



МАГАТЭ разработало нормы безопасности для ядерных реакторов и предоставляет услуги экспертов по рассмотрению и обеспечению безопасности с целью оказания государствам-членам помощи в применении этих норм.

## Содействие повышению безопасности на ядерных установках

### Содействие повышению безопасности на ядерных установках

В настоящее время в 30 странах мира эксплуатируется более 430 атомных электростанций (АЭС). Доля ядерной энергетики в общем объеме производства электроэнергии колеблется от приблизительно 20% в Чешской Республике и Соединенных Штатах Америки до почти 78% во Франции и Литве. В масштабах всего мира ядерная энергетика производит около 16% всей электроэнергии.

Безопасность таких ядерных установок имеет первостепенное значение. Каждый аспект АЭС должен тщательно контролироваться и рассматриваться национальными регулирующими органами с целью обеспечения безопасности на каждом этапе. Эти аспекты включают проектирование, сооружение, ввод в эксплуатацию, пробную эксплуатацию, промышленную эксплуатацию, ремонт и техническое обслуживание, модернизацию станции, дозиметрический контроль персонала, обращение с радиоактивными отходами и, в конечном итоге, снятие с эксплуатации.

Операторы АЭС и регулирующие органы достигли впечатляющих показателей безопасности, сделав ее своим главным приоритетом. Но как это реализуется на практике? Каковы руководящие принципы, которых придерживаются специалисты по ядерной безопасности? В чем состоит регулирующая основа, которой должны придерживаться операторы? И какова роль международных организаций, таких, как МАГАТЭ?

### Основы безопасности

#### Глубокоэшелонированная защита

Меры ядерной безопасности разрабатываются и осуществляются с целью защиты персонала, окружающей среды и населения. Основопологающим принципом, применяемым к обеспечению безопасности ядерных установок, является концепция **глубокоэшелонированной защиты**, которая означает наличие нескольких уровней защиты.

Различные виды деятельности, осуществляемой на станции, могут носить организационный, поведенческий характер или быть связаны с оборудованием, но все они охватываются комплексами перекрывающихся мер безопасности. Таким образом недостаток или отказ в работе на одном уровне может быть компенсирован или исправлен на другом.

#### Ответственность регулирующих органов

Любая страна, где эксплуатируются ядерные установки, должна создать юридическую основу для регулирования использования ядерных технологий. Эти законы распространяются на станцию и оборудование, материалы и персонал. Существует также четкое распределение обязанностей по обеспечению ядерной безопасности в целом ряде областей, таких, как производство электроэнергии, медицина и научные исследования.

Правительство несет ответственность за принятие необходимых законов. В рамках этой юридической основы эксплуатирующая организация, которая может представлять собой энергетическую компанию или научно-исследовательский институт, несет основную ответственность за обеспечение ядерной безопасности. Кроме того, законом устанавливается регулирующий орган, ответственный за инспекционную работу и обеспечение соблюдения юридических требований, принятых на национальном уровне.

#### Связь с общественностью

Регулирующий орган и организация, эксплуатирующая станцию, обязаны четко информировать общественность о вопросах, имеющих отношение к безопасности. Регулирующий орган не зависит от оператора и поэтому признается в качестве надежного источника беспристрастной и основанной на фактах информации. Регулирующие органы во всем мире используют Международную шкалу ядерных событий (INES) МАГАТЭ с целью представления средствам массовой информации и общественности точных сведений о значимости проблем на ядерных установках.

## Международная конвенция

Важный шаг в международном надзоре за ядерной безопасностью был сделан в 1994 году в результате принятия подготовленной МАГАТЭ Конвенции о ядерной безопасности – первого международного правового документа, непосредственно посвященного безопасности ядерных установок. Эта конвенция по существу является побудительным документом. Она не ставит целью обеспечить выполнение обязательств путем применения контроля и санкций. Она базируется на общей решимости устанавливать, шире применять на практике и осуществлять повышенные уровни безопасности путем проведения регулярных совещаний договаривающихся сторон.

Конвенция обязывает участников подготавливать доклады о выполнении своих обязательств и представлять эти документы для “независимого авторитетного рассмотрения” всеми странами в рамках проводимых каждые три года совещаний договаривающихся сторон.

## Нормы ядерной безопасности МАГАТЭ

МАГАТЭ выпустило первый всеобъемлющий, ненациональный свод публикаций по нормам безопасности для атомных электростанций. В настоящее время идет подготовка пересмотренного варианта норм, с тем чтобы отразить современные тенденции и проблемы в ядерной отрасли, такие, как отмена государственного регулирования, конкурентоспособность, старение станций и потенциальная утрата опыта. Совершенствование норм уже находит отражение в руководящих принципах, семинарах, практикумах, учебных курсах и проектах МАГАТЭ, разрабатываемых в соответствии с планом работы Агентства.

## Проектирование в целях безопасности

### Концепции безопасности

На этапе проектирования ядерной установки проводится анализ безопасности для целого ряда ситуаций, которые могут возникнуть на станции – нормальной эксплуатации, ожидаемых при эксплуатации событий и возможных аварий. Путем подробного изучения всех этих ситуаций демонстрируется надежность проекта станции и эффективность систем безопасности.

Безопасной с точки зрения проекта является та АЭС, на которой в любом случае, даже в аварийной ситуации, обеспечивается выполнение следующих основных функций:

- управление ядерной цепной реакцией в активной зоне реактора,
- отвод тепла из активной зоны, и
- предотвращение распространения радиоактивных материалов.

Все возможные сценарии аварий должны быть учтены на самом раннем этапе процесса проектирования.

## Принципы проектирования

В публикации № 110 Серии изданий по безопасности МАГАТЭ, озаглавленной “Безопасность ядерных установок”, указываются следующие принципы проектирования:

- Проект должен обеспечивать пригодность ядерной установки для надежной, стабильной и легко управляемой эксплуатации. Основной целью должно быть предотвращение аварий.
- В проекте должен быть надлежащим образом применен принцип глубокоэшелонированной защиты, т. е. несколько уровней защиты и множественные барьеры для предотвращения выбросов радиоактивных материалов, а также обеспечено положение, при котором отказы или сочетания отказов, которые могли бы привести к значительным радиологическим последствиям, будут весьма мало вероятны.
- Технологии, заложенные в проекте, должны быть апробированы или проверены опытом или испытаниями, или и тем, и другим.
- Систематическое рассмотрение взаимодействия человека и машины и человеческих факторов должно быть предусмотрено на всех этапах проектирования и в процессе соответствующей разработки эксплуатационных требований.
- Дозы облучения персонала на площадке и выбросы радиоактивных материалов в окружающую среду должны поддерживаться посредством проектных решений на разумно достижимом низком уровне.
- Прежде чем эксплуатирующая организация завершит представление технического проекта регулирующему органу, должны быть проведены всеобъемлющая оценка безопасности и независимая проверка подтверждения того, что проект установки позволит выполнить цели и требования безопасности.

### Человеческие факторы

При работе со сложными системами, имеющими взаимосвязанные подсистемы, которые выдают большие массивы данных, существует высокая вероятность совершения ошибки. Безопасный проект является “дружественным к оператору” и нацелен на учет ошибок человека. Для предотвращения ошибок человека или ограничения их последствий используются физические или административные барьеры. На уровне интерфейса пользователя (где существует относительно высокая вероятность совершения ошибки) информация должна представляться оператору таким образом, чтобы обеспечивались управляемость и достаточное время для принятия решений и мер.

Безопасный проект нацелен также на содействие принятию оператором соответствующих мер с должным учетом имеющегося времени, психологических требований ситуации и физического окружения. Необходимость скорейшего вмешательства оператора должна быть сведена к минимуму. В тех случаях, когда требуется принятие оперативных мер, они должны осуществляться автоматически. Если возникает потребность управления станцией вручную, то должен быть обеспечен доступ к оборудованию с учетом всех прогнозируемых условий окружающей среды.

## Безопасная эксплуатация

Высококачественное проектирование, изготовление и сооружение являются необходимыми предпосылками высоких уровней безопасности. Однако главная ответственность за безопасную эксплуатацию лежит на эксплуатирующей организации. На эксплуатационном этапе жизненного цикла станции эту ответственность разделяет эксплуатирующий ее персонал. Эксплуатационная безопасность в значительной степени зависит от:

- профессиональных навыков и компетентности персонала, ответственного за все аспекты эксплуатации станции, а также от его отношения и подхода к выполнению своих обязанностей;
- видов деятельности и средств поддержки операторов на уровне взаимодействия человек-система, а также от местных систем управления, которые помогают операторам выполнять свою работу в таких областях, как разработка основных направлений и процедур, создание рабочей среды, подготовка кадров, методы связи, руководство, внедрение рабочей практики и методов управления.

### Культура безопасности

Считается, что на станции имеется высокая культура безопасности, когда характерные особенности организации и поведение отдельных работников ориентированы на обеспечение защиты и безопасности. Управление безопасностью и культура безопасности взаимосвязаны и неотделимы друг от друга. Все то, что делает или не делает руководство, сказывается на безопасности. Для эффективного управления безопасностью должен применяться систематический подход. В то же время по-прежнему присутствуют человеческий фактор и вероятность совершения ошибки человеком, и поэтому оба эти обстоятельства следует принимать во внимание. Руководители должны знать, каким образом их подход влияет на поведение отдельных работников и коллектива.

### Достижения в области эксплуатационной безопасности

Два фактора – образцовая практика эксплуатации АЭС и бескомпромиссный подход к обеспечению безопасности – являются условием достижения высоких экономических показателей в ядерной энергетике. Последние годы характеризуются значительным повышением показателей безопасности и увеличением производства.

Этот прогресс подтверждается международными организациями, которые оценивают показатели работы АЭС. Статистические данные, известные как “эксплуатационные показатели”, которые составляет Всемирная ассоциация организаций, эксплуатирующих АЭС (ВАО АЭС), свидетельствуют о постоянном улучшении. Опыт, накопленный в результате использования Международной шкалы ядерных событий (ИНЕС), в соответствии с которой измеряется тяжесть возникающих на станциях проблем, четко указывает на снижение числа событий, имеющих более высокую значимость.

## Управление рисками

### Оценка риска и управление им

Возможные сценарии путей развития аварии на АЭС определяются и анализируются в рамках процесса, называемого вероятностной оценкой безопасности (ВОБ). ВОБ были проведены на большинстве станций мира. На основе полученных результатов разрабатываются всеобъемлющие и структурированные модели надежности, позволяющие проводить вероятностные оценки риска. Поэтому ВОБ является эффективным средством оценки рисков, ассоциируемых с конкретной станцией.

В ядерно-энергетической сфере существует общее согласие относительно того, что ВОБ станции должна быть динамичной оценкой безопасности. Иными словами, она должна обновляться по мере необходимости с целью учета современных конструктивных особенностей и эксплуатационных характеристик, а также в равной степени использоваться проектировщиками, работниками энергопредприятий и регулирующих органов. Возрастает число станций, на которых проводится ВОБ с целью контроля коэффициентов надежности/риска, определения приоритетов усовершенствований в области безопасности и оптимизации эксплуатационной безопасности.

### Цели безопасности

Международная консультативная группа по ядерной безопасности (ИНСАГ) – консультативный орган при Генеральном директоре МАГАТЭ – рекомендовала количественные цели вероятностного подхода, представляющие приемлемый уровень риска для различных гипотетических аварийных ситуаций. Эти рекомендованные количественные цели включают численные величины и известны в качестве вероятностных критериев безопасности (ВКБ). Национальные регулирующие органы могут настаивать на том, чтобы уровни рисков были даже ниже тех, которые рекомендуются в международных масштабах. Количественные цели охватывают гипотетическую частоту повреждений активной зоны реактора, крупные выбросы радиоактивных материалов и воздействие на здоровье населения.

В отношении частоты повреждений активной зоны реактора – самой распространенной меры риска для большинства АЭС – ИНСАГ предложила вероятность 1/10 000 в год для существующих станций и 1/100 000 в год для будущих станций.

Крупный выброс радиоактивных материалов может иметь серьезные последствия для населения и потребует осуществления аварийных мер вне площадки. В этом случае количественные цели ИНСАГ составляют 1/100 000 в год для существующих станций и 1/1 000 000 в год для будущих станций.

В отношении воздействия на здоровье населения ИНСАГ не представила никаких рекомендаций относительно количественных целей. Однако в некоторых странах целевое значение для индивидуального риска летального исхода установлено на уровне 1/1 000 000 в год.

## Регулирующий надзор и эффективность

### Необходимые инфраструктуры

Регулирование ядерной безопасности основано на базовых государственных и юридических инфраструктурах. Эти инфраструктуры должны охватывать не только эксплуатацию реакторов, но и радиационную безопасность, обращение с радиоактивными отходами и перевозку ядерных материалов. Руководящие материалы, предоставляемые в этой области, направлены на разработку правовой основы для создания ядерного регулирующего органа. Эти руководящие материалы определяют также уровень полномочий, которыми должен быть наделен регулирующий орган для надлежащего выполнения своих функций и обязанностей.

Главная функция регулирующего органа состоит в санкционировании деятельности тех, кто использует

ядерную энергию. Регулирующему органу необходимо сначала установить принципы и критерии безопасности, которые он будет использовать в качестве основы для принятия решений. Только после этого он будет вправе выдавать разрешения на осуществление различных видов деятельности.

Другой главной функцией регулирующего органа является инспекционная деятельность, которая проводится с тем, чтобы определить, соблюдают ли установленные условия владельцы лицензий на эксплуатацию станций или кандидаты на их получение. Если обнаруживается случай несоблюдения, то регулирующий орган имеет право в принудительном порядке обеспечить выполнение условий, на которых было выдано разрешение. Например, регулирующий орган может отказывать в возобновлении лицензии на эксплуатацию станции до тех пор, пока не будут выполнены некоторые важные условия.

## Роль МАГАТЭ

МАГАТЭ выполняет две относящиеся к безопасности функции, которые изложены в его Уставе (статья III.A.6). Ими являются:

- разработка и принятие норм безопасности для охраны здоровья от воздействия излучения, и
- обеспечение применения этих норм по просьбе государства-члена.

МАГАТЭ предпринимает значительные усилия по осуществлению во всем мире деятельности, связанной с обеспечением ядерной безопасности, путем:

- содействия разработке международных правовых соглашений;
- разработки норм безопасности, отражающих международный консенсус;
- предоставления в международных масштабах услуг экспертов по рассмотрению и обеспечению безопасности, а также подготовки кадров; и
- стимулирования научных исследований, технического сотрудничества и обмена информацией.

МАГАТЭ разработало всеобъемлющий комплекс норм безопасности в областях ядерной энергии, радиационной защиты, обращения с радиоактивными отходами и перевозки радиоактивных материалов. Иногда это осуществлялось совместно с другими международными организациями. Эти нормы периодически обновляются, с тем чтобы обеспечить их актуальность в качестве руководящих материалов по применению современных методов для достижения высокого уровня безопасности.

Стремясь обеспечить применение своих норм безопасности, МАГАТЭ по запросам оказывает персоналу АЭС и исследовательских реакторов услуги по рассмотрению вопросов безопасности и предоставлению соответствующих консультаций. Главным элементом этих услуг являются командировки с целью независимого авторитетного рассмотрения, проводимого международными экспертами, которые предоставляют объективные консультации на основе норм безопасности МАГАТЭ и образцовой международной практики в таких областях, как законодательство и государственная инфраструктура, проектирование и эксплуатация АЭС и исследовательских реакторов, а также различные оценки безопасности. Ежегодно МАГАТЭ проводит около 50 командировок по рассмотрению вопросов безопасности в различных областях безопасности ядерных установок.

В отношении дополнительной информации просьба обращаться по адресу:

Department of Nuclear Safety  
Division of Nuclear Installation Safety  
Room B-0825  
International Atomic Energy Agency  
Wagramer Strasse 5, P.O. Box 100  
A-1400 Vienna, Austria  
Тел. +43-1-2600-22520

Веб-сайт: <http://www.iaea.org/ns/nusafe/index.html>

Серия информационных изданий Международного  
агентства по атомной энергии  
Отдел общественной информации  
02-02469 / FS Series 2/06/R