

# СЕРИЯ НОРМ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

Пределы и условия для  
эксплуатации и  
эксплуатационные  
процедуры для атомных  
электростанций

## РУКОВОДСТВА

№ NS-G-2.2



**IAEA**

Международное агентство по атомной энергии

# ПУБЛИКАЦИИ МАГАТЭ ПО ВОПРОСАМ БЕЗОПАСНОСТИ

## НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

В соответствии со статьей III своего Устава Агентство уполномочено устанавливать нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и обеспечивать применение этих норм в мирной деятельности в ядерной области.

Связанные с регулирующей деятельностью публикации, посредством которых МАГАТЭ устанавливает нормы и меры безопасности, выпускаются в **Серии норм безопасности МАГАТЭ**. Эта серия охватывает ядерную безопасность, радиационную безопасность, безопасность транспортировки и безопасность отходов, и также общие принципы безопасности (т. е. имеет отношение к двум или более этих четырех областей), и категории публикаций в ней включают - **Основы безопасности, Требования безопасности и Руководства по безопасности**.

**Основы безопасности** (синий шрифт) содержат основные цели, концепции и принципы обеспечения безопасности и защиты в освоении и применении ядерной энергии для мирных целей.

**Требования безопасности** (красный шрифт) устанавливают требования, которые необходимо выполнять для обеспечения безопасности. Эти требования, для выражения которых применяется формулировка “должен, должна, должно, должны”, определяются целями и принципами, изложенными в Основах безопасности.

**Руководства по безопасности** (зеленый шрифт) рекомендуют меры, условия или процедуры выполнения требований безопасности. Для рекомендаций в Руководствах по безопасности применяется формулировка “следует”, которая означает, что для выполнения требований необходимо принимать рекомендуемые или эквивалентные альтернативные меры.

Нормы безопасности МАГАТЭ не имеют юридически обязательной силы для государств-членов, но они могут приниматься ими по их собственному усмотрению для использования в национальных регулирующих положениях, касающихся их собственной деятельности. Эти нормы обязательны для МАГАТЭ в отношении его собственной работы и для государств в отношении операций, в которых МАГАТЭ оказывает помощь.

Информацию о программе норм безопасности МАГАТЭ (включая информацию об изданиях на других языках, помимо английского) можно получить на сайте МАГАТЭ в Интернете

[www-ns.iaea.org/standards/](http://www-ns.iaea.org/standards/)

или по запросу, который следует направлять в Секцию координации деятельности по обеспечению безопасности МАГАТЭ по адресу: IAEA, P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria.

## ДРУГИЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ВОПРОСАМ БЕЗОПАСНОСТИ

В соответствии со статьями III и VIII.C своего Устава МАГАТЭ предоставляет сведения и способствует обмену информацией, касающейся мирной деятельности в ядерной области, и служит в этом посредником между своими государствами-членами.

Доклады по вопросам обеспечения безопасности и защиты в ядерной деятельности выпускаются в другой серии, в частности, в **Серии докладов МАГАТЭ по безопасности**, в качестве информационных публикаций. Доклады по безопасности могут содержать описание образцовой практики, а также практических примеров и детальных методов, которые могут использоваться для выполнения требований безопасности. Они не устанавливают требования или не содержат рекомендации.

Другие серии изданий МАГАТЭ, которые включают публикации по вопросам безопасности - это **Серия технических докладов, Серия докладов по радиологическим оценкам, Серия ИНСАГ, Серия TECDOC, Серия временных норм безопасности, Серия учебных курсов, Серия услуг МАГАТЭ и Серия компьютерных руководств**, а также **Практические руководства по радиационной безопасности и Практические технические руководства по излучениям**. МАГАТЭ выпускает также доклады по радиационным авариям и другие специальные публикации.

ПРЕДЕЛЫ И УСЛОВИЯ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И  
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕДУРЫ  
ДЛЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Членами Международного агентства по атомной энергии являются следующие государства:

АВСТРАЛИЯ	ИСПАНИЯ	ПЕРУ
АВСТРИЯ	ИТАЛИЯ	ПОЛЬША
АЗЕРБАЙДЖАН	ЙЕМЕН	ПОРТУГАЛИЯ
АЛБАНИЯ	КАЗАХСТАН	РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
АЛЖИР	КАМЕРУН	РУМЫНИЯ
АНГОЛА	КАНАДА	САЛЬВАДОР
АРГЕНТИНА	КАТАР	САУДОВСКАЯ АРАВИЯ
АРМЕНИЯ	КЕНИЯ	СЕЙШЕЛЬСКИЕ ОСТРОВА
АФГАНИСТАН	КИПР	СВЯТЕЙШИЙ ПРЕСТОЛ
БАНГЛАДЕШ	КИТАЙ	СЕНЕГАЛ
БЕЛАРУСЬ	КОЛУМБИЯ	СЕРБИЯ И ЧЕРНОГОРИЯ
БЕЛЬГИЯ	КОРЕЯ, РЕСПУБЛИКА	СИНГАПУР
БЕНИН	КОСТА-РИКА	СИРИЙСКАЯ АРАБСКАЯ
БОЛГАРИЯ	КОТ-Д'ИВУАР	РЕСПУБЛИКА
БОЛИВИЯ	КУБА	СЛОВАКИЯ
БОСНИЯ И ГЕРЦЕГОВИНА	КУВЕЙТ	СЛОВЕНИЯ
БОТСВАНА	КЫРГЫЗСТАН	СОЕДИНЕННОЕ КОРОЛЕВСТВО
БРАЗИЛИЯ	ЛАТВИЯ	ВЕЛИКОБРИТАНИИ И СЕВЕРНОЙ
БУРКИНА-ФАСО	ЛИБЕРИЯ	ИРЛАНДИИ
БЫВШАЯ ЮГОСЛ. РЕСП. МАКЕДОНИЯ	ЛИВАН	СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ
ВЕНГРИЯ	ЛИВИЙСКАЯ АРАБСКАЯ ДЖАМАХИРИЯ	АМЕРИКИ
ВЕНЕСУЭЛА	ЛИТВА	СУДАН
ВЬЕТНАМ	ЛИХТЕНШТЕЙН	СЬЕРРА-ЛЕОНЕ
ГАБОН	ЛЮКСЕМБУРГ	ТАДЖИКИСТАН
ГАИТИ	МАВРИКИЙ	ТАИЛАНД
ГАНА	МАДАГАСКАР	ТУНИС
ГВАТЕМАЛА	МАЛАЙЗИЯ	ТУРЦИЯ
ГЕРМАНИЯ	МАЛИ	УГАНДА
ГОНДУРАС	МАРОККО	УЗБЕКИСТАН
ГРЕЦИЯ	МАРШАЛЛОВЫ ОСТРОВА	УКРАИНА
ГРУЗИЯ	МЕКСИКА	УРУГВАЙ
ДАНИЯ	МОНАКО	ФИЛИППИНЫ
ДЕМОКРАТИЧЕСКАЯ РЕСПУБЛИКА КОНГО	МОНГОЛИЯ	ФИНЛЯНДИЯ
ДОМИНИКАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА	МЬЯНМА	ФРАНЦИЯ
ЕГИПЕТ	НАМИБИЯ	ХОРВАТИЯ
ЗАМБИЯ	НИГЕР	ЦЕНТРАЛЬНОАФРИКАНСКАЯ
ЗИМБАБВЕ	НИГЕРИЯ	РЕСПУБЛИКА
ИЗРАИЛЬ	НИДЕРЛАНДЫ	ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА
ИНДИЯ	НИКАРАГУА	ЧИЛИ
ИНДОНЕЗИЯ	НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ	ШВЕЙЦАРИЯ
ИОРДАНИЯ	НОРВЕГИЯ	ШВЕЦИЯ
ИРАК	ОБЪЕДИНЕННАЯ РЕСПУБЛИКА	ШРИ-ЛАНКА
ИРАН, ИСЛАМСКАЯ РЕСПУБЛИКА	ТАНЗАНИЯ	ЭКВАДОР
ИРЛАНДИЯ	ОБЪЕДИНЕННЫЕ АРАБСКИЕ ЭМИРАТЫ	ЭРИТРЕЯ
ИСЛАНДИЯ	ПАКИСТАН	ЭСТОНИЯ
	ПАНАМА	ЭФИОПИЯ
	ПАРАГВАЙ	ЮЖНАЯ АФРИКА
		ЯМАЙКА
		ЯПОНИЯ

Устав Агентства был утвержден 23 октября 1956 года на Конференции по выработке Устава МАГАТЭ, которая состоялась в Центральных учреждениях Организации Объединенных Наций в Нью-Йорке. Устав вступил в силу 29 июля 1957 года. Центральные учреждения Агентства находятся в Вене. Главной целью Агентства является достижение "более скорого и широкого использования атомной энергии для поддержания мира, здоровья и благосостояния во всем мире".

© МАГАТЭ, 2004

Разрешение на воспроизведение или перевод информации, содержащейся в данной публикации, можно получить, направив запрос в письменном виде по адресу: International Atomic Energy Agency, Wagramerstrasse 5, P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria.

Напечатано МАГАТЭ в Австрии  
Январь 2004  
STI/PUB/1100

СЕРИЯ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ, № NS-G-2.2

ПРЕДЕЛЫ И УСЛОВИЯ ДЛЯ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ И  
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ  
ПРОЦЕДУРЫ ДЛЯ АТОМНЫХ  
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
ВЕНА, 2004 ГОД

ПРЕДЕЛЫ И УСЛОВИЯ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И  
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕДУРЫ  
ДЛЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

МАГАТЭ, ВЕНА, 2004

STI/PUB/1100  
ISBN 92-0-401704-X  
ISSN 1020-5845

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

**Мохамед ЭльБарадей**  
**Генеральный директор**

Одна из уставных функций МАГАТЭ сводится к тому, чтобы устанавливать или применять нормы безопасности для охраны здоровья, жизни и имущества в деятельности по освоению и применению ядерной энергии в мирных целях, а также обеспечивать применение этих норм как в своей собственной работе, так и в работе, в которой оказывается помощь, и, по требованию сторон, в деятельности, проводимой на основании любого двустороннего или многостороннего соглашения, или, по требованию того или иного государства, к любому виду деятельности этого государства в области ядерной энергии.

Наблюдение за разработкой норм безопасности осуществляют следующие консультативные органы: Консультативная комиссия по нормам безопасности (ККНБ); Консультативный комитет по нормам ядерной безопасности (НУССК); Консультативный комитет по нормам радиационной безопасности (РАССК); Консультативный комитет по нормам безопасности перевозки (ТРАНССАК); и Консультативный комитет по нормам безопасности отходов (ВАССАК). Государства-члены широко представлены в этих комитетах.

Чтобы обеспечить широчайший международный консенсус, нормы безопасности направляются также всем государствам-членам для замечаний перед их одобрением Советом управляющих МАГАТЭ (в случае Основ безопасности и Требований безопасности) или, от имени Генерального директора, Комитетом по публикациям (в случае Руководств по безопасности).

Нормы безопасности МАГАТЭ не имеют юридически обязательной силы для государств-членов, но они могут приниматься ими по их собственному усмотрению для использования в национальных регулирующих положениях, касающихся их собственной деятельности. Эти нормы обязательны для МАГАТЭ в отношении его собственной работы и для государств в отношении операций, в которых МАГАТЭ оказывает помощь. Любое государство, желающее вступить в соглашение с МАГАТЭ, касающееся его помощи в связи с выбором площадки, проектированием, строительством, вводом в эксплуатацию, эксплуатацией или снятием с эксплуатации ядерной установки или любой другой деятельностью, должно будет выполнять те части норм безопасности, которые относятся к деятельности, охватываемой соглашением. Однако следует помнить, что ответственность за принятие окончательных решений и юридическая

ответственность в любых процедурах лицензирования возлагается на государства.

Нормы безопасности устанавливают важнейшие основы для безопасности, однако может также потребоваться включение более детальных требований, отражающих национальную практику. Кроме того, будут включаться, как правило, специальные вопросы, которые должны оцениваться экспертами на индивидуальной основе.

Физическая защита делящихся и радиоактивных материалов и АЭС в целом упоминается в надлежащих случаях, но не рассматривается подробно; к обязательствам государств в этом отношении следует подходить на основе соответствующих договорно-правовых документов и публикаций, разработанных под эгидой МАГАТЭ. Нерадиологические аспекты техники безопасности на производстве и охраны окружающей среды также прямо не рассматриваются; признано, что государства должны выполнять свои международные обязательства и обязанности относительно них.

Требования и рекомендации, изложенные в нормах безопасности МАГАТЭ, возможно, не полностью соблюдаются на некоторых установках, построенных в соответствии с принятыми ранее нормами. Решения о том, как нормы безопасности должны применяться на таких установках, будут приниматься государствами.

Внимание государств обращается на тот факт, что нормы безопасности МАГАТЭ, не являясь юридически обязательными, разработаны с целью обеспечения того, чтобы мирные применения ядерной энергии и радиоактивных материалов осуществлялись таким образом, который дает возможность государствам выполнять свои обязательства в соответствии с общепринятыми принципами международного права и правилами, касающимися охраны окружающей среды. Согласно одному такому общему принципу территория государства не должна использоваться так, чтобы причинить ущерб в другом государстве. Государства, следовательно, обязаны проявлять должную осмотрительность и соответствующую меру заботливости.

Гражданская ядерная деятельность, осуществляемая в рамках юрисдикции государств, как и любая другая деятельность, подпадает под действие обязательств, которые государства могут принимать согласно международным конвенциям в дополнение к общепринятым принципам международного права. Государствам надлежит принимать в рамках своих национальных юридических систем такое законодательство (включая правила) и другие нормы и меры, которые могут быть необходимы для эффективного выполнения всех взятых на себя международных обязательств.



## **РЕДАКЦИОННОЕ ПРИМЕЧАНИЕ**

*Дополнение, если оно включено, представляет собой неотъемлемую часть норм и имеет тот же статус, что и основной текст. Приложения, сноски и списки литературы, если они включены, содержат дополнительную информацию или практические примеры, которые могут оказаться полезными для пользователя.*

*Формулировка “должен, должна, должно, должны” используется в нормах безопасности в случаях, когда речь идет о требованиях, обязанностях и обязательствах. Для рекомендации желательного варианта используется формулировка “следует”.*

*Официальным является английский вариант документа.*

*Перевод настоящей публикации и научное редактирование/контроль качества этого перевода были выполнены Научно-техническим центром по ядерной и радиационной безопасности (НТЦ ЯРБ) Госатомнадзора России.*

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ .....	1
	Исходные положения .....	1
	Назначение .....	1
	Область рассмотрения .....	1
	Структура .....	2
2.	ЦЕЛЬ БЕЗОПАСНОСТИ .....	2
3.	КОНЦЕПЦИЯ ПРЕДЕЛОВ И УСЛОВИЙ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ИХ РАЗВИТИЕ .....	3
	Концепция пределов и условий для эксплуатации .....	3
	Разработка пределов и условий для эксплуатации .....	5
4.	ПРЕДЕЛЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ .....	6
5.	УСТАВКИ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ .....	8
6.	ПРЕДЕЛЫ И УСЛОВИЯ ДЛЯ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ .....	10
7.	ТРЕБОВАНИЯ К НАДЗОРУ .....	12
8.	ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕДУРЫ .....	13
	Общие положения .....	13
	Отдельные аспекты аварийных процедур .....	14
	Эксплуатационные процедуры на стадии ввода в эксплуатацию .....	17
9.	РАЗРАБОТКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПРОЦЕДУР .....	18
10.	СООТВЕТСТВИЕ ПРЕДЕЛАМ И УСЛОВИЯМ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ ПРОЦЕДУРАМ .....	20
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1: ВЫБОР ПРЕДЕЛОВ И УСЛОВИЙ ДЛЯ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ .....	23

Управление реактивностью .....	23
Система управления и защиты реактора и контрольно-измерительная аппаратура .....	25
Охлаждение активной зоны .....	26
Другие системы .....	30
ПРИЛОЖЕНИЕ II: РАЗРАБОТКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПРОЦЕДУР (ОСНОВНЫЕ КОНТУРЫ) ....	34
СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	37
ДОПОЛНЕНИЕ: ПРИМЕР ДЛЯ ОБЪЯСНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ТЕРМИНОВ .....	38
ГЛОССАРИЙ .....	42
СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ .....	44
КОНСУЛЬТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ ПО ОДОБРЕНИЮ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ .....	45

# 1. ВВЕДЕНИЕ

## ИСХОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Данное руководство по безопасности было подготовлено, как часть программы Агентства, по созданию норм безопасности, относящихся к атомным электростанциям. Настоящее руководство заменяет руководство по безопасности МАГАТЭ по пределам и условиям для эксплуатации атомных электростанций, выпущенное в 1979 году в рамках серии изданий по безопасности, № 50-SG-03.

1.2. Для того, чтобы станция могла безопасно эксплуатироваться, ограничения на рабочие параметры станции и требования к оборудованию и персоналу должны соответствовать техническим средствам, предусмотренным в окончательном проекте и последующих модификациях. Они должны быть разработаны под ответственность эксплуатирующей организации на стадии проведения оценки безопасности проекта, как набор пределов и условий для эксплуатации (ПУЭ). Основной вклад в соблюдение ПУЭ вносится разработкой и использованием эксплуатационных процедур (ЭП), которые соответствуют ПУЭ и полностью обеспечивают их выполнение.

1.3. Требования к ПУЭ и ЭП установлены в разделе 5 опубликованных требований по безопасности МАГАТЭ Безопасность атомных электростанций: Эксплуатация [1], которые дополняет данное руководство.

## НАЗНАЧЕНИЕ

1.4. Назначение настоящего Руководства по безопасности состоит в обеспечении рекомендаций по разработке, содержанию и внедрению ПУЭ и ЭП. Руководство по безопасности адресовано как регулирующим органам, так и владельцам/службам эксплуатации.

## ОБЛАСТЬ РАССМОТРЕНИЯ

1.5. Данное руководство по безопасности охватывает вопросы концепции ПУЭ, их содержания применительно к стране, размещающей

атомные станции, работающие в базовом режиме, с ядерными реакторами на тепловых нейтронах, а также вопросы ответственности эксплуатирующей организации относительно их установления, модификации, соблюдения и документирования. Эксплуатационные процедуры также включены в область рассмотрения данного Руководства по безопасности, чтобы поддержать внедрение ПУЭ и обеспечить их соблюдение. Отдельные аспекты процедур, связанные с техническим обслуживанием, надзором, инспекциями в процессе эксплуатации и некоторыми другими видами деятельности, связанными с безопасной эксплуатацией атомной станции, находятся за рамками данного руководства, но информация по этим вопросам может быть найдена в других руководствах по безопасности МАГАТЭ (см. например, Лит. [2] и [3]).

## СТРУКТУРА

1.6 В разделе 2 показана связь между основной целью безопасности и ПУЭ. Концепция и разработка ПУЭ представлены в разделе 3. В разделах с 4 по 7 с некоторыми деталями описаны характеристики типов ПУЭ, пределы безопасности, значения уставок для систем безопасности, пределы и условия для нормальной эксплуатации и регулирующие требования. В разделах 8 и 9 рассматриваются вопросы ЭП, включая их разработку. В разделе 10 приводятся рекомендации по обеспечению соответствия ПУЭ и ЭП, включая замечания о необходимости сохранения записей о таком соответствии. В Приложении 1 представлен примерный перечень вопросов, по которым пределы и условия в основном установлены, а в Приложении 2 приводятся основные контуры разработки эксплуатационных процедур. В Дополнении приведен пример с целью объяснения некоторых терминов, использованных в руководстве по безопасности. В конце руководства приведен Словарь терминов.

## 2. ЦЕЛЬ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1 Для достижения основной цели безопасности, направленной на предотвращение ситуаций, возникновение которых может привести к аварийным условиям, и на ослабление последствий, которые могут возникнуть в результате аварийных ситуаций: «Эксплуатация установки должна контролироваться в соответствии с набором пределов и условий для эксплуатации, которые получены из анализа безопасности и

определяют границы безопасной эксплуатации. Эти пределы и условия должны быть при необходимости пересмотрены в свете опыта, полученного из испытаний при вводе в эксплуатацию и из эксплуатации. Должны быть установлены минимальные требования к работоспособности оборудования и персонала. Эксплуатационные операции должны выполняться адекватно подготовленным и наделенным полномочиями персоналом в соответствии с детальными, проверенными и одобренными процедурами...» (См. [4] пункт 510).

### **3. КОНЦЕПЦИЯ ПРЕДЕЛОВ И УСЛОВИЙ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ИХ РАЗВИТИЕ**

#### **КОНЦЕПЦИЯ ПРЕДЕЛОВ И УСЛОВИЙ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

3.1. Требования Агентства по безопасности для эксплуатации [1] устанавливают, что ПУЭ должны быть разработаны таким образом, чтобы обеспечить эксплуатацию станции в соответствии с положениями и целями проекта. Чтобы удовлетворять этим требованиям, отчет по анализу безопасности станции следует готовить таким образом, чтобы были ясно определены ПУЭ, которые должны предотвращать ситуации, ведущие к авариям, или ослабить последствия аварий, если они возникнут.

3.2. ПУЭ должны содержать эксплуатационные требования для различных эксплуатационных состояний, включая останов реактора [1]. В набор этих эксплуатационных состояний следует включать пуск, производство энергии, останов, техобслуживание, испытания и перегрузку. В рамках ПУЭ следует определять требования к эксплуатации, чтобы гарантировать, что системы безопасности, включая технические средства безопасности, выполняют все необходимые функции безопасности, во всех эксплуатационных состояниях и при проектных авариях (ПА).

3.3. Технические аспекты ПУЭ охватывают ограничения, которые должны соблюдаться, а также требования к эксплуатации, чтобы конструкции, системы и компоненты атомной станции важные для безопасности, были способны выполнять назначенные им функции так, как это предполагается в отчете по анализу безопасности. Безопасная эксплуатация зависит, как от персонала, так и от оборудования; таким

образом, в ПУЭ следует охватывать действия, которые требуется предпринять и ограничения, которые следует соблюдать оперативному персоналу.

3.4. По отношению к оперативному персоналу ПУЭ включают такие основные требования по надзору и корректирующим или дополнительным действиям, которые необходимы для дополнения действий оборудования, вовлеченного в поддержание установленных ПУЭ. Некоторые ПУЭ могут касаться комбинации автоматических функций и действий персонала.

3.5. В ПУЭ на атомных станциях следует включать следующие вопросы:

- (a) Пределы безопасности
- (b) Уставки систем безопасности,
- (c) Пределы и условия для нормальной эксплуатации,
- (d) Требования по надзору,
- (e) Действия при отклонении от ПУЭ.

Дополнительно, все или наиболее значимые ПУЭ могут включать цели для обоснования их применения так же, как основание для отклонения от них. Эти вопросы следует включать в документацию по ПУЭ для повышения осведомленности персонала по их применению и соблюдению.

3.6. Следует понимать, что ПУЭ формируют логическую систему, элементы которой, перечисленные в пункте 3.5, тесно взаимосвязаны и в которой пределы безопасной эксплуатации составляют предельную границу безопасных условий. Пример, поясняющий такую взаимосвязь, приведен в Дополнении. Следует обеспечить доступность ПУЭ для чтения оперативным персоналом блочного пункта управления. Для этого ПУЭ следует собирать в единый документ для использования на блочном пункте управления. Оперативному персоналу блочного пункта управления следует хорошо изучить ПУЭ и их технические основы.

3.7. Если по какой-либо причине возникает ситуация, когда оперативный персонал не понимает эксплуатационное состояние или не может быть уверен в том, что станция работает в границах пределов, установленных для эксплуатации, либо поведение станции непредсказуемо, следует незамедлительно принять меры для приведения станции в безопасное состояние.

## РАЗРАБОТКА ПРЕДЕЛОВ И УСЛОВИЙ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

3.8. ПУЭ должны базироваться на анализе безопасности каждой станции и ее окружающих условий, в соответствии с техническими средствами, предусмотренными в проекте [1]. Следует определять ПУЭ, должным образом учитывая неопределенности при выполнении анализа безопасности. Отчет по анализу безопасности и ПУЭ следует подвергать экспертизе и при необходимости корректировать на основе результатов испытаний при вводе в эксплуатацию. Для каждого из ПУЭ следует представлять обоснование в виде письменного указания причины для его выбора, а также соответствующую исходную информацию. Следует обеспечить, чтобы эти обоснования, при необходимости, были доступны для чтения.

3.9. Разработку исходных ПУЭ обычно следует проводить в сотрудничестве с проектировщиками задолго до начала эксплуатации, чтобы обеспечить необходимое время для их оценки и одобрения регулирующим органом

3.10. Каждый ПУЭ следует связывать с требованиями по надзору, которые поддерживает эксплуатационный персонал в обеспечение соблюдения Пуэ.

3.11. Важно также, чтобы ПУЭ были ясно изложены для ответственного оперативного персонала и определялись с помощью измеряемых или непосредственно определяемых значений параметров. Если непосредственно определяемые значения не могут быть использованы, то взаимосвязь ограничивающего параметра с мощностью реактора или другими измеряемыми параметрами следует определять с помощью таблиц, диаграмм или компьютерных программ, как удобнее. Предел или условие следует устанавливать таким образом, чтобы в любой ситуации было ясно, возникает или не возникает его нарушение.

3.12. Ясное представление и исключение двусмысленного понимания являются важными составляющими надежного использования ПУЭ и, таким образом, поиск рекомендации относительно человеческих факторов следует осуществлять на ранней стадии разработки документации, в которой ПУЭ будут представлены оперативному персоналу. Следует разъяснять значения терминов, чтобы помочь предотвратить их неправильную интерпретацию.



3.13. Если возникает необходимость в модификации ПУЭ, следует использовать те же подходы, что описаны в разделах 3.8-3.12. Любые модификации станции следует подвергать экспертизе, чтобы определить действительно ли они вызывают необходимость изменения ПУЭ. Любые модификации ПУЭ следует, в соответствии с требованиями, подвергать оценке и одобрению регулирующего органа.

3.14. Если необходимо временно модифицировать ПУЭ, например, для проведения физических экспериментов на новой активной зоне, следует прилагать специальные усилия чтобы обеспечить анализ влияния изменения, а модифицированное состояние, хотя и временное, требует по крайней мере того же уровня оценки и одобрения, как и долговременное изменение. В случае, если в распоряжении имеется приемлемый альтернативный подход, его следует предпочесть временной модификации ПУЭ.

3.15. Следует проводить периодические пересмотры ПУЭ для того, чтобы гарантировать, что они остаются применимыми по своему назначению и в случае необходимости ПУЭ следует модифицировать в свете опыта эксплуатации и технологических разработок. Такой периодический пересмотр следует проводить, даже если станция не подвергалась модификациям.

3.16. Для оптимизации ПУЭ следует рассмотреть применение вероятностных оценок безопасности. Методы вероятностных оценок, с учетом опыта эксплуатации, могут быть использованы для обоснования и модификации ПУЭ.

## **4. ПРЕДЕЛЫ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

4.1. Концепция пределов безопасной эксплуатации основана на предотвращении недопустимых выбросов радиоактивных веществ за пределы станции посредством применения пределов, накладываемых на температуру топлива и температуру оболочек, давление теплоносителя, целостность границ контура под давлением и другие эксплуатационные характеристики, влияющие на выход радиоактивных веществ из топлива.

Установленные пределы безопасной эксплуатации существуют для того, чтобы защитить целостность определенных физических барьеров, которые противостоят неконтролируемому выбросу радиоактивных веществ. Пределы безопасной эксплуатации следует устанавливать, используя консервативный подход, чтобы гарантировать учет всех неопределенностей анализа безопасности. Это предполагает, что превышение единственного предела безопасной эксплуатации не всегда влечет за собой неприемлемые последствия, упомянутые ранее. Но, несмотря на это, при превышении какого-либо предела безопасной эксплуатации реактор следует остановить и восстанавливать нормальную эксплуатацию следует только после проведения соответствующей оценки и получения одобрения на восстановление эксплуатации в соответствии с процедурами, установленными на станции.

4.2. Пределы выбираются так, чтобы для всех условий сохранять целостность оболочек топлива и целостность границы давления контура теплоносителя реактора, обеспечивая, таким образом, отсутствие существенных выбросов радиоактивных веществ. Существенным фактором в обеспечении целостности оболочек топлива является нормальное охлаждение топлива. Для этого следует обеспечить отсутствие повреждения границы давления контура теплоносителя реактора. Это предотвращает любую потерю теплоносителя и вызываемое ею снижение эффективности охлаждения.

4.3. Несмотря на то, что целостность защитной оболочки весьма важна для ограничения радиационных последствий аварий, потеря ее целостности сама по себе не приводит к повреждению оболочек топлива. Именно поэтому, данный параметр не включается в пределы безопасной эксплуатации, но его следует включать в перечень пределов и условий для нормальной эксплуатации (раздел 6).

4.4. Температуры топлива и его оболочек следует ограничивать такими значениями, чтобы обеспечить достижение целей проекта относительно распространения повреждений. Пределы безопасной эксплуатации обычно следует устанавливать, как максимально приемлемые значения, которые обеспечивают целостность оболочек топлива с учетом консерватизма, упомянутого в разделе 4.1. Пределы локальных тепловых потоков для оболочек топлива следует определять и устанавливать так, чтобы гарантировать, что температуры топлива и его оболочек не превысят уровней, при которых может возникнуть повреждение оболочек топлива.

4.5. Пределы безопасной эксплуатации для давления и температуры контура теплоносителя реактора следует устанавливать с учетом их проектных значений.

## **5. УСТАНОВКИ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ**

5.1. Уставки систем безопасности будут устанавливаться для ряда параметров. Существуют параметры, включенные в пределы безопасной эксплуатации, так же, как и другие параметры или комбинации параметров, которые могут повлиять на изменение давления или температуры. Превышение таких уставок будет вызывать останов реактора, с целью подавления переходного процесса. Превышение других уставок приведет к другим действиям автоматики с целью предотвратить превышение пределов безопасной эксплуатации. Некоторые другие уставки систем безопасности предусмотрены для того, чтобы инициировать действие технических систем безопасности. Эти системы ограничивают развитие ожидаемого нарушения нормальной эксплуатации таким образом, чтобы либо не превышались пределы безопасной эксплуатации, либо ослаблялись последствия постулированных аварий. Иллюстрация взаимосвязи между уставками систем безопасности, пределами безопасности и ПУЭ представлена в Дополнении.

5.2. Следует назначать такие уставки систем безопасности, чтобы они обеспечивали автоматическое приведение в действие систем безопасности в области значений параметров, определенной в отчете по анализу безопасности, несмотря на возможные ошибки, которые могут возникнуть при настройке номинального заданного значения. Следует предусмотреть соответствующие сигналы, чтобы обеспечить оперативному персоналу возможность начать корректирующие действия до того, как будут достигнуты уставки систем безопасности.

5.3. Ниже приводятся типичные параметры, нарушения нормальной эксплуатации и устройства защитных систем безопасности, для которых необходимы уставки систем безопасности. Следует заметить, что уставки - могут отличаться для различных состояний станции. Например, при низкой рабочей температуре для системы сброса давления из корпуса реактора может понадобиться более низкая уставка по давлению.

- (1) Нейтронный поток и его распределение (стартовый, промежуточный и рабочий диапазоны по мощности);
- (2) Скорость изменения нейтронного потока;
- (3) Аксиальный коэффициент неравномерности энерговыделений
- (4) Колебания мощности;
- (5) Устройства управляющих систем безопасности по реактивности;
- (6) Температуры оболочек топлива или теплоносителя в топливном канале;
- (7) Температура теплоносителя в реакторе;
- (8) Скорость изменения температуры в реакторе;
- (9) Давление теплоносителя в контуре теплоносителя реактора (включая уставки по давлению в холодном состоянии).
- (10) Уровень в реакторе или в компенсаторе давления (в зависимости от состояния станции и типа реактора).
- (11) Расход теплоносителя в реакторе;
- (12) Скорость изменения расхода теплоносителя.
- (13) Отключение главного циркуляционного насоса;
- (14) Промежуточное охлаждение и отвод тепла к конечному поглотителю;
- (15) Уровень в парогенераторе;
- (16) Температура воды на входе в парогенератор;
- (17) Температура воды на выходе из парогенератора;
- (18) Расход пара;
- (19) Давление пара;
- (20) Уставки, инициирующие останов турбины, отсечение паропроводов и линий питательной воды;
- (21) Закрытие изолирующего клапана на главном паропроводе.
- (22) Аварийный впрыск теплоносителя;
- (23) Давление в защитной оболочке;
- (24) Уставки, инициирующие начало работы спринклерных систем, систем охлаждения и изоляции защитной оболочки.
- (25) Давление в «сухом» объеме;
- (26) Системы контроля и впрыска жидкого поглотителя;
- (27) Уровень радиоактивности в первом контуре;
- (28) Уровень радиоактивности в паропроводах;
- (29) Уровни радиоактивности и уровни загрязнения атмосферы в реакторном здании.
- (30) Потеря нормального электроснабжения;
- (31) Аварийное энергоснабжение;

5.4. Действия, которые следует инициировать, как это описано в разделе 3.5, для перечисленных здесь случаев, могут отличаться в зависимости от типа реактора и проекта, кроме того, некоторые уставки могут оказаться неприменимыми. Для некоторых типов реакторов в отчете по анализу безопасности могут быть описаны дополнительные параметры, для которых следует установить уставки систем безопасности

## **6. ПРЕДЕЛЫ И УСЛОВИЯ ДЛЯ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

6.1. Пределы и условия для нормальной эксплуатации предназначены для того, чтобы обеспечить безопасную эксплуатацию; то есть для гарантии того, что предположения, принятые в отчете по анализу безопасности, правильны, а пределы безопасной эксплуатации не превышаются при эксплуатации станции. Дополнительно следует обеспечить приемлемые запасы между значениями пределов для нормальной эксплуатации и принятыми уставками систем безопасности, чтобы исключить частые срабатывания систем безопасности. На рис 1-А Дополнения демонстрируется связь между пределами безопасной эксплуатации, уставками систем безопасности и пределами для нормальной эксплуатации.

6.2. Следует, чтобы пределы и условия для нормальной эксплуатации, включали в себя предельные значения эксплуатационных параметров, минимальное количество эксплуатируемого оборудования, минимальный уровень обеспечения персоналом, определенные действия, которые следует предпринять оперативному персоналу в случае отклонения от ПУЭ, и время, отведенное на завершение этих действий. Следует обеспечивать также, чтобы пределы включали в себя параметры, важные для безопасности, такие как, химический состав рабочих сред, уровень их активности и пределы на выбросы радиоактивных веществ в окружающую среду.

6.3. Следует, чтобы требования к работоспособности оборудования устанавливали для различных режимов нормальной эксплуатации число систем и компонентов, важных для безопасности, находящихся либо в рабочем состоянии, либо в состоянии ожидания. Все вместе требования к работоспособности оборудования определяют минимально безопасную

конфигурацию станции для каждого режима нормальной эксплуатации . Для тех случаев, когда эксплуатационные требования не могут быть выполнены в пределах намеченного, следует определять действия, необходимые для приведения станции в безопасное состояние, такое как сниженная мощность или останов реактора, и устанавливать время, которое необходимо для завершения этих действий.

6.4. При наличии повышенного риска в период пуска станции после останова, следует назначать более строгие эксплуатационные требования по сравнению с требованиями, допустимыми для управления реактором на мощности. Следует определять оборудование систем безопасности, которое требуется в работоспособном состоянии в период пуска.

6.5. После возникновения отклонения от нормальной эксплуатации, включая останов реактора, следует до необходимой глубины выявить причину такого события, чтобы гарантировать безопасность продолжения эксплуатации или, в случае останова реактора, безопасность повторного пуска реактора. Следует обеспечить доступность процедур, определяющих действия и оценки, которые должны быть выполнены. Если ПУЭ были превышены, следует проанализировать причину.

6.6. При необходимости вывода из работы компонента системы безопасности, следует получить подтверждение того, что логика безопасности будет оставаться в соответствии с тем, как предусмотрено проектом. На выполнение функции безопасности могут оказывать влияние условия технологического процесса или условия работы вспомогательной системы, которые непосредственно не связаны с оборудованием, выполняющим функцию безопасности. Следует обеспечивать выявление таких влияний и применение соответствующих пределов.

6.7. При формулировке требований к работоспособности оборудования, важного для безопасности, следует принимать во внимание положения проекта по резервированию, надежности и периоду времени, в течение которого оборудование может быть в нерабочем состоянии без неприемлемого увеличения риска.

6.8. Следует оценивать допустимые периоды неработоспособности оборудования и их совокупный эффект, чтобы гарантировать, что любое увеличение риска не превысит приемлемых пределов. Как наиболее подходящие средства для этого, следует использовать вероятностные

методы оценки безопасности и анализ надежности. Более короткие периоды неработоспособности оборудования, чем те, что определены в результате проведения вероятностного анализа безопасности, могут предусматриваться в ПУЭ на основании другой информации, такой как предварительные оценки безопасности и опыт эксплуатации.

6.9. В Приложении 1 обсуждаются устройства, для которых обычно необходимо установить пределы и условия для нормальной эксплуатации. Следует признать, что для каждого отдельного проекта станции могут быть необходимы другие пределы, чтобы гарантировать, что все параметры, включенные в проект и анализ безопасности, адекватно контролируются.

## **7. ТРЕБОВАНИЯ К НАДЗОРУ**

7.1. Для того, чтобы в течение всего времени обеспечить соблюдение уставок систем безопасности, а также условий и пределов для нормальной эксплуатации, следует соответствующие системы и компоненты подвергать контролю, инспекциям, проверкам, поверкам приборов и испытаниям в соответствии с утвержденной программой надзора.

7.2. Следует точно определить программу надзора для того, чтобы обеспечить охват всех аспектов пределов или условий. Следует устанавливать частоту процедур надзора, основанную на результатах анализа надежности, включая, где это возможно, вероятностный анализ безопасности и опыт, полученный на предшествующих этапах надзора; при отсутствии таких данных следует использовать рекомендации поставщика.

7.3. Требования к надзору следует определять в процедурах с использованием ясных критериев приемлемости, таким образом, чтобы не возникало недоразумений относительно работоспособности систем или компонентов. Следует обеспечить наличие в письменной форме взаимосвязи между этими критериями и пределами или условиями.

7.4. Следует, чтобы требования к надзору охватывали также деятельность, направленную на определение старения и других форм износа вследствие коррозии, усталости и других механизмов. Такая

деятельность будет включать неразрушающие методы контроля пассивных систем, также как систем, явно охваченных пределами и условиями для нормальной эксплуатации. Если обнаружены условия повреждения оборудования, следует оценить влияние этого обстоятельства на работоспособность систем и предпринять соответствующие действия.

7.5 Дополнительные руководящие указания относительно деятельности, связанной с надзором можно найти в Руководстве по безопасности МАГАТЭ по надзору за устройствами атомных электростанций, важными для безопасности [3].

## **8. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕДУРЫ**

### **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

8.1 Всю деятельность, связанную с безопасностью, следует проводить в соответствии с документами, выпущенными на основании утвержденных административных процедур. Доступность и правильность использования эксплуатационных процедур, включая процедуры надзора, вносят важный вклад в обеспечение безопасной эксплуатации станции. В требованиях по безопасности МАГАТЭ [1] утверждается, что «должны быть разработаны эксплуатационные процедуры, всесторонне применимые к условиям нормальной эксплуатации, отклонениям от нее и к аварийным условиям.»(Лит.[1], пункт 5.11).

8.2 Следует разрабатывать эксплуатационные процедуры для нормальной эксплуатации, чтобы обеспечить эксплуатацию станции в рамках ПУЭ и обеспечивать инструкции для безопасного проведения всех режимов нормальной эксплуатации таких, как пуск, работа на мощности, останов, состояние останова, изменения нагрузки, контроль технологического процесса, обращение с топливом. При необходимости, эксплуатационные процедуры следует представлять регулирующему органу для оценки и одобрения.

8.3 В поддержку основным эксплуатационным процедурам следует разрабатывать процедуры, обеспечивающие сигнализацию. Их следует разрабатывать таким образом, чтобы они обеспечивали правильную и своевременную реакцию на отклонения от пределов стационарных



условий (Дополнение) а также гарантировали, что параметры станции поддерживаются внутри установленных пределов.

8.4. В случаях ожидаемых нарушений нормальной эксплуатации и аварий эксплуатационные процедуры обеспечивают инструкции для восстановления. Для того, чтобы при проектных авариях сохранить состояние станции в рамках определенных пределов, эксплуатационные процедуры могут быть как событийно-ориентированными, так и симптомно-ориентированными. Для запроектных аварий инструкции будут симптомно-ориентированными, что означает, что в них будут использоваться параметры, определяющие состояние станции, с тем, чтобы определить оптимальные действия операторов по восстановлению без проведения диагностики аварии.

8.5. Если в эксплуатационной практике атомной станции используются устные и/или письменные инструкции, следует обеспечить наличие административных процедур, для того чтобы гарантировать, что устные или письменные инструкции не расходятся с установленными эксплуатационными процедурами и не противоречат установленным ПУЭ. О любом несоответствии следует извещать регулирующий орган для предварительного одобрения.

8.6. Эксплуатационные процедуры следует подвергать проверке и подтверждению для того, чтобы гарантировать, что они правильны с административной и технической точек зрения, легки для использования операторами и будут действовать, как намечено. Следует уделять специальное внимание тому, чтобы эксплуатационные процедуры были совместимы с окружающей средой, в которой предполагается их использование. Подтверждение эксплуатационных процедур следует проводить в той форме, в которой они будут использоваться на месте.

8.7. Эксплуатационные процедуры следует периодически пересматривать для того, чтобы обеспечить их соответствие своему назначению, при необходимости процедуры следует модифицировать, подвергать проверке и подтверждению и представлять на одобрение в установленном порядке.

## ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ АВАРИЙНЫХ ПРОЦЕДУР

8.8. Аварийные эксплуатационные процедуры могут быть разработаны, как событийно-ориентированные или как симптомно ориентированные.

Для проектных аварий могут быть использованы оба подхода, хотя симптомно ориентированные процедуры более предпочтительны по причинам, указанным в пункте 8.12. Для запроектных аварий, вследствие более широкого изменения условий, более предпочтительны симптомно ориентированные аварийные процедуры и руководства по управлению авариями.

8.9. В событийно ориентированных аварийных эксплуатационных процедурах действия оператора определяются на основании идентификации исходного события. В событийно ориентированных процедурах решения и действия в ответ на развитие аварии следует предпринимать на основании состояния станции, которое связано с исходным событием, которое предусмотрено в проекте и в отчете по анализу безопасности. При использовании событийно ориентированного подхода, оператор должен идентифицировать проектную аварию перед началом ограничительных и/или восстановительных действий.

8.10. Следует, чтобы событийно ориентированные аварийные эксплуатационные процедуры включали в себя, по крайней мере, следующее:

- (a) Симптомы для определения конкретной аварии (такие как сигналы, эксплуатационные условия, вероятные значения изменения параметров, характеристики возможного нарушения охлаждения активной зоны).
- (b) Действия автоматики, которые будут предприняты, как реакция на аварию.
- (c) Немедленные действия операторов для осуществления контроля или подтверждения действий автоматики.
- (d) Последующие действия операторов, направленные на возвращение реактора в нормальное состояние или на обеспечение безопасных, длительных и стабильных условий останова.

8.11. Следует рассмотреть внутренние ограничения событийно ориентированных процедур.

Они следующие:

- (a) Оптимальное восстановление и/или ослабление последствий возможно только после точного определения типа события. Операторы могут быть поставлены в необходимость реагировать на непредусмотренное событие и таким образом попасть в ситуацию,

для которой они не были подготовлены, или в ситуацию, для которой не существует процедур для идентификации возникшего исходного события.

- (b) В заключительном отчете по анализу безопасности принимаются во внимание и анализируются ограниченное число событий и непроанализированные запроектные аварии остаются за рамками процедур.
- (c) Большинство событийно ориентированных процедур ориентированы только на «один путь» развития аварии и имеют дело с ограниченным числом сочетаний событий.
- (d) Отсутствуют связи или точки перехода между различными процедурами; таким образом отсутствуют заранее определенные методы обращения с множественными событиями (такими, как разрыв паропровода в сочетании с потерей теплоносителя первого контура, или потеря питательной воды в сочетании с непредусмотренным переходным процессом, приводящим к срабатыванию аварийной защиты).

8.12. Симптомно ориентированные аварийные эксплуатационные процедуры могут разрешить некоторые ограничения событийно ориентированного подхода, проводя формальное определение и приоритизацию основных критических функций безопасности. В симптомно ориентированных процедурах решения по поводу действий, как реакций на события, следует принимать на основе симптомов и состояния систем станции (таких как значения параметров безопасности и критических функций безопасности). Это позволяет оператору поддерживать оптимальные эксплуатационные характеристики без необходимости следить за развитием сценария аварии. Метод отслеживания параметров станции, используемый в симптомно ориентированном подходе, соответствует потребностям персонала станции в условиях запроектных аварий.

8.13. Для внедрения симптомно ориентированных процедур следует провести всесторонний теплогидравлический анализ. Этот анализ должен продемонстрировать достаточность типового набора действий оператора, предпринимаемых в соответствии с ухудшением каждой из функций безопасности, чтобы противостоять наиболее тяжелому случаю ухудшения этой функции безопасности.

8.14. Следует обеспечить, чтобы аварийные эксплуатационные процедуры можно было легко отличить от других станционных процедур. Следует использовать унифицированный во всех отношениях формат. Заголовок процедуры следует делать коротким и образным, чтобы

оператор мог быстро распознать отклонения от нормальных условий, для которых эта процедура может быть применена.

8.15. Следует избегать поясняющего текста в эксплуатационных аварийных процедурах, которые должны быть ограничены инструкциями оператору для выполнения действий, или для проверки состояния станции. Аварийные ЭП могут содержать вспомогательную информацию, чтобы помочь оператору в выполнении дальнейших аварийных действий, но эту информацию следует отделять от основных процедурных действий. Там, где это подходит, в инструкции следует включать действия, для инициализации процедуры определения класса аварийных условий и начала соответствующих аварийных ответных действий. Инструкции по таким действиям следует повторять везде, где выполнение аварийной ЭП или руководства по управлению авариями выявляет изменение тяжести события.

8.16. Аварийные ЭП, или руководство по управлению авариями, необходимые для преодоления запроектных аварий, следует определять путем проведения систематического анализа запроектных аварий и анализа уязвимости станции по отношению к таким авариям, а также путем разработки стратегий для преодоления такой уязвимости.

8.17. Следует принимать во внимание специфические особенности станции при определении и выборе наиболее подходящих действий для преодоления запроектных аварий. Для предотвращения выброса радиоактивных веществ в окружающую среду в руководство по управлению тяжелыми авариями следует включать использование всех возможных средств, имеющих отношение к безопасности или обычных, находящихся на станции или на соседних блоках, либо вне станции.

8.18. Для обеспечения эффективного использования руководства по управлению авариями следует обеспечить его тесную взаимосвязь с существующими эксплуатационными процедурами, чтобы обеспечить преемственность и предотвратить ошибки и противоречия.

## ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕДУРЫ НА СТАДИИ ВВОДА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

8.19. Конструкторские, пуско-наладочные и эксплуатационные группы сотрудничают во время этапа ввода станции в эксплуатацию и

последовательный переход ответственности от одной группы к другой имеет место до тех пор, пока ответственность за всю станцию целиком не берет на себя руководство эксплуатируемой станцией. В этот период все операции следует проводить группой эксплуатации под контролем группы пуска-наладки, в соответствии с процедурами испытаний, подготовленными для реализации программы ввода в эксплуатацию.

8.20. Процедуры испытаний должны по возможности соответствовать нормальным эксплуатационным процедурам, чтобы проверить их, и в случае необходимости, исправить. Данный процесс дает возможность персоналу станции ознакомиться с нормальными эксплуатационными процедурами и с откликом станции на проведение таких процедур. Дополнительные рекомендации по поводу эксплуатационных процедур на стадии ввода в эксплуатацию могут быть найдены в Руководстве по безопасности МАГАТЭ по процедурам ввода в эксплуатацию атомных электростанций [5].

## **9. РАЗРАБОТКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПРОЦЕДУР**

9.1. Для разработки набора процедур, используемых при эксплуатации, следует обеспечить плановый и систематический процесс. Помочь в этом может использование подробного письменного руководства.

9.2. Каждую из процедур следует в достаточной степени детализировать, чтобы обеспечить квалифицированному лицу возможность выполнения требуемых действий без непосредственного надзора, но не следует стремиться к обеспечению полного описания имеющих место станционных процессов.

9.3. Формат процедур может меняться от станции к станции, в зависимости от политики эксплуатирующих организаций, однако его следует разрабатывать в соответствии с установленными требованиями и рекомендациями обеспечения качества. Соответствующие рекомендации представлены в серии публикаций по безопасности МАГАТЭ по обеспечению качества [6], и в частности, в руководстве по безопасности № 50-SG-Q13.

9.4. Для составления и проверки процедур должны назначаться лица, обладающие соответствующей компетенцией и опытом.

9.5. Следует использовать технологии, учитывающие человеческий фактор, такие как анализ задач, для того, чтобы разрабатывать безопасные, надежные и эффективные эксплуатационные процедуры, в которых учитывается планировка блочного пункта управления, общий проект станции, организация персонала и опыт эксплуатации на рассматриваемой станции.

9.6. Специфику руководства для конкретной станции следует обеспечивать в следующих областях:

- (a) Четкое определение ограничений, оговоренных в отчете по анализу безопасности и в ПУЭ.
- (b) Соответствующие связи между процедурами, чтобы избежать пропусков и повторений, четкое определение условий входа и выхода из процедур.
- (c) Представление информации операторам путем, получившим хорошее подтверждение на практике в отношении человеческого фактора, включая четкое определение целей и их значения, использование, там где следует, логических диаграмм, и других вспомогательных средств для оператора.
- (d) Необходимость письменных пояснений основ процедуры, для того, чтобы помочь пользователям и лицам, которые в будущем будут заниматься модификацией процедуры.
- (e) проверка и процесс одобрения, который включает в себя подтверждение для рассматриваемой станции или для моделирования в такой мере, насколько это практически осуществимо.
- (f) Использование событийно и симптомно ориентированных процедур для ожидаемых отклонений от нормальной эксплуатации и аварийных условий с использованием симптомно ориентированных процедур в аварийных условиях запроектных аварий.

9.7 Дополнительно, следует обеспечить, правильную идентификацию соответствующих датчиков, сигналов и пусковых устройств особенно для процедур, реализуемых после инцидентов или после аварий, чтобы гарантировать безопасный переход к адекватному безопасному состоянию. Дальнейшие рекомендации по разработке эксплуатационных процедур приведены в Приложении II.

## **10. СООТВЕТСТВИЕ ПРЕДЕЛАМ И УСЛОВИЯМ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ ПРОЦЕДУРАМ**

10.1. Руководство станции несет основную ответственность за обеспечение соблюдения ПУЭ. Для реализации этой ответственности следует установить соответствующие средства контроля в соответствии со Сводом положений МАГАТЭ по обеспечению качества и связанными с ним Руководствами по безопасности [6]. Главным средством для соблюдения ПУЭ является обеспечение согласования эксплуатационных процедур с ПУЭ. Некоторые ПУЭ могут быть прямо установлены в процедурах или других документах, и в этом случае их следует четко выделять во внедряемом документе. Для станций, состоящих из нескольких энергоблоков, не следует представлять в одном документе ПУЭ более чем для одного блока.

10.2. Для поддержки соблюдения ПУЭ, следует обеспечить, чтобы все лица, в обязанности которых входит применение ПУЭ, имели копию действующих ПУЭ и были соответствующим образом подготовлены относительно их применения. Если это возможно, пределы для эксплуатации следует четко показывать на приборах и экранах таким образом, чтобы способствовать их соблюдению. Аналогично, эксплуатационные инструкции должны быть легко доступны для персонала Блочного пункта управления и для других лиц, которым необходимо пользоваться процедурами, или использовать их для справки. Следует, чтобы эксплуатационный персонал был адекватно подготовлен к применению действующих процедур, также следует планировать и проводить соответствующую переподготовку персонала, когда ПУЭ и эксплуатационные процедуры модифицируются.

10.3. Следует докладывать о случаях, когда имеет место несоблюдение ПУЭ или невозможно следовать положениям процедур, а причины таких случаев анализировать. Это может приводить к модификации ПУЭ или процедур в соответствии с установленными процедурами, которые допускают проведение изменений под контролем и с последующим одобрением в соответствии с требованием регулирующего органа. Результаты штатных испытаний, или испытаний при вводе в эксплуатацию также требуют рассмотрения и анализа с точки зрения необходимости изменения ПУЭ и эксплуатационных процедур.

10.4 При модификации ПУЭ и/или эксплуатационных процедур следует использовать методы обращения с конфигурацией станции для гарантии того, что остальные документы продолжают соответствовать модифицированным ПУЭ и эксплуатационным процедурам. В частности, следует обеспечить механизм перехода от анализа безопасности через ПУЭ к внедрению процедур, чтобы поддержать контроль над конфигурацией и избежать случайного уничтожения действующих или использование устаревших ПУЭ или их неправильного применения. См. также МАГАТЭ Руководство по безопасности № 50-SG-Q2 по обеспечению качества [6].

10.5. Следует установить пределы и условия для количества персонала, а именно, на блочном пункте управления (Приложение 1). Эксплуатационные процедуры следует разрабатывать таким образом, чтобы они могли быть использованы имеющимся персоналом, как с точки зрения количества персонала, так и с точки зрения его квалификации. Следует обеспечить, чтобы в эксплуатационных процедурах было четко определено, кто отвечает за их внедрение. Если возникает необходимость устного взаимодействия, его следует проводить в соответствии с одобренными протоколами.

10.6. Следует вести и хранить записи станционных операций и сведений об их соответствии ПУЭ и эксплуатационным процедурам в соответствии с Руководством по безопасности МАГАТЭ №50-SG-Q3 по обеспечению качества [6]. Доклады о несоответствии следует анализировать для того, чтобы обеспечить внедрение корректирующих действий и помочь предотвращению такого несоответствия в будущем. Типичные документы и записи, относящиеся к этому руководству по безопасности, могут быть следующими:

- (a) Эксплуатационные записи, охватывающие периоды на каждом уровне мощности, включая останов;
- (b) Записи программы надзора;
- (c) Записи о запасах топлива (свежего и использованного), о перемещениях топлива, сведения о выгорании топлива и о проверке активной зоны.
- (d) Записи о выбросах газообразных и сброса жидких радиоактивных веществ в окружающую среду и о жидких и твердых радиоактивных отходах, хранящихся на площадке;
- (e) Записи циклов давления и температур для компонентов системы передачи тепла в первом контуре;



- (f) Записи рассмотрений модификаций, внесенных в эксплуатационные процедуры или в оборудование станции, связанные с ПУЭ, или записи рассмотрений модификаций, внесенных в ПУЭ;
- (g) Записи о ревизиях, их выводах, и корректирующих действиях;
- (h) Доклады об отклонениях от ПУЭ и эксплуатационных процедур;
- (i) Доклады об ошибках персонала и отказах компонентов систем безопасности, которые повлияли на соблюдение ПУЭ;
- (j) Специальные или временные эксплуатационные инструкции для случаев отклонений от нормальной эксплуатации, инцидентов и требования к проведению экспериментов;
- (k) Административные процедуры для разработки и утверждения эксплуатационных процедур, включая специальные и временные эксплуатационные процедуры.

10.7 Следует специально рассматривать структуру документации, упомянутой в разделе 10.6, для того, чтобы записи, связанные со стадией вывода из эксплуатации, могли быть легко найдены в случае надобности. Для указаний по выводу из эксплуатации следует смотреть также Руководство по безопасности МАГАТЭ по обеспечению качества № 50-SG-Q14 [6].

## Приложение I

### ВЫБОР ПРЕДЕЛОВ И УСЛОВИЙ ДЛЯ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

#### УПРАВЛЕНИЕ РЕАКТИВНОСТЬЮ

##### **Требования отрицательного коэффициента реактивности**

I.1. Следует обеспечивать такую минимальную отрицательную реактивность в устройствах управления реактивностью, имеющихся для ввода, чтобы уровень подкритичности, принятый в отчете по анализу безопасности, мог быть достигнут немедленно после останова реактора из любого эксплуатационного состояния и в любых аварийных условиях.

I.2. Необходимую отрицательную реактивность следует выражать в терминах, понятных для операторов реактора, таких как положение управляющих стержней, концентрация поглощающей жидкости, коэффициент размножения нейтронов.

I.3. Чтобы поддерживать определенную степень подкритичности в течение неопределенного периода времени после останова реактора, могут быть использованы дополнительные средства, предусмотренные в проекте, такие как борированная вода или другие поглотители, если температурный эффект, эффект изменения концентрации ксенона и другие переходные эффекты реактивности не могут быть скомпенсированы с помощью нормальных устройств управления реактивностью.

##### **Коэффициенты реактивности**

I.4. Когда анализ безопасности выявляет такую необходимость, следует устанавливать пределы для коэффициентов реактивности для различных состояний реактора, для гарантии того, что допущения, использованные для анализов аварий и переходных процессов, остаются справедливыми в течение каждого топливного цикла.

##### **Скорость введения положительной реактивности**

I.5. Следует устанавливать пределы для скорости введения положительной реактивности. Соблюдение пределов следует обеспечивать, как за

счет логики системы управления реактивностью, так и за счет выбора специальных ограничений, которые будут соблюдаться оперативным персоналом для того, чтобы предотвратить возникновение условий реактивной аварии, которые могут привести к чрезмерному увеличению температуры топлива.

### **Контроль нейтронного потока в активной зоне реактора**

I.6. Следует устанавливать необходимые потребности в контрольно-измерительной аппаратуре для адекватного контроля нейтронного потока на различных уровнях мощности реактора, включая условия пуска и останова реактора. Это может включать в себя условия на чувствительность нейтронных детекторов и на использование нейтронных источников для обеспечения минимального уровня нейтронного потока.

### **Средства воздействия на реактивность**

I.7. Для всех режимов нормальной эксплуатации следует устанавливать требования к работоспособности средств воздействия на реактивность, включая требования избыточности и разнообразия, как это установлено в отчете по анализу безопасности, и требования к индикаторам их положения. Следует обеспечить, чтобы эти требования к работоспособности конкретно определяли последовательность и времена включения и ввода средств воздействия на реактивность. Время срабатывания средств воздействия на реактивность должно соответствовать или быть более консервативным, чем проектные предположения.

### **Расхождения реактивности**

I.8. Следует устанавливать пределы на допустимые расхождения реактивности между предсказанными и реальными критическими конфигурациями средств воздействия на реактивность, их соответствие следует проверять при достижении первоначальной критичности, после каждой большой перегрузки и через определенные интервалы времени. Следует оценивать причину существенных расхождений и предпринимать корректирующие действия.

### **Системы жидких поглотителей**

I.9. Для всех систем с жидкими поглотителями следует устанавливать пределы для концентрации, запаса и температуры поглотителя,

влияющие на растворимость, и определять соответствующие меры, обеспечивающие выявление и корректировку отклонений от установленных пределов. Следует устанавливать эксплуатационные требования, обеспечивающие приведение в действие и функционирование систем и определять время, необходимое для приведения в действие и осуществления впрыска.

### **Активная зона**

I.10. После любых изменений в активной зоне следует проверить правильность расположения топлива и внутризонных компонентов в соответствии с письменными процедурами для гарантии того, что каждый элемент находится на своем месте.

### **Предотвращение разбавления бора**

I.11. Для легководных реакторов особое внимание следует уделять сведению к минимуму вероятности разбавления бора во время операций останова. Следует устанавливать пределы и условия для концентрации бора, для контроля нейтронного потока в диапазоне источника, изолирования источников не борированной воды и аварийных систем борирования.

## **СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ РЕАКТОРА И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА**

### **Система управления и защиты реактора и контрольно измерительная аппаратура для других систем безопасности**

I.12. Следует устанавливать требования к работоспособности системы управления и защиты реактора, к контрольно-измерительной аппаратуре и логике других систем безопасности одновременно с пределами на время срабатывания, дрейф нуля и точность там, где это требуется. Следует определять блокировки, необходимые в соответствии с отчетом по анализу безопасности, и устанавливать соответствующие эксплуатационные требования.

## **Контрольно-измерительная аппаратура и автоматика для дистанционного останова**

I.13. Там, где контрольно-измерительная аппаратура и автоматика для дистанционного останова предусмотрены проектом станции на случай возможной потери обитаемости блочного пункта управления, следует устанавливать требования к важнейшим параметрам (таким как температура, давление, расход теплоносителя), чтобы обеспечить останов станции и 0 поддержание ее в безопасном состоянии из помещения или помещений, вне блочного пункта управления.

## **ОХЛАЖДЕНИЕ АКТИВНОЙ ЗОНЫ**

### **Температура в контуре теплоносителя реактора**

I.14. Следует устанавливать пределы для температуры теплоносителя (максимум и минимум) и скорости изменения температуры для различных режимов нормальной эксплуатации, чтобы гарантировать, что установленные пределы безопасной эксплуатации для параметров активной зоны не превышаются и что температуры, влияющие на целостность контура теплоносителя реактора, поддерживаются внутри соответствующих границ.

### **Давление в контуре теплоносителя реактора**

I.15. Следует устанавливать пределы на допустимое давление в контуре теплоносителя реактора для различных режимов нормальной эксплуатации. Для некоторых целей, например, для того, чтобы учитывать связанные со свойствами материалов ограничения, эти пределы для эксплуатации следует устанавливать в соответствии с другими параметрами, такими, как температура или расход теплоносителя. В этих случаях следует четко устанавливать соотношения и обеспечивать графики или методы расчета, чтобы гарантировать непревышение допустимых условий. Точно также, там, где это применимо, следует устанавливать специальные требования. Пределы следует выбирать таким образом, чтобы обеспечить непревышение начальных условий, принятых при проведении различных анализов аварий, и поддержание целостности контура теплоносителя реактора.

## **Мощность реактора**

I.16. Следует устанавливать и определять в отчете по анализу безопасности пределы для полной мощности реактора, чтобы обеспечить неперевышение производительности систем охлаждения активной зоны.

## **Распределение энерговыделения реактора**

I.17. Следует устанавливать, там, где необходимо, специальную логику для воздействия на реактивность, либо для положения управляющих и/или поглощающих стержней вместе со значением реактивности для управляющих стержней, чтобы для различных режимов нормальной эксплуатации соответствовать ограничениям, установленным для допустимых отклонений потока, коэффициента неравномерности энерговыделения, распределения энерговыделения. Следует, чтобы должный контроль над распределением нейтронного потока обеспечивал неперевышение ограничений для температуры топлива, нейтронного потока и начальных условий, установленных при проведении анализов аварий. В подходящих случаях, для того, чтобы оператор реактора мог получить подтверждение соответствия, следует обеспечить надлежащие методы расчета или измерительную технику.

## **Водно-химические свойства теплоносителя реактора**

I.18. В дополнение к ограничениям, установленным для давления и температуры, следует устанавливать пределы для водно-химических свойств теплоносителя реактора; например, в водоохлаждаемых реакторах весьма важны такие характеристики, как проводимость, значение pH, содержание кислорода, а также уровень загрязнений такими веществами, как хлор и фтор.

## **Предохранительные и/или сбросные клапаны.**

I.19. Следует устанавливать эксплуатационные требования к количеству предохранительных и/или сбросных клапанов, необходимых для системы контура теплоносителя реактора. Для одноконтурных станций с кипящими реакторами эта система включает как сбросные, так и предохранительные клапаны. Следует установить уставки по давлению для срабатывания клапанов. Выбор этих значений следует проводить таким образом, чтобы целостность системы поддерживалась при всех

эксплуатационных состояниях, включая эксплуатацию при низких температурах.

### **Замедлитель и система газового наполнителя**

I.20. Для замедлителя, подходящим образом, следует устанавливать пределы по температуре, химическим свойствам и уровню загрязнений. Следует также устанавливать пределы для допустимых концентраций взрывчатых газовых смесей в газовом наполнителе. В этой связи, следует определять требования к эксплуатации оборудования, обеспечивающего текущий контроль.

### **Парогенераторы**

I.21. Для парогенераторов следует устанавливать требования к работоспособности, соответствующие требованиям, определенным в отчете по анализу безопасности. Эти требования должны включать в себя требования к работоспособности систем аварийной питательной воды, предохранительных клапанов, изолирующих клапанов системы пара, а также требования к удовлетворительному качеству воды и ограничения для уровня воды и минимальной способности теплообмена.

### **Протечки из контура теплоносителя реактора**

I.22. Предельные величины протечек следует устанавливать таким образом, чтобы запас теплоносителя можно было поддерживать с помощью системы нормальной подпитки, а целостность системы можно было бы обеспечивать с той степенью, которая принята в отчете по анализу безопасности. Следует определять максимальные протечки для отдельных компонентов, важных для безопасности, в соответствии с их функциями безопасности. Устанавливая пределы для протечек, следует учитывать допустимые пределы загрязнения окружающей среды или системы второго контура утекающей средой. Следует устанавливать требования к работоспособности для систем обнаружения и/или измерения протечки из контура теплоносителя реактора. В целом, протечки следует классифицировать как обнаруживаемые (например, протечки в систему сбора такие, как протечки через уплотнения насоса, протечки в защитную оболочку или через парогенератор; эти протечки следует измерять для того, чтобы не маскировать необнаруживаемые протечки) или необнаруживаемые протечки.

## **Радиоактивность теплоносителя, охлаждающего реактор**

I.23. Следует устанавливать пределы для допустимой радиоактивности теплоносителя, охлаждающего реактор, чтобы гарантировать защиту персонала и окружающей среды и обеспечить меру целостности топлива, как рассмотрено в отчете по анализу безопасности. Если для контроля за целостностью оболочек топлива используются текущие измерения активности теплоносителя, следует установить минимальные средства, необходимые для выявления и определения, там где возможно, поврежденного или подозреваемого в повреждении топлива.

## **Конечный поглотитель тепла**

I.24. Конечным поглотителем обычно является река, озеро или море, откуда охлаждающая вода забирается к оборудованию и конденсаторам. В некоторых случаях также используются градирни сухого или влажного типа. Следует определить ограничения на уровни выработки мощности, соответствующие охлаждающей способности конечного поглотителя тепла.

## **Отвод тепла в состоянии останова**

I.25. При эксплуатации в состоянии останова производительность систем охлаждения реактора может быть снижена. Следует устанавливать пределы на уровни остаточных тепловыделений для начала определенных операций, таких, как снижение уровня теплоносителя, разгерметизация контура теплоносителя реактора и защитной оболочки. Следует определять дополнительные пределы и условия для того, чтобы определить системы охлаждения, работоспособность которых необходима для всех состояний останова. Для легководных реакторов специальное внимание следует уделять контролю и управлению уровнями воды в период останова для того, чтобы предотвратить потерю систем отвода остаточных тепловыделений. Следует иметь пределы и условия на допустимые уровни и необходимый объем работоспособной контрольно-измерительной аппаратуры.

## **Системы аварийного охлаждения**

I.26. Следует устанавливать требования к работоспособности различных систем аварийного охлаждения активной зоны. Они должны включать требования к: работоспособности оборудования и окружающим условиям;



адекватности впрыска и циркуляции теплоносителя; целостности системы трубопроводов; определенным ограничениям на минимальные количества жидкости для всех систем, связанных с аварийным охлаждением активной зоны. Эти требования к работоспособности должны охватывать все средства, необходимые для того, чтобы справиться со всеми авариями, рассмотренными в отчете по анализу безопасности. В частности, для того, чтобы обеспечить постоянную готовность этих систем, следует установить требования к работоспособности систем аварийного энергоснабжения и других вспомогательных систем, таких как контуры обогрева, использующиеся для предотвращения замерзания растворов, для охлаждающих систем оборудования и для систем вентиляции. Следует также рассматривать и определять длительную работоспособность аварийных систем после возникновения аварии, чтобы гарантировать, что любой выброс радиоактивных веществ в окружающую среду будет ниже установленных пределов.

### **Системы защитной оболочки**

I.27. Следует устанавливать требования к работоспособности систем защитной оболочки, которые должны включать в себя определение стационарных условий, для которых не требуется герметичность защитной оболочки. Следует определять допустимые скорости утечки и устанавливать требования к работоспособности и условия для следующего оборудования: изолирующих клапанов; клапанов для срыва вакуума; пусковых устройств; систем для фильтрации, охлаждения, дозирования и разбрызгивания; систем контроля и анализа для горючих газов; систем вентиляции и очистки; связанной с ними контрольно-измерительной аппаратуры. Пределы и условия для эксплуатации следует определять таким образом, чтобы выброс радиоактивных веществ из системы защитной оболочки был ограничен до таких видов и скоростей утечки, которые приняты в отчете по анализу безопасности. Следует определять меры для контроля проходов, чтобы гарантировать, сохранение эффективности системы защитной оболочки.

## **ДРУГИЕ СИСТЕМЫ**

### **Системы вентиляции**

I.28. Если требуется, соответствующие пределы следует устанавливать к работоспособности систем вентиляции, там где такие системы были

установлены, в поддержку систем безопасности для контроля за содержанием летучих радиоактивных веществ в рамках установленных пределов.

### **Вентиляция второй защитной оболочки**

I.29. Если установлена вторая защитная оболочка, то следует обеспечивать ее вентиляцию и сохранение при соответствующем абсолютном давлении, как это описано в отчете по анализу безопасности для того, чтобы любая прямая утечка оставалась ниже принятого значения. Соответствующие пределы следует устанавливать относительно давлений или скоростей утечки.

### **Обслуживающие системы**

I.30. Надежная эксплуатация большого количества систем безопасности зависит от эксплуатации обслуживающих систем, таких как системы сжатого воздуха и системы технической воды. Пределы и условия для этих обслуживающих систем следует устанавливать в том случае, если они могут существенно воздействовать на безопасность станции.

### **Системы электроснабжения и другие источники энергии**

I.31. Для всех эксплуатационных состояний следует устанавливать требования к готовности источников электроэнергии. Они включают в себя: внешние источники; источники на площадке (дизели и газовые турбины, включая соответствующие запасы топлива); батареи и связанный с ними контроль; защитные, распределительные и переключающие устройства. Требования к работоспособности следует устанавливать таким образом, чтобы обеспечить снабжение требуемым количеством энергии все оборудование, связанное с безопасностью, необходимое для обеспечения безопасного останова станции и для ограничения и контроля аварийных условий. Следует так сформулировать требования к работоспособности, чтобы они определяли необходимую мощность, избыточность снабжающих линий, максимально допустимые времена задержки и необходимую длительность аварийного энергоснабжения. Эквивалентные требования следует устанавливать для других источников энергии (например, для пневматических энергосистем). Определенное внимание следует уделять тому, чтобы энергоисточники оставались адекватными при эксплуатации в состоянии останова, когда большое количество систем и компонентов выведены из эксплуатации для технического обслуживания.

## **Сейсмический контроль**

I.32. Там где необходимо, следует устанавливать требования к работоспособности приборов сейсмического контроля. Следует определять уставки для аварийных сигналов или каких-либо корректирующих действий, соответствующих отчету по анализу безопасности. Число устройств должно быть достаточным для того, чтобы любое необходимое автоматическое действие инициировалось при достижении назначенных пределов.

## **Перемещение тяжелых объектов**

I.33. Следует устанавливать пределы и условия для предотвращения перемещения тяжелых объектов через/или рядом с зонами, где системы или компоненты, связанные с безопасностью, могут быть повреждены в результате неправильных действий или отказов подъемного оборудования. Вероятно, что данные условия и пределы будут изменяться вместе с режимом эксплуатации.

## **Обращение с топливом**

I.34. Следует обеспечить, чтобы эксплуатационные требования для обращения с топливом и поглотителем включали в себя пределы для количества топлива, которое может быть одновременно в обращении и, если необходимо, для температуры и времени выдержки облученного топлива. Если необходимо, следует устанавливать требования к работоспособности оборудования для обращения с топливом. Следует предусматривать средства для контроля за реактивностью активной зоны в период проведения операций по загрузке и перегрузке топлива для обеспечения выполнения требований относительно реактивности. Следует определить процедуры и контрольно-измерительную аппаратуру, необходимую для такого мониторинга. Следует установить требования к связи между персоналом, выполняющим операции по обращению с топливом, и персоналом, находящимся на блочном пункте управления, чтобы в период операций по перемещению топлива гарантировать, невозможность действий, приводящих к ядерным возмущениям и риску облучения.

## **Хранение облученного топлива**

I.35. Следует устанавливать условия для хранения отработанного топлива, которые должны включать в себя: минимальную

производительность систем охлаждения отработанного топлива и минимальный уровень воды над топливом; запрет на хранение топлива в любом положении за исключением положения, предназначенного для облученного топлива; минимальную резервную емкость хранения и соответствующие запасы реактивности, предотвращающие возникновение критичности в зоне хранения. Следует определить соответствующий контроль за излучением в зоне хранения облученного топлива.

### **Хранение свежего топлива**

I.36. Следует устанавливать критерии для хранения свежего топлива. Также следует устанавливать специальные меры для предотвращения критичности в период хранения и проведения операций со свежим топливом. когда требуется следует проверять обогащение топлива перед погружением в активную зону.

### **Контрольно-измерительная аппаратура для контроля за излучением**

I.37. Следует устанавливать требования к работоспособности аппаратуры для контроля за излучением, включая контроль выбросов. Эти требования к работоспособности должны быть такими, чтобы обеспечивать необходимый контроль рабочих зон и путей выбросов в соответствии с требованиями по радиационной защите и требованиями регулирующего органа, чтобы гарантировать возникновение аварийных сигналов и начало соответствующих действий в случае превышения предела излучения или активности.

### **Кадровое обеспечение станции**

I.38. Следует определять персонал станции, требуемый для обеспечения различных состояний станции, который должен быть достаточен для проведения необходимых аварийных процедур. Следует устанавливать минимальные потребности в персонале на блочном пункте управления, включая необходимые квалификационные требования для выполнения его обязанностей.

### **Системы защиты от пожаров**

Для всех эксплуатационных состояний следует устанавливать требования к готовности систем защиты от пожаров.

## Приложение II

### РАЗРАБОТКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПРОЦЕДУР (ОСНОВНЫЕ КОНТУРЫ)

II.1. Станционные эксплуатационные процедуры могут разрабатываться по схеме, показанной на Рис. II.1, в соответствии с принципами обеспечения качества.

II.2. Нормально следует, чтобы составление проектов эксплуатационных процедур (ячейка 1) проводилось эксплуатационной группой. Основные документы, используемые для справки, должны включать:

- (a) Документы, содержащие предположения и цели проекта;
- (b) Контрактные документы от подрядчиков, содержащих руководства по эксплуатации систем и компонентов;
- (c) Документы ввода в эксплуатацию (Смотри Руководство по безопасности МАГАТЭ по вводу в эксплуатацию на атомных электростанциях [5]);
- (d) Документы, содержащие процедуры для таких же или аналогичных других станций;

Эксплуатационной группе следует обеспечить, чтобы процедуры в любом случае соответствовали отчету по анализу безопасности, пределам и условиям для эксплуатации и другим регулирующим требованиям, а также политике эксплуатирующей организации, отраженной в регламенте станции.

II.3. Экспертизу первого проекта эксплуатационных процедур и в особенности аспектов безопасности (ячейка 2) следует проводить соответствующим образом квалифицированному специалисту, чья квалификация, по крайней мере, не ниже, чем квалификация лица, готовившего проект документа. Эксперту следует проверить, действительно ли проект устанавливает требования о том, чтобы всё оборудование станции и его рабочие характеристики, которое полагалось краеугольным камнем в анализе безопасности, было работоспособным и соответствовало анализу безопасности.

II.4. Комментарии на проект документа следует запрашивать от эксплуатационного персонала, от проектировщика и от строителя (ячейки 3 и 3-(a)).

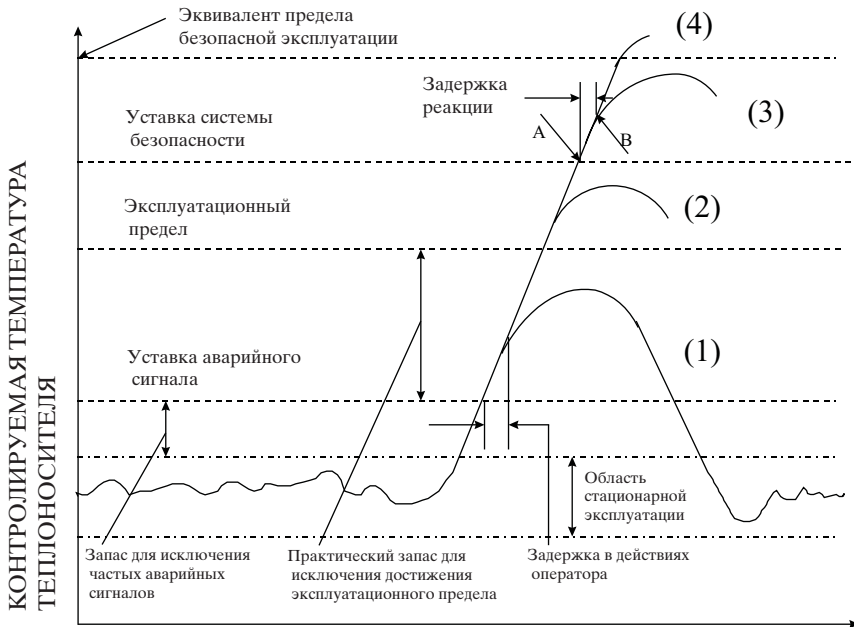
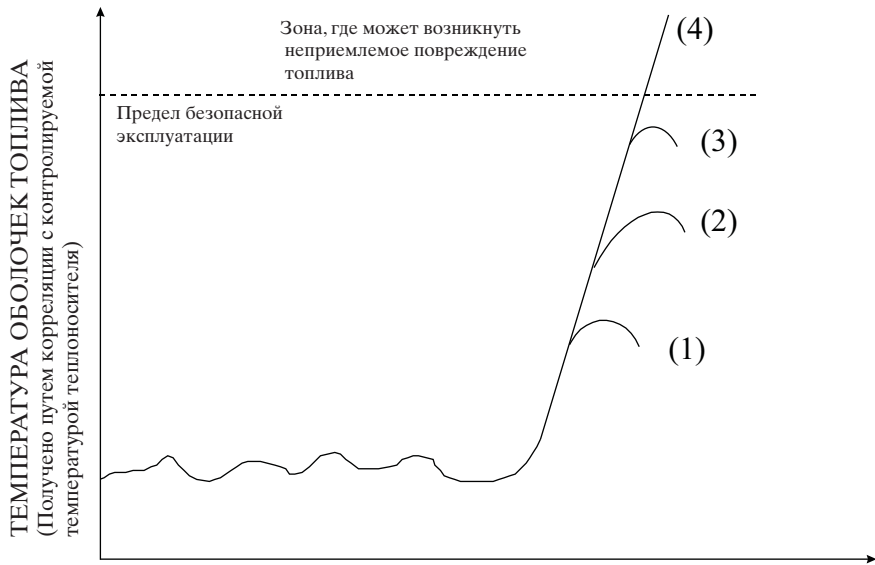


РИС. 1. Диаграмма последовательности разработки эксплуатационных процедур.

II.5. После утверждения проекта руководителем эксплуатации, его следует подвергнуть процедуре проверки путем первой попытки его применения в ходе реальной эксплуатации каждой системы или, если это необходимо, в ходе имитирующих операций (ячейка 5). Такую проверку следует проводить там, где это только возможно с помощью персонала, не несущего ответственность за составление и экспертизу документа. В тех случаях, когда проверка процедуры была проведена только с помощью имитирующих операций, следует как можно скорее обеспечить ее проверку в ходе реальной эксплуатации.

II.6. Если проверочный тест показал удовлетворительные результаты, проект документа следует направить руководителю станции с предложением утвердить его и выпустить. Если проект документа не будет признан удовлетворительным, его следует отослать обратно разработчику с предложениями по его модификации (ячейка 4(a)).

II.7. Процедуры следует одобрять и выпускать после того, как будет получено подтверждение о том, что в дальнейших модификациях нет необходимости (ячейка 6). Затем процедуры следует ввести в систему станционной документации, входящую в станционный регламент, и рассматриваемую в соответствии с принципами обеспечения качества (ячейка 8).

II.8. После одобрения, все процедуры следует распространять в соответствии с административными процедурами и обеспечивать их доступность для персонала на блочном пункте управления (ячейки 8 и 9).

II.9. Пересмотр следует проводить через установленные интервалы времени или всякий раз, когда это необходимо в свете опыта эксплуатации (ячейка 10).

II.10. Любые модификации процедур, как результат упомянутого выше пересмотра, следует проводить по той же схеме действий, как и для разработки исходного документа.

## СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Principles of Radioactive Waste Management, Safety Series No. 111-F, IAEA, Vienna (1995).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Predisposal Management of Radioactive Waste, Including Decommissioning, Safety Standards Series No. WS-R-2, IAEA, Vienna (2000).
- [3] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANISATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna (1996).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Legal and Governmental Infrastructure for Nuclear, Radiation, Radioactive Waste and Transport Safety, Safety Standards Series No. GS-R-1, IAEA, Vienna (2000).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Decommissioning of Nuclear Power Plants and Research Reactors, Safety Standards Series No. WS-G-2.1, IAEA, Vienna (1999).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Decommissioning of Medical, Industrial and Research Facilities, Safety Standards Series No. WS-G-2.2, IAEA, Vienna (1999).
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Near Surface Disposal of Radioactive Waste, Safety Standards Series No. WS-R-1, IAEA, Vienna (1999).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment, Safety Standards Series No. WS-G-2.3, IAEA, Vienna (2000).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Classification of Radioactive Waste, Safety Series No. 111-G-1.1, IAEA, Vienna (1994).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, Safety Standards Series No. TS-R-1 (ST-1, Revised), IAEA, Vienna (2000).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Physical Protection of Nuclear Material, INFCIRC/225/Rev. 3, IAEA, Vienna (1993).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Agency's Safeguards System (1965, as provisionally extended in 1966 and 1968), INFCIRC/66/Rev.2, IAEA, Vienna (1968).
- [13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Structure and Content of Agreements Between the Agency and States Required in Connection with the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons, INFCIRC/153 (Corrected), IAEA, Vienna (1972).



## ДОПОЛНЕНИЕ

### ПРИМЕР ДЛЯ ОБЪЯСНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ТЕРМИНОВ

#### ВВЕДЕНИЕ

А-1. Рисунок А-1 объясняет и иллюстрирует взаимосвязь между пределами безопасной эксплуатации, уставками систем безопасности и пределами для нормальной эксплуатации (эксплуатационными пределами).

А-2. Для простоты понимания, пример, приведенный на рисунке А-1, иллюстрирует только один случай, когда в качестве критического параметра рассматривается только температура оболочек.

А-3. С целью облегчить понимание рисунка А-1 полагалось, что в отчете по анализу безопасности установлена корреляция между контролируемым параметром (в этом случае температурой теплоносителя) и максимальной температурой оболочки, для которой установлен предел безопасной эксплуатации. С помощью анализа безопасности следует показать, что приведение в действие системы безопасности по уставке контролируемой температуры теплоносителя, может предотвратить достижение температурой оболочек топлива предела безопасной эксплуатации, за которым может возникнуть выброс значительного количества радиоактивных веществ из топлива.

#### ОБЛАСТЬ СТАЦИОНАРНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

А-4. Следует сохранять контролируемый параметр в стационарной области с помощью системы управления или действий оператора в соответствии с эксплуатационными процедурами .

#### ПРЕВЫШЕНИЕ УСТАВКИ АВАРИЙНОГО СИГНАЛА (КРИВАЯ № 1)

А-5. Контролируемые параметры могут превышать значения стационарной области вследствие, например, изменения нагрузки или разбаланса системы управления. Если температура растет и достигает уставки аварийного сигнала, оператору следует быть готовым и предпринять действия дополняющие действия автоматических систем для снижения

температуры до стационарных значений, не позволяя температуре достичь предела для нормальной эксплуатации. Следует принимать во внимание задержку ответных действий оператора.

#### ПРЕВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ПРЕДЕЛА (КРИВАЯ № 2)

А–6. Пределы для нормальной эксплуатации могут быть выбраны на любом уровне между областью стационарной эксплуатации и уставками для срабатывания систем безопасности на основе результатов анализа безопасности. Считается нормальным иметь запасы между уставками аварийных сигналов и эксплуатационными пределами, для того, чтобы учесть обычные флуктуации, возникающие при нормальной эксплуатации. Может также существовать зазор между эксплуатационными пределами и уставками для приведения в действие систем безопасности, для того, чтобы дать возможность оператору управлять переходным процессом без запуска систем безопасности. Если достигнуты эксплуатационные пределы и оператор способен предпринять корректирующие действия для предотвращения достижения уставок систем безопасности, то переходный процесс будет иметь вид, представляемый кривой № 2.

#### ПРЕВЫШЕНИЕ УСТАВОК СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ (КРИВАЯ № 3)

А–7. В случае неправильных действий систем управления или ошибок операторов или по каким-либо другим причинам, контролируемый параметр может достичь уставки системы безопасности в точке А, что приведет к срабатыванию системы безопасности. Ответные действия будут эффективны только в точке В из-за внутренних задержек в приборном обеспечении и оборудовании системы безопасности. Следует обеспечить такую эффективность ответных действий, чтобы предотвратить достижение предела безопасной эксплуатации, хотя локальное повреждение топлива не может быть исключено.

#### ПРЕВЫШЕНИЕ ПРЕДЕЛОВ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ (КРИВАЯ № 4).

А–8. В случае отказа, который выходит за рамки наиболее тяжелых событий, на которые рассчитана станция, либо в случае отказа или

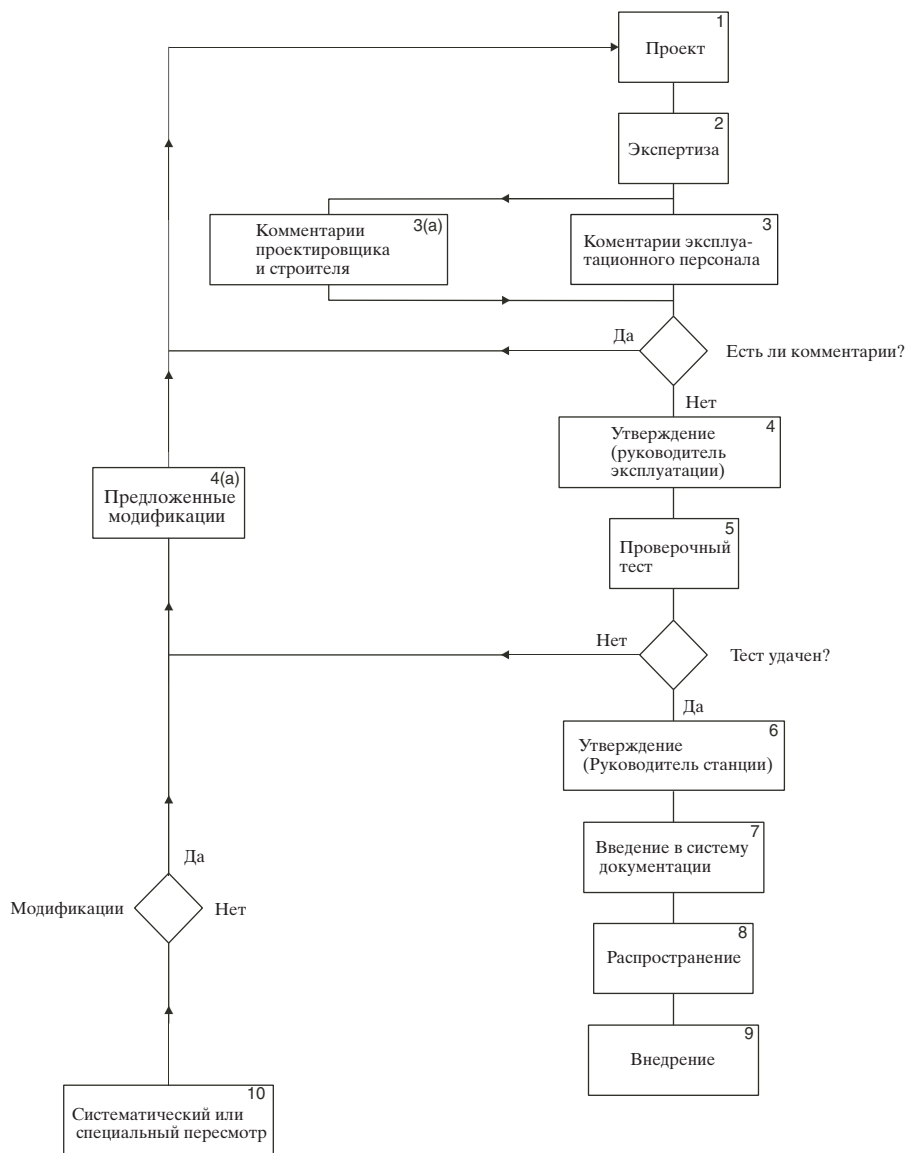


Рис. А-1 Соотношение между пределами безопасной эксплуатации, уставками для срабатывания систем безопасности и эксплуатационными пределами.

многочисленных отказов системы безопасности, может стать возможным превышение температурой оболочек топлива установленных пределов безопасной эксплуатации и, таким образом, может произойти выброс существенного количества радиоактивных веществ. Дополнительные системы безопасности могут быть включены посредством других параметров, чтобы ввести в работу другие технические средства с целью ограничения последствий аварий, и могут быть приняты меры по управлению авариями.

## ГЛОССАРИЙ

**Эксплуатирующая организация\оператор.** Любая организация, обратившаяся за разрешением или которой разрешено эксплуатировать атомную станцию и ответственная за ее безопасность.

**Пределы и условия для эксплуатации.** Набор правил, устанавливающих пределы для параметров, функциональные возможности и уровни рабочих характеристик для оборудования и персонала, одобренные регулирующим органом для безопасной эксплуатации атомной станции.

эксплуатационные состояния		аварийные состояния			
нормальная эксплуатация	Ожидаемые нарушения нормальной эксплуатации	(а)	проектные аварии	запроектные аварии	
				(б)	тяжелые аварии
управление авариями					

- (а) Аварийные состояния, которые явным образом не рассматриваются в рамках проектных аварий, но которые покрываются ими.
- (б) Запроектные аварии без существенного повреждения активной зоны.

**Аварийные условия.** Отклонения от условий нормальной эксплуатации, более серьезные, чем в случаях ожидаемых нарушений нормальной эксплуатации, включающие в себя проектные и тяжелые аварии.

**Управление авариями.** Выполнение набора действий в ходе развития запроектной аварии:

- для предотвращения перехода события в тяжелую аварию;
- для ослабления последствий тяжелой аварии; и
- для достижения длительного, безопасного и стабильного состояния станции.

**Ожидаемые нарушения нормальной эксплуатации.** Отклонение от процесса нормальной эксплуатации, возникновение которого предполагается хотя бы один раз за срок службы установки, но которое в виду мер, предусмотренных проектом, не вызывает существенных повреждений устройств, важных для безопасности и не приводит к проектным авариям.

**Проектные аварии.** Аварийные условия, на которые рассчитан проект станции, в соответствии с установленными проектными критериями, и для которых повреждение топлива и выход радиоактивных веществ сохраняется в рамках разрешенных пределов.

**Нормальная эксплуатация.** Эксплуатация внутри установленных эксплуатационных пределов и условий .

**Эксплуатационные состояния.** Состояния, определенные для нормальной эксплуатации и ожидаемых нарушений нормальной эксплуатации.

**Тяжелые аварии.** Аварийные условия, более тяжелые, чем проектные аварии и, включающие в себя существенные повреждения активной зоны.

**Пределы безопасной эксплуатации.** Пределы параметров эксплуатации, в рамках которых обоснована безопасная эксплуатация станции.

**Система безопасности.** Система, важная для безопасности, предусмотренная для обеспечения безопасного останова реактора, обеспечения отвода остаточных энерговыделений от активной зоны или для ограничения последствий ожидаемых нарушений нормальной эксплуатации или проектных аварий.

**Уставки систем безопасности.** Уровни, при которых автоматически срабатывают защитные устройства в случаях ожидаемых нарушений нормальной эксплуатации или проектных аварий для того, чтобы предотвратить превышение пределов безопасной эксплуатации.

## СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Brandejs, P.	State Office for Nuclear Safety, Чешская республика
Lange, D.	Международное агентство по атомной энергии
McIntyre, P.	Атомная станция «Berkeley» Объединенное Королевство
Straub, G.	TUV Energie und Systemtechnik GmbH, Германия
Taylor, R.	Международное агентство по атомной энергии
Vaisnys, P.	Международное агентство по атомной энергии

## **КОНСУЛЬТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ ПО ОДОБРЕНИЮ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ**

### **Консультативный комитет по нормам ядерной безопасности**

*Бельгия:* Govaerts, P. (Председатель); *Бразилия:* da Silva, A.J.C.; *Канада:* Wigfull, P.; *Китай:* Lei, Y., Zhao, Y.; *Чешская республика:* Stuller, J.; *Финляндия:* Salminen, P.; *Франция:* Saint Raimond, P.; *Германия:* Wendling, R.D., Sengewein, H., Kruger, W.; *Италия:* Venkat Raj, V.; *Япония:* Tobioka, T.; *Республика Корея:* Moon, P.S.H.; *Нидерланды:* de Munk, P., Versteeg, J.; *Российская Федерация:* Баклушин, Р.П.; *Швеция:* Viktorsson, C., Jende, E.; *Соединенное Королевство:* Willby, C., Pape, R.P.; *Соединенные Штаты Америки:* Morris, В.М.; МАГАТЭ: Lacey, D.J. (Координатор); *Агентство по ядерной энергии ОЭСР:* Frescura, G., Royen, J.

### **Консультативная комиссия по нормам безопасности**

*Аргентина:* Beninson, D.; *Австралия:* Lokan, K., Burns, P., *Канада:* Bishop, A. (Председатель), Duncan, R.M.; *Канада:* Huang, Q., Zhao, C.; *Франция:* Lacoste, A.-C., Asty, M.; *Германия:* Hennenhuffer, G., Wendling, R.D.; *Япония:* Sumita, K., Sato, K.; *Республика Корея:* Lim, Y.K.; *Словацкая республика:* Lipar, M., Misak, J.; *Испания:* Alonso, A., Trueba, P.; *Швеция:* Holm, L.-E.; *Швейцария:* Pretre, S.; *Соединенное Королевство:* Williams, L.G., Harbison, S.A.; *Соединенные Штаты Америки:* Travers, W.D., Callan, L.J., Taylor, J.M.; МАГАТЭ: Karbassioun, A. (Координатор); *Международная комиссия по радиологической защите:* Valentin, J.; *Агентство по ядерной энергии ОЭСР:* Frescura, G.