

Лекция 29

ПРИОРИТЕТЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ОИАЭ

При решении проблемы практической диагностики ОИАЭ допустим типовой подход на базе системы управления качеством, (слайд 1). Рассмотрим приоритеты разных по своей сути целей, которые были актуальными на разных стадиях развития практического использования атомной энергии в нашей стране (слайд 2).

В середине прошлого века для национальной и военной безопасности страны было важно обеспечить относительно безопасное, но, самое главное, очень быстрое создание атомного оружия. Поэтому практическая диагностика на этом этапе в основном решала задачи, связанные с дозиметрическим контролем процесса наработки оружейного плутония, хранения и испытания ядерного оружия. В дальнейшем появилась приоритетная национальная задача по обеспечению энергетической безопасности регионов страны – бездефицитное снабжение промышленности, коммунально-бытового и других секторов экономики страны электрической и тепловой энергией.

На первом этапе развития атомной энергетики приоритеты целей для задач технической диагностики были следующие:

1. Обеспечить безопасность государства путем быстрого создания атомного оружия.
2. Обеспечить энергетическую безопасность регионов страны путем создания ядерных энергетических установок: мирное использование ядерной энергии.
3. Обеспечить ядерную и радиационную безопасность при использовании ядерных энергоисточников.

Для текущего периода развития атомной энергетики и промышленности страны на первый план выходит другая важная цель - **обеспечить постоянное повышение потребительского качества для потребителей продукции и услуг атомной энергии при ее коммерческом использовании.**

Само понятие потребительское качество предполагает безопасное, надежное и экологически приемлемое состояние ОИАЭ для всех этапов жизненного цикла этих объектов, а также допустимый социальный риск при использовании атомной энергии.

Сложные технические системы промышленного и энергетического использования атомной энергии в своем развитии от первоначальной идеи заказчика и генерального конструктора, до ее монтажа или вывода из эксплуатации проходят ряд этапов.

Это несколько стадий и циклов научного исследования, проектирования, изготовление опытных изделий, агрегатов и образцов систем, эксплуатация ОИАЭ в различных режимах и внешних условиях, прекращения промышленного применения и работы по реабилитации — ликвидации негативных последствий использования атомной энергии. Неизбежное накопление инженерных или проектных ошибок, технологических отклонений, брака и физических дефектов в элементах конструкций и инженерных системах ОИАЭ могут сокращать запланированный период нормального функционирования и эксплуатации, а также снижать безотказность функционирования ядерной техники.

Сравнительные оценки затрат на устранения дефектов, которые обнаруживаются на различных стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации ОИАЭ, возрастают примерно в десять раз при сохранении не выявленного дефекта ОИАЭ при переходе из одной стадии жизненного цикла в другую. Многолетняя практика эксплуатации сложных систем показывает, что важной задачей при поддержании ОИАЭ в состоянии работоспособности является организация и проведение технического диагностического обслуживания и различных видов ремонтов (восстановления) элементов инженерных систем ОИАЭ. В целом эта система организации носит название *технического обслуживания и ремонта* (ТОиР) ОИАЭ. На рис. Л29.1 представлена схема этой организационной системы, которая апробирована на российских АЭС и в атомном машиностроении.

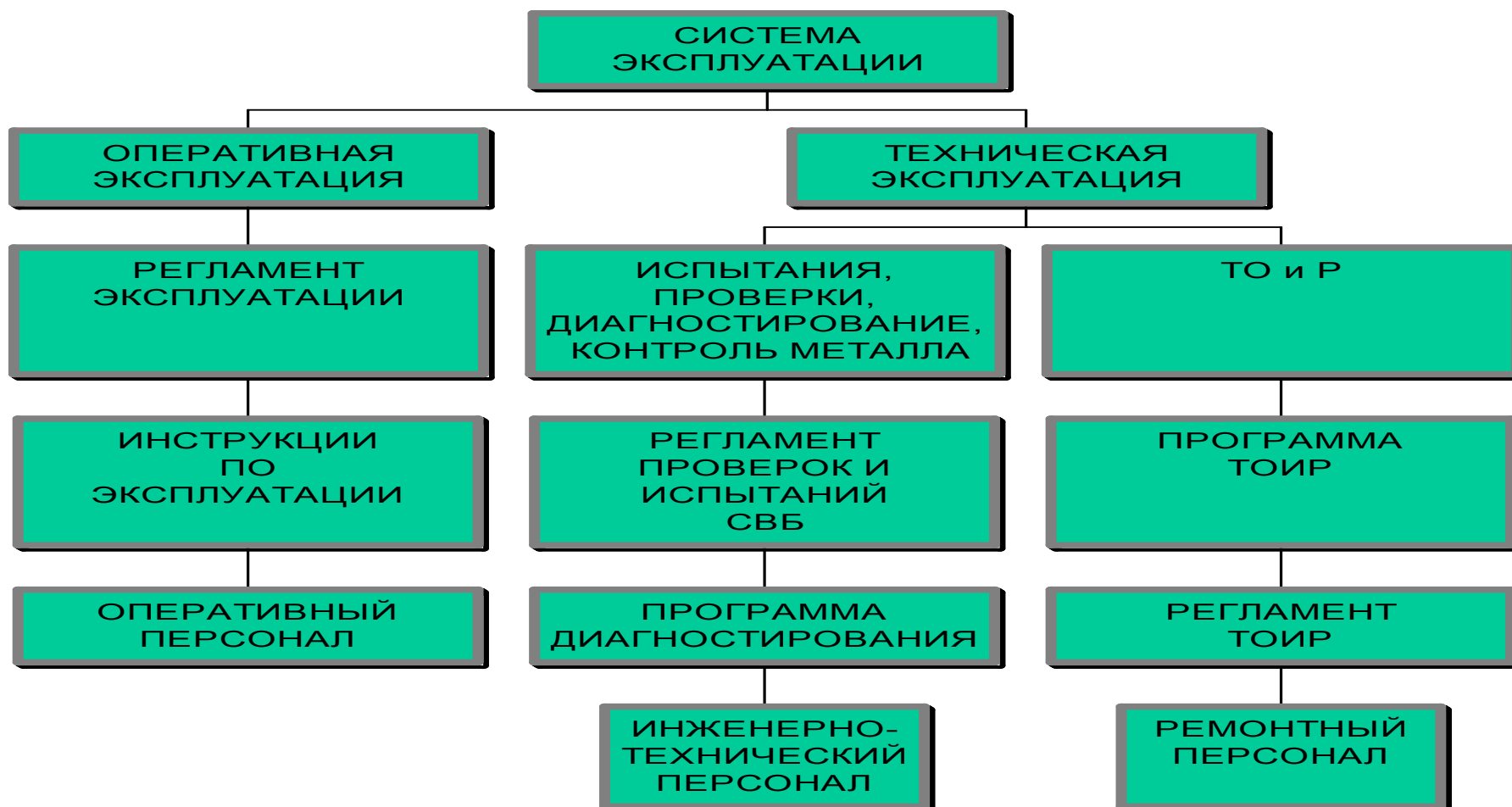


Рисунок 1. Структура системы эксплуатации

Особое внимание в этой схеме следует уделить диагностике, техническому обслуживанию и ремонту систем важных для безопасности (СВБ) ОИАЭ.

Организация «замедления» процессов старения конструкций и инженерных систем ОИАЭ и обеспечение их безопасности требует пересмотра существующих методик, а также разработки качественно нового подхода — применения моделей и методов системного анализа, правил принятия решений при планировании диагностического и технического обслуживания (ТО) и планомерной замены оборудования с учетом его фактического состояния. На рис. Л.29.2 (слайд 4) показаны изменяющиеся во времени приоритеты при использовании атомной энергии.

Однако недостаток материальных и финансовых ресурсов для диагностического обслуживания и ТОиР ОИАЭ привел к необходимости проведения исследований для выявления возможных резервов как технического, так и организационного плана, анализа и совершенствования не всегда рациональных подходов и планирования продления ресурсов проектной эксплуатации агрегатов и систем, ОИАЭ в целом.

Основная идея по использованию существующих резервов ресурсных и финансовых возможностей состоит в том, чтобы к оцениванию технического состояния ОИАЭ как сложной совокупности инженерных систем, планированию их технического состояния, восстановлению и ремонту элементов этих систем, подойти избирательно (индивидуально), оценивая состояние отдельного элемента, узла или системы. С течением времени (старением) доля отказов элементов и агрегатов возрастает, приводя к значительному росту затрат на организацию и проведение диагностического контроля этих систем. Избирательный подход также важен для уменьшения затрат ресурсов при организации контроля эксплуатационного для систем важных для безопасности ОИАЭ.

Проблема технической диагностики и правильной оценки ресурса стареющих систем и конструкций ОИАЭ с учетом критерия безопасности является комплексной и состоит в проведении ряда этапов, для которых действуют определенные нормы безопасности. На рис. Л.29.3 (слайды 5 и 6) показана динамика изменение этих норм.

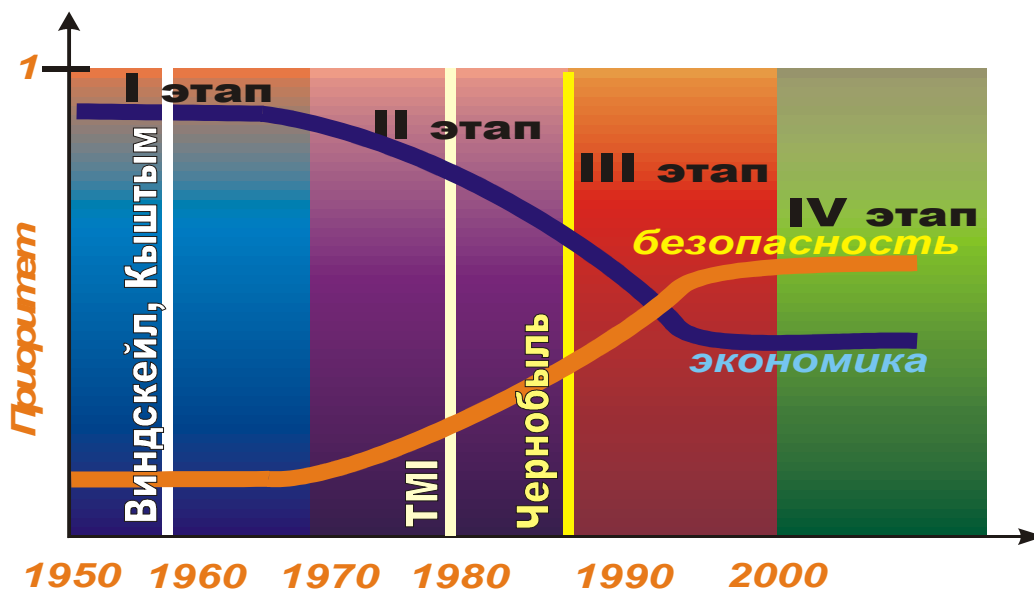


Рис. Л29.2. Эволюция приоритетов диагностического обслуживания ОИАЭ

I этап – надежность оборудования, безаварийность – минимизация экономических потерь;

II этап – внедрение специальных мер и систем для обеспечения безопасности (ОПБ-73, 82);

III этап – разработка концепции глубокоэшелонированной защиты, учет тяжелых аварий, управление авариями (ОПБ-88);

IV этап – гарантированное управление эксплуатацией и ТОиР для предупреждения опасности и угроз качеству использования атомной энергии



Рис. Л29.3. Динамика изменения допустимых пределов и норм безопасности для ОИАЭ в

Требования к безопасности и надежности сложных ОИАЭ, качеству их диагностического обслуживания при ограниченных ресурсах потребовали оценки критичности основных систем, важных для безопасности ОИАЭ. Для АЭС это - металлоконструкции, трубопроводы циркуляции теплоносителя, системы перегрузки ядерного топлива, контроля параметров водно-химического режима, измерения рабочих параметров ядерного реактора, управления технологическим процессом и т.п. На рис. Л29.4 (слайд 7) показаны изменение в подходах и целях решения проблем практической диагностики для обеспечения безопасности ОИАЭ. При анализе безопасности сложных объектов ОИАЭ значительное внимание уделяется вопросам определения критичности узлов, отдельных деталей, агрегатов и систем управления.

Поскольку ОИАЭ содержат большее количество элементов, то в условиях жестко ограниченных ресурсов обеспечить повышение надежности и улучшения качества эксплуатации одновременно всех компонентов ОИАЭ не представляется возможным. Однако разные подсистемы, агрегаты или системы управления безопасностью ОИАЭ играют при функционировании объекта ядерной энергии далеко не одинаковую роль. Отказы разных компонентов ОИАЭ могут приводить к разным последствиям. Поэтому необходимо сосредоточить усилия на совершенствовании диагностики узлов, критичных элементов, играющих в обеспечении безотказности и безопасности ОИАЭ ключевую роль. Вывод о возможности проведения диагностики, ремонта или замены только части компонентов (конструкций, систем строительных сооружений и др.) ОИАЭ без необходимости проведения ремонтов других элементов базируется на методике анализа и ранжирования наиболее критичных элементов в составе системы. При этом сама проблема ранжирования элементов ОИАЭ может решаться различными способами. Из их общего числа можно выделить два способа, суть которых иллюстрирует рис. Л29.5. (слайд 8).

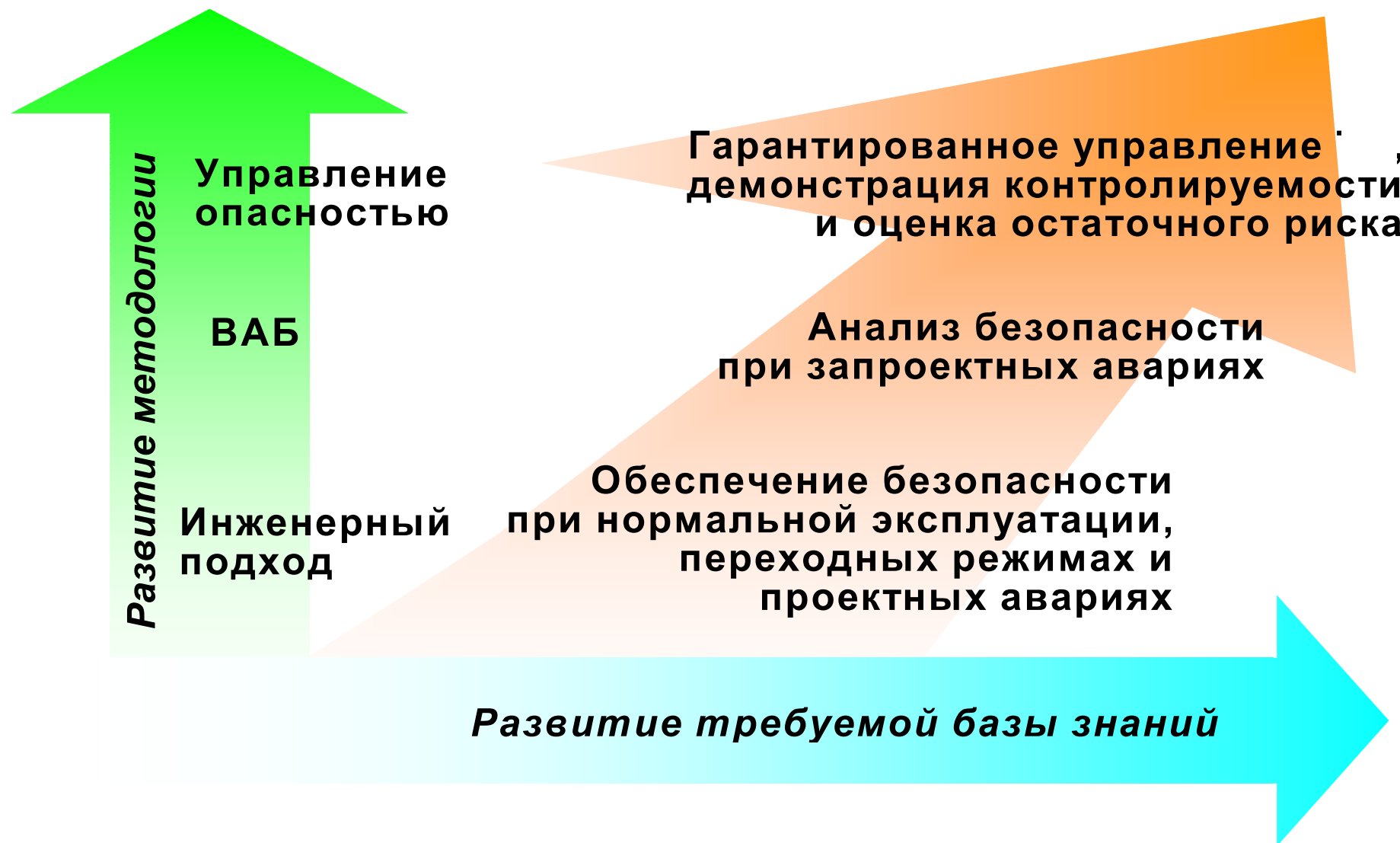


Рис. Л29.4. Изменения в подходах и целях методологии решения проблем практической диагностики для обеспечения безопасности ОИАЭ

Реализация этих способов основана на фундаментальных принципах безопасности (INSAG-3, ОПБ-88, ПБЯ-89) для ядерных установок и радиоактивных материалов, (слайд 9). В их числе:

- принцип культуры безопасности эксплуатации ОИАЭ;
- принцип ответственности высшего руководства и эксплуатирующей организации за качество использования атомной энергии и качества услуг для потребителей этой энергии;
- принцип государственного регулирования ядерной, радиационной, промышленной и экологической безопасности ОИАЭ.

Так как со временем концепция безопасности ОИАЭ, т.е. система взаимосвязанных представлений о безопасности ОИАЭ и путей ее обеспечения, изменяются, то эти обстоятельства должны учитываться при выборе приоритета первоочередности диагностических мероприятий для конкретных компонентов ОИАЭ. В настоящее время период развития атомной энергетики представления о безопасности ОИАЭ определяются следующими положениями:

- индивидуум и общество не должны подвергаться значительному дополнительному риску;
- риск от объектов ядерной энергетики не может превышать риски от конкурирующих энерготехнологий;
- никакая единичная категория исходных событий не должна доминировать в вероятности тяжелой аварии;
- никакая единичная система безопасности не должна существенно влиять на вероятность разрушения активной зоны.

Иерархия целей обеспечения безопасности представляет собой и иерархию целей диагностического обслуживания ОИАЭ. В нашем случае это:

1. Предотвращение аварии:

- качество проекта и обоснованность проектных решений;
- внутренняя самозащищенность;
- учет как внутренних, так и внешних исходных событий;
- обеспечение качества на всех этапах сооружения и эксплуатации.

2. Управление аварией

— разработка мер по возврату к режиму нормальной эксплуатации, по уменьшению последствий аварии, т.е. мер по сохранению целостности барьеров безопасности.

В первую очередь следует обратить внимание на возможные аварии ОИАЭ с потерей возможности охлаждать активную зону ядерного реактора, (слайд 12). Развитие последовательности событий при такой аварии для энергоблока АЭС с ВВЭР иллюстрирует рис. Л29.6. Конечным событием здесь являются повреждения всех барьеров безопасности ядерного реактора, выход продуктов деления за пределы ОИАЭ и загрязнение окружающей среды. На слайде 13 показана одна из фотографий с места аварии на четвертом блоке чернобыльской АЭС в 1986 году.

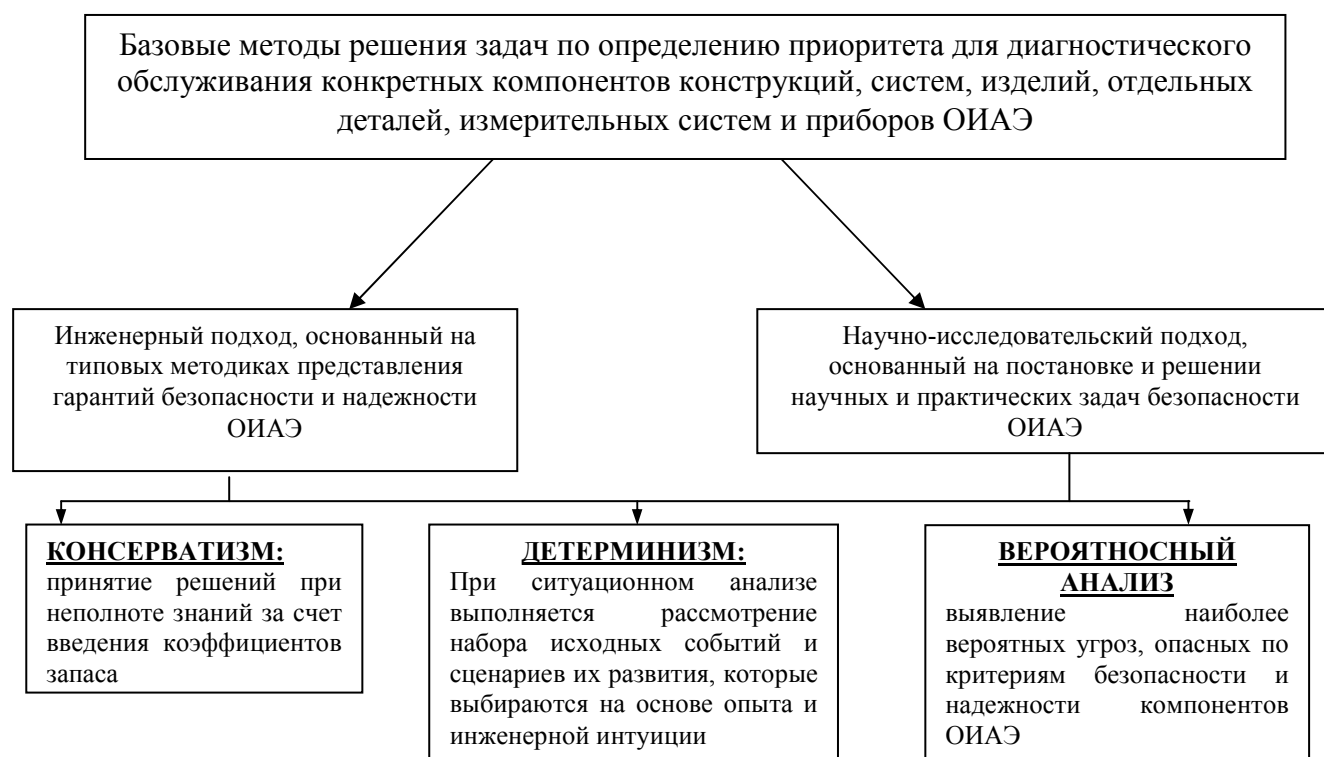


Рис. Л29.5. Основные методы для определения приоритета диагностического обслуживания конкретных компонентов ОИАЭ

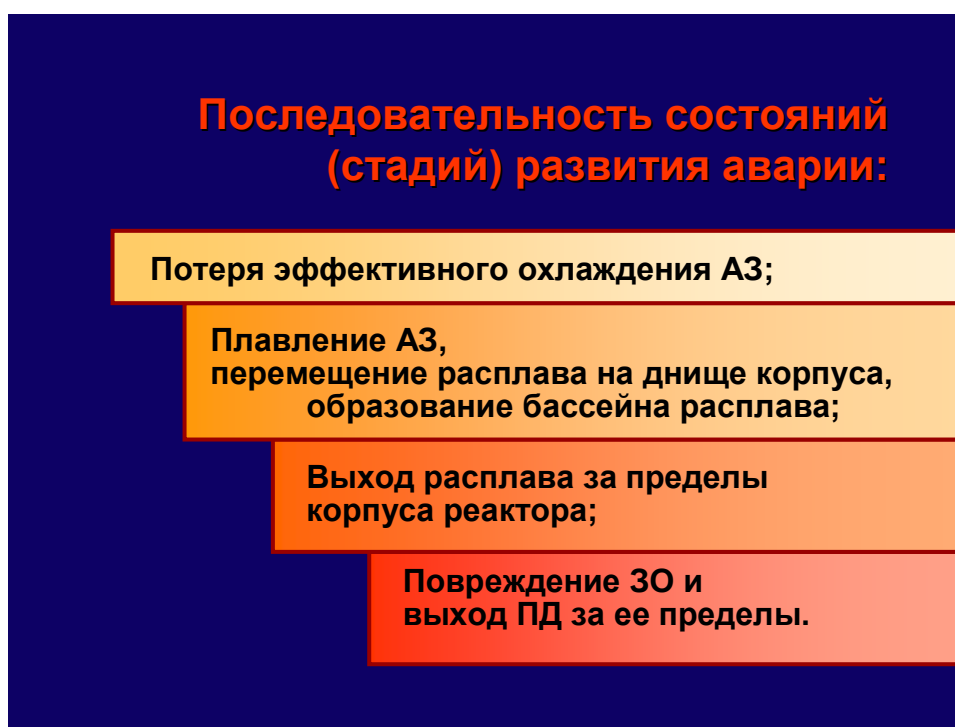


Рис. Л29.6. Последовательность событий при тяжелой аварии на АЭС

Критичность системы или элемента ОИАЭ для приоритетного диагностирования его технического состояния - свойство элемента, отражающее возможность возникновения отказа (разрушения) и определяющее степень влияния на работоспособность системы ОИАЭ в целом для данного ранга последствий.

Критичность не может быть определена только одними свойствами элемента, а должна определяться в рамках всего технического объекта, его функциональной структуры и прогнозными данными об будущих условиях эксплуатации. Наиболее распространенными показателями, характеризующими критичность, являются структурная значимость и важность в смысле достоверности диагностической информации о техническом состоянии ОИАЭ.

Часто в инженерной практике при анализе систем ОИАЭ различного функционального назначения (космических ядерных энергетических установок, энергетических ядерных установок гражданских АЭС, трубопроводов АЭС, заводов по производству ядерного топлива, электрических кабелей АЭС и др.) критичность рассматривается как более широкое понятие - векторное свойство. Выделяются три общих основных составляющих критичности для приоритетного выбора объекта, условий диагностирования технического состояния и ресурса безопасной работы ОИАЭ:

- надежность и безопасность диагностирования;
- последствия отказа при ошибках диагностирования;
- возможность уменьшения вероятности возникновения и тяжести последствий.

Различные системы диагностирования ОИАЭ могут характеризоваться разными наборами частных показателей критичности. Последние могут быть как количественными, так и качественными в соответствие с концепцией безопасности для процедур диагностического обслуживания ОИАЭ, (слайд 15).

Подводя итог обсуждению изменению приоритетов и целеуказаний для задач практической диагностики ОИАЭ можно утверждать, что в будущем для атомной энергетики приоритетом остается безопасность, (слайд 16).