

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.311.25:621.039

Жуковский
Вадим Олегович

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
БЕЗОПАСНОСТИ НА АЭС

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра техники и технологии

1-59 81 01 Управление безопасностью производственных процессов

Научный руководитель
Д.А. Дубовик, д-р
технических. наук, доцент

Нормоконтролер
Е.С. Иванова,
ассистент кафедры ИПиЭ

Минск 2016

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования магистерской диссертации объясняется тем, что основным принципом обеспечения информационной безопасности на АЭС - «безопасности много не бывает». Культура безопасности – это внутренняя психологическая и квалификационная готовность и способность персонала станции к обеспечению ее безопасной эксплуатации. Безопасность станции имеет наивысший приоритет. Проектные решения по безопасности для энергоблоков АЭС нового поколения направлены на создание АЭС с повышенным уровнем безопасности, чтобы общий риск от эксплуатации АЭС был настолько мал, насколько это разумно достижимо.

Большую роль в формировании отношения населения к атомной энергетике сыграли аварии на АЭС. Эти аварии вызвали в ряде стран широкую волну общественного сопротивления использованию АЭС и породили сомнения в зрелости концепций безопасности, заложенных в основы проекта АЭС, достаточности принимаемых мер безопасности. Вопросам повышения безопасности АЭС, контролю качества поставляемого на энергоблоки оборудования, улучшению условий труда персонала, в частности, операторов пультов управления, и смежным вопросам посвящено значительное количество литературы

Практическая значимость магистерской диссертации заключается в возможности применять на практике полученные исследования для улучшения компонентов безопасности АЭС.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Объект исследования – информационная система обеспечения безопасности АЭС.

Предмет исследования – совокупность теоретических и практических вопросов информационного обеспечения безопасности.

Цель работы: на основе модернизации систем безопасности энергоблока усовершенствовать систему безопасности персонала АЭС путем внедрения современных методов и средств сбора, обработки, передачи и отображения информации, обеспечивающих существенное улучшение условий труда персонала, эргономики рабочих мест и информационной поддержки операторов.

Задачи исследования поставлены следующие:

- провести теоретический анализ информационных систем обеспечения безопасности;
- провести анализ систем автоматического управления;
- разработать проект модернизации системы безопасности с сохранением старых и добавлением новых первичных датчиков локальной автоматики.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Системы автоматического управления и контроля являются неотъемлемой частью современных АЭС и играют ключевую роль в обеспечении их надежной и безопасной работы.

Системы автоматического управления и контроля (далее САУ) являются неотъемлемой частью современных АЭС и играют ключевую роль в обеспечении их надежной и безопасной работы. Современные САУ для АЭС обычно служат для решения двух основных задач: автоматическое управление технологическими процессами (ТП) и автоматический контроль параметров и режимов работы АЭС.

Современные САУ, применяемые на АЭС, как правило, имеют распределенную структуру. Обычно выделяют три уровня:

- нижний — датчики, исполнительные механизмы и устройства связи с объектом;
- средний — оборудование автоматики, содержащее ПЛК и выполняющее непосредственно контроль и управление технологическим процессом;
- верхний — пульты управления, рабочие места операторов.

Нейтринный детектор, установленный рядом с ядерным реактором, позволит эффективно отслеживать ход ядерной реакции и изотопный состав топлива.

Использование детекторов нейтрино для прямого наблюдения за активной зоной ядерных реакторов и обработкой полученных данных в САУ. Горение ядерного топлива в реакторе производит вторичные изотопы, многие из которых бета-радиоактивны и распадаются с испусканием электрона и антинейтрино. Поскольку мощность реактора велика, идущий из него нейтринный поток огромен. Поэтому если рядом с реактором, на расстоянии нескольких метров, поставить нейтринный детектор, то он, даже при всей неуловимости нейтрино, сможет регистрировать их сотнями в сутки и отслеживать работу реактора почти в реальном времени. И самое важное, что этот нейтринный поток, значит, и всю информацию, которую он несет, не спрячешь ни за какими многометровыми бетонными стенами. Реакторные антинейтрино обнаруживаются через реакции обратного бета-распада на свободных протонах, содержащихся в жидком сцинтилляторе.

В детекторе нейтрино присутствует система калибровки. Система калибровки была разработана, чтобы дать абсолютную шкалу энергий

световой реакции детектора и проверить линейность и стабильность всей системы на протяжении всего эксперимента.

Система сбора данных на основе специального программного обеспечения позволяет удаленно проводить постоянный мониторинг параметров безопасности, таких как давление, уровень жидкости и температуры в различных местах. Поток данных автоматически передается в вычислительный центр для хранения и автономного анализа.

Тепловая мощность непрерывно контролируется во время сбора данных. На первичном контуре реактора мы оцениваем 2% относительной неопределенности.

Применяя такие датчики на нижнем уровне САУ позволит дополнительно повысить безопасность и информативность системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализация проекта модернизации автоматической системы управления проведена на новых базовых средствах при условии использования существующих на АЭС первичных датчиков локальной автоматики.

В результате внедрения в систему новых датчиков существенно повысит эксплуатационную надежность и качество контроля энергоблока:

- снижен риск несанкционированных (ошибочных) действий операторов;
- снижен риск возникновения аварийных ситуаций, приводящих к травмированию и профзаболеваниям персонала;
- существенно повышены эксплуатационная надежность и качество контроля энергоблока;
- сохранены существующие кабельные соединения при замене устройств нижнего уровня;
- обеспечен оперативный обмен информации с новой системой управления и защиты реактора по цифровому каналу связи;
- существенно повышена оперативность контроля измеряемых параметров;
- расширен объем и увеличена разрешающая способность системы диагностической регистрации.

Структура технических средств системы позволяет расширить объем принимаемой информации добавлением одного устройства на нижний уровень.

Ввод в эксплуатацию нового поколения системы позволил сделать реальный шаг в направлении автоматизации широкого круга мероприятий, связанных с наладкой, эксплуатацией электрооборудования и повышением уровня безопасности канального реактора.

Решена задача повышения безопасности и диагностики реактора.

Рост объемов обрабатываемой информации, обусловленный как более широким применением «интеллектуальных» датчиков за ТП. В связи с этим все вновь разрабатываемые и модернизируемые САУ строятся с применением новых, более мощных вычислительных платформ и использованием принципов распределенных вычислительных систем.

В рамках указанных тенденций производители как отдельных комплектующих для оборудования САУ, так и специализированных для АЭС комплексных решений предлагают новые линейки оборудования и средства для проектирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Список использованных источников

[1] Адасько, В.И. Информационные системы энергоблоков АЭС с реакторами РБМК-1000. Опыт создания и перспективы развития// В.И. Адасько, И.И. Десятников, В.М. Долкерт – М.: Электротехника, 1991, №9, с. 53-60.

[2] Анализ надежности системы «СКАЛА-микро» по результатам эксплуатации. НППВНИИЭМ, ТАИК.001112.013. 2007, с. 6-13.

[3] Вайнштейн, Л.А. Психология труда : курс лекций / Л.А. Вайнштейн. – М.: БГУ, 2008. – 219с.

[4] Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» с изменениями, внесенными Федеральным законом от 23 июля 2008 года № 160-ФЗ.

[5] Галкина, Т.Н. Анализ соответствия качества комплекса электрооборудования СУЗ требованиям по качеству, применяемым к оборудованию АЭС «Куданкулам»// Т.Н. Галкина, А.В. Петров. – М.: Труды НПП ВНИИЭМ «Вопросы электромеханики», том 104, М., 2007, с. 113-120.

[6] Десятников, И. И. Вопросы повышения безопасности атомных станций с канальными реакторами // И. И. Десятников, С.Д. Джумаев. – М.: Труды НПП ВНИИЭМ «Вопросы электромеханики», т. 101, М., 2004, с. 11—16.

[7] Десятников, И.И. Опыт разработки и эксплуатации информационных систем верхнего уровня АЭС с реакторами РБМК // И.И. Десятников, С.Д. Джумаев, А.К. Савин. – М.: Труды НПП ВНИИЭМ «Вопросы электромеханики», т. 100, М., 2001, с. 197-206.

[8] Джумаев, С.Д. Разработка и ввод в эксплуатацию нового поколения информационно-измерительной системы «СКАЛА-МИКРО» // С.Д. Джумаев. – М.: «Электротехника», № 6, 2005, с. 18-24.

[9] Джумаев, С.Д. Атомное направление НПП ВНИИЭМ. Эволюция развития// С.Д. Джумаев, Г.А. Жемчугов, А.В. Петров. – М.: Труды НПП ВНИИЭМ «Вопросы электромеханики», том 104, М., 2007, с. 5-12.

[10] Джумаев С.Д., Опыт эксплуатации системы «СКАЛА-микро» на АЭС с РБМК // С.Д. Джумаев, А.В. Петров. – М.: 5-ая международная научно-техническая конференция «Безопасность, эффективность и

экономика атомной энергетики». Программа тезисов и докладов, М., 2006, с.76-77, 167.

[11] Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2020 года. -М.: Минэнерго России, 2004.- 127с.

[12] Козлов, В.И. Методология охраны труда в человеко-машинных системах Рига. – М.: Зинатне, 1989.- 183 с.

[13] Макаров, М.И., Вероятностная оценка аварийных состояний при эксплуатации шахтных дегазационных систем. / М.И. Макаров, В.Д. Пронин / Безопасность труда в промышленности, -1977.-№3,- с. 36.

[14] Ронжин, О.В. Прогноз безопасности технологического оборудования // О.В. Ронжин, М.В. Зварыкин. – М.: Безопасность труда в промышленности. 1971.- №6.- с. 49 + 51.

[15] Котик, М.А. Психология и безопасность. – М.: Таллин: Валгус, 1982. 194 с.

[16] Котик, М.А. Емельянов А.М., Природа ошибок человека-оператора. – М.: Транспорт, 1993- 252 с.

[17] Володин, И.Н. Вероятностные модели травматизма и распределение числа несчастных случаев на промышленном предприятии // И.Н. Володин, В.М. Иоффе. – М.: Вопросы техники безопасности: Темат. сб. М, 1973.- с. 5[^]-23.

[18] Мукминов, Р.А. Вероятностная модель состояний производственного коллектива в потоке событий охраны труда // Р.А. Мукминов. – М.: Технология бурения нефтяных и газовых скважин.- Уфа, 1980.- с. 227-232.

[19] Фокин, Ю.Г. Надежность при эксплуатации технических средств. – М.: Воениздат, 1970 224 с.

[20] Топалкаров, А.Т. Методика оценки уровня потенциальной опасности работ на новом оборудовании с учетом условий эксплуатации по аналогу // А.Т. Топалкаров, М.Н. Гурупщце. – М.: Комплексная оценка безопасности технологических процессов и оборудования Тбилиси, 1977.- с. 31 — 42.

[21] Ульянец, И.П. Многофакторный анализ и характеристика условий труда на основе моделирования производственных процессов // И.П. Ульянец. – М.: Проблемы охраны труда: Тез. докл. Всесоюз. межвуз. конф.- Казань, 1974,-с. 126- 127.

[22] Ковалев, Е.Е. Новая техника и проблемы безопасности человека (методологический аспект) // Е.Е. Ковалев, В.И. Иванов, Б.Я. Пахомов. – М.: Вопросы философии.-1981 .-№5.-с. 29-31.

[23] Корилов, А.М. Основы системного анализа и теории систем. - М.: Наука, 1989.-207с.

[24] Кернажицкий, В.А. Методы оценки безопасности эргатических систем при их создании и эксплуатации // В.А. Кернажицкий, Л.М. Коварский, Е.Н. Лесновский. – М.: Вестник машиностроения 1983.-№10. с. 14-16.

[25] Ушаков. И.А., Вероятностные методы расчета надежности и безопасности в аэрокосмической техники США // И.А. Ушаков. – М.: Надежность и контроль качества 1988 -№5-с. 10-11.

[26] Фейгенберг, И.М. Вероятностное прогнозирование и преднастройка к движениям. // И.М. Фейгенберг, В.А. Иванников. - М.: Изд-во МГУ, 1978.- 112 с.

[27] Фролов, К.В. Проблемы безопасности сложных технических систем // К.В. Фролов, Н.А. Махутов. – М.: Проблемы машиностроения и надежности машин. 1992.-№5.-с. 21-23.

[28] Чалый-Прилуцкий, В.А. Риск и безопасность: разработка методов анализа риска и обеспечения безопасности в особых ситуациях. // В.А. Чалый-Прилуцкий. -М.: Синтек, 1991г.- 452с.

[29] Хенли, Д. Надежность технических систем и оценка риска. //Д. Хенли, Х. Кумамото. – М.: Пер. с англ.-М.: Машиностроение, 1984.- 528 с.

[30] Ротштейн, А.П. Проектирование бездефектных человеко-машинных технологий. // А.П. Ротштейн, П.Д. Кузнецов, К. – М.: Техника, 1992.- 180 с.

[31] Малышев, В.М. Проблемам безопасности комплексное решение // В.М. Малышев. – М.: Безопасность труда в промышленности 1989.- №10,- с. 32-33.

[32] Губинский, А.И. Надежность и качество функционирования эргатических систем. // Губинский А.И. – М.: Наука, 1982. - 270 с.

[33] Рябинин, И.А. Логико-вероятностные методы исследования надежности структурно-сложных систем. - М.: Радио и связь, 1981 .-264с.

[34] Губинский, А.И. Методические рекомендации по аналитическим методам оценки эффективности, качества и надежности эргатических систем. // А.И. Губинский, Ю.П. Гречко, А.Л. Ротштейн. – М.: АН СССР: Центральный совет по комплексной проблеме «Кибернетика», 1978 164 с.

[35] Данилова, Н.А. Концепции и критерии безопасности // Н.А. Данилова, М.Г. Ибрагимов, В.И. Рачков. -М.: МТи ЭРФ, 1992 48 с.

[36] Смирнов, Н.В. Курс теории вероятностей и математической статистики. // Н.В. Смирнов, И.В. Дунин-Барковский. – М.: Наука, 1969.- 512 с.

[37] Голиков, В.Ф. Учет априорной информации при оценке надежности. // В.Ф. Голиков, В.А. Прохоренко. – М.: Минск: Наука и техника, 1979. 208 с.

[38] Панов, Г.Е. О связи причин производственного травматизма с личностью работающего // Г.Е. Панов, И.А. Бараусова. – М.: Безопасность труда в промышленности 1972.-№4. -с. 24.

[39] Гуревич, К.М. Профессиональная пригодность и основные свойства нервной системы. -М.: Наука, 1976.- 272 с.

[40] Белов, П.Г. Теоретические основы системной инженерии безопасности. - М.: ГНТП «Безопасность», 1996.- 427 с.

[41] Астахов, Н.В. Малышев В.С., Медведев В.Т. Вибрации и шум электрических машин. // Н.В. Астахов, В.С. Малышев, В.Т. Медведев. -М.: Наука, 1988.- 86 с.

[42] Романов. В.В. Влияние шума на умственную работоспособность операторов пульта управления энергетики // Гигиена труда и профессиональные заболевания.1982,-№5.- С. 51-54.

[43] Медведева, В.Т. Инженерная экология / Под ред. В.Т. Медведева. -М.: Гардарики, 2002.-687с.

[44] Полянский, Д.А. Пути снижения уровня травматизма в условиях энергосбережения // Д.А. Полянский, В.Т. Медведев. – М.: Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: Тез. докл. 10-й межд. научно-технической конф. студ. и асп М.: Знак, 2004.т. 2 - с. 195.

[45] Сорокин, Н.М. Опыт эксплуатации АЭС с реакторами РБМК // Н.М. Сорокин, Ю.М. Черкашов, О.Г. Черников. – М.: Канальные реакторы: проблемы и решения: Международная научно-техническая конференция. Москва Курчатов, 2004.

[46] Баринов, С.В. Нейтронно-физические расчеты реакторов РБМК — модели и коды // С.В. Баринов, В.П. Борщев, и др. – М.: Канальные реакторы: проблемы и решения: Международная научно-техническая конференция. Москва Курчатов, 2004.

[47] Михайлов, М.Н. Управляющие системы канальных водографитовых реакторов // М.Н. Михайлов, С.Г. Ухаров, В.П. Потапова, В.И. Десятников, С.Д. Джумаев. – М.: Канальные реакторы: проблемы и решения: Международная научно-техническая конференция. Москва-Курчатов, 2004.

[48] Крутикова, Л.П. Автоматизированная сетевая информационно-поисковая система учета документов качества по изделиям АЭС // Л.П. Крутикова, С.Д. Джумаев, О.Б. Силкина, А.В. Петухова. – М.: Труды НПП ВНИИЭМ «Вопросы электромеханики», т. 104, М, 2007, с. 120-130.

[49] Михайлов, М.Н. Отечественные и зарубежные системы автоматизации энергоблоков АЭС: достигнутый уровень и перспективы развития. // М.Н. Михайлов, И.Р. Коган, Н.П. Коноплев, О.Л. Боженков. – М.: Наука, стр. 19-35.

[50] Михайлов, М.Н. Современное состояние автоматизации энергоблоков АЭС. // М.Н. Михайлов. – М.: Ядерные измерительно-информационные технологии. № 2-3, 2004.

[51] Общие положения обеспечения безопасности атомных станций (ОПБ-88/97), стр. 25-27.

[52] Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций (ПБЯ РУ АС 89), с. 26-30.

Список публикаций соискателя

[1-А] Жуковский В.О., Информационные технологии и системы защиты информации АЭС / В.О. Жуковский, В.В. Егоров. – М.: Современные средства связи. – 2015.