопрос, связанный с проблемами здравоохранения, свидетельствуют и многочисленные опросы, проводимые различными организациями, в частности – ВЦИОМ (см.: <https://wciom.ru/index.php?id=236&uid=116472>). В первую очередь, российские граждане считают проблемой медицины недостаточный уровень профессионализма врачей, дороговизну медицинских услуг и лекарств, нехватку современного оборудования.

Безусловно, для решения этих проблем необходимы существенные финансовые ресурсы [5]. К сожалению, по уровню расходов на здравоохранение Россия находится на уровне развивающихся стран. В последние годы эти расходы составляли у нас 5-6% ВВП, а в развитых странах – 11% ВВП (например, во Франции и Германии). Как показано в таблице, по данному параметру Россию опережают не только развитые, но и многие развивающиеся страны.

Таблица 1 – Общие расходы на здравоохранение в процентах от ВВП

| Ранг | Страны | 2016 | 2015 | 2014 | 2013 | 2012 | 2011 | 2010 | 2005 | 2000 |
|------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | Маршалловы острова | 23,3 | 22,6 | 18,8 | 19,5 | 18,7 | 19,1 | 19,3 | 26,3 | 25,2 |
| 2 | США | 17,1 | 16,8 | 16,5 | 16,3 | 16,4 | 16,4 | 16,4 | 14,5 | 12,5 |
| 3 | Сверра Леоне | 16,5 | 20,4 | 19,7 | 11,6 | 10,6 | 13,3 | 10,9 | 11,0 | 11,5 |
| 4 | Тувалу | 15,5 | 14,1 | 15,4 | 14,7 | 14,4 | 14,1 | 15,7 | 11,3 | 24,2 |
| 5 | Микронезия | 12,6 | 12,2 | 11,5 | 11,9 | 11,9 | 12,9 | 12,9 | 11,5 | 7,7 |
| 6 | Швейцария | 12,2 | 11,9 | 11,5 | 11,3 | 11,1 | 10,8 | 10,7 | 10,8 | 9,8 |
| 7 | Куба | 12,2 | 12,8 | 12,1 | 10,4 | 9,3 | 11,3 | 10,7 | 8,8 | 6,6 |
| 8 | Кирибати | 11,9 | 7,8 | 10,0 | 9,5 | 8,6 | 8,6 | 9,2 | 11,5 | 8,6 |
| 9 | Бразилия | 11,8 | 11,5 | 10,8 | 10,2 | 10,0 | 9,8 | 9,7 | 8,3 | 6,6 |
| 10 | Палау | 11,7 | 10,5 | 12,0 | 11,9 | 11,4 | 10,4 | 11,6 | 9,0 | 8,8 |
| 11 | Франция | 11,5 | 11,5 | 11,6 | 11,4 | 11,3 | 11,2 | 11,2 | 10,2 | 9,5 |
| 12 | Германия | 11,1 | 11,1 | 10,0 | 10,9 | 10,8 | 11,7 | 11,0 | 10,2 | 9,8 |
| 13 | Науру | 11,1 | 11,4 | 8,8 | 7,3 | 7,5 | 8,2 | 10,4 | 12,6 | 13,5 |
| 14 | Швеция | 10,9 | 11,0 | 11,1 | 11,1 | 10,9 | 10,7 | 8,5 | 8,3 | 7,4 |
| 15 | Япония | 10,9 | 10,9 | 10,8 | 10,8 | 10,8 | 10,6 | 9,2 | 7,8 | 7,2 |
| 16 | Мальдивы | 10,6 | 8,9 | 7,9 | 8,1 | 8,7 | 7,9 | 8,5 | 8,8 | 7,7 |
| 17 | Канада | 10,5 | 10,4 | 10,0 | 10,1 | 10,2 | 10,2 | 10,6 | 9,1 | 8,3 |
| 18 | Норвегия | 10,5 | 10,1 | 9,3 | 8,9 | 8,8 | 8,8 | 8,9 | 8,3 | 7,7 |
| 19 | Австрия | 10,4 | 10,3 | 10,4 | 10,3 | 10,2 | 10,0 | 10,2 | 9,6 | 9,2 |
| 20 | Андорра | 10,4 | 10,3 | 10,3 | 10,1 | 10,0 | 9,8 | 9,4 | 8,6 | 9,3 |

По данным Global Health Expenditure Database ежегодные расходы на здравоохранение, пересчитанные по паритету покупательной способности (ППС) в расчете на душу населения в России на 2015 г. составляют 1 414\$, в Бразилии чуть меньше – 1 392\$ и превосходит уровень Китая почти в 2 раза (762\$), но Россия значительно уступает странам ЕС, Великобритании почти в 3 раза (4 145\$), а Германии – в 4 раза (5 375\$).

По оценкам BusinesStat, хотя оборот медицинского рынка России в последние годы растет, основным фактором роста этого показателя является увеличение цены средней цены приема. Это приводит к тому, что выручка медицины растет опережающими темпами по отношению к численности совершенных приемов, а основным фактором роста выручки является повышение цен на медицинские услуги. Такая ситуация, на фоне стагнации реальных доходов населения, приводит к снижению доступности медицинских услуг.

Если обратиться к количественным показателям, то BusinesStat приводит следующие их значения: рынок платных медицинских услуг в 2016 году достиг объема 732,4 млрд руб, увеличившись на 5,6% по сравнению с 2015 годом. В следующем, 2017, году натуральный объем медицинского рынка составил 1,53 млрд приемов. Это на 0,4% выше результата 2016 года. Средняя цена приема за пять последних лет выросла на 37,6% и в 2017 году составила 1 511,1 руб. Наиболее сильно выросло в цене изготовление зубных коронок – на 13,9% за последний год.

На рынке коммерческой медицины постепенно происходит увеличение числа повторных приемов. С отраслевых позиций это – благоприятная тенденция, т.к. говорит о формировании лояльности потребителей медицинских услуг, что гарантирует стабильное развитие их производителей в будущем [3]. Анализ с позиций сегментации рынка показывает, что 50% медицинских услуг, оказанных в коммерческой медицине, относятся к стоматологическим; динамично развиваются также сегменты диагностики, косметологии и эстетической медицины. Сохраняется дефицитность услуг в сфере гинекологии, урологии, андрологии. Кроме того, перспективны ниши физиотерапии и стационарного лечения.

Несмотря на довольно значительные показатели общего объема рынка, соотнося его с почти что 150-миллионной численностью россиян, мы получаем незначительные объемы потребления коммерческих медицинских услуг. Средние расходы домохозяйств на них в 2016 году составили 2,57 тыс. руб. на члена домохозяйства в год, в том числе 3,02 тыс. руб. для городского населения и 1,26 тыс. руб. – для сельского.

Каковы же тенденции развития рассматриваемого рынка? По оценкам специалистов все того же BusinesStat, по итогам 2018 года ожидается рост числа медицинских приемов на 0,5% во всех секторах рынка медицинских услуг, кроме бюджетного и ДМС. Если говорить о более дальней перспективе, то прогноз на 2022 год – 1,6 млрд приемов. При этом происходит изменение структуры рынка. Если рынок российской частной медицины растет в среднем на 5,9% в год, то в основном этот прирост обеспечен ее легальным сегментом. При этом, сегмент ДМС, по-видимому, достиг насыщения [7]. Его часть, сформированная корпоративными соцпакетами, не меняется, а физические лица, не задействованные в корпорациях, попросту не имеют достаточных денежных средств для приобретения полисов ДМС, даже при наличии желания их приобрести. Мало того, из-за замедления экономического роста, фактической стагнации, в 2015-2017 годах рынок ДМС снизился в натуральном объеме на четверть.

Важной особенностью российского рынка медицинских услуг, как и российской экономики в целом [1], является его высокая дифференциация (территориальная). Доступность и качество медицинских услуг обладают большими различиями в различных субъектах федерации и поселениях (городах, поселках, деревнях). По имеющимся оценкам, в 2016 году в других городах лечилось около 9 млн пациентов, что превышает 6% численности населения страны. Это, по нашему мнению, весьма значительная величина, т.к. повышает стоимость медицинских услуг и снижает их доступность для больных. Действительно, помимо оплаты собственно медицинских манипуляций, требуются расходы на оплату проезда к месту лечения, временного проживания там (причем они могут касаться не только самого пациента, но и сопровождающих его родственников или иных лиц).

Таким образом, как показал краткий проведенный анализ современного российского рынка медицинских услуг, несмотря на общую неопределенную ситуацию в экономике (для чего даже «изобрели» специальный термин «новая нормальность») [2, 4, 6, 9, 11, 12 и мн. др.], этот рынок продолжает развиваться и имеет достаточно устойчивый характер, а

тенденции его развития позволяют надеяться на его стабильное функционирование в среднесрочной перспективе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бабич, Т.Н.* Обоснование методики согласования отраслевых и территориальных интересов при планировании регионального развития с целью реализации государственной экономической политики [Текст] / Бабич Т.Н., Вертакова Ю.В. // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. 2017. – № 2 (32). – С. 5-11.
2. *Боркова, Е.А.* Влияние санкций на инвестиционный климат и промышленную политику России [Текст] / Боркова Е.А., Буравилина Ю.И., Сенчило А.А. // Экономика и бизнес: теория и практика. 2016. № 10. С. 9-12.
3. *Быков, А.Ю.* Социальное партнерство в сфере услуг как форма перехода от конкуренции к межсекторальному сотрудничеству [Текст] / Быков А.Ю. // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2017. – № 3 (105). – С. 105-111.
4. *Головко, М.В.* Институционально-эволюционный подход к исследованию развития национально-экономической системы [Текст] / Головко М.В. // Научный вестник Уральской академии государственной службы: политология, экономика, социология, право. 2011. Вып. 17.
5. *Крестьянинова, О.Г.* Одноканальное финансирование как основной элемент модернизации обязательного медицинского страхования [Текст] / Крестьянинова О.Г. // Вестник Омского университета. Серия: Экономика. 2011. № 1. С. 34-37.
6. *Мальцева, И.Ф.* Выявление проблем реализации государственной экономической политики на основе оценки достижения целевых индикаторов [Текст] / Мальцева И.Ф., Смыченко А.С. // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. – 2017. – № 1 (31). – С. 19-21.
7. *Михина, Ю.О.* Роль корпоративной системы здравоохранения как организационной формы улучшения качества жизни работников нефтегазовой промышленности и населения северных регионов [Текст] / Михина Ю.О. // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2017. № 3 (105). С. 143-147.
8. *Плотников, В.А.* Социальные закономерности и модель экономического развития России: монография. / Плотников В.А. – Санкт-Петербург : Изд-во «Лема», 2011. – 79 с.
9. *Плотников, В.А.* Государственная бюджетная политика в условиях кризиса: региональный аспект [Текст] / Плотников В.А., Федотова Г.В. // Управленческое консультирование. 2015. – № 4 (76). – С. 59-69.
10. *Соснин, В.В.* Совершенствование организационного обеспечения инновационной деятельности при реализации товаров и услуг для нужд здравоохранения [Текст] / Соснин В.В. // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2017. – № 5 (107). – С. 158-162.
11. *Айрапетова, А.Г.* Структурная трансформация экономики: соотношение плановых и рыночных механизмов реализации: монография / Айрапетова А.Г., Антонян Б.А., Бабайцева И.К. и др. Санкт-Петербург : Изд-во СПбГЭУ, 2001. – 336 с.
12. *Фокин, М.А.* Государственное регулирование в условиях экономической нестабильности [Текст] / Фокин М.А. // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. 2017. № 3 (33). – С. 10-14.
13. *Vertakova Yu., Vlasova O.* Methodical approach to the formation and implementation of socio-economic policy of regional health care development // Procedia Economics and Finance. 2015. Vol. 27. P. 692-701.

Development of the Market of Medical Services as a Factor to Ensure Safety of the Territory of Placement of NPP: Analysis of the Modern Condition

Krestyaninova O.G.

*Northwestern State Medical University of I.I. Mechnikov
olgagk@mail.ru.*

Abstract – The article discusses the indicators of the Russian market of medical services. The author also determines the trends of its development. The conclusion was justified that this market is functioning and developing (in the medium term) steadily.

Keywords: service sector, medical service, health care.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Рукинов М.В.

Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина

В статье рассмотрены направления влияния технологического фактора на обеспечение экономической безопасности России. Автор доказывает, что недостаточный уровень технологического развития негативно влияет на экономическую безопасность страны. Если будет реализован инерционный сценарий развития, то экономическая безопасность еще более будет ослаблена. В этой связи, рекомендовано принятие комплекса мер по стимулированию инновационного и технологического развития.

Ключевые слова: экономическая безопасность, технологическая безопасность, технологическое развитие, экономический рост.

15 мая 2017 года был подписан Указ Президента Российской Федерации № 208 «О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года». Этот указ обозначил новые условия и целевые ориентиры обеспечения стабильного, устойчивого и безопасного развития России на долгосрочную (13 лет) перспективу.

Отметим, что введение этого нормативно-правового акта является весьма своевременным и ожидаемым. Дело в том, что до этого, в течение более чем 20 лет действовал аналогичный по содержанию Указ Президента Российской Федерации от 29 апреля 1996 г. № 608 «О Государственной стратегии экономической безопасности Российской Федерации (Основных положениях)». Безусловно, за столь длительный срок институциональные условия социально-экономического развития в России существенно изменились [1-5 и др.], что настоятельно требовало содержательных корректировок в национальной стратегии обеспечения экономической безопасности.

Если сравнивать уровень развития экономики страны в 1996 году и в современных условиях, то и сам этот уровень, и присущие экономическому развитию проблемы существенно различаются. Если тогда все еще продолжался переходный период от экономики административно-командного (планового) типа к рыночной [6], то сегодня в России сформирована национально-специфичная, но не имеющая существенных институциональных отличий от других стран модель смешанной экономики [7]. Этими обстоятельствами определяется значительное число частных различий в экономическом состоянии и динамике развития в два рассматриваемых периода. Общим же является то, что и тогда, и сейчас экономика страны фактически стагнирует, а если формально и наблюдается экономический рост, то он имеет «околонулевой» темп.

Актуализация Стратегии экономической безопасности потребовала пересмотра ключевых вызовов и угроз экономической безопасности, которые перечислены в п. 12 документа. Они, естественно, многоплановые и комплексные. Но предметом нашего интереса являются те, которые связаны с обеспечением технологического развития. В частности, в Стратегии выделены следующие вызовы и угрозы такого типа (приводимая цитата носит выборочный характер – примечание автора статьи):

«стремление развитых государств использовать свои преимущества в уровне развития экономики, высоких технологий (в том числе информационных) в качестве инструмента глобальной конкуренции; использование дискриминационных мер в отношении ключевых секторов экономики Российской Федерации, ограничение доступа к иностранным финансовым ресурсам и современным технологиям; исчерпание экспортно-сырьевой модели экономического развития, резкое снижение роли традиционных факторов обеспечения экономического роста, связанное с научно-технологическими изменениями; отсутствие российских несырьевых компаний среди глобальных лидеров мировой экономики; слабая инновационная активность,

отставание в области разработки и внедрения новых и перспективных технологий (в том числе технологий цифровой экономики), недостаточный уровень квалификации и ключевых компетенций отечественных специалистов; ограниченность масштабов российского несырьевого экспорта, связанная с его низкой конкурентоспособностью, недостаточно развитой рыночной инфраструктурой и слабой вовлеченностью в мировые "цепочки" создания добавленной стоимости».

Как видно из приведенного перечня, технологический фактор играет важную роль в ослаблении национальной экономической безопасности. При этом мы выделяем два основных направления его проявления:

1) изменение структуры современной экономики, рост в ней значения современных технологий, в частности – информационно-коммуникационных. Недоразвитие этого сектора в российской экономике приводит к ослаблению ее конкурентоспособности.

В настоящее время, несмотря на попытки «слезть с нефтяной иглы», в России сохраняется высокая зависимость социально-экономического развития от добывающего сектора экономики и, соответственно, сырьевого экспорта. Так, согласно данным Федеральной налоговой службы, в январе-апреле 2018 года доля топливно-энергетических товаров в российском экспорте составила 64,2%, при этом стоимостный объем этой составляющей увеличился на 27,2%, а физический – на 6,8%. В том числе, экспорт керосина увеличился в январе-апреле на 18,1%, каменного угля – на 17%, автомобильного бензина – на 7%, природного газа – на 5,3% (цифровой материал приводится нами по публикации на интернет-сайте «Вести-Финанс»: <https://www.vestifinance.ru/articles/102436>).

Значимость усиления высокотехнологичных видов деятельности и даже просто – развития обрабатывающих производств признается и экспертным сообществом [8-10 и др.], и правительственными кругами [11]. Но, к сожалению, действия в этом направлении предпринимаются недостаточно энергичные. Видимо, следует более внимательно изучить предложения ИНИР им. С.Ю. Витте и других отечественных «мозговых центров», касающиеся механизмов реиндустриализации российской экономики. При этом, как указывает С.Д. Бодрунов, с мнением которого мы полностью согласны, «речь идет не о возврате к прежней структуре экономики, а о новой индустриализации, базирующейся на технологиях самого передового рубежа наших знаний. Решение этой задачи диктуется не только современными тенденциями эволюции материального производства, но и необходимостью обеспечить подлинную экономическую самостоятельность нашей страны, которая невозможна без наличия крепкого научно-технологического ядра, опирающегося на высокотехнологичное индустриальное производство... необходима активная промышленная политика, опирающаяся на использование широкого спектра методов государственного регулирования экономики, вплоть до стратегического планирования, а также развитие государственно-частного партнерства» [12, с. 19].

Если говорить о средне- и долгосрочной перспективе, то, судя по имеющимся данным, уже скоро Россия может утратить роль технологически развитой державы (в настоящее время мы сохраняем лидерство в некоторых областях, например в освоении космического пространства [13] и ядерной энергетике [14]). Следовательно, ее развитие будет целиком и полностью определяться мировыми ценами на сырье и другую массовую продукцию низкой степени переработки, являющуюся, по сути, биржевым товаром. При условии высокой волатильности цен (и имеющихся фактах манипуляций ими) на эти товары, риски устойчивому развитию страны существенно возрастают;

2) рост значимости в обеспечении экономической безопасности такой ее составляющей, как безопасность технологическая. Она определяется уровнем зависимости рассматриваемой системы (в данном случае – экономики России) в технологическом отношении от других систем (в данном случае – компаний из других стран мира).

К сожалению, в настоящее время уровень технологической зависимости России достаточно велик [15-17 и др.]. Приведем некоторые показатели, характеризующие этот уровень (источник информации – интернет-сайт деловой газеты «Ведомости», см.:

<https://www.vedomosti.ru/business/articles/2017/12/19/745720-rossiiskom-teke>). По состоянию на март 2015 г., доля импортного оборудования в нефтегазовой отрасли составляла 60%. После ввода антироссийских санкций и активизации политики импортозамещения в России, к концу 2017 года эту долю удалось снизить до 52%, т.е. она остается весьма значительной. Положительная динамика наблюдается и в других отраслях, например, в 2015 г. доля импортных катализаторов в нефтепереработке составляла 62,5%, в 2016 г. – уже 39%. Россия много и активно заимствует иностранные технологии, что, с одной стороны, поднимает технологический уровень ее экономики (способствует разрешению первой проблемы, описанной выше), но, с другой стороны, «привязывает» российских потребителей иностранного оборудования к поставщикам, создает канал давления. Другими словами – ослабляет экономическую безопасность.

Мы прекрасно понимаем, что в современном мире, экономическая жизнь которого построена на принципе разделения труда, сформировать достаточно крупную, высокоразвитую и технологически самодостаточную экономику невозможно. Все страны мира, даже такие крупные (в экономическом отношении), как Китай и США, в той или иной мере технологически зависят от зарубежных поставщиков. Но важно, чтобы эта зависимость не оказалась критической. К сожалению, на наш взгляд, Россия подошла, а в некоторых отраслях – и перешагнула эту «черту».

Характерным примером является производство гражданских самолетов. По данным РБК, самолеты Boeing и Airbus занимают 61,7% российского авиапарка, 14,3% приходится на другие зарубежные самолеты (Embraer, Bombardier, De Havilland Canada, Let, ATR), а на самолеты отечественного производства приходится всего лишь 24% совокупного парка российских перевозчиков. При этом на современные образцы (Ан-148, Ту-204, Ту-214, Sukhoi Superjet) – 6,3%, а 17,7% – на старые модификации «Ан», «Ту» и «Як» (см. интернет-сайт: <https://www.rbc.ru/newspaper/2015/11/30/56bc8b2e9a7947299f72b82f>).

Введение против России группой развитых стран – геополитических союзников США – экономических санкций наглядно продемонстрировало технологическую уязвимость российской экономики, особенно значительную в секторах высокотехнологичных и инновационных производств. Поэтому в этих сферах требуется принятие первоочередных мер по восстановлению «технологического суверенитета», в противном случае, уже в среднесрочной перспективе экономическая безопасность страны будет серьезно ослаблена.

Подводя итог нашему краткому анализу, отметим, что технологическое развитие экономики и экономическая безопасность страны тесно связаны между собой. В настоящее время недостаточный уровень технологического развития России порождает значительное число угроз ее экономической безопасности. Преодоление этих угроз требует принятия как национальным бизнесом, так и правительством комплекса согласованных мер, направленных на ускорение инновационного и технологического развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головкин, М.В. Институционально-эволюционный подход к исследованию развития национально-экономической системы [Текст] / М.В. Головкин // Научный вестник Уральского академии государственной службы: политология, экономика, социология, право. – 2011. – Вып. 17.
2. Котляров, И.Д. Сервисизация как современная тенденция развития сектора услуг [Текст] / И.Д. Котляров // Вопросы управления. – 2012. – № 1 (18). – С. 276-281.
3. Мальцева, И.Ф. Выявление проблем реализации государственной экономической политики на основе оценки достижения целевых индикаторов [Текст] / И.Ф. Мальцева, А.С. Смыченко // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. – 2017. – № 1 (31). – С. 19-21.
4. Айрапетова, А.Г. Структурная трансформация экономики: соотношение плановых и рыночных механизмов реализации: монография / А.Г. Айрапетова, Б.А. Антонян, И.К. Бабайцева. – Санкт-Петербург: Изд-во СПбГЭУ. – 2001. – 336 с.
5. Вертакова, Ю.В. Формы стратегического партнерства: модели взаимодействия в регионе [Текст] / Вертакова Ю.В. [и др.]. – Юго-Западный государственный университет. Курск, 2013. – 298 с.
6. Алетдинова, А.А. Теория устойчивого развития экономики и промышленности [Текст] / Алетдинова А.А. [и др.]. – Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. – 2016. – 756 с.

7. Плотников, В.А. Понятие смешанной экономики: эволюция развития и современная трактовка [Текст] / Плотников В.А. // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. – 2018. Т. 8. – № 2 (27). – С. 8-16.
8. Вертакова, Ю.В. Промышленная политика России: направленность и инструментарий [Текст] / Вертакова Ю.В., Плотникова Н.А., Плотников В.А. // Экономическое возрождение России. 2017. – № 3 (53). – С. 49-56.
9. Максимцев, И.А. Мировая экономика перед вызовами "annus horribilis": на пороге новой регионализации [Текст] / Максимцев И.А., Межевич Н.М., Разумовский В.М. // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2017. – № 1-2 (103). – С. 19-24.
10. Рукинов, М.В. Социальные аспекты экономической безопасности [Текст] / Рукинов М.В. // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. – 2018. – № 3. – С. 21-24.
11. Мантуров, Д.В. Подходы к реализации и инструменты промышленной политики в зарубежных странах: возможен ли трансфер опыта / Мантуров Д.В. // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2018. – № 4 (112). – С. 7-15.
12. Бодрунов, С.Д. Возвращение индустрии – возвращение Гэлбрейта: от НИО.2 к ноосферной цивилизации [Текст] / Бодрунов С.Д. // Экономическое возрождение России. – 2017. – № 2 (52). – С. 17-21.
13. Вертакова, Ю.В. Организационные и методические аспекты использования результатов космической деятельности в решении задач социально-экономического развития российских регионов [Текст] / Вертакова Ю.В., Плотников В.А. // Экономика и управление. – 2017. – № 10 (144). – С. 16-23.
14. Rudenko V.A., Golovko M.V., Tomilin S.A., Marchenko A.A. Project of multi-purpose research nuclear installation on fast neutrons is to ensure the national economy safety // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. Vol. 12. № 2. P. 404-408.
15. Ковалёв, Н.В. Российская промышленность: современное состояние и тенденции развития [Текст] / Ковалёв Н.В., Пролубников А.В. // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. – 2017. – № 4 (34). – С. 5-9.
16. Круглов, Д.В. Влияние роботизации на рынок труда [Текст] / Круглов Д.В., Воротынская А.М., Поздеева Е.А. // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2017. – № 6 (108). – С. 101-105.
17. Родина, В.В. Промышленный дискурс в исторической ретроспективе [Текст] / Родина В.В. // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2017. – № 6 (108). – С. 114-124.

Technological Development of the Economy and Economic Security

Rukinov M.V.

*Leningrad State University of A.S. Pushkin, Sankt-Peterburg
a97440533@protonmail.com.*

Abstract – The article considers the directions of the influence of the technological factor on ensuring the economic security of Russia. The author argues that the insufficient level of technological development negatively affects the economic security of the country. If the inertial scenario of development in Russia is implemented, economic security will be further weakened. In this regard, the adoption of a set of measures to stimulate innovation and technological development is recommended.

Keywords: economic security, technological security, technological development, economic growth.

УДК 621.039 : 331.5

РОЛЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

М.В. Головки, А.В. Анцибор

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

Определена роль образовательных организаций в обеспечении экономической эффективности и безопасности предприятий атомной отрасли. Она проявляется в постоянной адаптации учебного

процесса, модернизации образовательных программ в соответствии с требованиями работодателей. В новых условиях рынка предприятиям требуются навыки и компетенции формата «soft-skills», позволяющие сформировать кадровый потенциал, способный обеспечить конкурентоспособность предприятия в долгосрочной перспективе.

Ключевые слова: образовательные организации, экономическая эффективность, экономическая безопасность, компетенции, LEAN-технологии, ВИТИ НИЯУ МИФИ, soft-skills

Триумвират «власть – образование – бизнес» есть именно та сила, которая способна в корне изменить ситуацию, существующую на рынке труда, когда зачастую предложение по кадровым ресурсам не соответствует спросу. Современный реальный сектор экономики испытывает острую потребность в квалифицированных рабочих. В меньшей степени востребованы сегодня специалисты высшего звена. Для того, чтобы избежать перекосов и выйти на более сбалансированную ситуацию на рынке труда, реализуется ряд мероприятий федерального, регионального, местного и корпоративного уровней. Безусловно, в основе решения этой задачи лежит подготовка образовательными организациями таких специалистов, набор профессиональных компетенций которых и уровень владения ими соответствовал бы требованиям, предъявляемым работодателем.

В Волгодонском инженерно-техническом институте НИЯУ МИФИ осуществляется многогранная работа по решению этой задачи. Институт всегда гибко реагировал на реорганизацию промышленных предприятий г. Волгодонска.

Сегодня перед предприятиями стоит задача повышения экономической эффективности в условиях перехода от состояния «рынка продавца» к «рынку покупателя». В этих условиях становится невозможным повышать свою эффективность только за счет наращивания объемов производства [1]. Конкурентоспособность предприятий на рынке достигается в значительной степени за счет проведения оптимизационных мероприятий, ориентированных сокращения потерь во всех функциональных плоскостях, на всех этапах производственного процесса, на всех иерархических уровнях. Этот подход лег в основу «бережливых» (LEAN) технологий, получивших сегодня широкое распространение [2].

Несмотря на многообразие и популярность LEAN-инструментов, которые по своему усмотрению выбирают предприятия, практика показывает, что количество «успешных внедрений» БП значительно уступает тем, которые не прижились совсем или не смогли быть доведены до конца. Основной причиной этому исследователи считают отсутствие системности при подготовке и внедрении программы БП.

Именно поэтому проблему обучения LEAN-философии эффективнее всего можно решить с помощью организации учебных информационных центров на самих предприятиях, особенно если этот процесс затрагивает уже сложившийся профессиональный коллектив, а также с привлечением образовательных организаций, осуществляющих подготовку по программам высшего и среднего профессионального образования. Учебные заведения имеют возможность встраивать новые курсы в учебный процесс, в соответствии с требованиями рынка труда к подготовке молодых специалистов и высококвалифицированных рабочих на принципах БП.

Одной из немногих сегодня активно развивающихся корпораций, демонстрирующих серьезные результаты в сфере производства и инноваций, выступает ГК "Росатом". Для обеспечения своего развития ГК выстраивает коллаборацию с ВУЗами с целью отбора наиболее перспективных выпускников и формирования кадрового потенциала и резерва для предприятий своих дивизионов. Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ" и его филиалы определены в качестве стратегических партнеров в сфере подготовки кадров.

Например, Волгодонский филиал (далее - ВИТИ НИЯУ МИФИ), занимаясь подготовкой специалистов и бакалавров для АО "Концерн Росэнергоатом", АО "АЭМ-технологии "Атоммаш" и атомной отрасли в целом, накопил определенный опыт освоения методики БП. Подготовка LEAN-специалистов не ограничилась формированием заявленных компетенций у студентов вуза, будущих работников ГК «Росатом», но и распространилась

на совместную разработку и реализацию программ обучения «бережливой культуре» сотрудников предприятий. Участие ВИТИ НИЯУ МИФИ в продвижении идеологии БП, формировании «бережливого» мировоззрения у студентов и специалистов предприятий реализуется в двух формах: теоретической и практико-ориентированной, конкретные мероприятия по которым представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Формы участия ВИТИ НИЯУ МИФИ в подготовке кадров для ГК Росатом и атомного промышленного кластера [3]

| Теоретические | Практикоориентированные |
|---|---|
| Лицензирование направлений подготовки рабочих кадров, входящих в ТОП-50 | Стажировки преподавателей ВУЗа на предприятиях |
| Включение в рабочие программы разделов по «Бережливому производству» | Организация практики для студентов на предприятиях (оборудование, моделирование ситуаций, работа с документацией) |
| Разработка учебно-методических материалов (УМК) для Центра профессиональных компетенций на основе отечественного и зарубежного опыта (Германия, Финляндия) | Привлечение студентов к участию в тренингах по бережливому производству на предприятиях ГК «Росатом», проводимые сертифицированными тренерами предприятий, представителями Корпоративной Академии Росатома и др. |
| Разработка УМК по разделам программы подготовки линейных руководителей «Школа производственного мастера»

Разработка УМК по программе повышения квалификации «Эффективное управление предприятием энергетического машиностроения» | Реализация программ обучения Бережливому производству и повышения квалификации для линейных руководителей «Школа производственного мастера» и руководителей среднего и высшего звена «Эффективное управление предприятием энергетического машиностроения» преподавателями вуза совместно с сертифицированными тренерами по ПСР на базе Учебного Центра филиала АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г.Волгодонск |
| Популяризация «бережливого мышления» среди научного сообщества посредством:
- представления результатов исследований на МНПК «Безопасность ядерной энергетики»;
- публикации результатов исследований в научно-практическом журнале из списка ВАК «Глобальная ядерная безопасность» | Разработка «сквозных» экскурсионных программ (от 1 до 4,5 курсов) на предприятия ГК «Росатом» и промышленного кластера г.Волгодонска для проведения сравнительного анализа степени технической оснащенности и уровня внедрения инструментов ПСР в практику хозяйственной деятельности предприятий |
| Создание базовых кафедр на предприятиях:
- «Атомного энергетического машиностроения» ("Атоммаш")
- «Атомные электрические станции» (УТП РоАЭС) | Получение заявок от предприятий на разработку тем для выпускной квалификационной работы по направлениям Бережливого производства для конкретных деталей/участков/периодов |
| Бинарное руководство (со-руководство) выпускными квалификационными работами (преподаватель ВУЗа и представитель предприятия) | Проведение курсов повышения квалификации преподавателей и сотрудников вуза по программе «5S – офис» |
| Разработка УМК для подготовки слушателей по программе повышения квалификации «Реализация инструмента 5S Производственной системы Росатом на рабочем месте типового участка машиностроительного производства» | Привлечение работодателей к чтению дисциплин специализации |

Выстраивание эффективного процесса обучения и залог успешной реализации инструментов бережливого производства находят отражение в преемственности всех видов обучения, практик, ядром которых служит softskills – навыки критического мышления, эффективной командной работы и гибкости принятия управленческих решений.

Таким образом, обеспечение предприятий T-shaped специалистами является основой обеспечения экономической эффективности реального сектора экономики. Сегодня нужны не просто инженеры, а инженеры, способные оценить рентабельность модернизационных процессов, увидеть резервы экономии затрат и т.п., а не погружаться только в технико-технологическую сторону производственного процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ухалина, И.А. Ключевые показатели эффективности как инструмент экономической безопасности предприятий ГК "Росатом" [Текст] / И.А. Ухалина, Н.А. Ефименко, С.П. Агапова // Глобальная ядерная безопасность. – 2017. – №1 (22).
2. LEAN. Бережливое производство: Практическое руководство по внедрению [Электронный ресурс] / Деловой портал «Управление производством». – URL: <http://www.up-pro.ru/shop/lean.html> (дата обращения: 26.10.2017).
3. Руденко, В.А. Опыт и перспективы подготовки LEAN-специалистов на основе эффективного взаимодействия вуза и предприятий ГК "Росатом" [Текст] / В.А. Руденко, М.В. Головки, С.П. Агапова, И.А. Ухалина, А.В. Анцибор, Н.А. Ефименко // Глобальная ядерная безопасность. – 2018. – №1.

The Role of Educational Organizations in Ensuring the Economic Efficiency and Safety of the Atomic Industry Enterprises

Mv Golovko, A.V. Antsibor

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region*

УДК 621.039 : 005.22

ВЛИЯНИЕ СТЕЙКХОЛДЕРОВ НА ВЫБОР МЕХАНИЗМОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ АТОМНОГО ЭНЕРГОМАШИНОСТРОЕНИЯ

М.В. Головки*, Н.И. Кривошлыков**

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

Рассмотрены основные стейкхолдеры и их влияние на экономическую безопасность предприятий атомного энергетического машиностроения. Определено, что основным является государство, особенно, в момент зарождения отрасли как одной из ключевых в стратегии реализации атомного проекта в середине 20 века. Обозначены этапы развития одного из ведущих машиностроительных предприятий, не входящего в контур машиностроительного дивизиона ГК «Росатом», под влиянием изменений институциональной среды.

Ключевые слова: экономическая безопасность, стейкхолдер, атомное энергомашиностроение, экономическое развитие

Задачи поиска эффективных механизмов экономического развития и обеспечения безопасности промышленных предприятий сейчас наиболее актуальны. Однако не существует универсальных методов и инструментов воздействия на производственные и коммерческие процессы хозяйствующих субъектов с целью улучшения экономических результатов. Современная турбулентная внешняя среда формирует многочисленные угрозы экономической безопасности и способна обесценить даже самую идеальную стратегию и модель развития. Серьезное воздействие на экономическое развитие и безопасность предприятий оказывают стейкхолдеры. Именно поэтому, уникальность каждого механизма экономического развития – в его специфичности и адекватности для отдельного предприятия с учетом целей, возможностей, перспектив, отраслевой динамики, региональной специфики, уровня конкуренции, особенностей кооперационных связей, внешнеэкономической стратегии и т.п.

К основным стейкхолдерам предприятия атомного энергомашиностроения (далее – АЭМ) следует отнести, прежде всего, государство (инициатива развития и мощное финансирование становления отрасли), а также отечественных и иностранных заказчиков, поставщиков, персонал и население территории расположения. Формирование АЭМ еще не завершено, поскольку данная отрасль претерпевала значительные изменения, связанные с преобразованиями институциональной среды. На рисунке 1 представлены расчеты динамики основных показателей экономического развития отрасли.

Проведенные расчеты позволяют сделать вывод о серьезном воздействии стейкхолдеров атомной отрасли, определяющем темпы экономического развития входящих в нее предприятий:

- первый этап – от становления отрасли до начала экономических реформ (примерно с 1960-х гг. по 1990 г.), сопровождающийся ростом объемов производства, количества промышленных предприятий в отрасли и численности занятых в атомном энергомашиностроении;

- второй этап – трансформационный период (1990-2000 гг.), связанный со снижением экономической активности, падением объемов выручки, прибыли, снижением рентабельности хозяйственной деятельности, сменой формы собственности и махинаций, характерных для данного этапа, не обошедших стороной и промышленные предприятия атомного энергомашиностроения;

- третий этап – возрождение атомного энергомашиностроения (с 2001 г.) – постепенное восстановление отрасли, наращивание масштабов деятельности при сохранении отрицательной динамики некоторых показателей;

- четвертый этап – начиная с 2007-2010 гг. для разных промышленных предприятий атомного энергетического машиностроения (ППАЭМ) в разное время начался период интеграции в машиностроительный дивизион Государственной корпорации по атомной энергии "Росатом" (ГК "Росатом") АО "Атомэнергомаш" [1].

Становление АЭМ в России было обусловлено активизацией исследований возможностей использования атомной энергии к середине 20 века. Значимость проводимых отраслевых исследований и их результатов для страны в целом, включая ее экономическое развитие и конкурентоспособность на мировом рынке, обеспечение обороноспособности, а также уровень вероятных угроз безопасности, предопределили высокую степень зависимости траектории развития отрасли от стратегических ориентиров основного стейкхолдера – государства и власти. Об этом свидетельствуют опубликованные документы и материалы по вопросам разработки и реализации атомного проекта в России с начала 1942 г. [2].

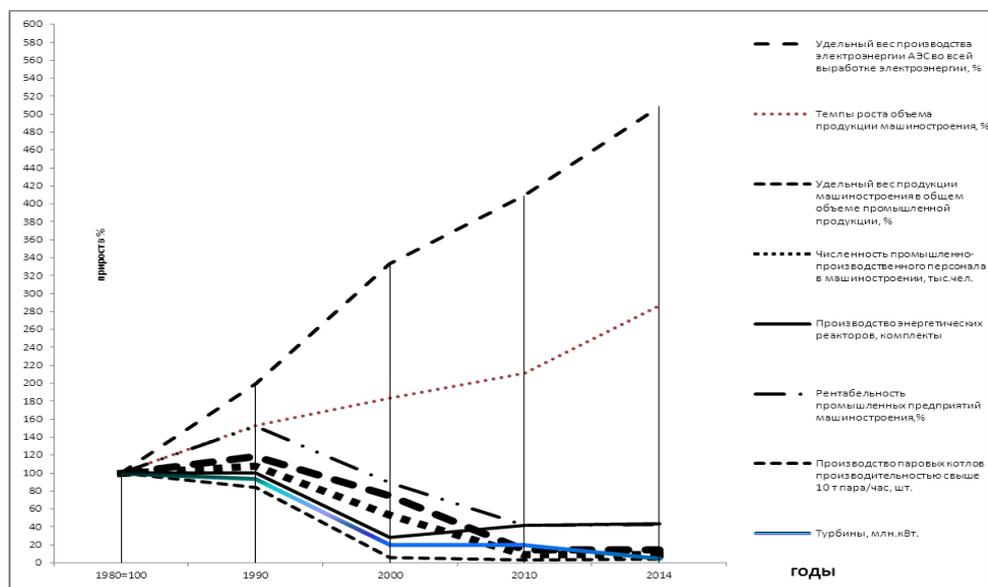


Рисунок 1 – Динамика некоторых показателей, определяющих развитие атомного энергетического машиностроения за период 1980-2014 гг., % (рассчитано авторами)

Для предприятий, не вошедших в контур ГК "Росатом", проблема экономической безопасности проявилась очень остро. Необходимость поиска финансовых ресурсов, заказчиков, выстраивания отношений с государством при условии жесткой конкуренции со стороны предприятий машиностроительного дивизиона госкорпорации. В этих условиях доминанта стейкхолдеров смещается в сторону эффективного менеджмента и высококвалифицированного персонала. На примере анализа этапов и результатов развития предприятия АО "Атоммашэкспорт" появляется возможность это увидеть (табл. 1).

Таблица 1 – Основные этапы развития АО "Атоммашэкспорт" в период 1977-2016 гг.

| Этапы | Организационно-правовая форма | Основные виды деятельности |
|--------------------------|--|---|
| 1977 – 1984 гг. | структурное подразделение Атоммаша | В функции входит сопровождение шефмонтажа станочного оборудования, осуществляемого зарубежными специалистами, работы по переводу сопроводительной документации с иностранных языков, обеспечение внешнеэкономической деятельности (ВЭД) предприятия (экспорт и импорт). |
| 1984 г. - март 1995 г. | создание хозрасчетной внешнеторговой фирмы ВТФ "Атоммашэкспорт", затем создание ОАО "Атоммашэкспорт" | осуществление ВЭД, оказание инжиниринговых услуг, переход на арендные отношения. Значительное количество специалистов Атоммаша перешло в состав ОАО "Атоммашэкспорт". |
| апрель 1995 г. – 2006 г. | ОАО "Атоммашэкспорт" | Развитие производственных мощностей, расширение номенклатуры, спектра инжиниринговых, маркетинговых, товарообменных, посреднических и других видов услуг, операции с ценными бумагами. |
| 2006 г. - 2016г. | ОАО "Атоммашэкспорт", преобразование согласно изменениям в законодательстве в АО "Атоммашэкспорт", в 2016г. начало работы по формированию промышленного кластера | Дальнейшее развитие экономики и производства, включая ВЭД. Интеграция в АПТК дает возможность увеличивать объем заказов, устанавливать долгосрочные отношения с контрагентами-партнерами в кластере. |
| С 2016 г. по н.в. | АО "Атоммашэкспорт" - создание и развитие специализированной организации промышленного кластера | Интенсивная работа по развитию кластера, его регистрации как областной структуры, работа по развитию кредитной политики, руководство предприятия в составе Территориального союза промышленников и предпринимателей г. Волгодонска (ТСПП г. Волгодонска), |

Таким образом, можно сделать вывод, что влияние стейкхолдеров существенным образом меняет инструментарий экономического развития предприятий, тем более в тех отраслях промышленности, которые являются стратегическими для государства. Сегодня, в условиях рынка, важно очень правильно реагировать на изменения в экономической сфере, на те возможности, которые предоставляет внешняя среда и те угрозы, которые она формирует. Только при условии правильного согласования интересов всех стейкхолдеров, предприятие получит необходимый экономический эффект, являющийся основой экономического развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головки, М.В. Институциональные детерминанты экономического развития промышленных предприятий атомного энергетического машиностроения в 1950-е – 2010-е гг. [Текст] / М.В. Головки, А.В. Анцибор, А.В. Жук, А.В. Железнякова // Экономика и предпринимательство. – №7(84). – 2017. (Vol. 11 Nom. 7)
2. Кудряшов, Н.А. Открытия в физике и создание атомного оружия [Текст] / Н.А. Кудряшов. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2015. 496 с.

Influence of Stakeholders on the Choice of Mechanisms for Ensuring the Economic Security of Atomic Energy Mechanical Engineering

M.v. Golovko^{*}, N.I. Kryvoshlykov^{}**

^{}Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region*

*^{**}JSC «AtomMashExport», Volgodonsk, Rostov region*

УДК 621.039 : 331.5

HR-БРЕНДИНГ КАК ОСНОВА УСПЕШНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ НА ПРЕДПРИЯТИИ

В.Е. Довбыш

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

В настоящее время конкурентоспособность компании зависит от многих факторов. Это высококачественная продукция, эффективная реклама, грамотное стратегическое управление, а также наиболее важное квалифицированный персонал на всех уровнях управления. Для его поиска и развития необходимо постоянно работать над корпоративной культурой внутри компании и над ее популяризацией во внешних источниках. Именно это направление развития, которое называется HR брендинг или имидж работодателя активно развивается сегодня.

Ключевые слова: HR - брендинг, корпоративная культура, имидж работодателя.

В настоящее время, когда на рынке велика конкуренция, есть риск пострадать от финансового кризиса, каждая компания старается остаться «на плаву», внедряя передовые инновационные технологии в производство, финансы, исследование и разработки, маркетинг, управление человеческими ресурсами. Способом выжить может стать рациональное использование трудовых ресурсов фирмы. Формирование механизма управления человеческими ресурсами предприятия предусматривает необходимость использования новых методов управления персоналом, начиная со стадии привлечения новых сотрудников, в рамках которой целесообразно эффективное использование современного инструмента HR-брендинга.

В ходе исследований маркетинга и управления человеческими ресурсами в середине 1990-х гг. появилось такое понятие, как «HR-брендинг». HR-брендинг формирует уникальный и привлекательный имидж организации и работодателя как для возможных работников, так и для нынешнего персонала. Он является хорошо разработанной концепцией, помогающей завоевать лояльность клиентов, тем самым увеличить прибыль и успех организации. Его поддержание помогает компании выжить в условиях кризиса и победить в конкурентной борьбе, достигнуть необходимый тренд создания и формирования корпоративной культуры.

HR-брендинг — это процесс создания и поддержания благоприятного имиджа компании как работодателя, включающий комплекс целенаправленных мероприятий.

Функции HR-брендинга:

- Определение стиля жизни работников и разработка стратегий, систем и практик, отражающих изменяющиеся потребности наемных сотрудников на протяжении всего периода их работы в штате компании.

- Контроль эффективности проводимых мероприятий по направлениям, связанным с формированием положительного образа работодателя.

- Коммуникативная функция позволяет обеспечить коммуникацию между действующими сотрудниками компании и потенциальными работниками, а также интегрировать в коллектив новых сотрудников.

- Функция поддержки развития HR-бренда компании в соответствии с практическими подходами и принципами, принятыми в организации.

В соответствии с каждой из функций HR-брендинга компания располагает четырьмя инструментами их реализации:

- Лидерство.
- Коммуникация.
- Исполнение.
- Обучение.

Построение HR-бренда осуществляется на основе комбинирования трех составляющих эффективного управления восприятием компании со стороны рынка труда:

- Взаимодействие с целевой аудиторией.
- Баланс ценностей и потребностей.
- Формирование ожиданий от компании-работодателя.

Ценности HR-брендинга формируются на основе трех элементов:

- Безусловное понимание ценности трудовых ресурсов для предприятия.

- Объективное восприятие того факта, что квалифицированные специалисты являются редким невозобновимым ресурсом, не имеющим дешевых аналогов.

- Компетентных специалистов мало, поэтому даже высокие зарплаты не гарантируют их привлечения.

Целевая аудитория HR-брендинга может быть разделена на внешнюю и внутреннюю в зависимости от принадлежности к сотрудникам предприятия-работодателя. Внешняя аудитория включает в себя: соискателей, клиентов, партнеров, конкурентов, бывших сотрудников. Внутренняя аудитория состоит из текущего персонала предприятия.

Учитывая постоянно растущую конкуренцию, многие успешные компании, использующие в своей работе прогрессивную систему управления персоналом, активно ищут талантливых, компетентных специалистов, обладающих опытом. Предприятия должны обеспечить себя высококвалифицированными кадрами, умеющими четко и правильно выполнять поставленные задачи, быстро реагировать на изменения, принимать правильные управленческие решения и т.д. Поэтому одной из главных задач предприятия является привлечение и удержание именно такого персонала. Руководителям и HR-менеджерам нужно приложить все усилия, чтобы соискатель при поиске работы не рассматривал другие варианты. Для предприятия быть в списке лучших работодателей означает и то, что она будет смотреться более выигрышно среди других организаций, и то, что будет сэкономлен бюджет за счет экономии средств на подборе. Ведь трудоустроиться придут самые лучшие соискатели.

Но грамотные, знающие цену своему труду специалисты всегда и везде смогут найти применение своему профессионализму. Они имеют достаточно широкий выбор места работы, в которой они смогут проявить себя, реализовать свой потенциал, получить, соответственно, достойное вознаграждение за свой труд.

В настоящее время все большее число потенциальных высококлассных сотрудников обращают внимание на репутацию предприятия и оценивают такие важные факторы как: условия для самореализации, карьерного и профессионального роста, психологический климат в коллективе, условия и режим труда. Выпускники ВУЗов и специалисты со стажем стремятся получить работу в крупной компании, так как это повышает стоимость их труда. В принципе, по этой причине, они готовы работать в компании с развитым брендом практически бесплатно. Для компании это тоже является выгодным: она приобретает квалифицированного работника за минимальные деньги.

Параллельно не стоит забывать о внутренней аудитории предприятия. Сотрудники должны понимать, что компания, в которой они трудятся, является самой достойной на рынке, самой конкурентоспособной, самой перспективной. Соответственно, у них не должно возникать даже мысли о смене места работы. Сотрудники должны быть причастны к делам компании, быть в курсе содержания работы, быть заинтересованными в карьерном росте, иметь различные льготы и компенсации. Это может способствовать повышению производительности труда: сотрудники будут стремиться соответствовать заявленному уровню компании, стараться работать как можно лучше.

К основным инструментам формирования HR-бренда предприятия относятся корпоративные мероприятия, организация офисного пространства, новости компании, информационные рассылки, анонсирование событий, внутренние исследования, социальная политика, внутрикорпоративные социальные сети.



Рисунок 1 – Инструменты HR-брендинга

Итак, у предприятия есть много поводов заниматься HR-брендингом:

- необходимость привлечь лучших профессионалов;
- необходимость сохранить собственный квалифицированный персонал;
- необходимость повысить производительность труда персонала;
- необходимость инновационного прорыва в бизнес-развитии компании;
- необходимость не отстать от динамично меняющихся рыночных технологий, носителями которых является квалифицированный сторонний персонал и другие.

С точки зрения экономической эффективности формирование HR-бренда способствует повышению выработки готовой продукции в результате повышения производительности труда, снижению процента брака ввиду формирования объединенного в команду коллектива профессионалов, снижение затрат на подбор персонала и на обучение новых сотрудников, повышению уровня удовлетворенности и лояльности клиентов.

Подводя итог, необходимо отметить, что предприятия не зря вкладывают средства и силы в развитие своего HR-бренда, т.к. именно он увеличивает уровень мотивации, вовлеченности и лояльности персонала, позволяет привлечь в компанию лучшие кадры, переманить их у конкурентов и в конечном итоге достичь своей цели - максимизации прибыли. [1]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Морозова, П.А. HR-брендинг как фактор, формирующий имидж организации [Электронный ресурс] / П.А. Морозова // Экономика, управление, финансы: материалы VI Междунар. науч. конф. (г. Краснодар, февраль 2016 г.). – Краснодар: Новация, 2016. – С. 70-76. – URL: <https://moluch.ru/conf/econ/archive/172/9666/> (дата обращения: 10.05.2018).

2. *Нестеров, А.К.* HR-бренд [Электронный ресурс] / А.К. Нестеров // Образовательная энциклопедия ODiplom.ru - <http://odiplom.ru/lab/hr-brend.html>
3. *Могилевкин, Е.А.* HR-инструменты. Практическая оценка. Как выявить сотрудников, которые могут дать максимальный результат [Текст] / Е.А. Могилевкин, А.С. Новгородов, С.В. Клиников – Москва : Речь. – 2012.
4. *Осовицкая, Н.С.* Актуальный HR-брендинг. Секреты лучших работодателей [Текст] / Н.С. Осовицкая. – Санкт-Петербург: Питер. – 2013.

HR-Branding as a Basis for Successful Personnel Management at the Enterprise

V.E. Dovbysh

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region*

Abstract – Currently, the competitiveness of a company depends on many factors. These are high-quality products, effective advertising, competent strategic management, as well as the most important qualified personnel at all levels of management. For its search and development it is necessary to constantly work on the corporate culture within the company and on its popularization in external sources. This direction of development, which is called HR branding or the image of the employer, is actively developing today.

Keywords: HR - branding, corporate culture, image of the employer.

УДК 621.039.738

РАСЧЁТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БЫСТРОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО РЕАКТОРА

В.В. Колесов, Д.С. Кузенкова, А.В. Михалев

Обнинский институт атомной энергетики — филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Обнинск

В работе представлены результаты расчетов выгорания МОХ-топлива в реакторе МБИР за 500 эффективных суток. На основе полученных данных представлен оценочный расчет стоимости обращения с отработавшими тепловыделяющими сборками (ОТВС).

Ключевые слова: отработанное ядерное топливо, МБИР, захоронение радиоактивных отходов, переработка радиоактивных отходов.

МБИР – это многоцелевой быстрый исследовательский реактор с тепловой мощностью 150 МВт и натриевым теплоносителем. Реактор предназначен для экспериментальных исследований по различным направлениям: ресурсные испытания; отработка режимов эксплуатации перспективных видов топлива, твэлов, ПЭЛ, ТВС; радиационные испытания перспективных конструкционных материалов, наработка изотопов различного назначения и т.д.[1] В корпусе реакторной установки МБИР расположены боковые экраны, а.з. состоит из 93 ТВС и петлевого канала в центре, в котором достигается плотность потока нейтронов $5 \cdot 10^{15} \text{ 1/(см}^2 \cdot \text{с)}$

Для расчетов использовался ПК VisualBurnOut. Он предназначен для решения задач изотопной кинетики: расчетов выгорания топлива в процессе кампании в любой зоне реактора, расчетов процесса распада и т.д. Программа предоставляет широкие возможности в плане изменения различных входных данных (корректировки выходов осколков и постоянных распада), а также расширение библиотеки нуклидов, учитываемых в расчетах.

Топливо – виброуплотненное МОХ-топливо с содержанием Pu 32,55%. В данной работе проведено расчетное исследование зависимости выгорания топлива в активной зоне реактора МБИР от времени за 500 эфф. суток начиная с шага в 1 эфф. сутки. Расчет проводился без учета перегрузки тепловыделяющих сборок (ТВС). Таким образом были получены данные о концентрации основных изотопов, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Концентрации тяжелых ядер в активной зоне, $10^{24}/\text{см}^3$

| Эфф. сут.
Изотопы | 0 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| U-234 | - | 2,14E-08 | 3,99E-08 | 5,81E-08 | 7,54E-08 | 9,24E-08 |
| U-235 | 5,29E-05 | 4,96E-05 | 4,69E-05 | 4,41E-05 | 4,15E-05 | 3,92E-05 |
| U-236 | - | 8,52E-07 | 1,45E-06 | 2,11E-06 | 2,71E-06 | 3,23E-06 |
| U-237 | - | 7,94E-08 | 3,46E-09 | 2,23E-08 | 3,78E-08 | 5,56E-08 |
| U-238 | 1,30E-02 | 1,29E-02 | 1,28E-02 | 1,27E-02 | 1,26E-02 | 1,25E-02 |
| Np-237 | - | 4,49E-07 | 5,35E-07 | 7,16E-07 | 1,05E-06 | 1,54E-06 |
| Np-238 | - | 6,02E-10 | 6,17E-10 | 8,42E-10 | 1,23E-09 | 1,93E-09 |
| Np-239 | - | 3,71E-06 | 2,80E-06 | 2,70E-06 | 3,20E-06 | 3,05E-06 |
| Pu-238 | 9,35E-06 | 8,97E-06 | 8,62E-06 | 8,34E-06 | 8,10E-06 | 7,94E-06 |
| Pu-239 | 6,57E-03 | 6,26E-03 | 6,01E-03 | 5,76E-03 | 5,54E-03 | 5,33E-03 |
| Pu-240 | 4,67E-04 | 5,45E-04 | 6,01E-04 | 6,60E-04 | 7,15E-04 | 7,64E-04 |
| Pu-241 | 8,31E-05 | 8,34E-05 | 8,40E-05 | 8,54E-05 | 8,71E-05 | 9,16E-05 |
| Pu-242 | 3,04E-05 | 3,09E-05 | 3,13E-05 | 3,17E-05 | 3,22E-05 | 3,26E-05 |
| Pu-243 | - | 1,30E-09 | 9,53E-10 | 1,06E-09 | 1,06E-09 | 1,10E-09 |
| Am-241 | - | 1,06E-06 | 2,09E-06 | 3,08E-06 | 4,03E-06 | 4,99E-06 |
| Am-242 | - | 2,60E-09 | 8,61E-09 | 1,82E-08 | 3,19E-08 | 4,70E-08 |
| Am-242m | - | 4,65E-10 | 7,38E-10 | 1,11E-09 | 1,55E-09 | 1,77E-09 |
| Am-243 | - | 4,08E-07 | 7,04E-07 | 1,02E-06 | 1,33E-06 | 1,63E-06 |
| Cm-242 | - | 1,70E-08 | 5,02E-08 | 9,71E-08 | 1,57E-07 | 2,11E-07 |
| Cm-244 | - | 8,57E-09 | 2,81E-08 | 5,81E-08 | 9,77E-08 | 1,47E-07 |

На основании этих данных получены массы изотопов, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Массы элементов в топливе в разные моменты кампании, кг

| Элемент | Эфф. сут. | 0 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 |
|----------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| U | | 556,84 | 552,59 | 549,04 | 545,58 | 541,44 | 537,50 |
| Pu | | 306,26 | 297,03 | 289,12 | 281,22 | 274,41 | 268,07 |
| Малые актиниды | | 0,00 | 0,24 | 0,27 | 0,33 | 0,43 | 0,50 |
| осколки | | 0,00 | 13,23 | 24,66 | 35,97 | 46,82 | 57,02 |

Использование МОХ-топлива в МБИР диктуется необходимостью переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) с целью выделения Pu для повторной фабрикации топливных таблеток. Этому способствует низкое выгорание топлива в активной зоне реактора.

Наиболее промышленно освоенный метод переработки ОЯТ – Purex-процесс – жидкостная экстракция урана и плутония. Эта технология позволяет достигать высокой

степени очистки элементов. В настоящее время в России Ругех используется в ПО «Маяк» на заводе РТ-1.

Выделенные уран и плутоний могут быть направлены на повторную фабрикацию, малые актиниды направляются на хранение, а осколки деления и жидкие радиоактивные отходы, полученные после переработки, подлежат окончательному захоронению.

Для переработки была принята ориентировочная цена 25тыс. руб/кг т.а. Таким образом, имея массу выгруженного топлива порядка 860 кг, оценочная стоимость переработки составит 21,6млн. руб. В процессе переработки останутся высокоактивные, среднеактивные и низкоактивные отходы, к которым необходимо применить выпаривание и отверждение. Эти процедуры позволят заметно уменьшить объем отходов. Стоимость захоронения, с учетом варьирования цен в зависимости от класса отходов, составляет порядка 330тыс. руб (расчеты учитывались цены на момент планируемого пуска реактора МБИР)[2]. Общая стоимость обращения с ОЯТ – 22млн. руб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жемков, И.Ю. Экспериментальные исследования в БОР-60 и анализ возможности их продолжения в МБИР [Текст] / А.Л. Ижутов, А.Е. Новоселов, Н.С. Погляд, М.Н. Святкин // Атомная энергия. – 2014. – Т. 116. – Вып. 5. – С. 280-283
2. Приказ Федеральной антимонопольной службы от 28.12.2017 № 1812/17 "О первоначальном установлении тарифов на захоронение радиоактивных отходов"

Calculation of the Research Fast Reactor

V.V. Kolesov¹, D.S. Kuzenkova², A.V. Michalev³

Obninsk Institute for Nuclear Power Engineering, Obninsk

¹*valeri-kolesov@yandex.ru*

²*darya.kuzenckowa@yandex.ru*

³*mikhalev.alexandr2017@yandex.ru*

Abstract – Results of MOX fuel burnup calculations in the MBIR reactor for 500 effective days. Estimated calculation of the cost of handling spent fuel assemblies is presented on the basis of the received data.

Keywords: spent nuclear fuel, MBIR, radioactive waste disposal, reprocessing of radioactive waste.

УДК 330.101.8

МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ РЕСУРСОВ – ОСНОВА РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

И.Е. Лыскова

Коми республиканская академия государственной службы и управления, Сыктывкар

В работе актуализируются основные задачи менеджмента качества, обосновывается значимость совершенствования подходов к управлению человеческими ресурсами организации, формирования эффективных моделей качества человеческих ресурсов в процессе стратегического развития организации.

Ключевые слова: организация, менеджмент качества, управление человеческими ресурсами, качество человеческих ресурсов.

Ключевые задачи социально-экономической эволюции России предусматривают острую необходимость ускорения темпов экономического роста, инновационного развития, повышения уровня социального благополучия и качества жизни населения. Стремительное развитие информационных технологий, осознание ценности инноваций и повышения технологического уровня производства, рост производительности труда, качественное обновление бизнес-процессов, активное внедрение в производство ресурсосберегающих технологий, совершенствование системы охраны и безопасности труда, новое качество самих человеческих ресурсов определяют базовые характеристики современной экономики знаний.

Концепция управления знаниями, как система управления интеллектуальными активами организации, оформилась в начале 90-х годов XX века. Развитие интеллектуальных технологий, направленных на обеспечение качества производственных процессов, предусматривает совокупность познавательных, эмоционально-психологических, социально-экономических ресурсов организации. В современной социально-экономической ситуации концепция управления знаниями базируется на трансформации индивидуальных знаний и компетенций сотрудников в систему эффективных интеллектуальных технологий, интеллектуального потенциала и интеллектуального капитала организации, формирующих основы системы качества человеческих ресурсов. Основные задачи работы предполагают актуализацию роли человеческих ресурсов как мощного фактора эффективности современной организации, выявление сущности качества человеческих ресурсов организации.

Важно отметить, что политическая и социально-экономическая ситуация последней четверти XX века предопределила значимость новых подходов к формированию комплексных систем управления качеством продукции, товаров, услуг, бизнес-процессов, систем управления. Постепенно оформилась новая *концепция менеджмента качества* (Total Quality Management). Ключевыми принципами новой системы управления качеством стали принципы стратегической ориентации на потребителя, возрастающей роли руководства в процессе формирования эффективной системы управления качеством, повышения вовлечённости работников в процесс управления качеством, обеспечения процессного и системного подходов к управлению, постоянного улучшения, принятия эффективных решений, формирования взаимовыгодных отношений с поставщиками (ISO 9000, ISO 9001, QS-9000).

Совершенствование бизнес-процессов организации связано с улучшением деятельности, формированием менеджмента систем и процессов, политики организации в области качества, эффективной системы менеджмента ресурсов, повышением ответственности руководства, социальной ответственности организации и др. (ISO 9004:2000, ICCSR 26000:2011). Широкое распространение в практике инноваций, нацеленных на развитие организации, получила проектная деятельность (ISO 10006, ISO 21500). Современная экономика знаний предъявляет высокие требования к сотрудникам организации [1].

Концепции управления качеством получили мировое признание. Концепция управления качеством человеческих ресурсов также обретает исключительную значимость. Всё более очевидной становится роль человеческого фактора в системе производства. Преобладающий ранее технократический подход в управлении персоналом стал утрачивать свои позиции. В 1980-е годы особое внимание в системе западного менеджмента стало уделяться задачам непрерывного развития и совершенствования нематериальных активов организации, то есть самих человеческих ресурсов. Именно тогда в научный оборот вводится понятие человеческого капитала; выявляется сущность политики организации, стимулирующей удержание работников организации; осознаётся необходимость эффективного планирования человеческих ресурсов; обосновываются задачи управления результативностью и др. В 1990-е годы в западной практике управления стало уделяться внимание модели стратегического управления человеческими ресурсами. Эта модель прежде

всего была направлена на стратегическое планирование человеческого капитала. Человеческий капитал определялся как совокупность опыта, навыков, умений и знаний, которыми обладают сотрудники организации [3; 4; 5].

Не меньший интерес вызывал и японский взгляд на задачи формирования качества человеческих ресурсов организации. Осознание важности проблем качества в Японии произошло раньше, чем на Западе. Одним из основателей японской модели качества считают К. Исикаву. Управление качеством вошло в систему государственной политики. В массовое сознание Японии внедрилась идея всеобщего контроля качества, причастности каждого японца к управлению качеством. К концу 1960-х годов оформилась японская модель системы управления качеством. Её специфика предусматривала следующие характеристики: 1. Всеобщее управление качеством в организации и причастность к этому процессу всех работников; 2. Подготовка и повышение квалификации кадров в области управления качеством; 3. Эффективное функционирование кружков качества; 4. Инспектирование и оценка деятельности по управлению качеством; 5. Использование статистических методов; 6. Внедрение общенациональной программы по контролю качества.

Особенности японской системы управления качеством на протяжении ряда десятилетий привлекают внимание специалистов в области теории и практики менеджмента. Важно отметить, что персонал японских организаций имеет очень высокий уровень профессиональной квалификации, обладает широким кругом компетенций, отличается наличием неиссякаемой мотивации трудовой деятельности, исключительной степенью ответственности и дисциплины труда. В современных условиях широкий интерес вызывает японская философия и практика кайдзен. Кайдзен, как система и процесс непрерывного совершенствования, характеризуется, прежде всего, специфическим стилем мышления сотрудников организации. Цель кайдзен – стремление к совершенствованию современных бизнес-процессов. Согласно концепции кайдзен все усилия организации должны быть направлены на удовлетворение потребностей и обслуживание потребителей. Кроме того, кайдзен формирует уникальный способ мышления, ориентированный на улучшение технологических, организационных, управленческих процессов (процессное мышление). Общеизвестными рациональными инструментами непрерывного совершенствования являются высокая дисциплина, эффективное управление временем, развитие профессиональных и личностных навыков, сотрудничество, соучастие и полная вовлечённость в процесс, высокая мораль, эффективные коммуникации, определяющих существенные компоненты качества человеческих ресурсов [2].

Отличительными характеристиками субъективных свойств личности, определяющих качество человеческих ресурсов, процесс совершенствования интеллектуальных технологий, можно признать креативность, основанную на нестандартных подходах к выполнению профессиональных задач и принятию управленческих решений; интуицию, основанную на личном опыте, неординарных интеллектуальных способностях сотрудника; бриколаж, предусматривающий способность специалиста максимально качественно выполнить поставленные задачи в условиях ограниченности ресурсов; гибкую адаптацию сотрудника к постоянно меняющимся условиям внутренней и внешней среды; сжатие, как способность совершенствовать структуру и содержание работы в условиях экономии времени; инновацию, требующую новых подходов к решению профессиональных задач в условиях неопределённости, повышенного риска, отхода от существующих практик и традиций; непрерывное профессиональное развитие, основанное на высокой внутренней мотивации сотрудника и приверженности интересам организации. Современная экономика нуждается в новых идеях, уникальных подходах к решению нестандартных задач, которые могут реализовать люди, обладающие новыми технологиями мышления, высоким интеллектуальным уровнем, наделённые творческим, инновационным потенциалом, нацеленные на достижение высоких показателей в процессе и результате труда. В плане обеспечения качественно новых подходов к управлению человеческими ресурсами значительный интерес вызывает теория и практика *реинжиниринга человеческих ресурсов*.

Таким образом, современные задачи стратегического развития организации неразрывно связаны с необходимостью формирования системы менеджмента качества, существенной составляющей которого следует признать менеджмент качества человеческих ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ассен ван, М.* Ключевые модели менеджмента. 60 моделей, которые должен знать каждый менеджер [Текст] / М. ван Ассен, Г. Ван ден Берг, П. Питерсма; пер. с англ. В.Н. Егорова; агентство «Verenschot». – 3-е изд., испр. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 319 с.
2. Имаи, М. Кайдзен: Ключ к успеху японских компаний [Текст] / Пер. с англ. 8-е изд. – Москва : Альпина Паблишер. – 2015. – 274 с.
3. *Лыскова, И.Е.* Основные парадигмы менеджмента качества человеческих ресурсов в аспекте современной экономики знаний [Текст] / И.Е. Лыскова // Вестник факультета управления. Санкт-Петербургского государственного экономического университета. Научный журнал. 2017. – Вып. 1. (Ч. 1). – С. 60-65.
4. *Лыскова, И.Е.* Интеллектуальные технологии как основа инновационной модели менеджмента качества человеческих ресурсов организации [Текст] // Национальные концепции качества: интеграция образования, науки и бизнеса: сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции / под ред. д.э.н., проф. Е.А. Горбашко – Санкт-Петербург : Изд-во Культуринформ-пресс. – 2017. – С. 99-102.
5. *Лыскова, И.Е.* Проблемы управления человеческим капиталом в аспекте современной экономики знаний [Текст] / И.Е. Лыскова // Экономика и предпринимательство. – 2017. № 9 (ч. 4) (84-4). – С. 641-645.

Human Resources Quality Management as a Basis Modern Organization Development

Irina Lyskova

*The economics and management department, The Komi Republican Academy of State Service and Administration, Syktyvkar
IrinaLyskova@mail.ru*

Abstract – The article studies the main tasks of quality management. It emphasizes the importance of human resources quality management in the aspect of modern quality management and strategic development of an organization

Keywords: organization, quality management, human resources management, human resources quality.

УДК 378.6 : 336

РОЛЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ФИНАНСОВОЙ ГРАМОТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ: ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВИТИ НИЯУ МИФИ

Ж.С. Рогачева

Волгодонский инженерно-технический институт НИЯУ «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.

В работе рассмотрена необходимость повышения финансовой грамотности всех возрастных групп и всех категорий населения. Представлен опыт участия ВИТИ НИЯУ МИФИ в реализации проекта Минфина по обучению финансовой грамотности сельских учителей.

Ключевые слова: финансовая грамотность, просветительская работа, экономически образованное население.

Сегодня знание основ финансовой грамотности необходимо любому человеку. Практически каждый из нас принимает решения по ведению личного и семейного бюджета,

осуществлению денежных платежей и переводов, обращению к услугам банков и страховых организаций. Многие вопросы наших взаимоотношений с государством, включая уплату налогов, получение социальной поддержки, пенсионное обеспечение связаны с финансовой проблематикой.

Овладение финансовой грамотностью в совокупности с компьютерной, языковой, математической, правовой, экономической и другими составляющими функциональной грамотности, помогает человеку ориентироваться в непростом и разнообразном мире современных финансов, принимать осознанные решения по сбережениям, получению кредитов и инвестированию, рационально анализировать различные возможности финансовых организаций, обходить стороной недобросовестные и мошеннические предложения, уметь защищать свои права как потребителя финансовых услуг.

Почти половина россиян отметили, что хотели бы повысить уровень своей финансовой грамотности. Граждане не всегда хорошо понимают те или иные аспекты работы с финансовыми организациями и их продуктами, а организации, в свою очередь, переоценивают уровень финансовой грамотности своих клиентов. При планировании стратегии развития 82% финансовых организаций учитывают уровень финансовой грамотности населения. Об этом свидетельствуют результаты исследования, проведенного Аналитическим центром НАФИ совместно с Российским Микрофинансовым Центром и Фондом Citi в январе-феврале 2018 года. Использовались методы глубинного интервью с руководителями высшего и среднего звена финансовых организаций, с их клиентами физическими лицами, а также количественный опрос.

Россияне не всегда хорошо понимают те или иные аспекты работы с финансовыми организациями и их продуктами, а эти организации, в свою очередь, переоценивают уровень финансовой грамотности своих клиентов. Так, лишь 52% россиян отмечают, что хорошо понимают параметры финансовых продуктов, хотя 81% представителей финансовых организаций считают, что параметры финансовых продуктов и услуг ясны для пользователей.

Схожая ситуация с консультациями, предоставляемыми сотрудниками финансовых организаций: они не всегда понятны более чем половине клиентов (67%), но в абсолютном большинстве финансовых организаций полагают, что консультации максимально понятны и доступны (100%).

Представители финансовых организаций и физические лица также разошлись в оценке того, насколько те или иные навыки и знания свойственны пользователям финансовых продуктов. Так, 53% представителей финансовых организаций считают, что клиенты способны искать и находить необходимую финансовую информацию, хотя среди россиян так считают только 41%. 70% представителей организаций полагают, что клиенты выполняют свои обязанности налогоплательщика, тогда как среди физических лиц так думают только 50%. Не более 18% менеджеров организаций считают, что клиенты планируют свою жизнь на пенсии, хотя среди физических лиц этот показатель достигает 33%. По другим навыкам (планирование клиентами доходов и расходов, анализ услуг, оценка рисков) оценки двух групп респондентов совпали.

44% россиян отметили, что испытывают потребность в повышении уровня знаний и навыков в финансовой сфере. Представители финансовых организаций и их клиенты согласны, что развитием финансовой грамотности граждане должны заниматься самостоятельно (68% и 70%, соответственно). При этом, по мнению 78% менеджеров, повышением уровня финансовой грамотности также должно заниматься государство в лице образовательных учреждений, сами финансовые организации (60%) и СМИ (55%). Россияне же возлагают основную ответственность за повышение финансовой грамотности на себя (70%), роль государственных образовательных учреждений (38%), финансовых организаций (30%) и СМИ (33%) в этом для них вторична.

Большинство представителей финансовых организаций (78%) считают, что участники финансового рынка должны принять совместную стратегию повышения финансовой

грамотности пользователей продуктов и услуг. Представители организаций отметили, что в случае повышения финансовой грамотности населения прибыль компаний и количество клиентов увеличится, а число конфликтных ситуаций с клиентами сократится.

Проблема интеграции финансового образования в существующие учебные программы актуальна для всех стран мира. Это обусловлено несколькими причинами:

- стремительный рост доли учащихся, которые принимают финансовые решения во все более раннем возрасте;
- в раннем возрасте у человека закладываются стимулы к познанию в течение всей жизни;
- в юном возрасте есть возможность охватить все слои населения, независимо от уровня образования и уровня доходов, формируя таким образом в масштабе целого поколения целый пласт экономически образованного населения.

Согласно требованиям контракта № FEFLP/QCBS-3.37 «Обучение сельских учителей финансовой грамотности и методике проведения просветительской работы с сельским населением» Волгодонский инженерно-технический институт – филиал ФГАО ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»», отобранный по результатам конкурсного отбора в качестве образовательной площадки, реализующей программы повышения финансовой грамотности в рамках совместного проекта Министерства финансов и Южного федерального университета, в 2017-2018 учебном году организовал и провел образовательные мероприятия по обучению сельских учителей.

Структурным и содержательным ориентиром программы выступили положения Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации», профессиональные стандарты педагога и педагога дополнительного образования детей и взрослых, соответствующих федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования, документов Минобрнауки России.

Для реализации данного проекта преподавательским составом кафедры экономики и социально-гуманитарных дисциплин в рамках Факультета повышения квалификации и переподготовки кадров была разработана программа дополнительного профессионального образования (повышения квалификации) «Обучение сельских учителей финансовой грамотности и методике проведения просветительской работы с сельским населением», объемом 72 часа.

В число школ-участников реализации проекта вошли: МБОУ Романовская СОШ, МБОУ Зимовниковская СОШ № 1, МБОУ Зимовниковская СОШ № 6, МБОУ Зимовниковская СОШ № 10, МБОУ Красноярская СОШ.

При проведении курса повышения квалификации сельских учителей «Основы финансовой грамотности, методы ее преподавания в системе основного, среднего образования и финансового просвещения сельского населения» была реализована задача довести до обучающихся информацию о финансовом рынке, особенностях формирования финансовой грамотности в сельской местности, а также педагогических и просветительских подходах.

Обучение проводилось силами профессорско-преподавательского состава кафедры экономики и социально-гуманитарных дисциплин и техникума ВИТИ НИЯУ МИФИ. В ходе реализации ВИТИ НИЯУ МИФИ данной программы было обучено 67 сельских учителей. Были проведены выездные лекции, семинары, практические занятия и тренинги. По окончании обучения проведена итоговая аттестация сельских учителей – слушателей программы и вручены удостоверения о повышении квалификации.

Программа вызвала у слушателей большой интерес. Руководство отделов образования вышеуказанных районов, директора сельских школ, сами участники программы – сельские учителя – выразили желание развивать это направление деятельности. Реализация программы позволила учителям сельских школ совершенствовать профессиональные компетенции в области содержания и методики преподавания финансовой грамотности, а

также организации и проведения просветительской работы в сфере финансовой грамотности с различными целевыми группами сельского населения.

Важность данного курса заключается в отсутствии у большинства сельских учителей знаний о разнообразных услугах финансового рынка, а также существующих на нем специализированных продуктов для сельских регионов. Таким образом, данный курс потенциально востребован в российских сельских школах как источник финансовых компетенций учителей и обучающихся с целью использования финансовых продуктов для личных нужд и нужд юридических лиц, составления семейного бюджета и противодействию финансовому мошенничеству на селе.

В реальной жизни финансовые советы, рекомендации гражданам и организациям предоставляют финансовые консультанты (советники), профессиональная деятельность которых в нашей стране только институализируется и ожидается принятие федерального закона о такой деятельности (дополнений к действующим законодательным актам). В настоящее время по факту (и далеко не всегда на пользу обратившихся за советами) роль финансовых советников часто выполняют сами поставщики финансовых услуг – банки, страховые организации и т.п.

Финансовую грамотность необходимо повышать всем слоям населения, всем возрастным группам. Эту работу необходимо вести и с учителями, и со школьниками и их родителями, такую работу необходимо вести также с сотрудниками различных предприятий и организаций.

У ВИТИ НИЯУ ИФИ сложился многолетний положительный опыт сотрудничества в рамках факультета повышения квалификации со многими предприятиями и учреждениями города Волгодонска. В течение продолжительного времени наш институт успешно реализует различные программы повышения квалификации и переподготовки.

Учитывая опыт преподавателей кафедры экономики и социально-гуманитарных дисциплин в рамках реализации программ повышения квалификации и переподготовки, в частности, опыт проведения занятий по «Культуре безопасности» для сотрудников Филиала Концерна «Росэнергоатом» «Ростовская АЭС», а также то, что ГК Росатом огромная, интересная, яркая и развивающаяся Компания, которая уделяет большое внимание реализации социальных программ и заботе о сотрудниках, можно предположить, что разработка и реализация программы повышения финансовой грамотности для сотрудников предприятий ГК «Росатом» будет востребованным и перспективным направлением деятельности, полезным и для работников атомной отрасли, и для ВИТИ НИЯУ МИФИ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Анцибор, А.В.* Основы финансовой грамотности для молодежи, учебно-методическое пособие [Текст] / А. В. Анцибор, Ж. С. Рогачева. – Москва: НИЯУ МИФИ; Волгодонск: ВИТИ НИЯУ МИФИ, 2017. – 112 с.
2. *Винникова, И.С.* Педагогические особенности формирования финансовой грамотности у студентов экономических направлений подготовки [Электронный ресурс] / И.С. Винникова // Интернет-журнал «Мир науки» 2016. – Том 4, номер 6. – URL: <http://mir-nauki.com/PDF/39PDMN616.pdf> (дата обращения: 8.11.2017)

The Role of Educational Organizations in the Formation of Financial Literacy of the Population: Experience and Prospects **J.S. Rogacheva**

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region
ZSRogacheva@mephi.ru*

Abstract – In work the necessity of increase of financial literacy of all age groups and all categories of the population is considered. The experience of VITY NIYA MEPhI participation in the implementation of the project of the Ministry of Finance on financial literacy training for rural teachers is presented.

Keywords: financial literacy, educational work, economically educated population.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЭКЗАМЕН В ВИТИ НИЯУ МИФИ: НОВЫЙ ПОДХОД К ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ВЫПУСКНИКОВ

В.А. Руденко, С.А. Томилин, А.В. Анцибор, Г.А. Доблер, Н.П. Василенко

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

В статье рассмотрен новый подход к государственной итоговой аттестации выпускников среднего профессионального образования, основанный на внедрении демонстрационного экзамена, представлены результаты апробации проведения демонстрационного экзамена в ВИТИ НИЯУ МИФИ. Обозначены актуальные проблемы реализации демонстрационного экзамена, как формы аттестации выпускников среднего образования. Представлены возможности и значение демонстрационного экзамена для эффективной подготовки специалистов атомной отрасли и обеспечения высокого уровня культуры безопасности.

Ключевые слова: демонстрационный экзамен, культура безопасности, государственная итоговая аттестация, WorldSkills, среднее профессиональное образование, обеспечение безопасности атомных объектов.

Подготовка выпускников образовательных организаций к эффективной трудовой деятельности, владение компетенциями, обеспечивающими выполнение требований профессиональных стандартов, развитие способностей к быстрой адаптации на рабочем месте, а также выработка устойчивой мотивации к успешной профессиональной деятельности – это основные задачи современного профессионального образования.

В настоящее время отечественная система профессионального образования находится на этапе коренных преобразований, призванных обеспечить подготовку выпускников с новыми качественными характеристиками. Высокий уровень мотивации, теоретической и практической подготовки, способность к саморазвитию, быстрая адаптация к меняющимся производственным условиям – вот далеко не полный их перечень. Но главными среди них по-прежнему остаются высокий уровень профессиональной подготовки и способность к эффективному решению производственных задач. В значительной степени достижению таких результатов способствует практико-ориентированное обучение студентов среднего профессионального (СПО) и высшего образования (ВО). Этот подход согласуется с накопленным опытом по подготовке высококлассных специалистов в Германии, Финляндии, Франции и многих других лидеров мировой экономики.

Смещение акцента в подготовке выпускников в сторону обучения практическим навыкам (особенно в системе СПО) потребовало и пересмотра подходов к их аттестации. Государственная итоговая аттестация по программам СПО сегодня должна проходить в формате демонстрационного экзамена, представляющего собой решение обучающимися практических задач, свидетельствующее о сформированности у них компетенций, определенных образовательным стандартом, в присутствии профессиональных экспертов и наблюдателей в режиме реального времени [1].

Сам демонстрационный экзамен имеет очевидные признаки формата соревнований WorldSkills (WS). Более того, по критерию «Качество подготовки выпускников образовательных программ СПО» мониторинга качества подготовки выпускников СПО, установленного Министерством образования и науки Российской Федерации в 2016 г., имеет место учет результатов итоговой аттестации WS Russia (WSR) [1]. Это же согласуется и с одним из поручений Президента Правительству Российской Федерации от 29 декабря 2016 года № Пр-2582 по итогам встречи с членами национальной сборной WS Russia по профессиональному мастерству, согласно которому необходимо обеспечить внедрение демонстрационного экзамена по стандартам WSR в качестве государственной итоговой

аттестации по образовательным программам СПО [2]. При этом иные систем оценки профессиональных знаний и умений, рассмотренные, например, в [3] здесь не задействуются.

В настоящее время существует целый ряд сложностей с реализацией этого проекта [1], возникающих как у профессионального сообщества, так и у образовательных организаций:

- высокая стоимость: оплата труда экспертов, транспортные расходы, затраты на дорогостоящее оборудование, использование информационной системы CIS, необходимость сертификации центров для проведения экзамена, разработку контрольно-измерительных материалов и др.;

- рассогласованность понятийного аппарата и требований в сравнении с федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС): компетенции WS с одной стороны отчасти включают профессиональные виды деятельности и компетенции образовательных стандартов, с другой – в большей или меньшей степени им не соответствуют. Смещение акцента государственной итоговой аттестации на оценку уровня подготовки по компетенции WS оставляет без внимания результативность освоения собственно образовательной программы. Кроме того, не все обучающиеся, которые на высоком уровне демонстрируют владение технологиями и приемами выполнения практических заданий в соответствии с требованиями ФГОС СПО, могут успешно выполнить задание повышенного уровня сложности по рабочей профессии в соответствии с подходами WS. И наоборот, навыки в рабочей профессии не определяют уровень подготовки по ФГОС СПО.

- узкоспециализированная материально-техническая база: оборудование, соответствующее инфраструктурным листам WS порой не представляет отраслевые и (или) региональные приоритеты, не ориентировано на поддержку отечественного производителя и часто не соответствует производственной базе и технологиям работодателей, для которых осуществляется подготовка выпускников.

Учитывая существующие сегодня рассогласованности с ФГОС, завышенный уровень сложности и отсутствие детально проработанной нормативно-правовой базы, демонстрационный экзамен в настоящее время рассматривается как дополнительное испытание [4].

В 2016 г. был запущен пилотный проект по апробации внедрения демонстрационного экзамена в 13 регионах нашей страны. Экзамен проводится в заявительном порядке для обучающихся, которые дали согласие на свое участие в испытаниях. ВИТИ НИЯУ МИФИ – единственный вуз в Ростовской области, который с 2017 г. участвует в данном проекте. на основе трехстороннего соглашения между ГК «Росатом», НИЯУ МИФИ и Союзом WorldSkills Russia. Наш институт выступает площадкой для проведения демонстрационного экзамена по компетенциям «Сварочные технологии», «Электромонтаж» и «Web-программирование».

Для обеспечения возможности проведения демонстрационного экзамена в институте был выполнен ряд мероприятий:

- внесены изменения в образовательные программы (актуализированы профессиональные модули и дисциплины, программы практик, фонды оценочных средств);
- проведена модернизация материально-технической базы в соответствии с требованиями инфраструктурных листов WS;
- формируется сообщество экспертов демонстрационного экзамена;
- для подготовки и оценивания результатов экзамена привлекаются заинтересованные работодатели.

В 2018 г. к сдаче демонстрационных экзаменов привлечены студенты не только СПО, но и ВО. Таким образом в соответствии с принятыми в ГК «Росатом» требованиями выпускники вуза начинают профессиональную деятельность на рабочих специальностях. Подобный формат аттестации выпускников позволяет еще на этапе подготовки

сформировать не только требуемый объем и структуру компетенций, но и необходимый уровень культуры безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлова, О.А. Демонстрационный экзамен: приоритеты образовательной политики в СПО и новая реальность для образовательных организаций [Текст] / О.А. Павлова // Дополнительное профессиональное образование в стране и мире. – 2016. № 5-6 (27-28). –С. 6-8
2. Перечень поручений по итогам встречи с членами национальной сборной России по профессиональному мастерству [Электронный ресурс] / URL: <http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/53682> (дата обращения: 2.03.2018)
3. Демонстрационный экзамен и системы оценки профессиональных умений и знаний [Электронный ресурс] / URL: <https://www.fumo-spo.ru/?p=articles&show=2> (дата обращения: 12.01.2018)
4. Воронцов, Е.Б. Проблемы интеграции демонстрационного экзамена и государственной итоговой аттестации в среднем профессиональном образовании [Текст] / Е.Б. Воронцов // Профессиональное образование: проблемы, исследования, инновации: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. 31 мая 2017 г. – Екатеринбург: УМЦ УПИ. – 2017. – Т.2. – С.56-61.

Demonstration Examination at VITI MEPHI: New Approach to Final Certification of Graduates

V.A. Rudenko¹, S.A. Tomilin², A.V. Antsibor³, G.A. Dobler⁴, N.P. Vasilenko⁵

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region*

¹*VARudenko@mephi.ru*

²*SATomilin@mephi.ru*

³*AVAntsibor@mephi.ru*

⁴*GADobler@mephi.ru*

⁵*NPVasilenko@mephi.ru*

Abstract – The article describes a new approach to the state final certification of graduates of secondary vocational education, based on the introduction of the demonstration exam, presents the results of testing the demonstration exam at VITI NRNU MEPHI. The actual problems of the implementation of the demonstration exam, as a form of certification of graduates of secondary education, are indicated. The possibilities and significance of the demonstration exam for the effective training of nuclear industry specialists and ensuring a high level of safety culture are presented.

Keywords: demonstration exam, safety culture, state final attestation, WorldSkills, secondary vocational education, safety of atomic facilities.