

**МЕЖДУНАРОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ****Рациональная организация эксплуатации АЭС в Германии**

1. *H. May u.a. Aus Erfahrung lernen: ein Eckpfeiler der nuclearen Sicherheit. "atw", 2005, #3*
2. *ILK – Stellungnahme zum Umgang der Aufsichtsbehörde mit den von den Betreibern durchgeführten Selbstbewertungen der Sicherheitskultur. "atw", 2005, #5*
3. *EnBW: Kernkraftwerk Philippsburg Anlage durch IAEО intensive getestet. "VGB Power Tech. Int. Ed", 2005, #3*
4. *T. Komke u.a. Dokumentenmanagement in EVU – Effizienz ohne Aufsehen. "ew", 2005, #5*

Для успешного использования опыта эксплуатации АЭС по мнению экспертов необходимо следующее:

- эффективная методика, с помощью которой события и их причины на каждой станции сообщаются администрации;
- информационная система обмена данными;
- методика оценки данных других станций и их привлечение к задачам совершенствования собственных энергоблоков.

**Анализ надзорной деятельности**

Разработанные к настоящему времени эксплуатирующими организациями списки показателей, характеризующих эффективность их деятельности, не столь интересны для надзорного органа. Это прерогатива и сфера интересов эксплуатационников, несущих ответственность за безопасную работу своих установок. Поэтому орган надзора, контролирующий эксплуатацию АЭС, ограничивается такими показателями, которые характеризуют функционирование систем безопасности и дают информацию о фактическом воздействии станции на людей и природу.

Предлагается как достаточный следующий перечень показателей:

№ п/п	Показатель	Представление	Определение значения показателя
1.	Число активируемых нарушений нормальной эксплуатации E	E/E (BP)	E: число активируемых событий за последние 365 дней
2.	Активность теплоносителя первого контура	A/A (BP)	A: средненедельное значение активности по J-I3I
3.	Число несчастных случаев	U/U (BP)	Число несчастных случаев за последние 365 дней
4.	Коллективная доза облучения станционного персонала	K/K (BP) x 100%	K: накопленные месячные значения коллективной дозы за текущий календарный год
5.	Выброс радиоактивных газов	EG/ EG (BP) x 100%	EG: накопленные месячные значения выбросов за текущий календарный год
6.	Низко- и среднеактивные отходы	RA/RA (BP) x 100%	RA: накопленные значения отходов производства за текущий календарный год

Наблюдая за этими показателями, надзорный орган может своевременно обнаружить негативные изменения в контроле состояния безопасности. Кроме того, эти показатели делают деятельность органа надзора прозрачной как для эксплуатирующих организаций, так и для общественности и тем самым вносят существенный вклад в объективную оценку безопасности АЭС.

Хорошо функционирующая система управления безопасностью базируется на трех предпосылках: обязательное соблюдение технических регламентов, глубокое изучение причин возникших нарушений, обеспечение накопленных теоретических знаний достаточными людскими и материальными ресурсами.

**Международный контроль инспекционной деятельности**

Осенью 2001г. на АЭС Philippsburg произошел инцидент (недопустимое понижение уровня в баках аварийного запаса борированной воды), тяжесть которого была оценена двумя баллами по шкале INES. После чего проведен ряд мероприятий в целях повышения безопасности эксплуатируемых атомных энергоблоков. Атомные станции обязаны расширить свое штатное расписание, численность персонала должна быть достаточной и в случаях аварийного управления. Совместно с швейцарскими коллегами начата разработка перечня показателей безопасности на стыке «человек-техника». Составлен план целевых инспекций на 2004-2005 гг., который включает несколько проверок: систем аварийного

электропитания, практики привлечения сторонних организаций, проведения аварийных тренировок, выполнения мероприятий по предупреждению повторения событий на АЭС Philipsburg, оценки влияния метеоусловий на работу АЭС.

В октябре 2004 г. группа экспертов МАГАТЭ в составе пятнадцати человек в течение нескольких недель проверяла организацию эксплуатации второго энергоблока АЭС Philipsburg. В программу проверки были включены: организация, администрирование, повышение квалификации, техобслуживание, радиационная защита, работа химлаборатории, планирование аварийных мероприятий, изучение опыта эксплуатации и культуры безопасности. Комиссия отметила высокий уровень эксплуатации, в частности, мотивацию сотрудников, их коллективизм, а также хорошее техобслуживание. Одобрение экспертов вызвала также замена изношенных устаревших компонентов на современные. Культура безопасности оценена как высокая: хорошее состояние установки, наличие программ повышения образования сотрудников, большой стаж и опыт персонала, отсутствие текущих кадров. Рекомендации комиссии: более активно участвовать в обмене эксплуатационным опытом на международном уровне; продолжить разработки в области показателей безопасности как инструмента, дающего возможность использовать полученные объективные результаты для повышения эффективности эксплуатации; руководителям станции чаще проводить обходы рабочих мест. Повторная экспертиза будет проведена через 18 месяцев, ее цель - проверка выполнения рекомендаций.

### **Культура безопасности и ее самооценка**

Немецкие органы надзора уделяют этой проблематике повышенное внимание. Эксплуатирующие организации руководствуются системой самооценки культуры безопасности VGB-S, разработанной на базе документов МАГАТЭ INSAG-4, INSAG-13 и INSAG-15. Цель самооценки состоит в уточнении количественных характеристик принятых объективных показателей культуры безопасности.

Межрегиональная комиссия по ядерной технике ILK предлагает в этой работе руководствоваться следующими рекомендациями:

- органы надзора должны содействовать использованию системы самооценки в работе эксплуатирующей организации;
- по итогам самооценки рекомендуемые мероприятия и их обоснование должны обсуждаться с органом надзора;
- органы надзора должны проверять, отвечает ли инструментарий самооценки принятым процедурам оценки качества;
- органы надзора должны обратить внимание на корректность применения методов самооценки в анализах трудовой деятельности;
- органы надзора должны обратить внимание на углубленный анализ причин происшествий и инцидентов, анализ должен охватывать организационные и психологические аспекты;
- органы надзора должны проводить самооценку собственной надзорной деятельности и разрабатывать соответствующие мероприятия;
- руководители органов надзора и эксплуатирующих организаций должны периодически встречаться для обсуждения достигнутых результатов;
- особое внимание органы надзора должны уделять рискам, сопровождающим деятельность высших руководителей организаций.

Повышать культуру безопасности усилиями только органа надзора невозможно, работу надо вести непрерывно, в диалоге с эксплуатирующей организацией.

### **Техническое обслуживание оборудования**

Специалистами концерна ABB разработана гибкая стратегия планирования предупредительных ремонтов (ППР), ориентированная на надежность энергооборудования. Если оборудование малозначимо, а состояние его диагностировать невозможно, ППР не проводится. Если оборудование малозначимо, но состояние его можно диагностировать, ППР проводится в зависимости от степени износа. Если оборудование значимо и можно диагностировать его состояние, ППР проводится по расписанию. Если оборудование значимо, но диагностировать его состояние невозможно, планируют замену оборудования с учетом бюджета предприятия на предстоящие 5 лет. Состояние обслуживаемого оборудования характеризуется критическим параметром износа: если последний выше отметки  $C_w$ , проводят техобслуживание, а если выше отметки  $C_e$  - проводят замену (см. рис. 1 и 2).

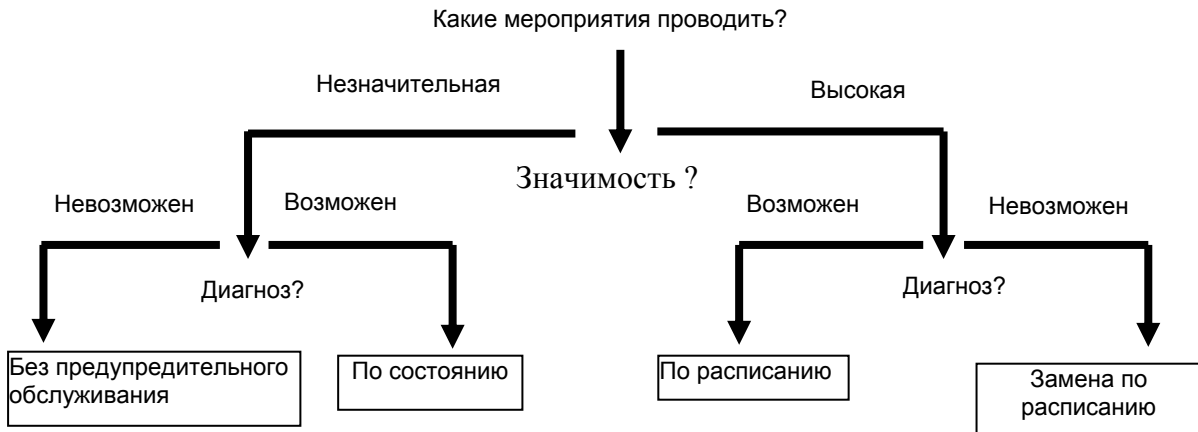


Рис. 1. Покомпонентный выбор состава и стратегии технического обслуживания

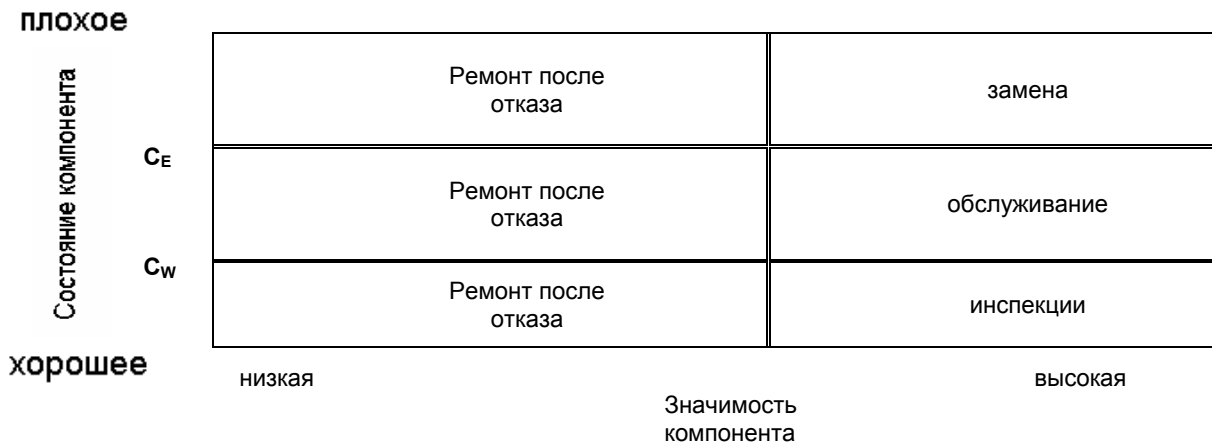


Рис. 2. Двухкоординатная диаграмма планирования техобслуживания в зависимости от износа

В качестве исходных данных берутся сведения о дефектах оборудования и результатах более ранних ревизий его состояния.

### Управление документами

Процесс управления документацией иллюстрируется рисунком 3 и включает в себя: подготовку документов - регистрация, составление каталога; организацию работы с документами - хранение, пересмотр и продление срока действия, уничтожение; аппаратно-программное обеспечение.

эргономические аспекты	Управление документами и архивирование: - подготовка документов - организация подготовки документов - инструментарий	экономические аспекты
технические аспекты		Правовые аспекты
инженерно-психологические аспекты		Организационные аспекты

Рис. 3. Управление документами

Сложность рассматриваемого процесса характеризуется многими его аспектами: правовыми, организационными, психологическими, техническими, эргономическими, экономическими. Число документов в расчете на одну энергоустановку превосходит 100 тысяч. На энергопредприятии Drewag, г. Дрезден руководство отказалось от центрального архива, распределив документы по подразделениям по технологическому признаку: документ хранится там, где он нужен. Критерий хорошей организации работы - это сокращение времени поиска нужного документа. Электронная каталогизированная система документации вдвое уменьшает время поиска. Этот вид хранения документов считается перспективным, объемы бумажной документации будут сокращаться. Главный принцип управления документами: четкая идентификация документов и выполнение всех предписанных законом обязанностей должны быть гарантированы и независимы от программно-аппаратных модернизаций.

Е. Калганова, Г. Малевинский, Ю. Усатюк

**Радиационный мониторинг: сосредоточить научные усилия на  
оценке влияния низких доз радиации**

***Big science focuses on low dose effects.-***

***Nuclear engineering international, November 2005, vol. 50, № 616, p.10-11 (редакционная статья)***

1 января 2004 г. началась реализация европейского проекта RISC-RAD, рассчитанная на четыре года. Проект направлен на совершенствование количественной оценки риска путем установления параметров, определяющих индивидуальные ответные реакции организма на радиационное воздействие. В проекте участвуют 11 стран и 29 организаций, он координируется Французским комиссариатом по атомной энергии; к работам привлечены междисциплинарные группы исследователей из 33 лабораторий.

Проект с бюджетом 15 миллионов евро достаточно гибок: 20% его бюджета зарезервировано для особых запросов (например, для организаций, не участвующих в проекте), а также для развития направлений, требующих дополнительных усилий - хроматография, сигнальная система клетки, онкологические исследования на подопытных животных, междисциплинарное сотрудничество. Открыты тренировочные курсы, одинаково доступные для участников проекта и сторонних организаций.

Проблему курирует научный комитет Организации Объединенных Наций по исследованию влияния атомной радиации - United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR).

Все виды использования ядерной энергии в Западной Европе, их безопасность и воздействие на здоровье человека характеризуются весьма благополучными, даже рекордными, показателями. Радиационная защита всегда была критически важной частью ядерных исследований, а приобретенные знания положены в основу действующих стандартов безопасности и охраны здоровья.

В проекте использованы новые технологии для получения полного спектра результатов европейских исследований по радиобиологии: повреждения структуры ДНК; раковые заболевания, вызываемые ионизирующими излучениями; моделирование слабого продолжительного радиационного воздействия; совершенствование количественной оценки риска.

Фундаментальные исследования призваны лучше понять происхождение раковых клеток, особенно механизмов взаимодействия ионизированных частиц с клеточной структурой и генетическим материалом, а также последующие процессы превращения нормальных клеток в фатальную раковую опухоль.

Эффективная радиационная защита требует ясного понимания влияния слабого (менее 100 mSv), но продолжительного ионизирующего воздействия, что осознано людьми гораздо хуже, нежели эффекты от кратковременного воздействия высоких доз радиации, на которых в последние десятилетия были сосредоточены научные исследования.

Французская академия медицинских наук в 2005 г. начала публикацию исследований по теме: "Соотношение доза/эффект и выявление раковых новообразований при низких дозах ионизирующего излучения". Точное выполнение стандартов радиационной защиты при низких дозах излучения ограничивается двумя факторами.

Первый: стандарты основаны на экстраполяции данных, полученных при относительно высоких дозах излучения, когда соотношение доза/эффект предполагается линейным. Риск, связанный с высокими дозами, достаточно изучен и хорошо поддается расчету. Однако комплексное биологическое воздействие на организм и его ответные реакции на облучение вновь ставят вопрос о линейной беспороговой гипотезе.

Второй: данные эпидемиологических исследований не вполне согласуются с низкими дозами и основываются на усредненных индивидуальных ответных реакциях организма части населения, подвергавшейся облучению. При этом последствия радиотерапевтического воздействия на здоровые ткани приводят к мысли, что различная чувствительность к радиации у различных людей обусловлена генетическими факторами.

Проектом RISK-RAD предусматривается совершенствование количественного анализа риска путем выявления всех параметров, характеризующих разницу ответных реакций организма на радиационные воздействия. Это исследование важно для обобщения знаний о деталях механизма радиационного взаимодействия с клетками и генетическим материалом при возникновении рака у людей.

Участники проекта соглашаются, что ключевой вопрос - понимание основных механизмов возникновения рака под воздействием радиации. Это длительный и сложный процесс, состоящий из многих стадий, каждая из которых открывает обширное поле для исследований.

Предстоит провести исследования по пяти тесно связанным между собой специфическим темам:

- Рассмотрение ответной защитной реакции ДНК на облучение в ее основных проявлениях - (восстановление поврежденной молекулы ДНК; фиксация стадий цикла формирования клеток; утрата клеток) на вызываемые облучением повреждения и на чувствительность к радиации. Следует выполнить функциональный анализ критически важных генов и протеинов, используя модели *in vitro* и живые клетки, а также рассмотреть взаимовлияние ответных реакций организма; проверить достоверность восстановления поврежденных молекул ДНК и генетическое предрасположение к онкологическим заболеваниям.
- Нестабильность генома и последующие генетические эффекты, включая роль старения клеток, и другие структурные эффекты в их взаимосвязи с развитием изучаемых раковых клеток.
- Механизмы возникновения раковых опухолей "запускаются" радиационным воздействием: повреждением клеток с дальнейшим многостадийным развитием опухоли. Роль соматических генов ассоциируется с ответной реакцией на повреждение структуры ДНК и подавлением опухоли; последствия вызываемых облучением мутаций связаны с особенностями тканей, в которых расположены гены-мишени.
- Генетическая предрасположенность к опухолям, вызываемым радиационным облучением будет изучаться с привлечением комплекса генетических определителей, специфических особенностей тканей, местных и индивидуальных вариаций ответных реакций человеческого организма на облучение.
- Механистическое понимание природы многостадийного радиационного канцерогенеза будет уточняться с использованием более совершенных моделей оценки риска. Количественные биофизические модели следует развивать как критически важные шаги процесса, результатом которого станет более надежная и точная оценка влияния на здоровье низких доз облучения.

Проект делает упор на то, что идентификация генетических факторов при радиационном повреждении структуры ДНК жизненно важна для переоценки эффективности существующей радиационной защиты и для совершенствования будущих стандартов.

В. Цукерник