

Определение особо важных зон на ядерных установках



IAEA

Международное агентство по атомной энергии

СЕРИЯ ИЗДАНИЙ МАГАТЭ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В Серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности освещаются вопросы физической ядерной безопасности, касающиеся предупреждения и обнаружения преступных или преднамеренных несанкционированных действий, которые совершаются в отношении ядерного материала, другого радиоактивного материала, соответствующих установок или соответствующей деятельности, а также реагирования на подобные действия. Эти публикации соответствуют положениям международно-правовых документов по физической ядерной безопасности, таких как Конвенция о физической защите ядерного материала и поправка к ней, Международная конвенция о борьбе с актами ядерного терроризма, резолюции 1373 и 1540 Совета Безопасности Организации Объединенных Наций и Кодекс поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников, и служат дополнением к ним.

КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ В СЕРИИ ИЗДАНИЙ МАГАТЭ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Публикации Серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности выпускаются в следующих категориях:

- **«Основы физической ядерной безопасности»** — в них формулируется цель государственного режима физической ядерной безопасности и описываются основные элементы такого режима. Они служат основой для рекомендаций по физической ядерной безопасности;
- **«Рекомендации по физической ядерной безопасности»** — в них излагаются меры, которые следует принимать государствам для создания и обеспечения функционирования эффективного национального режима физической ядерной безопасности в соответствии с «Основами физической ядерной безопасности»;
- **«Практические руководства»** — в них даются руководящие указания относительно средств, при помощи которых государства могли бы осуществлять меры, изложенные в рекомендациях по физической ядерной безопасности. По существу, в них рассматриваются пути выполнения рекомендаций, касающихся общих направлений деятельности в сфере физической ядерной безопасности;
- **«Технические руководящие материалы»** — в них в дополнение к указаниям, содержащимся в практических руководствах, даются руководящие указания по конкретным техническим вопросам. В них подробно разбирается порядок действий по осуществлению необходимых мер.

СОСТАВЛЕНИЕ И РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ

В подготовке и рецензировании публикаций Серии изданий по физической ядерной безопасности участвуют Секретариат МАГАТЭ, эксперты из государств-членов (помогающие Секретариату в составлении публикаций) и Комитет по руководящим материалам по физической ядерной безопасности (КРМФЯБ), отвечающий за рецензирование и одобрение проектов публикаций. При необходимости в период работы над публикацией также проводятся технические совещания открытого состава, чтобы специалисты из государств-членов и соответствующих международных организаций могли рассмотреть и обсудить проект текста. Кроме того, для обеспечения международного рецензирования и достижения консенсуса на высоком уровне Секретариат представляет проекты текстов всем государствам-членам на официальное рассмотрение в течение 120-дневного срока.

Для каждой публикации Секретариат готовит следующие документы, которые поэтапно одобряются КРМФЯБ в процессе подготовки и рецензирования:

- набросок и план работы с описанием предполагаемой новой или пересмотренной публикации, ее предполагаемой цели, сферы применения и содержания;
- проект публикации для представления на отзыв государствам-членам в течение 120-дневного периода консультаций;
- окончательный проект публикации, в котором учтены замечания государств-членов.

В процессе подготовки и рецензирования публикаций Серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности принимаются во внимание соображения конфиденциальности и учитывается тот факт, что вопросы физической ядерной безопасности неразрывно связаны с общими и конкретными интересами национальной безопасности.

Одним из основополагающих моментов является необходимость учета в техническом содержании публикаций соответствующих норм безопасности МАГАТЭ и деятельности по гарантиям. В частности, публикации Серии изданий по физической ядерной безопасности, посвященные вопросам, которые пересекаются с вопросами безопасности, — известные как документы по взаимосвязанной тематике — на каждом из вышеуказанных этапов рецензируются соответствующими комитетами по нормам безопасности, а также КРМФЯБ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСОБО ВАЖНЫХ ЗОН
НА ЯДЕРНЫХ УСТАНОВКАХ

Членами Международного агентства по атомной энергии являются следующие государства:

АВСТРАЛИЯ	ЙЕМЕН	ПОЛЬША
АВСТРИЯ	КАБО-ВЕРДЕ	ПОРТУГАЛИЯ
АЗЕРБАЙДЖАН	КАЗАХСТАН	РЕСПУБЛИКА МОЛДОВА
АЛБАНИЯ	КАМБОДЖА	РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
АЛЖИР	КАМЕРУН	РУАНДА
АНГОЛА	КАНАДА	РУМЫНИЯ
АНТИГУА И БАРБУДА	КАТАР	САЛЬВАДОР
АРГЕНТИНА	КЕНИЯ	САМОА
АРМЕНИЯ	КИПР	САН-МАРИНО
АФГАНИСТАН	КИТАЙ	САУДОВСКАЯ АРАВИЯ
БАГАМСКИЕ ОСТРОВА	КОЛУМБИЯ	СВЯТОЙ ПРЕСТОЛ
БАНГЛАДЕШ	КОМОРСКИЕ ОСТРОВА	СЕВЕРНАЯ МАКЕДОНИЯ
БАРБАДОС	КОНГО	СЕЙШЕЛЬСКИЕ ОСТРОВА
БАХРЕЙН	КОРЕЯ, РЕСПУБЛИКА	СЕНЕГАЛ
БЕЛАРУСЬ	КОСТА-РИКА	СЕНТ-ВИНСЕНТ И ГРЕНАДИНЫ
БЕЛИЗ	КОТ-Д'ИВУАР	СЕНТ-КИТС И НЕВИС
БЕЛЬГИЯ	КУБА	СЕНТ-ЛЮСИЯ
БЕНИН	КУВЕЙТ	СЕРБИЯ
БОЛГАРИЯ	КЫРГЫЗСТАН	СИНГАПУР
БОЛИВИЯ, МНОГОНАЦИОНАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВО	ЛАОССКАЯ НАРОДНО- ДЕМОКРАТИЧЕСКАЯ РЕСПУБЛИКА	СИРИЙСКАЯ АРАБСКАЯ РЕСПУБЛИКА
БОСНИЯ И ГЕРЦЕГОВИНА	ЛАТВИЯ	СЛОВАКИЯ
БОТСВАНА	ЛЕСОТО	СЛОВЕНИЯ
БРАЗИЛИЯ	ЛИБЕРИЯ	СОЕДИНЕННОЕ КОРОЛЕВСТВО ВЕЛИКОБРИТАНИИ И СЕВЕРНОЙ ИРЛАНДИИ
БРУНЕЙ-ДАРУССАЛАМ	ЛИВАН	СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ АМЕРИКИ
БУРКИНА-ФАСО	ЛИВИЯ	СУДАН
БУРУНДИ	ЛИТВА	СЬЕРРА-ЛЕОНЕ
ВАНУАТУ	ЛИХТЕНШТЕЙН	ТАДЖИКИСТАН
ВЕНЕСУЭЛА, БОЛИВАРИАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА	ЛЮКСЕМБУРГ	ТАИЛАНД
ВЬЕТНАМ	МАВРИКИЙ	ТОГО
ГАБОН	МАВРИТАНИЯ	ТОНГА
ГАИТИ	МАДАГАСКАР	ТРИНИДАД И ТОБАГО
ГАЙАНА	МАЛАВИ	ТУНИС
ГАМБИЯ	МАЛАЙЗИЯ	ТУРКМЕНИСТАН
ГАНА	МАЛИ	ТУРЦИЯ
ГВАТЕМАЛА	МАЛЬТА	УГАНДА
ГВИНЕЯ	МАРОККО	УЗБЕКИСТАН
ГЕРМАНИЯ	МАРШАЛЛОВЫ ОСТРОВА	УКРАИНА
ГОНДУРАС	МЕКСИКА	УРУГВАЙ
ГРЕНАДА	МОЗАМБИК	ФИДЖИ
ГРЕЦИЯ	МОНАКО	ФИЛИППИНЫ
ГРУЗИЯ	МОНГОЛИЯ	ФИНЛЯНДИЯ
ДАНИЯ	МЬЯНМА	ФРАНЦИЯ
ДЕМОКРАТИЧЕСКАЯ РЕСПУБЛИКА КОНГО	НАМИБИЯ	ХОРВАТИЯ
ДЖИБУТИ	НЕПАЛ	ЦЕНТРАЛЬНОАФРИКАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА
ДОМИНИКА	НИГЕР	ЧАД
ДОМИНИКАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА	НИГЕРИЯ	ЧЕРНОГОРИЯ
ЕГИПЕТ	НИДЕРЛАНДОВ, КОРОЛЕВСТВО	ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА
ЗАМБИЯ	НИКАРАГУА	ЧИЛИ
ЗИМБАБВЕ	НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ	ШВЕЙЦАРИЯ
ИЗРАИЛЬ	НОРВЕГИЯ	ШВЕЦИЯ
ИНДИЯ	ОБЪЕДИНЕННАЯ РЕСПУБЛИКА ТАНЗАНИЯ	ШРИ-ЛАНКА
ИНДОНЕЗИЯ	ОБЪЕДИНЕННЫЕ АРАБСКИЕ ЭМИРАТЫ	ЭКВАДОР
ИОРДАНИЯ	ОМАН	ЭРИТРЕЯ
ИРАК	ПАКИСТАН	ЭСВАТИНИ
ИРАН, ИСЛАМСКАЯ РЕСПУБЛИКА	ПАЛАУ	ЭСТОНИЯ
ИРЛАНДИЯ	ПАНАМА	ЭФИОПИЯ
ИСЛАНДИЯ	ПАПУА — НОВАЯ ГВИНЕЯ	ЮЖНАЯ АФРИКА
ИСПАНИЯ	ПАРАГВАЙ	ЯМАЙКА
ИТАЛИЯ	ПЕРУ	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».

СЕРИЯ ИЗДАНИЙ МАГАТЭ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ, № 16

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСОБО ВАЖНЫХ ЗОН НА ЯДЕРНЫХ УСТАНОВКАХ

ТЕХНИЧЕСКИЕ РУКОВОДЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
ВЕНА, 2024 ГОД

УВЕДОМЛЕНИЕ ОБ АВТОРСКОМ ПРАВЕ

Все научные и технические публикации МАГАТЭ защищены положениями Всемирной конвенции об авторском праве, принятой в 1952 году (Женева) и пересмотренной в 1971 году (Париж). Впоследствии авторские права были распространены Всемирной организацией интеллектуальной собственности (Женева) также на интеллектуальную собственность в электронной и виртуальной форме. Для полного или частичного использования текстов, содержащихся в печатных или электронных публикациях МАГАТЭ, может потребоваться разрешение. Более подробная информация приводится на странице <https://www.iaea.org/ru/publikacii/prava-i-razresheniya>. Вопросы следует направлять по адресу:

Издательская секция (Publishing Section)
Международное агентство по атомной энергии
Венский международный центр
а/я 100
1400 Вена, Австрия
тел.: +43 1 2600 22529 или 22530
эл. почта: sales.publications@iaea.org
<https://www.iaea.org/ru/publikacii>

© МАГАТЭ, 2024

Отпечатано МАГАТЭ в Австрии
Октябрь 2024 года
STI/PUB/1505

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСОБО ВАЖНЫХ ЗОН
НА ЯДЕРНЫХ УСТАНОВКАХ
МАГАТЭ, ВЕНА, 2024 ГОД
STI/PUB/1505
ISBN 978-92-0-449423-5 (печатный формат)
ISBN 978-92-0-449323-8 (формат pdf)
ISSN 2788-8959

ПРЕДИСЛОВИЕ

Возможность использования ядерного или другого радиоактивного материала в злоумышленных целях не может быть исключена в нынешней глобальной ситуации. Государства отреагировали на этот риск, продемонстрировав коллективную приверженность укреплению защиты и контроля в отношении такого материала и принятию эффективных мер в случае возникновения событий, связанных с физической ядерной безопасностью. Государства договорились укрепить существующие и разработать новые международно-правовые документы с целью повышения уровня физической ядерной безопасности во всем мире. Обеспечение физической ядерной безопасности имеет первостепенное значение при управлении ядерными технологиями и в тех областях, где используется или транспортируется ядерный или другой радиоактивный материал.

В рамках своей программы по физической ядерной безопасности МАГАТЭ оказывает поддержку государствам в деле создания и обеспечения функционирования и устойчивости эффективного режима физической ядерной безопасности. МАГАТЭ приняло комплексный подход к обеспечению физической ядерной безопасности. Этот подход подразумевает, что эффективный национальный режим ядерной безопасности базируется на: применении соответствующих международно-правовых документов; защите информации; физической защите; учете и контроле ядерного материала; обнаружении незаконного оборота такого материала и соответствующих мерах реагирования; национальных планах реагирования; и принятии чрезвычайных мер. Целью публикаций МАГАТЭ, выпускаемых в Серии изданий по физической ядерной безопасности, является оказание государствам последовательной и комплексной помощи в установлении и обеспечении устойчивости такого режима.

В Серию изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности входят публикации категорий: «Основы физической ядерной безопасности», в которых указаны цели и основные элементы государственного режима физической ядерной безопасности; «Рекомендации»; «Практические руководства» и «Технические руководящие материалы».

Каждое государство несет полную ответственность за обеспечение физической ядерной безопасности, т.е. за обеспечение: физической безопасности ядерного и другого радиоактивного материала и связанных с ними установок, а также связанной с ними деятельности; физической безопасности такого материала при его использовании, хранении или перевозке (транспортировке) и противодействия незаконному обороту и

непреднамеренному перемещению такого материала. Ему следует также быть готовым к реагированию на событие, связанное с физической ядерной безопасностью.

Рекомендации МАГАТЭ по защите ядерных установок от саботажа (диверсии) содержатся в публикации «Рекомендации по физической ядерной безопасности, касающиеся физической защиты ядерных материалов и ядерных установок» (INFCIRC/225/Revision 5) (Серия изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности, № 13). После терактов 11 сентября 2001 года восприятие потенциальной террористической угрозы для ядерных установок существенно изменилось и МАГАТЭ приступило к разработке серии публикаций, содержащих руководящие материалы по обеспечению физической безопасности ядерного и радиоактивного материала и ядерных установок.

В настоящей публикации изложен структурированный подход к определению особо важных зон, в которых находятся оборудование, системы и элементы, подлежащие защите от саботажа. В частности, в ней содержатся подробные руководящие материалы по определению особо важных зон, т.е. зон, которые необходимо защищать на установках, являющихся потенциальным источником серьезных последствий. В то же время описанный процесс применим к определению зон, которые следует защищать на любой ядерной установке. Данный метод основан на анализе безопасности с целью разработки логических моделей саботажа для сценариев саботажа, которые могут вызывать неприемлемые радиологические последствия. Акты саботажа, представленные в логических моделях, увязываются с зонами, из которых они могут быть осуществлены. Затем логические модели анализируются с целью определения зон, которые следует защищать с целью предотвращения этих неприемлемых радиологических последствий.

Сотрудниками МАГАТЭ, ответственными за подготовку настоящей публикации, были А. Стадалникас и Д. Эк из Бюро физической ядерной безопасности, а также А. Гюрпинар и С.К. Ким из Отдела безопасности ядерных установок.

РЕДАКЦИОННОЕ ПРИМЕЧАНИЕ

Хотя для обеспечения точности информации, содержащейся в настоящей публикации, были приложены большие усилия, ни МАГАТЭ, ни его государства-члены не несут ответственности за последствия, которые могут возникнуть в результате ее использования.

Использование тех или иных названий стран или территорий не означает какого-либо суждения со стороны издателя — МАГАТЭ — относительно правового статуса таких стран или территорий, их органов и учреждений либо относительно определения их границ.

Упоминание названий конкретных компаний или продуктов (независимо от того, указаны ли они как зарегистрированные) не означает какого-либо намерения нарушить права собственности и не должно рассматриваться как одобрение или рекомендация со стороны МАГАТЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ	1
1.1.	Общие сведения	1
1.2.	Цель	2
1.3.	Область применения	2
1.4.	Структура	2
2.	ПРОЦЕСС ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСОБО ВАЖНЫХ ЗОН	3
2.1.	Общая информация о процессе	3
2.2.	Исходные данные для процесса ООВЗ	6
2.2.1.	Учет политических соображений	6
2.2.2.	Характеристики площадки и установки	9
2.2.3.	Анализ радиологических последствий	10
2.3.	Прямой саботаж в отношении наличного количества ядерного или другого радиоактивного материала	11
2.4.	Косвенный саботаж в отношении наличного количества ядерного или другого радиоактивного материала	11
2.4.1.	Исходные события злоумышленного происхождения	12
2.4.2.	ИСЗП, превышающие возможности системы смягчения последствий	14
2.4.3.	ИСЗП, находящиеся в пределах возможностей системы смягчения последствий	15
2.5.	Логическая модель саботажа	17
2.6.	Способность угрозы осуществлять события, связанные с саботажем	18
2.7.	Логическая модель зоны саботажа	19
2.7.1.	Сбор и ввод данных	20
2.7.2.	Обход	21
2.7.3.	Пространственные взаимодействия	21
2.8.	Потенциальные наборы особо важных зон	22
2.9.	Выбор набора особо важных зон	23
3.	ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ	25
3.1.	Цели и принципы документирования	25
3.2.	Организация документирования	25
3.3.	Защита информации	26

ДОПОЛНЕНИЕ. ПРИМЕР ЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ САБОТАЖА	27
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	35
СОВЕЩАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ НАСТОЯЩЕЙ ПУБЛИКАЦИИ	41

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

МАГАТЭ готовит ряд содержащих руководящие материалы публикаций, которые будут выпущены в серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности и призваны помочь государствам-членам в разработке, внедрении и оценке их систем физической защиты ядерного материала и ядерных установок. В настоящей публикации представлен систематический процесс определения *особо важных зон* ядерной установки.

Определение особо важных зон является важным этапом процесса защиты от саботажа. *Определение особо важных зон* (ООВЗ) — это процесс определения зон на ядерной установке, вокруг которых будет обеспечена защита с целью предотвращения или снижения вероятности саботажа. В публикации INFCIRC/225/Rev. 5 (Серия изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности, № 13) [1], далее называемой публикацией INFCIRC/225, указано, что ядерный материал в количествах, которые в случае их рассеяния могут приводить к серьезным радиологическим последствиям (СРП), и минимальный комплект оборудования, систем или устройств, необходимых для предотвращения СРП, следует размещать в пределах одной или нескольких особо важных зон, расположенных в защищенной зоне¹. При определении особо важных зон следует учитывать все меры, которые были предусмотрены на установке в целях обеспечения безопасности.

¹ «Серьезные радиологические последствия», упоминаемые в публикации [1], означают относительно тяжелые радиологические последствия, возникающие в результате работы крупных ядерных установок, таких как атомные электростанции. Уровень защиты особо важных зон, указанный в публикации [1], аналогичен уровню, необходимому для предотвращения хищения ядерного материала категории 1. В контексте дифференцированного подхода, зоны, в которых требуется защита наличных количеств, с которыми связаны последствия более низких категорий (выше неприемлемых радиологических последствий, но ниже серьезных радиологических последствий), могут быть определены с помощью процесса, описанного в настоящей публикации, хотя для этих зон могут потребоваться более низкие уровни защиты, чем те, которые требуются для особо важных зон.

1.2. ЦЕЛЬ

Целью настоящей публикации является описание процесса, который может быть использован для: i) определения всех возможных наборов особо важных зон на ядерной установке; и ii) выбора конкретного набора особо важных зон, которые будут защищены. Процесс выбора конкретного набора особо важных зон, подлежащих защите, основан на учете потенциальных радиологических последствий саботажа, а также особенностей эксплуатации, безопасности и средств физической защиты ядерной установки.

1.3. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая публикация посвящена исключительно процессу ООВЗ на ядерных установках. Процесс ООВЗ может быть использован для существующих установок с целью определения особо важных зон и оценки влияния изменений в проекте на выбор особо важных зон. Этот процесс может быть применен и к новым установкам на стадии проектирования с целью анализа того, каким образом можно оптимизировать средства проектирования и компоновки для выбора особо важных зон. Кроме того, концепции и принципы (т.е. определение материалов или элементов, требующих защиты в особо важной зоне на основе пороговых значений неприемлемых радиологических последствий), изложенные в настоящей публикации, могут применяться и на других установках, помимо ядерных.

1.4. СТРУКТУРА

В разделе 1 представлены общие сведения, цели и область применения настоящей публикации. В разделе 2 рассматриваются процесс, используемый для выявления особо важных зон, и ожидаемые результаты этого процесса. Кроме того, в нем изложены политические соображения, которые следует рассмотреть компетентному органу (государственному регулирующему органу), и действия оператора до начала ООВЗ, а также описан пошаговый процесс, ведущий к выбору минимального набора зон на ядерной установке, которые следует защищать как особо важные зоны. В разделе 3 приведены руководящие материалы по документированию результатов ООВЗ. В дополнении приведен пример решения логических моделей для определения вероятных наборов особо важных зон.

2. ПРОЦЕСС ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСОБО ВАЖНЫХ ЗОН

В данном разделе описывается процесс, используемый для определения особо важных зон на ядерной установке. Концепция особо важной зоны используется для определения границы вокруг особо важного оборудования, систем, устройств или ядерного материала, в отношении которых может быть применена физическая защита. Целью процесса ООВЗ является определение набора зон установки, содержащих оборудование, системы, конструкции, элементы, устройства, или действий оператора, которые, при условии их надлежащей защиты, позволят предотвратить СРП.

Процесс ООВЗ следует повторять при рассмотрении изменений в конструкции или до их реализации, а также при изменении угрозы. Лучше всего применять этот процесс на этапе проектирования новой установки, когда можно оптимизировать физическую защиту и избежать необходимости модернизации.

Как правило, за определение особо важных зон отвечает оператор, а государственный регулирующий орган — за валидацию процесса ООВЗ.

2.1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ПРОЦЕССЕ

Схема процесса ООВЗ представлена на рис. 1. Этот процесс состоит из следующих этапов:

- сбор исходной информации, используемой в процессе ООВЗ:
 - определение группы специалистов, осуществляющих процесс ООВЗ;
 - политические соображения. Учет ключевых политических соображений, необходимых для процесса ООВЗ;
 - характеристики площадки и установки. Определение наличных количеств ядерного и другого радиоактивного материала. Оценка характеристик установки и площадки, необходимых для определения того, может ли саботаж привести к СРП;
 - консервативный анализ, проводимый для каждого наличного количества ядерного и другого радиоактивного материала. Определение того, могут ли при полном выбросе любого наличного количества быть превышены критерии СРП. Включение прямого рассеивания любого такого наличного количества в качестве события в логическую модель саботажа и продолжение процесса, описанного ниже;

- выявление любых исходных событий [2] злоумышленного происхождения (ИСЗП), которые могут косвенно привести к СРП;
- выявление любых ИСЗП, которые превышают возможности систем смягчения последствий. Включение каждого такого ИСЗП в логическую модель саботажа в качестве события, приводящего к СРП;
- определение систем, структур и элементов для смягчения последствий каждого ИСЗП. Для каждого ИСЗП, не превышающего возможности системы смягчения последствий, определение функций безопасности, необходимых для смягчения ИСЗП, систем, конструкций и элементов, выполняющих функции безопасности, и критериев успеха для этих систем;
- разработка логической модели саботажа, определяющей сочетания событий (прямое рассеивание, ИСЗП, превышающие возможности системы смягчения последствий, и ИСЗП в сочетании с выводением из строя системы смягчения последствий), которые могут приводить к СРП;
- исключение из логической модели саботажа всех событий, которые предполагаемая угроза не имеет возможности реализовать;
- определение мест нахождения (зон), в которых могут быть осуществлены прямое рассеивание, ИСЗП и другие события, предусмотренные логической моделью саботажа. Замена событий в логической модели саботажа соответствующими им зонами;
- получение решения логической модели зоны саботажа с целью определения сочетаний мест нахождения, которые следует защищать;
- выбор набора особо важных зон, которые будут защищены с целью предотвращения саботажа, приводящего к СРП.

Анализ безопасности установки может предоставить ценную информацию и модели в поддержку ООВЗ. Если для установки была выполнена детерминированная оценка безопасности (ДОБ) или вероятностная оценка безопасности (ВОБ), то будет обеспечен анализ реагирования установки на различные исходные события (ИС), которые могут быть вызваны случайным отказом, влиянием человеческого фактора и т.п. Эти события могут также быть вызваны злоумышленными действиями. ДОБ и ВОБ [3, 4] предоставляют обширную информацию о характеристике площадки и установки, которая будет полезна группе специалистов, осуществляющих ООВЗ. Любой из этих видов анализа будет содержать информацию, которая может быть использована для построения логических моделей, необходимых для ООВЗ [5-7].

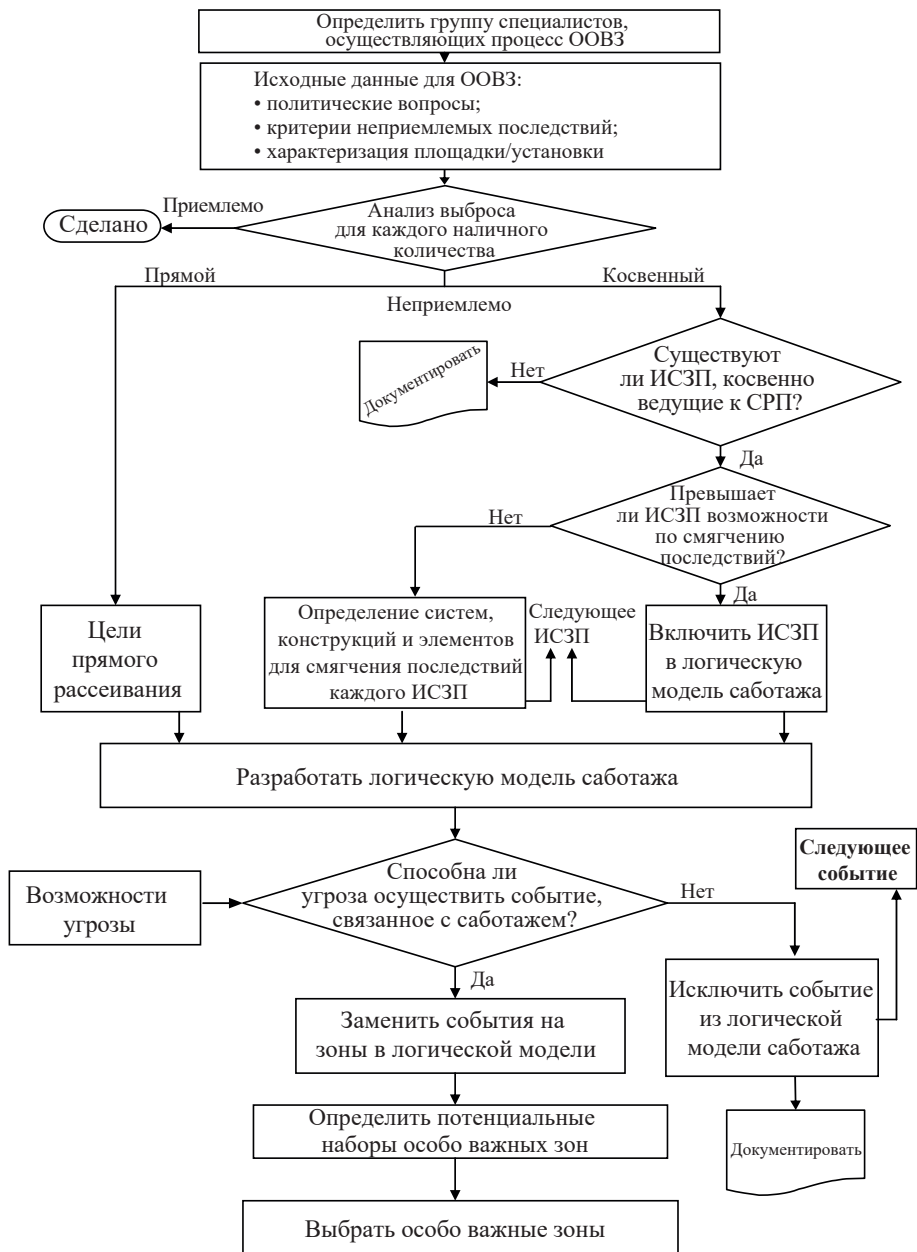


РИС. 1. Процесс определения особо важных зон

2.2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЦЕССА ООВЗ

2.2.1. Учет политических соображений

Перед началом процесса ООВЗ необходимо рассмотреть следующие политические соображения:

- четкое определение неприемлемых радиологических последствий (НРП), которые потребуют защиты от саботажа;
- четкое определение СРП, которое потребует обозначения и охраны особо важных зон;
- эксплуатационные состояния, для которых следует определять и защищать особо важные зоны;
- безопасное состояние установки, которое следует достигнуть после акта саботажа для каждого эксплуатационного состояния;
- следует ли считать, что одновременно с актом саботажа происходят события, связанные с неготовностью оборудования, отличные от злоумышленных действий по выводу его из строя;
- можно ли при анализе учитывать восстановительные мероприятия в рамках управления аварией после акта саботажа;
- угроза, от которой необходимо защитить установку.

Более подробно каждый из этих вопросов будет рассмотрен в следующих разделах.

2.2.1.1. Неприемлемые радиологические последствия

Первым важным политическим соображением является четкое решение относительно *неприемлемых радиологических последствий* и серьезных радиологических последствий. Обычно эти уровни последствий определяются как неприемлемый уровень дозы, неприемлемый уровень выброса радиоактивного материала или неприемлемое состояние станции, например повреждение активной зоны АЭС. Следует отметить, что если СРП идентичны тем, которые определены государством по соображениям ядерной безопасности, то анализ безопасности, выполненный для установки, может быть использован для ООВЗ без существенной модификации. Дальнейшее обсуждение неприемлемых радиологических последствий и пример таблицы классификации последствий саботажа можно найти в публикации [8].

2.2.1.2. Определение эксплуатационных состояний, подлежащих оценке

Некоторые установки могут иметь более одного эксплуатационного состояния, например, это нормальная эксплуатация, остановка станции, перегрузка ядерного топлива в случае энергетических реакторов. В этих различных эксплуатационных состояниях для выполнения необходимых функций безопасности может использоваться различное оборудование, а для защиты оборудования и материала могут потребоваться различные меры физической защиты. Компетентному органу следует определить или утвердить эксплуатационные состояния, которые будут рассматриваться в процессе ООВЗ. Определение особо важных зон для всех эксплуатационных состояний может быть выполнено путем анализа каждого эксплуатационного состояния или путем определения граничного эксплуатационного состояния, которое обеспечит защиту во всех состояниях. Эксплуатационные состояния, подлежащие оценке, следует определять с учетом возможности возникновения СРП в каждом эксплуатационном состоянии.

2.2.1.3. Безопасное состояние установки

Может существовать ряд состояний установки, которые, будучи достигнутыми после аварии или переходного процесса, предназначены для поддержания установки в безопасном состоянии. В принципе, на всех ядерных установках следует поддерживать осуществление фундаментальных функции безопасности [9], а именно:

- управление реактивностью;
- охлаждение радиоактивного материала;
- локализация радиоактивного материала.

В случае ядерных энергетических реакторов функция безопасности, связанная с охлаждением радиоактивного материала, часто дополнительно подразделяется на контроль давления теплоносителя в реакторе, контроль запасов теплоносителя в реакторе и отвод остаточного тепловыделения.

Следует обеспечивать, чтобы любое состояние установки, принятое для этой цели, было таким, при котором необходимые функции безопасности могут быть выполнены в течение разумного периода времени либо с помощью оборудования безопасности, предназначенного для выполнения этих функций, либо с помощью альтернативных механизмов, таких как управление авариями или обеспечение аварийной готовности и

реагирования на установке². Определенное(ые) безопасное(ые) состояние(я) установки может(могут) быть различным(и) при анализе различных эксплуатационных состояний установки. Компетентному органу следует определять или утверждать безопасное состояние установки для каждого эксплуатационного состояния установки.

2.2.1.4. Неготовность оборудования

Хотя при ООВЗ основное внимание уделяется последствиям злоумышленных действий, можно предположить, что неготовность оборудования может возникнуть случайно или в результате перебоев в техническом обслуживании, одновременно со злоумышленным действием. Результаты ООВЗ должны быть детерминированными, т.е. зона либо является особо важной, либо нет. Поэтому в предположениях, устанавливающих требования к ООВЗ, следует указывать, должен ли анализ включать одновременную неготовность оборудования вследствие случайного отказа или технического обслуживания³.

2.2.1.5. Учет проведения восстановительных работ

Анализ безопасности и другие виды анализа, используемые в качестве исходных данных для ООВЗ, часто содержат явные или неявные предположения о действиях персонала. Эти действия могут включать плановые или аварийные действия оператора, необходимые для поддержания установки в безопасном состоянии. Они также могут подразумеваться в методе моделирования реакции установки на события. Группе специалистов, осуществляющей ООВЗ, следует тщательно определять все неявные и явные предположения о действиях персонала, включенные в анализ безопасности и другие виды анализа, используемые в качестве исходных данных для ООВЗ. После того как эти действия будут определены, этой группе специалистов следует определить, можно ли учитывать такие действия в качестве части реагирования

² Если необходимо принять альтернативные меры, такие как обеспечение аварийной готовности и реагирования, то следует учесть время, необходимое для этого, и ситуацию, в которой эти действия следует предпринимать. В некоторых случаях развертывание и доступность этих мер могут сделать их непригодными для использования в отведенное для предотвращения СРП время.

³ Для того чтобы обеспечить надлежащую защиту установки при проведении технического обслуживания в особо важной зоне, компетентный орган может потребовать от оператора выделить и защитить временные особо важные зоны или принять другие компенсирующие меры.

установки на саботаж. В ходе проведения ООВЗ группа специалистов может также определить возможные восстановительные мероприятия с целью компенсации выведенного из строя оборудования. В этом случае группе специалистов, осуществляющей ООВЗ, также следует определить, следует ли учитывать восстановительные мероприятия в качестве части реагирования установки на саботаж. Группе специалистов, осуществляющей ООВЗ, следует документировать обоснование учета действий персонала, включая восстановительные мероприятия.

2.2.1.6. Характеристики угрозы

Физическую защиту ядерных установок следует основывать на проводимой государством текущей оценке угрозы [10]. Компетентному органу следует указать — в документе о проектной угрозе или в другом заявлении об угрозе — характеристики угрозы, от которой оператору следует обеспечить защиту. Характеристики угрозы используются в процессе ООВЗ для определения злоумышленных действий, которые способна осуществить угроза. В публикации [11] приведены руководящие материалы по разработке, осуществлению и сопровождению проектной угрозы.

2.2.2. Характеристики площадки и установки

Первым шагом при проведении ООВЗ является определение наличных количеств ядерного или радиоактивного материала, а также характеристик установки и площадки, которые потребуются для определения того, может ли саботаж привести к СРП. Для этого требуется информация относительно:

- площадки (территории, на которой расположена установка), такая как:
 - сведения о плотности населения вблизи установки и других характеристиках площадки с целью определения последствий потенциального радиологического выброса, когда критерии для СРП связаны с облучением за пределами площадки, а не с другими аналогичными событиями, такими как повреждение активной зоны или разрушение защитной оболочки;
- установки, такая как:
 - сведения о местах нахождения, формах наличных количеств, характеристиках и количествах ядерного и другого радиоактивного материала;

- сведения о критических функциях безопасности ядерной установки (например, о защите, предотвращении критичности, охлаждении, удержании, противопожарных мероприятиях, конструкционной целостности); подробная проектная информация о технологическом процессе и системах безопасности, необходимых для определения оборудования, систем, конструкций, элементов, устройств и действий оператора, для которых следует обеспечивать защиту с целью предотвращения СРП.

Следует обеспечивать, чтобы информация, необходимая для определения характеристик площадки и установки, была доступна из обоснования безопасности установки или другой документации по анализу безопасности.

2.2.3. Анализ радиологических последствий

Следует проводить консервативный анализ с целью определения потенциальных радиологических последствий, которые может повлечь за собой полный выброс наличного количества каждого ядерного или другого радиоактивного материала на установке. Этот анализ следует проводить без учета имеющихся на установке мер по физической защите и смягчению последствий.

Если потенциальные радиологические последствия, оцененные для наличного количества при этих консервативных условиях анализа, ниже, чем НРП, то саботаж, приводящий к НРП, для данного наличного количества невозможен⁴. Следовательно, для данного наличного количества нет необходимости выделять какие-либо зоны, подлежащие защите от саботажа. В случае таких наличных количеств оператору следует обеспечивать защиту оборудования и устройств, связанных с безопасностью, контролируя доступ к ним и обеспечивая их физическую безопасность. Если потенциальные последствия находятся между уровнями НРП и СРП, установленными государством, оператору следует определить зоны, подлежащие защите от саботажа, и обеспечить их защиту в соответствии с требованиями государства. Если потенциальные последствия превышают

⁴ Могут возникнуть обстоятельства, при которых нарушитель может, воздействуя на критичность, увеличить наличное количество радионуклида. Поэтому наличное количество, для которого потенциальные последствия изначально не превышали уровень СРП, в результате злоумышленного действия может приводить к его превышению.

уровень СРП, оператору следует определить особо важные зоны, как описано в следующих разделах, и обеспечить их защиту в соответствии с рекомендациями, приведенными в публикации [1].

Если консервативный анализ показывает наличие НРП, то может оказаться целесообразным провести более сложный и ресурсоемкий анализ, с тем чтобы определить более реалистичную оценку потенциальных последствий, связанных с таким же заданным количеством радиоактивного материала. Следует обеспечивать, чтобы расчет радиологических последствий был основан на консервативных, но реалистичных данных и предположениях, учитывающих такие данные, как доли выброса и покрытие. Следует обеспечивать, чтобы параметры для анализа определялись или утверждались компетентным органом.

2.3. ПРЯМОЙ САБОТАЖ В ОТНОШЕНИИ НАЛИЧНОГО КОЛИЧЕСТВА ЯДЕРНОГО ИЛИ ДРУГОГО РАДИОАКТИВНОГО МАТЕРИАЛА

Действия, непосредственно приводящие к выбросу радиоактивного материала, — это действия, при которых для рассеивания материала используется энергия внешнего источника (например, взрывного или зажигательного устройства). Если потенциальные радиологические последствия выброса полного наличного количества равны уровню СРП или превышают его, то прямое рассеяние этого наличного количества следует включать в логическую модель саботажа в качестве потенциального злоумышленного действия, приводящего непосредственно к СРП, и для этого наличного количества следует выполнить остальные этапы процесса определения особо важных зон. Возможность того, что угроза может вызвать прямое рассеивание наличного количества, рассматривается при рассмотрении характеристик угрозы на более позднем этапе процесса.

2.4. КОСВЕННЫЙ САБОТАЖ В ОТНОШЕНИИ НАЛИЧНОГО КОЛИЧЕСТВА ЯДЕРНОГО ИЛИ ДРУГОГО РАДИОАКТИВНОГО МАТЕРИАЛА

Злоумышленные действия, косвенно приводящие к выбросу ядерного и другого радиоактивного материала, — это действия, использующие потенциальную энергию (например, тепло или давление), содержащуюся в ядерном или радиоактивном материале или в технологической системе, для рассеивания этого материала. Косвенные акты саботажа не требуют

получения злоумышленником доступа к зоне, в которой находится материал; вместо этого они предполагают совершение актов в отношении оборудования, систем, конструкций, элементов, устройств или действий оператора, которые обычно поддерживают установку в безопасном состоянии. Если потенциальные радиологические последствия выброса полного наличного количества равны предельному значению СРП или превышают его, следует рассмотреть возможность саботажа, который может косвенно привести к СРП. Для определения зон, которые следует защищать с целью предотвращения действий, косвенно приводящих к СРП, следует рассмотреть два типа актов саботажа, а именно:

- действия, приводящие к возникновению ИС [2], создающих условия более тяжелые, чем те, которые могут выдержать системы смягчения последствий на установке (т.е. событий, выходящих за пределы проектной основы обеспечения безопасности);
- действия, приводящие к возникновению ИС и выводу из строя систем, необходимых для смягчения последствий ИС.

ИС, преднамеренно вызванное нарушителем в попытке вызвать выброс с установки, называется ИСЗП.

2.4.1. Исходные события злоумышленного происхождения

Основной целью этого этапа процесса ООВЗ является составление перечня злоумышленных действий, с помощью которых потенциальный нарушитель может инициировать цепочку событий, приводящих к СРП. Многие ИС уже были определены и проанализированы в документации по безопасности установки, например в отчете о ДОБ или ВОБ [3, 4], и эти ИСЗП следует рассматривать в качестве потенциальных ИСЗП. При определении ИСЗП группе специалистов, осуществляющих ООВЗ, следует рассмотреть три категории событий, которые могут быть не включены в обоснование безопасности и которые следует включить в процесс ООВЗ:

- 1) первая категория ИСЗП, не учитываемых в оценках безопасности, включает ситуации, в которых отсутствует энергия технологического процесса или другие источники энергии, способные рассеивать радиоактивный материал. Например, злоумышленные действия с использованием взрывчатых веществ или других источников энергии для прорыва или рассеивания могут приводить к разрушению барьеров или рассеиванию радиоактивного материала таким образом, который

невозможен без совершения злоумышленного действия. Поскольку эти ИС невозможны без совершения злоумышленного действия, они обычно не рассматриваются при анализе безопасности;

- 2) ко второй, смежной, категории ИСЗП, которые могут быть не учтены при анализе безопасности, относятся те ИС, вероятность случайного возникновения которых настолько мала, что они исключены из рассмотрения. Например, несколько независимых ИСЗП или массивных прорывов или отказов пассивных элементов, которые, хотя они и крайне маловероятны как случайные события, могут быть осуществлены нарушителем, оснащенным взрывчаткой или другими ресурсами, в том числе ресурсами на месте;
- 3) третья категория ИСЗП связана с источниками выбросов радиоактивного материала, которые, возможно, не входили в сферу действия документов по безопасности. ВОБ уровня 1 на ядерных энергетических реакторах касается только событий, способных привести к повреждению активной зоны и, соответственно, к выбросу радиоактивного материала из активной зоны реактора. В процессе ООВЗ также должны быть учтены и другие наличные количества радиоактивного материала, которые могут быть источником выброса, приводящего к СРП (такие, как облученное топливо и радиоактивные отходы).

Существует четыре подхода, которые могут быть использованы для определения ИСЗП, подлежащих рассмотрению в процессе ООВЗ. Поскольку цель состоит в том, чтобы составить как можно более полный список ИСЗП, группе специалистов, осуществляющих ООВЗ, следует рассмотреть возможность использования всех этих подходов:

- 1) *рассмотрение документации по безопасности.* Его следует сделать отправной точкой для данной части процесса ООВЗ. Следует рассмотреть перечни ИС в ДОБ и ВОБ, в анализе пожарной опасности, анализе сейсмической опасности и других оценках безопасности для анализируемой установки и аналогичных установок. Поскольку любое из ИС, возникающих случайным образом, может быть также вызвано злоумышленными действиями, этот набор ИС следует включить в перечень ИСЗП. Следует отметить, что допущения при анализе безопасности относительно природы этих ИС и реагирования на них станции следует подвергать повторному изучению в контексте злоумышленных действий и при необходимости пересматривать;

- 2) *ссылки на другие виды анализа ООВЗ.* Если для аналогичных установок были проведены другие виды анализа ООВЗ, то следует рассмотреть перечни использованных ИСЗП. Особенно важно выявить ИСЗП, которые не соответствуют ИС в документации по безопасности установки;
- 3) *инженерно-техническая оценка.* Системы установки (эксплуатационные и системы безопасности) и основные элементы следует подвергать систематическому рассмотрению с целью выявления дополнительных ИСЗП, например в тех случаях, когда последствия злоумышленных действий, на которые, как предполагается, способен потенциальный нарушитель (например, выведение из строя, нарушение нормального функционирования, прорыв, нарушение работы, разрушение или поджог) могут непосредственно или в сочетании с другими злоумышленными действиями приводить к СРП. Руководящие материалы в отношении этих видов анализа можно найти в публикации [12];
- 4) *дедуктивный анализ.* При таком подходе «неприемлемые радиологические последствия» систематически разбиваются на все возможные события, которые могут привести к их наступлению. Успешная эксплуатация систем и другие превентивные меры не учитываются. Затем события наиболее фундаментального уровня становятся кандидатами в перечень ИСЗП для установки.

Каждое ИСЗП следует оценивать на предмет наличия систем, способных его смягчить. ИСЗП, как сами по себе, так и в сочетании с отказами системы смягчения последствий, включаются в логическую модель саботажа, как указано ниже.

2.4.2. ИСЗП, превышающие возможности системы смягчения последствий

Каждое ИСЗП, превышающее возможности системы смягчения последствий, следует включать в логическую модель саботажа в качестве потенциального злоумышленного действия, приводящего к СРП. Возможность того, что угроза может вызвать ИСЗП, превышающее возможности системы смягчения последствий, учитывается при рассмотрении характеристик угрозы на более позднем этапе процесса.

2.4.3. ИСЗП, находящиеся в пределах возможностей системы смягчения последствий

Для учета ИСЗП, находящихся в пределах возможностей системы смягчения последствий, следует определить сочетания ИСЗП и событий, связанных с выводом из строя системы смягчения последствий, которые могут приводить к СРП. Система смягчения последствий включает в себя действия оператора. Эти сочетания событий, которые косвенно приводят к СРП, подробно описаны в логической модели саботажа. Возможность того, что угроза может вызвать ИСЗП или события, приводящие к выходу из строя, учитывается при рассмотрении характеристик угрозы на более поздних этапах процесса.

Конкретные системы, используемые для смягчения ИС, зависят от установки и количества или типа содержащегося в ней радиоактивного материала; эти системы могут различаться в зависимости от эксплуатационного состояния установки. Системы, используемые для смягчения ИС, — это системы, обеспечивающие такие функции безопасности, как контроль реактивности, отвод остаточного тепловыделения, обеспечение целостности границы давления контура теплоносителя и обеспечение целостности защитной оболочки. Концепция функций безопасности обсуждается в публикациях [2, 4]. Системы, непосредственно выполняющие критические функции безопасности, определяются как передовые системы, а системы, необходимые для нормального функционирования передовых систем, — как вспомогательные системы [4]. Успешное функционирование передовой системы может зависеть от наличия одной или нескольких вспомогательных систем; поэтому необходимо выявить эти зависимости.

Если для установки была подготовлена ВОБ, то следует обеспечивать, чтобы информация о передовых и вспомогательных системах была легко доступна из ВОБ или сопроводительной документации [7]. Если имеется только ДОБ, то группа специалистов, осуществляющих ООВЗ, обычно может получить большую часть этой информации или всю эту информацию из анализа аварий, используя инженерно-техническую оценку. Если в ДОБ перечислены группы безопасности, то эти перечни могут оказаться полезными для определения передовых систем и их зависимостей. Однако помимо анализа безопасности, могут существовать и другие зависимости, относящиеся к конкретным сценариям злоумышленных действий или саботажа. Например, вызванный взрывом разрыв трубопровода с охлаждающей водой может вызвать затопление, которое выведет из строя

оборудование, расположенное вблизи места разрыва трубопровода или под ним. Такие пространственные взаимодействия следует проанализировать в процессе ООВЗ (раздел 2.7.3).

Под успешной работой передовой системы («критериями успеха») понимается минимальная эффективность, необходимая для выполнения системой функции безопасности в конкретных условиях, создаваемых ИСЗП [8]. Соответствующая информация для разработки критериев успеха передовых систем и вспомогательных систем приводится в анализе безопасности установки. Критерии успеха для передовых систем имеют особое значение для анализа ООВЗ, так как они определяют отправные точки для последующего логического моделирования сценариев саботажа систем. Критерии успеха включают в себя показатели эксплуатационных характеристик (например, скорость потока, время реагирования), а также требования к аппаратному обеспечению, такие как количество необходимых трактов циркуляции, силовых трактов и т.п.

Определение критериев успеха для вспомогательных систем может оказаться более сложным. В большинстве случаев вспомогательные системы обслуживают более одной передовой системы, и, следовательно, каждое возможное состояние системы (например, работают три тракта, работают два тракта, работает один тракт, не работает ни один тракт) оказывает различное влияние на передовые системы, выполняющие определенную функцию безопасности. Таким образом, критерии успеха вспомогательной системы варьируются в зависимости от различных функций безопасности и связанных с ней передовых систем.

На некоторых установках может иметься большое количество ИСЗП, которые могут косвенно приводить к СРП. Для таких установок может оказаться желательным объединить в одну группу все ИСЗП, предъявляющие одинаковые требования к эффективности системы смягчения последствий. Такое группирование ИСЗП позволит сократить последующие усилия по разработке логической модели. Все ИСЗП в группе требуют, чтобы передовые системы и вспомогательные системы отвечали по сути одним и тем же критериям успеха с целью предотвращения СРП. Таким образом, используя одинаковую логику, можно моделировать сценарии саботажа, начиная с любого ИСЗП в группе. В случае установок, на которых число ИСЗП невелико, группирование ИСЗП может не потребоваться.

Если для установки была проведена ВОБ, то в документации по ВОБ следует указывать группирование ИС, рассмотренных в ВОБ; такое же группирование может быть использовано для соответствующих ИСЗП. Если ВОБ для установки не проводилась, то можно начать с группирования ИС, используя другую документацию по безопасности или другой источник. Однако варианты группирования ИСЗП зависят от конструкции установки,

поэтому варианты группирования, взятые из других источников, следует подвергнуть тщательной оценке, с тем чтобы убедиться в их пригодности для анализируемой установки.

Этапы, рассмотренные в разделе 2.6, позволяют получить:

- перечень ИСЗП, превышающих возможности систем смягчения последствий на установке;
- перечень ИСЗП, последствия которых могут быть смягчены, и передовых систем и вспомогательных систем, необходимых для реагирования на каждое из них;
- критерии успеха передовых и вспомогательных систем для каждого ИСЗП, последствия которого могут быть смягчены;
- ссылки на вспомогательную документацию;
- группирование ИСПЗ (при необходимости).

2.5. ЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ САБОТАЖА

Следующим этапом в проведении ООВЗ является построение логической модели саботажа, которая определяет события или сочетания событий, которые могут приводить к СРП, вызывающим необходимость защиты в особо важных зонах, включая прямое рассеивание радиоактивного материала, ИСЗП, превышающие возможности системы смягчения последствий, и сочетания событий, которые приведут к СРП в случае ИСЗП, находящихся в пределах возможностей системы смягчения последствий. Логическая модель может представлять собой утверждение, алгебраическое выражение или графическое представление, такое как дерево отказов или дерево событий. Логическая модель саботажа включает в себя все события прямого рассеивания, а также все ИСЗП и связанные с ними отказы систем смягчения последствий, которые приведут к СРП.

Прямое рассеивание и ИСЗП, превышающие возможности системы смягчения последствий, включаются в логическую модель как единичные события, приводящие к СРП. Та часть логической модели, в которой рассматриваются ИСЗП в пределах возможностей системы смягчения последствий, включает в себя каждое такое ИСЗП в сочетании со злоумышленным выведением из строя конкретных систем, предназначенных для смягчения последствий ИСЗП. Логические модели вывода системы из строя разрабатываются до уровня элементов с использованием нисходящего подхода. Эти логические модели следует разрабатывать достаточно

подробно, с тем чтобы обеспечить привязку событий, связанных с выводом из строя, к местам нахождения (зонам) на установке, в которых может быть осуществлен вывод из строя.

Информация, содержащаяся в анализе безопасности установки и другой документации по безопасности, может быть использована для разработки логической модели саботажа для ИСЗП в пределах возможностей системы смягчения последствий. Как правило, это делается в две стадии. На первой стадии разрабатывается логическая модель саботажа на установке, которая представляет собой сочетания ИСЗП и вывода из строя передовых систем, приводящие к СРП. Для этого используется информация, рассмотренная в разделах 2.4.1, 2.4.2 и 2.4.3, а также информация из анализа безопасности установки. На второй стадии разрабатываются логические модели саботажа для отдельных передовых систем и вспомогательных систем, от которых они зависят. Это делается либо путем модификации существующих логических моделей на основе ВООБ установки, если таковая была подготовлена, либо путем разработки логических моделей с использованием информации о конфигурации систем установки, а также информации о критериях успеха и зависимостях. В результате этого процесса формируется часть логической модели саботажа на установке, которая связывает каждое ИСЗП с выводением из строя передовых систем и соответствующих вспомогательных систем, а также действиями оператора, необходимыми для смягчения последствий ИСЗП.

В логической модели саботажа базовыми событиями будут события прямого рассеивания и события, выводящие из строя элементы системы смягчения последствий. Простой пример логической модели саботажа приведен в дополнении.

2.6. СПОСОБНОСТЬ УГРОЗЫ ОСУЩЕСТВЛЯТЬ СОБЫТИЯ, СВЯЗАННЫЕ С САБОТАЖЕМ

В рассмотренных в предыдущих разделах событиях, связанных с саботажем, не учитывается способность угрозы совершать злоумышленные действия. Действительно, включаются все события, которые могут прямо или косвенно привести к СРП, с тем чтобы не упустить ни одной потенциально важной зоны, без учета того, достаточны ли предполагаемые возможности угрозы для совершения актов саботажа. Если предполагаемые

характеристики угрозы изменяются, то информация и модели, разработанные на предыдущих этапах, будут актуальны для использования при определении особо важных зон в изменившихся условиях угрозы⁵.

На этом этапе процесса из рассмотрения следует исключить события, которые не являются достоверными с учетом предполагаемых возможностей угрозы. Следует оценить способность угрозы осуществить прямое рассеивание материала (раздел 2.3), вызвать ИСЗП (раздел 2.4.1) и вывести из строя системы смягчения последствий (раздел 2.4.3). События, которые находятся за пределами возможностей угрозы, могут быть исключены из логической модели саботажа.

Кроме того, следует определить любые события, которые система физической защиты установки не в состоянии предотвратить. При анализе логической модели саботажа будет предполагаться, что любые такие события происходят всегда. Как правило, следует предполагать, что произойдут любые события, которые угроза может осуществить без получения доступа к установке. Например, система физической защиты установки практически не в состоянии предотвратить потерю электроснабжения за пределами установки; угроза может вызвать потерю электроснабжения за пределами установки различными способами, не получая доступа к установке. Поэтому в процессе ООВЗ следует исходить из того, что внешнее электроснабжение отсутствует. Любые другие подобные события в логической модели саботажа следует определять и выделять для надлежащего учета в процессе определения зон, описанном в разделе 2.7.

2.7. ЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗОНЫ САБОТАЖА

Следующим этапом в процессе ООВЗ является определение и документирование зон, из которых нарушитель может осуществить каждое событие в логической модели саботажа. Информация об этих зонах собирается с помощью структурированного процесса и проверяется путем обхода установки. Следует также учитывать пространственное взаимодействие между смежными зонами, как обсуждено ниже.

⁵ Компетентный орган может потребовать, чтобы перед оценкой способности угрозы осуществить события, предусмотренные логической моделью саботажа, были завершены этапы ООВЗ, описанные в разделах 2.7 и 2.8. Такой подход, хотя он и требует дополнительных аналитических усилий, позволяет выявить все потенциальные наборы особо важных зон без учета характеристик угрозы.

2.7.1. Сбор и ввод данных

Данные о зоне вводятся в логическую модель саботажа путем замены каждого события (каждого события прямого рассеивания, ИСЗП и каждого события вывода из строя системы смягчения последствий) в модели на зону или зоны на ядерной установке, из которых оно может быть вызвано. В результате получается логическая модель зоны саботажа. Затем может быть получено решение логической модели зоны саботажа, как описано в следующем разделе, с целью определения сочетаний зон, злоумышленные действия из которых могут вызвать СРП, и минимальных сочетаний зон, защиту которых следует обеспечивать с целью предотвращения СРП.

Проектная документация ядерной установки содержит информацию, необходимую для определения зон, в которых могут быть осуществлены события, связанные с саботажем. На чертежах общего расположения следует указывать информацию о зонах, помещениях, стенах и дверях, а также о путях доступа. Другими источниками информации о местах нахождения оборудования являются схемы трубопроводов и КИП, изометрические чертежи, анализ безопасного останова, а также ВОБ в связи с пожарами, наводнениями и сейсмическими воздействиями. Поскольку любая зона, включенная в логическую модель, может быть выбрана в качестве особо важной, целесообразно предусматривать защиту вокруг каждой из них. Поэтому следует предусматривать возможность использования существующих или новых сооружений с целью создания физического барьера вокруг каждой определенной зоны. Следует также предусматривать возможность контроля доступа в каждую зону, минимизировать количество входов в нее и выходов из нее, а также обеспечивать соответствующую сигнализацию и охрану всех точек доступа в зону.

Зоны следует документально фиксировать путем их обозначения на чертежах расположения установки или других документах по проектированию и компоновке установки с целью четкого определения их границ. Информация о зонах вводится в логическую модель саботажа путем замены событий в модели на зоны, в пределах которых может быть осуществлено каждое событие. В зависимости от подхода это может быть сделано автоматически с помощью некоторого рода таблицы связей («карты мест нахождения») или вручную путем непосредственной модификации логической модели саботажа таким образом, чтобы все завершающие события были заменены на зоны, в которых они могут быть осуществлены. Результатом решения этой задачи является логическая модель зоны саботажа.

2.7.2. Обход

Информацию о зонах следует проверять путем проведения обхода с целью ООВЗ. В ходе подготовки к обходу с целью ООВЗ группе специалистов, осуществляющих ООВЗ, следует изучить информацию о местах нахождения⁶. В состав группы по проведению обхода с целью ООВЗ следует включать представителей служб безопасности, охраны, проектных и эксплуатирующих организаций установки.

Основными задачами обхода с целью ООВЗ являются:

- проверка зон, из которых угроза может осуществить прямое рассеивание;
- проверка набора зон, из которых угроза может осуществить каждое ИСЗП, определенное в разделе 2.4;
- проверка набора зон, из которых угроза может осуществить каждое из действий с целью вывода из строя оборудования, систем, конструкций, элементов, устройств или нарушения действий оператора, которые определены в логической модели саботажа;
- оценка возможности пространственного взаимодействия между смежными зонами.

2.7.3. Пространственные взаимодействия

Для учета пространственных взаимодействий между смежными зонами требуется дополнительное рассмотрение. Возможны случаи, когда злоумышленное действие в одной зоне может вывести из строя оборудование, элементы или устройства в одной или нескольких смежных зонах. Полезная информация о пространственных взаимодействиях содержится в ВОБ для внешних событий, таких как СРП сейсмических явлений, пожаров и наводнений, и в публикации [12].

⁶ В случае новых проектов анализ особо важных зон следует проводить до начала строительства. Обход проводится перед передачей установки оператору с целью подтверждения результатов анализа. Обсуждение обходов приведено в публикации [12].

2.8. ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ НАБОРЫ ОСОБО ВАЖНЫХ ЗОН

Определение потенциальных наборов особо важных зон осуществляется в два этапа:

- 1) *определение целевых наборов*: логическая модель зон саботажа анализируется с целью определения всех сочетаний зон, к которым нарушитель должен будет получить доступ для того, чтобы осуществить сценарии саботажа, которые могут привести к СРП. Каждое такое сочетание зон является набором минимального сечения логической модели зон саботажа и представляет собой полный набор целевых зон, в которые должен проникнуть нарушитель, чтобы осуществить сценарий саботажа. Сочетания зон, злоумышленные действия из которых могут вызвать СРП, могут быть полезны при разработке и оценке программы физической защиты установки. Эти сочетания зон могут быть рассмотрены с целью определения потенциальных целей нарушителя в качестве основы для разработки сценариев саботажа при проектировании и оценке систем физической защиты;
- 2) *определение наборов зон, подлежащих защите*: логическая модель зон саботажа анализируется с целью определения минимальных сочетаний зон, защиту которых следует обеспечивать для того, чтобы гарантировать, что ни один сценарий саботажа не может быть реализован. Этот этап выполняется путем нахождения наборов, обеспечивающих предотвращение [13], для логической модели зоны саботажа. Каждый набор, обеспечивающий предотвращение, представляет собой вариант того, что можно защитить с целью предотвратить все сценарии саботажа. Набор, обеспечивающий предотвращение, уровня 1 содержит, по крайней мере, одну зону из каждого из наборов минимального сечения логической модели зоны саботажа (и эквивалентен одному из решений для булева дополнения этой логической модели). Если нарушитель не сможет получить доступ ко всем зонам в одном наборе, обеспечивающем предотвращение, он не сможет совершить ни одного из актов саботажа, представленных в логической модели зоны саботажа. Каждый из наборов, обеспечивающих предотвращение, уровня 1 содержит минимальный комплект оборудования, систем, конструкций, элементов, устройств и/или действий оператора, который, при условии его защиты от

саботажа, гарантирует невозможность совершения актов саботажа. Защита каждой зоны в любом из этих наборов позволит предотвратить все сценарии саботажа, которые могут косвенно привести к СРП⁷.

Процесс получения решения логической модели зоны саботажа с целью определения потенциальных наборов особо важных зон проиллюстрирован в дополнении.

2.9. ВЫБОР НАБОРА ОСОБО ВАЖНЫХ ЗОН

Этот этап процесса ООВЗ заключается в выборе набора особо важных зон из потенциальных наборов особо важных зон, определенных в разделе 2.8. В настоящей публикации изложены рекомендации в отношении процесса выбора, но в ней не предписываются конкретные методы, которые следует использовать.

Каждый из потенциальных наборов особо важных зон соответствует рекомендациям, приведенным в разделе 7.1.5 публикации [1] для набора особо важных зон установки. Оператор установки может выбрать для защиты любой из потенциальных наборов особо важных зон. При выборе набора зон для защиты оператор может принимать во внимание различные факторы, важные для безопасной и эффективной эксплуатации установки. Например, оператор может выбрать тот потенциальный набор особо важных зон, который обеспечивает оптимальное сочетание:

- низких уровней воздействия на безопасность, эксплуатацию станции и аварийное реагирование;
- низкой сложности обеспечения защиты;
- высокой эффективности мер защиты;
- низких затрат на защиту особо важных зон.

⁷ С целью определения потенциальных наборов особо важных зон для обеспечения более высокой гарантии защиты или глубокоэшелонированной защиты могут быть использованы наборы, обеспечивающие предотвращение, уровня 2 (наборы, обеспечивающие предотвращение, содержащие по крайней мере две зоны из каждого из наборов минимального сечения). Логические модели зон саботажа, содержащие единственные зоны, из которых нарушитель может вызвать СРП, не будут иметь наборов, обеспечивающих предотвращение, второго или более высокого уровня.

Маловероятно, что один потенциальный набор особо важных зон получит наивысшую оценку по каждому из критериев выбора. Таким образом, необходимо будет повлиять на компромиссы между оценками в различных областях и выбрать тот потенциальный набор особо важных зон, который является в целом наилучшим выбором. Это можно сделать, используя инженерно-техническую оценку или более структурированный аналитический подход (например, аналитический иерархический процесс). В публикациях [14, 15] приведены примеры методов структурного анализа компромиссов.

Результатами процесса выбора особо важных зон являются:

- 1) таблица, в которой приводится оценка каждого из потенциальных наборов особо важных зон с точки зрения каждого из признаков, учитываемых при выборе набора особо важных зон, и документально зафиксирована агрегированная оценка или рейтинг каждого потенциального набора особо важных зон с соответствующим обоснованием;
- 2) рекомендуемый набор особо важных зон, основанный на наилучшей агрегированной оценке или рейтинге.

Набор особо важных зон, которые следует защищать с целью предотвращения саботажа, будет включать:

- все зоны, из которых предполагаемая угроза способна вызвать прямое рассеивание радиоактивного материала, превышающее критерии СРП;
- все зоны, из которых нарушитель может вызвать ИС, превышающие возможности систем смягчения последствий на установке;
- либо все зоны, в которых нарушитель может инициировать события, последствия которых системы безопасности могут смягчить, либо зоны, в которых расположены минимальные наборы оборудования, необходимого для смягчения последствий ИС.

3. ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

3.1. ЦЕЛИ И ПРИНЦИПЫ ДОКУМЕНТИРОВАНИЯ

Цель документирования анализа состоит в том, чтобы продемонстрировать, что ООВЗ удовлетворяет требованиям, установленным компетентным органом. Следует обеспечивать, чтобы документация была хорошо структурированной, лаконичной и удобной для просмотра и обновления. Могут потребоваться обновления, отражающие изменения в предполагаемых характеристиках нарушителя, а также изменения в эксплуатации установки, системах и мерах безопасности, а также в местах нахождения оборудования, систем, конструкций, элементов, устройств и/или в действиях оператора на установке. В документации следует четко излагать предположения, сделанные в отношении тем, связанных с политическими соображениями, рассмотренными в разделе 2.2.1, и соблюдать требования к обеспечению качества, установленные компетентным органом.

3.2. ОРГАНИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТИРОВАНИЯ

При организации документирования следует руководствоваться двумя общими принципами:

- 1) *прослеживаемость*. Следует предусматривать возможность прослеживания любой информации с минимальными усилиями в случае рассмотрения и обновления анализа;
- 2) *последовательность*. Следует обеспечивать, чтобы порядок появления аналитических данных в отчете соответствовал порядку, в котором проводился анализ, а именно:
 - исходные данные:
 - основные допущения, используемые в процессе;
 - результаты консервативного анализа;
 - потенциальные события прямого рассеивания;
 - определение ИСЗП;
 - определение систем безопасности, которые смягчают последствия ИСЗП;
 - разработка логической модели;
 - оценка возможностей угрозы;
 - определение зоны события, связанного с саботажем;

- определение потенциальных наборов особо важных зон;
- выбор набора особо важных зон.

3.3. ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

В процессе ООВЗ образуется конфиденциальная информация, которую следует надлежащим образом защищать в соответствии с требованиями информационной безопасности, установленными компетентным органом. Требования и процедуры информационной безопасности будут зависеть от правовой системы государства, в котором находится установка. Следует обеспечивать, чтобы каждый, кто имеет доступ к информации, образующейся в процессе ООВЗ, был обязан понимать и соблюдать требования информационной безопасности.

Дополнение

ПРИМЕР ЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ САБОТАЖА

В настоящем дополнении приводится пошаговое решение простой логической модели с целью иллюстрировать процесс определения потенциальных наборов особо важных зон. Решение примера логической модели показывает, как концепции минимальных сечений и минимальных наборов, подлежащих защите, применяются в процессе ООВЗ.

Логическая модель может представлять собой высказывание, алгебраическое выражение или графическое представление, такое как дерево отказов или дерево событий. Решение различных представлений для одной и той же логической задачи даст одинаковые результаты. Логическая модель «решается» путем применения к ней правил булевой алгебры. В таблице 2 приведены определения общих логических символов и правил булевой алгебры.

Рассмотрим воображаемую установку, имеющую следующие характеристики:

- 1) для этой установки определены два исходных события (ИС), ИС1 и ИС2, которые, если их последствия не смягчить, приведут к выбросам, превышающим установленные компетентным органом предельные значения СРП;
- 2) система безопасности S1 предназначена для смягчения последствий ИС1, а система S2 — для смягчения последствий ИС2;
- 3) система S1 имеет два тракта оборудования, T1 и T2. Если любой из этих трактов функционирует надлежащим образом, S1 может успешно смягчить последствия ИС1 (т.е. для того чтобы отказала S1, должны выйти из строя оба тракта);
- 4) система S2 имеет три тракта, T3, T4 и T5. Для того чтобы S2 успешно смягчила последствия ИС2, должны функционировать либо T3, либо оба T4 и T5 (т.е. S2 не сможет смягчить последствия ИС2, если откажут либо T3 и T4, либо T3 и T5);
- 5) тракты систем имеют элементы (обозначенные ниже буквой С), которые должны работать для того, чтобы эти тракты функционировали:
 - T1 отказывает, если отказывает любой из двух элементов (С1 или С2);
 - T2 отказывает, если отказывает либо С3, либо С4;
 - T3 отказывает, если отказывает либо С5, либо С6;
 - T4 отказывает, если отказывает либо С7, либо С8;
 - T5 отказывает, если отказывает либо С9, либо С10;

- 6) для того чтобы вызвать ИС и вывести из строя различные элементы, диверсант (лицо, совершающее акт саботажа) должен получить доступ к различным местам нахождения установки, обозначенным ниже метками L.

Событие	Место нахождения
Вывести из строя С1	L1
Вывести из строя С2	L2
Вывести из строя С3	L2
Вывести из строя С4	L2
Вывести из строя С5	L3
Вывести из строя С6	L3
Вывести из строя С7	L5
Вывести из строя С8	L6
Вывести из строя С9	L6
Вывести из строя С10	L6
Вызвать ИС1	L8
Вызвать ИС2	L9

Приведенные выше высказывания представляют собой одну из форм логической модели саботажа установки. Тщательно проанализировав эти высказывания, мы можем определить сочетания мест нахождения, в которые должен будет проникнуть диверсант, чтобы вызвать все ИС и отказы элементов, которые приведут к СРП. Например, если диверсант получил доступ к L2 и L8, он может инициировать ИС1 и вывести из строя S1, в результате чего произойдет выброс, превышающий пределы СРП. Диверсант может вызвать ИС1, если он получит доступ к L8. Если диверсант выведет из строя и T1, и T2, S1 не сможет смягчить последствия ИС1. Вывод из строя С2 может привести к выходу из строя T1, а вывод из строя С3 может привести к выходу из строя T2. Как С2, так и С3 могут быть выведены из строя из L2, поэтому, получив доступ как к L2, так и к L8, диверсант может вызвать СРП. Путем детального рассмотрения высказываний и таблицы мест нахождения можно определить все сочетания мест нахождения, в которых могут возникать ИС, достаточные для того, чтобы вызвать СРП.

При условии что установка достаточно проста, можно определить сочетания мест нахождения, из которых можно осуществить саботаж, путем осмотра, как это было сделано в предыдущем абзаце. Более полезный подход заключается в том, чтобы представить взаимосвязи между ИС, событиями выхода из строя и местами нахождения в виде логического уравнения. Событие, которое должно быть представлено в этом логическом уравнении, — это выброс, превышающий СРП. Используя определения, приведенные в таблице 2, составляют следующие уравнения, соответствующие высказываниям с 1 по 5 выше:

$$\text{СРП} = \text{ИС1} * \text{S1} + \text{ИС2} * \text{S2} \quad (1)$$

$$\text{S1} = \text{T1} * \text{T2} \quad (2)$$

$$\text{S2} = \text{T3} * \text{T4} + \text{T3} * \text{T5} \quad (3)$$

$$\text{T1} = \text{C1} + \text{C2} \quad (4)$$

$$\text{T2} = \text{C3} + \text{C4} \quad (5)$$

$$\text{T3} = \text{C5} + \text{C6} \quad (6)$$

$$\text{T4} = \text{C7} + \text{C8} \quad (7)$$

$$\text{T5} = \text{C9} + \text{C10} \quad (8)$$

В этих уравнениях S1 означает, что выведена из строя система безопасности 1, T1 означает, что выведен из строя тракт 1, C1 означает, что выведен из строя элемент 1, и т.д. Замена событий в этих уравнениях местами нахождения, в которых они могут быть вызваны, и упрощение с использованием правил булевой алгебры дает следующие результаты:

$$\text{T1} = \text{L1} + \text{L2} \quad (9)$$

$$\text{T2} = \text{L2} + \text{L2} = \text{L2} \quad (10)$$

$$\text{T3} = \text{L3} + \text{L3} = \text{L3} \quad (11)$$

$$\text{T4} = \text{L5} + \text{L6} \quad (12)$$

$$\text{T5} = \text{L6} + \text{L6} = \text{L6} \quad (13)$$

$$\text{S1} = (\text{L1} + \text{L2}) * \text{L2} = \text{L2} \quad (14)$$

$$\text{S2} = \text{L3} * (\text{L5} + \text{L6}) + \text{L3} * \text{L6} = \text{L3} * \text{L5} + \text{L3} * \text{L6} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} \text{СРП} &= \text{L8} * \text{L2} + \text{L9} * (\text{L3} * \text{L5} + \text{L3} * \text{L6}) \\ &= (\text{L8} * \text{L2}) + (\text{L9} * \text{L3} * \text{L5}) + (\text{L9} * \text{L3} * \text{L6}) \end{aligned} \quad (16)$$

Для этого простого примера существуют три сочетания мест нахождения, из которых диверсант может вызвать СРП:

$$\text{СРП} = \text{L8} * \text{L2} + \text{L9} * \text{L3} * \text{L5} + \text{L9} * \text{L3} * \text{L6} \quad (17)$$

Каждое сочетание мест нахождения, из которых может быть осуществлен саботаж, называется набором сечения уравнения места нахождения саботажа. Цель ООВЗ заключается в том, чтобы найти минимальный набор зон, которые должны быть защищены от саботажа с целью предотвращения всех возможных сценариев, приводящих к СРП. Это означает, что нам следует защищать по крайней мере одну из зон в каждом сочетании зон, из которых может быть осуществлен саботаж. Каждое сочетание мест нахождения, защита которых предотвратит все сценарии саботажа, является набором, обеспечивающим предотвращение, для логической модели и представляет собой потенциальный набор особо важных зон. В случае простых уравнений мест саботажа можно непосредственно определить сочетания мест нахождения, защита которых предотвратит саботаж. Из ур. (17) видно, что если нарушитель не может получить доступ к следующим ниже сочетаниям зон, то СРП возникнуть не могут.

$$\begin{aligned}
 \text{СРП предотвращены} = & \underline{L8 * L9} + \\
 & \underline{L8 * L3} + \\
 & \underline{L2 * L9} + \\
 & \underline{L2 * L3} + \\
 & \underline{L8 * L5 * L6} + \\
 & \underline{L2 * L5 * L6}
 \end{aligned}
 \tag{18}$$

Подчеркивание в ур. (18) означает, что предотвращен доступ к месту нахождения; например, $L8$ означает, что предотвращен доступ к $L8$. В терминах булевой алгебры $L8$ является дополнением (ненаступлением) события или логической операцией НЕ) для $L8$. Для приведенной в качестве примера установки существует шесть потенциальных наборов особо важных зон, как показано в уравнении 18. Этот результат можно также получить алгебраически, составив дополнение к уравнению для места нахождения саботажа и упростив его, используя правила булевой алгебры. Защита любого из потенциальных наборов особо важных зон гарантирует, что диверсант не сможет вызвать СРП. Если, например, мы выберем набор $L2$ и $L3$ в качестве окончательного набора особо важных зон, то это будут единственные две зоны станции, которые будут защищены как особо важные зоны. Защита этих двух зон гарантирует, что ни один из возможных сценариев саботажа не может быть полностью осуществлен.

Для эффективного представления логики саботажа в случае более сложных установок могут быть использованы деревья отказов. На рис. 2 представлено дерево отказов для приведенной в качестве примера установки, решение для которого будет получено с целью дополнительно



проиллюстрировать процесс определения потенциальных наборов особо важных зон. Верхним событием в этом дереве является выброс, превышающий пределы СРП (представленный условным обозначением СРП). Логические элементы показывают, как события в дереве в совокупности приводят к верхнему событию, и дерево развивается вниз до уровня отказов элементов. На рис. 3 показано дерево отказов с заменой всех конечных событий на места нахождения, из которых эти события могут быть вызваны. Это дерево отказов для места саботажа решается с использованием концепций булевой алгебры, применяемых в уравнениях (1)–(17), с тем чтобы получить те же самые результаты. Выражение в скобках рядом с каждым логическим элементом — это решение для этого логического элемента с точки зрения конечных событий в дереве. Один из способов получения наборов зон, подлежащих защите, уровня 1 для дерева отказов заключается в формулировании и решении двойственной задачи для этого дерева. Двойственная задача дерева отказов формируется путем замены каждого логического элемента ИЛИ в дереве на логический элемент И, каждого логического элемента И на логический элемент ИЛИ и каждого события на дополнение (НЕ) этого события. Существуют разнообразные пакеты прикладных программ, предназначенные для получения решений деревьев отказов и формирования наборов, обеспечивающих предотвращение (потенциальных наборов особо важных зон), необходимых в процессе ООВЗ.

В целом логическая модель саботажа для установки может быть разработана в нескольких эквивалентных формах. В результате решения логической модели получаются потенциальные наборы особо важных зон, которые могут быть защищены с целью предотвращения саботажа. Любой из потенциальных наборов будет содержать минимальный комплект оборудования, необходимого для того, чтобы исключить возможность реализации любых сценариев саботажа.

Логические символы

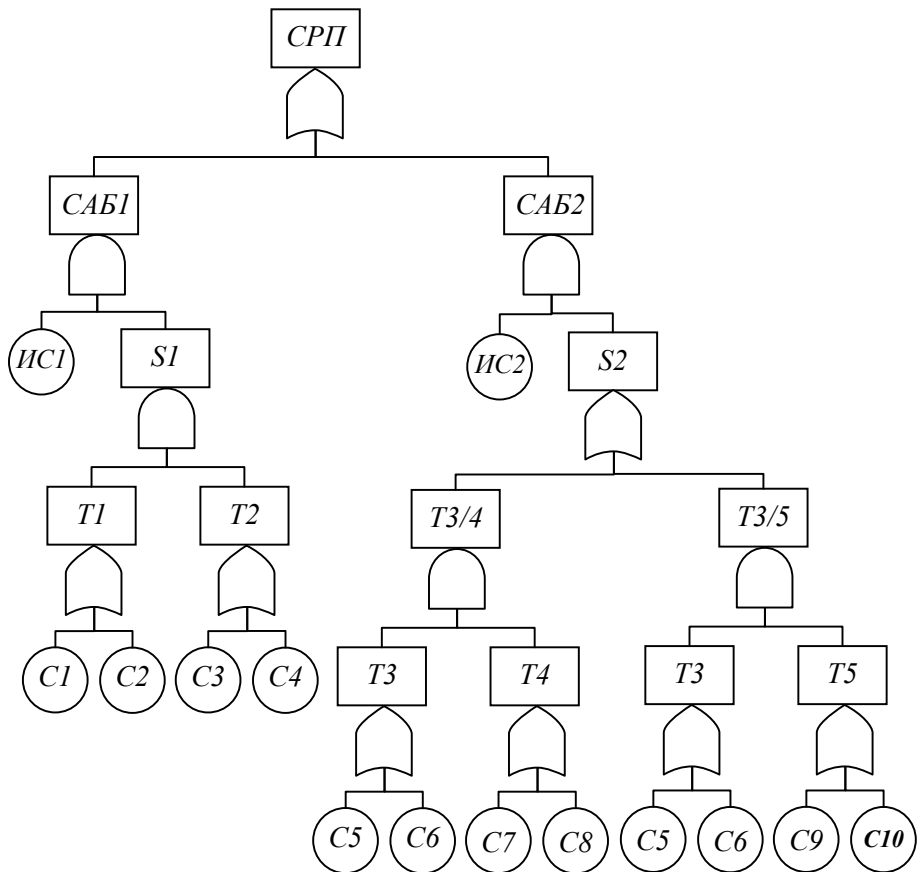
Символ	Операция	Определение
+	ИЛИ	Происходит любое из двух событий. $A+B$ означает, что происходит либо событие А, либо событие В.
*	И	Происходят оба события. $A*B$ означает, что происходят как событие А, так и событие В.

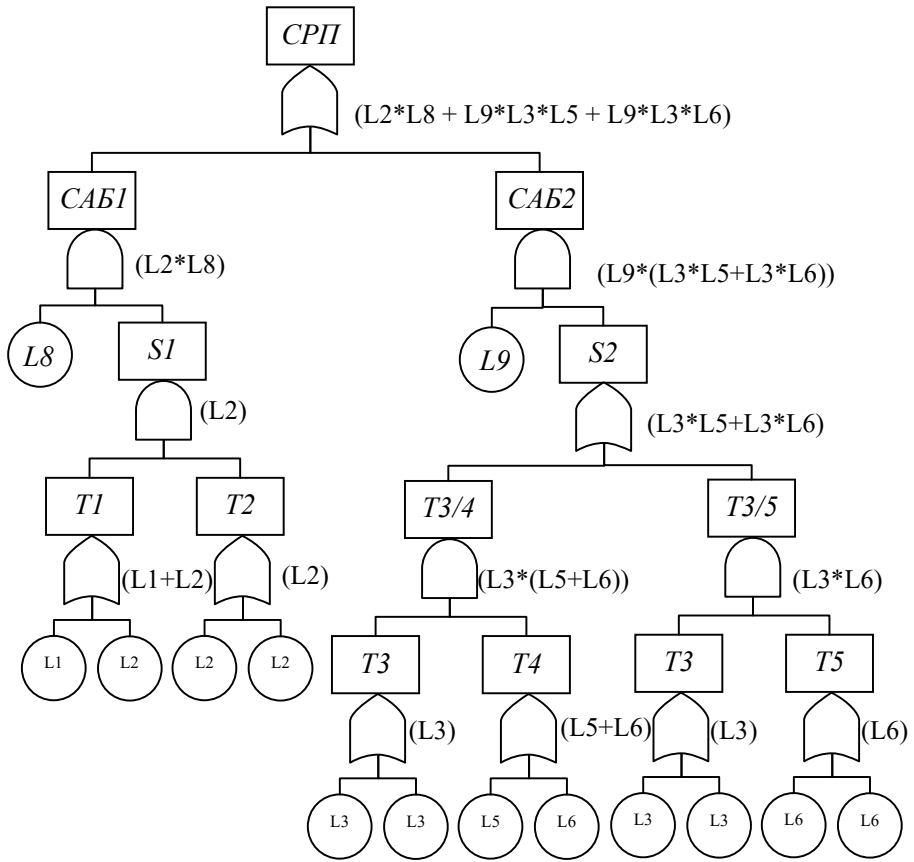
Логические элементы

Символ	Название логического элемента	Определение
	Логический элемент ИЛИ	Выходное событие происходит, если происходит любое из входных событий.
	Логический элемент И	Выходное событие происходит, если происходят все входные события.

Правила булевой алгебры

$A + A = A$	$A + A*B = A$	$(A + B) = \underline{A} * \underline{B}$
$A * A = A$	$A*(B + C) = A*B + A*C$	$(A*B) = \underline{A} + \underline{B}$





СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Рекомендации по физической ядерной безопасности, касающиеся физической защиты ядерных материалов и ядерных установок (INFCIRC/225/Revision 5), Серия изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности, № 13, МАГАТЭ, Вена (2012).
- [2] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Безопасность атомных электростанций: проектирование, Серия норм МАГАТЭ по безопасности, № NS-R-1, МАГАТЭ, Вена (2003).
- [3] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Оценка безопасности и независимая проверка для атомных электростанций, Серия норм МАГАТЭ по безопасности, № NS-G-1.2, МАГАТЭ, Вена (2004).
- [4] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Разработка и применение вероятностной оценки безопасности уровня 1 для атомных электростанций, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-3, МАГАТЭ, Вена (2014).
- [5] SANDIA NATIONAL LABORATORIES, A Systematic Method for Identifying Vital Areas at Complex Nuclear Facilities, SAND2004-2866, SNL, Albuquerque, NM (2005).
- [6] VARNADO, G.B., ORTIZ, N.R., Fault Tree Analysis for Vital Area Identification, NUREG/CR-0809, SAND79-0946, Albuquerque, NM, Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC (1979).
- [7] KOREA ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE, The Application of PSA Techniques to the Vital Area Identification of Nuclear Power Plants, KAERI, Seoul (2004).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Physical Protection of Nuclear Facilities and Nuclear Material against Sabotage, IAEA, Vienna (в процессе подготовки).
- [9] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Глоссарий МАГАТЭ по вопросам безопасности, издание 2007 года, МАГАТЭ, Вена (2007).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Amendment to the Convention on the Physical Protection of Nuclear Material, IAEA International Law Series No. 2, IAEA, Vienna (2006).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Development, Use and Maintenance of the Design Basis Threat, IAEA Nuclear Security Series No. 10, IAEA, Vienna (2009).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Engineering Safety Aspects of the Protection of Nuclear Power Plants against Sabotage, IAEA Nuclear Security Series No. 4, IAEA, Vienna (2007).
- [13] WORRELL, R.B., BLANCHARD, D.P., "Top event prevention analysis: A deterministic use of PRA", Probabilistic Safety Assessment Methodology and Application (Proc. Int. Conf. Seoul, 1995).
- [14] KEENY, R. L., RAIFFA, H., Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs, Wiley, New York (1976).

- [15] SAATY, T. L., Decision Making for Leaders: The Analytical Hierarchy Process for Decisions in a Complex World, Analytic Hierarchy Process Series, Vol. 2, RWS Publications, Pittsburgh (2002).

ОПРЕДЕЛЕНИЯ И АББРЕВИАТУРЫ

Для целей данной публикации используются следующие определения.

Вероятностная оценка безопасности (ВОБ) [probabilistic safety assessment (PSA)]. Всесторонний, структурированный подход к определению сценариев отказов, представляющий собой концептуальное и математическое средство для получения численных оценок риска [9].

Вспомогательная система (support system). Система, необходимая для надлежащего функционирования одной или нескольких передовых систем.

Детерминированная оценка безопасности (ДОБ) [deterministic safety assessment (DSA)]. Всесторонний, структурированный анализ, обеспечивающий оценку эксплуатационных характеристик установки в широком диапазоне условий эксплуатации, постулируемых исходных событий и других обстоятельств, демонстрируя, что нормальная эксплуатация может осуществляться безопасно таким образом, что параметры установки не выходят за эксплуатационные пределы.

Защищенная зона (protected area). Территория в зоне ограниченного доступа, на которой размещаются ядерный материал категории I или II и/или являющиеся целями для саботажа (диверсии) объекты, окруженные физическим барьером с дополнительными мерами физической защиты.

Исходное событие (ИС) [initiating event (IE)]. Событие, определенное на стадии проектирования как способное привести к ожидаемым при эксплуатации событиям или аварийным условиям. Упоминается в публикации [9] как постулируемое ИС.

Исходное событие злоумышленного происхождения (ИСЗП) [initiating event of malicious origin (IEMO)]. Злонамеренно инициированное ИС. Злоумышленное действие, которое нарушает эксплуатацию таким образом, что в случае неудачного смягчения последствий это приводит к неприемлемым радиологическим последствиям.

Косвенное рассеивание или выброс (indirect dispersal or release).

Рассеивание или выброс материала путем использования потенциальной энергии (т.е. тепла или давления), содержащейся в ядерном или радиоактивном материале или в технологической системе с целью рассеивания материала.

Критерии успеха (success criteria). Минимальные эксплуатационные характеристики системы, которые позволят выполнить функцию безопасности системы в определенных условиях, созданных исходным событием.

Логическая модель (logic model). Высказывание, алгебраическое выражение или графическое представление, отражающее сочетания отказов элементов, которые приводят к нежелательному событию или нежелательному состоянию системы.

Логическая модель саботажа (sabotage logic model). Логическая модель, документирующая злоумышленные события или сочетания злоумышленных событий, которые могут привести к неприемлемым радиологическим последствиям. Логическая модель зоны саботажа определяет физические зоны, из которых могут быть осуществлены злоумышленные события. Логическая модель зоны саботажа может быть проанализирована с целью определения сочетаний зон, из которых может быть осуществлен саботаж, приводящий к неприемлемым радиологическим последствиям, а также зон, которые следует защищать с целью предотвращения неприемлемых радиологических последствий.

Набор минимального сечения (minimal cut set). Набор минимального сечения — это наименьший набор событий, достаточный для того, чтобы вызвать результат применения логической модели. Для дерева отказов набор минимального сечения — это наименьший набор базовых событий, которые приведут к возникновению верхнего события.

Набор, обеспечивающий предотвращение (prevention set). Набор, обеспечивающий предотвращение, — это наименьший набор событий, который предотвратит результат применения логической модели. Для дерева отказов набор, обеспечивающий предотвращение, — это наименьший набор базовых событий, которые следует предотвращать для того, чтобы предотвратить верхнее событие.

Неприемлемые радиологические последствия (НРП) [unacceptable radiological consequences (URCs)]. Уровень радиологических последствий, установленный государством, выше которого оправдано осуществление мер по обеспечению физической защиты.

Особо важная зона (vital area). Зона внутри защищенной зоны, вмещающая оборудование, системы или устройства, или ядерный материал, саботаж (диверсия) в отношении которых может прямо или косвенно привести к серьезным радиологическим последствиям.

Передовая система (front line system). Система, которая непосредственно выполняет функцию обеспечения безопасности установки. См. также определение вспомогательной системы.

Потенциальный набор особо важных зон (candidate vital area set). Набор, обеспечивающий предотвращение (дополняющее сечение или минимальный набор путей), для логической модели зоны саботажа, определяющий набор зон, защита которых предотвратит злоумышленные действия, приводящие к неприемлемым радиологическим последствиям. Саботаж не может быть осуществлен до тех пор, пока диверсант (лицо, совершающее акт саботажа) не сможет проникнуть хотя бы в одну зону набора, обеспечивающего предотвращение.

Проектная угроза (design basis threat). Признаки и характеристики потенциальных внутренних нарушителей и/или внешних нарушителей, могущих совершить попытку несанкционированного изъятия ядерного материала или саботажа (диверсии), для противодействия которым создается и оценивается система физической защиты.

Прямое рассеивание или выброс (direct dispersal or release). Рассеивание или выброс материала в результате воздействия на него энергии внешнего источника (например, взрывного или зажигательного устройства).

Саботаж (диверсия) (sabotage). Любое преднамеренное действие в отношении ядерной установки или ядерного материала и другого радиоактивного материала при их использовании, хранении или перевозке (транспортировке), которое может прямо или косвенно

создать угрозу для здоровья и безопасности персонала, населения или окружающей среды в результате воздействия радиации или выброса радиоактивных веществ.

Угроза (threat). Лицо или группа лиц, имеющих мотивацию, намерение и потенциал совершить злоумышленное действие.

Физическая защита (physical protection). Меры (включая структурные, технические и административные защитные меры), предпринимаемые для предотвращения достижения нарушителем нежелательных последствий (таких как радиологический саботаж или несанкционированное изъятие ядерного или другого радиоактивного материала при использовании, хранении или транспортировке), а также для смягчения или минимизации последствий, если нарушитель инициирует такой злоумышленный акт.

СОВЕЩАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ НАСТОЯЩЕЙ ПУБЛИКАЦИИ

Совещания консультантов

Вена, Австрия 7–11 июня 2004 года;
Вена, Австрия, 6–10 июня 2005 года;
Сеул, Республика Корея, 6–10 декабря 2005 года

Техническое совещание

Вена, Австрия, 18–22 сентября 2006 года



IAEA

Международное агентство по атомной энергии

№ 27

ЗАКАЗ ПУБЛИКАЦИЙ В СТРАНАХ

Платные публикации МАГАТЭ можно приобрести у нашего основного дистрибьютора или в крупных книжных магазинах. Заказы на бесплатные публикации следует направлять непосредственно в МАГАТЭ.

Заказы на платные публикации

Просьба связаться с местным поставщиком по вашему выбору либо нашим основным дистрибьютором:

Eurospan

1 Bedford Row
London WC1R 4BU
United Kingdom

Торговые заказы и справочная информация:

Тел.: +44 (0)1235 465576
Эл. почта: trade.orders@marston.co.uk

Индивидуальные заказы:

Тел.: +44 (0)1235 465577
Эл. почта: direct.orders@marston.co.uk
www.eurospanbookstore.com/iaea

Дополнительная информация:

Тел.: +44 (0) 207 240 0856
Эл. почта: info@eurospan.co.uk
www.eurospan.co.uk

Заказы на платные и бесплатные публикации можно направлять напрямую по адресу:

Издательская секция (Publishing Section)
Международное агентство по атомной энергии
Vienna International Centre
PO Box 100
1400 Vienna, Austria
Телефон: +43 1 2600 22529 или 22530
Эл. почта: sales.publications@iaea.org
<https://www.iaea.org/ru/publikacii>

В настоящей публикации представлены подробные руководящие материалы по определению особо важных зон. В ней изложен структурированный подход к определению особо важных зон на ядерных установках, в которых находятся оборудование, системы и элементы, подлежащие защите от саботажа. Данный метод основан на анализе безопасности с целью разработки логических моделей саботажа для сценариев саботажа, которые могут вызывать неприемлемые радиологические последствия. Акты саботажа, представленные в логических моделях, связаны с зонами, из которых они могут быть осуществлены. Затем логические модели анализируются с целью определения зон, которые следует защитить для предотвращения этих неприемлемых радиологических последствий.