РУКОВОДСТВА ПО БЕЗОПАСНОСТИ

в области использования атомной энергии



ОСНОВНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К РАЗРАБОТКЕ ВЕРОЯТНОСТНОГО АНАЛИЗА БЕЗОПАСНОСТИ УРОВНЯ 1 БЛОКА АТОМНОЙ СТАНЦИИ ДЛЯ ИНИЦИИРУЮЩИХ СОБЫТИЙ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ВНУТРИПЛОЩАДОЧНЫМИ ПОЖАРАМИ И ЗАТОПЛЕНИЯМИ

РБ-076-12

gost.e-ecolog.ru

ФБУ «НТЦ ЯРБ»

Федеральная служба
по экологическому, технологическому
и атомному надзору

УТВЕРЖДЕНО
приказом
Федеральной службы
по экологическому,
технологическому
и атомному надзору
от 5 сентября 2012 г.
№ 496

РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ «ОСНОВНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К РАЗРАБОТКЕ ВЕРОЯТНОСТНОГО АНАЛИЗА БЕЗОПАСНОСТИ УРОВНЯ 1 БЛОКА АТОМНОЙ СТАНЦИИ ДЛЯ ИНИЦИИРУЮЩИХ СОБЫТИЙ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ВНУТРИПЛОЩАДОЧНЫМИ ПОЖАРАМИ И ЗАТОПЛЕНИЯМИ»

(РБ-076-12)

Введено в действие
с 5 сентября 2012 г.

Москва 2012

Руководство по безопасности «Основные рекомендации к разработке вероятностного анализа безопасности уровня 1 блока атомной станций для инициирующих событий, обусловленных внутриплощадочными пожарами и затоплениями» (РБ-076-12)

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору

Москва, 2012

Руководство по безопасности «Основные рекомендации к разработке вероятностного анализа безопасности уровня 1 блока атомной станций для инициирующих событий, обусловленных внутриплощадочными пожарами и затоплениями» (далее – Руководство по безопасности) носит рекомендательный характер и не является нормативным правовым актом.

Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (далее – Ростехнадзор) по выполнению ВАБ пожаров или затоплений проектируемых, сооружаемых и действующих энергоблоков АС с реакторами различных типов.

Рекомендации настоящего Руководства по безопасности относятся к целям, объему, составу, содержанию, последовательности выполнения, обеспечению качества, содержанию отдельных задач (разделов) и содержанию представляемой документации по ВАБ пожаров или затоплений.

Положение предназначено для использования: 1) эксплуатирующими организациями при обосновании безопасности энергоблоков АС, 2) Ростехнадзором при проведении экспертизы документов, обосновывающих безопасность энергоблоков АС.

Выпускается впервые. [1]

---

[1] Разработано коллективом авторов в составе: Г. И. Самохин, Д. Е. Носков, Т.В. Берг, И. Р. Сахибзадинова (ФБУ «НТЦ ЯРБ»).

I. Общие положения

1. Настоящее руководство по безопасности «Основные рекомендации к разработке вероятностного анализа безопасности уровня 1 блока атомной станции для инициирующих событий, обусловленных внутриплощадочными пожарами и затоплениями» (далее – Руководство по безопасности) разработано в соответствии со статьей 6 Федерального закона от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии».

2. Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по выполнению требований пункта 1.2.19 Общих положений обеспечения безопасности атомных станций (НП-001-97), утвержденных постановлением Госатомнадзора России от 14 ноября 1997 г. № 9, в части разработки вероятностного анализа безопасности уровня 1 блока АС для инициирующих событий, обусловленных внутриплощадочными пожарами (далее – ВАБ пожаров) или внутриплощадочными затоплениями (далее – ВАБ затоплений). Выполнение данных рекомендаций содействует достижению приемлемого качества ВАБ пожаров или ВАБ затоплений.

Список сокращений, используемых в настоящем Руководстве по безопасности, приведён в приложении № 1, термины и определения – в приложении № 2, рекомендуемый состав отчета по ВАБ пожаров и ВАБ затоплений – в приложении № 3.

3. ВАБ пожаров и ВАБ затоплений является составной частью полномасштабного ВАБ уровня 1, разрабатываемого для всех категорий инициирующих событий, включая внутренние ИС, внутриплощадочные ИС и внешние ИС природного и техногенного происхождения для всех возможных эксплуатационных состояний блока АС, проектируемых, со-

оружаемых и действующих блоков АС с реакторами различных типов.

4. Рекомендации настоящего Руководства по безопасности относятся к целям, объему, составу, содержанию и последовательности выполнения отдельных задач, а также содержанию и объему отчетной документации и обеспечению качества при выполнении ВАБ пожаров и ВАБ затоплений.

Часть 1. Вероятностный анализ безопасности уровня 1 блока атомной станции для инициирующих событий, обусловленных внутриплощадочными пожарами

II. Общие вопросы

5. ВАБ пожаров рекомендуется выполнять после подтверждения экспертизой качества ВАБ для внутренних ИС.

6. Основными задачами, решаемыми при выполнении ВАБ пожаров, являются:

1) сбор информации, специфической для блока АС;

2) определение пожарных зон;

3) определение инициирующих событий, вызванных пожаром;

4) разработка списка систем (элементов), отказывающих при воздействии поражающих факторов пожаров;

5) оценка вероятностей (частот) возникновения пожара;

6) анализ надёжности персонала;

7) отборочный анализ аварийных сценариев;

8) детальный анализ аварийных сценариев;

9) анализ распространения пожара между пожарными зонами;

10) представление и анализ результатов ВАБ пожаров.

7. Рекомендации Положения об основных рекомендациях к разработке вероятностного анализа безопасности уровня 1 для внутренних инициирующих событий для всех режимов работы блока атомной станции, утверждённого приказом Фе-

деральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 519 от 9 сентября 2011 г., в полной мере распространяются на выполнение ВАБ пожаров с учётом рекомендаций настоящего Руководства по безопасности.

8. Рекомендуемая последовательность и взаимосвязь задач ВАБ пожаров приведена в приложении № 4.

9. При выполнении ВАБ пожаров рекомендуется учитывать взаимное влияние различных типов инициирующих событий друг на друга.

10. ВАБ пожаров рекомендуется разрабатывать для следующих ИР:

1) ядерное топливо в активной зоне реактора;

2) ядерное топливо в местах хранения отработавшего топлива (например, в бассейне выдержки/перегрузки, барабане отработавших сборок).

11. При выполнении ВАБ пожаров рекомендуется обосновывать интервал времени, на котором рассматривается авария, а также типы безопасных конечных состояний.

12. Нанесение ущерба (вреда здоровью) персоналу при выполнении ВАБ пожаров не анализируется.

III. Сбор информации

13. При выполнении данной задачи ВАБ пожаров определяются состав и объем необходимой для анализа информации, а также осуществляется сбор информации. Сбор информации рекомендуется проводить на основе анализа проектной и эксплуатационной документации, а также при обходах блока АС. Рекомендуется собирать, по крайней мере, следующие сведения:

1) данные о зданиях блока АС (название, расположение, обозначение);

2) данные о всех помещениях каждого из зданий блока АС (размеры, площадь, связи с другими помещениями, включая связи по вентиляции, толщина и материал стен, по-

лов, потолков, материал покрытия полов, стен и потолков, параметры среды в помещении при нормальной эксплуатации);

3) данные о связях каждого из помещений (двери, проемы, отверстия, вентиляционные короба и т.п.), включающие информацию с каким помещением связано данное помещение через данную связь, размеры связи; для дверей собираются данные о герметичности, пределе огнестойкости и материале, из которого они изготовлены, а также выясняется направление открытия двери (внутрь/наружу) помещения;

4) данные о вентиляционных связях помещений;

5) данные о системах (элементах), находящихся в помещениях;

6) данные о составе, типах и количестве горючих веществ;

7) данные о частоте посещения помещений;

8) данные об источниках пожаров (стационарных и приносимых).

14. При выполнении ВАБ пожаров блока АС рекомендуется использовать:

1) проектную документацию;

2) ВАБ пожаров, выполненные для блоков-аналогов;

3) ВАБ для внутренних ИС;

4) описание систем блока АС, включая системы безопасности и противопожарные системы;

5) инструкции по эксплуатации систем (элементов), содержащие указания о способах ведения работ при нормальной эксплуатации и нарушениях нормальной эксплуатации, включая предаварийные ситуации, а также инструкции и руководства, определяющие действия персонала при проектных и запроектных авариях;

6) чертежи и экспликации зданий и помещений блока АС;

7) информацию о расположении в помещениях анализируемого блока АС возможных источников возникновения пожаров (включая количество горючих материалов);

8) результаты обхода блока АС (при выполнении обхода блока АС);

9) опыт эксплуатации блока АС с аналогичными блоками, включая информацию о пожарах на всех блоках анализируемой АС, а также на других АС с аналогичными блоками;

10) существующие анализы по обоснованию безопасности эксплуатации блока АС при пожарах;

11) 3D-модели зданий блока АС (при наличии);

12) отчёты по обоснованию безопасности блоков АС;

13) технологический регламент безопасной эксплуатации блока АС;

14) акты пусконаладочных и эксплуатационных испытаний систем (элементов), содержащие фактические сведения (например, объём, масса, расход) о системах (элементах);

15) документы МАГАТЭ (Safety Report Series №10) и документы других организаций (например, NUREG/CR-6850, DOE/NE-0113);

16) документацию по управляющим системам (элементам);

17) чертежи, содержащие трассировку кабелей в помещениях блока АС;

18) чертежи вентиляционных коробов.

15. Обходы блока АС проводятся для действующих и вводимых в эксплуатацию АС. Целью обхода блока АС является установление соответствия текущего состояния блока АС проектной и эксплуатационной документации, а также получение сведений, которые отсутствовали в документации анализируемого блока АС.

16. При выполнении ВАБ пожаров рекомендуется проводить несколько обходов АС (целесообразность и объём обходов АС устанавливается в процессе выполнения ВАБ пожаров):

1) первоначальный обход АС – проводится с целью общего ознакомления с АС (расположение зданий и помещений, конструктивные особенности, расположение систем (элементов));

2) уточняющий обход АС – проводится с целью проверки и уточнения информации по расположению систем (элементов), связям между помещениями АС, возможным границам распространения пожара, источникам пожара, расположению систем пожаротушения в помещениях и другой необходимой информации.

17. Для проведения обходов блока АС рекомендуется разрабатывать специальную форму обхода помещений (поверочные листы), позволяющую упростить и формализовать обход помещений блока АС. В поверочный лист, составляемый для помещений блока АС, рекомендуется включать сведения:

1) о помещении (длина, ширина, высота, площадь, наличие дверей (герметичных и негерметичных), проёмов, отверстий, порогов, вентиляционных коробов, сливных трапов и лотков);

2) о системах (элементах), находящихся в помещении (с учётом высотной отметки относительно пола помещения);

3) о частоте посещения помещений;

4) о наличии средств контроля и пожаротушения;

5) об источниках и массах/объёмах горючих веществ (баки с горючими веществами, кабели, переносимые горючие источники, другие горючие вещества).

18. При условии проведения обходов блока АС заполненные поверочные листы рекомендуется представлять по запросу организации, уполномоченной на проведение экспертизы ВАБ пожаров.

19. При сборе информации о расположении систем (элементов) в пожарных зонах следует пользоваться проектной документацией – для проектируемых блоков или эксплуатационной документацией и результатами обхода АС

(при проведении обхода) – для блоков, находящихся в эксплуатации.

20. В случае выполнения детального анализа рекомендуется собирать детальные сведения о расположении кабелей в помещениях, вплоть до получения информации о расположении конкретного кабеля в кабельных лотках, находящихся в данном помещении.

21. Для кабелей питания рекомендуется собирать информацию по их трассировке по помещениям, начиная непосредственно с элемента, связанного с кабелем питания, включая весь путь до соответствующего выключателя в РТЗО или КРУ.

22. Для кабелей контроля и управления рекомендуется собирать информацию по их трассировке по помещениям, включающей весь путь пролегания от:

1) источника питания до конечных переключателей (для арматуры);

2) источника питания до панелей БПУ, РПУ, систем безопасности;

3) датчиков до панелей управления/представления информации на БПУ, РПУ, помещений систем безопасности.

IV. Разработка списка систем (элементов), отказывающих при воздействии поражающих факторов пожаров

23. В рамках данной задачи выявляются системы (элементы), подверженные отказу из-за пожара, повреждение которых может вызвать ИС или снизить надежность систем (элементов), выполняющих функции безопасности. Результатом решения данной задачи является составление и представление в отчётной документации ВАБ пожаров списка систем (элементов), которые будут в дальнейшем анализироваться в ВАБ пожаров.

24. В качестве базового списка систем (элементов), рассматриваемого в ВАБ пожаров, рекомендуется принимать список систем (элементов), рассмотренный в ВАБ для внут-

ренних ИС. Базовый список систем (элементов), рассматриваемый в ВАБ пожаров, может быть дополнен на основе анализа работоспособности систем (элементов), которые могут быть подвержены воздействию пожара.

25. Рекомендуется составлять список систем (элементов) в виде таблиц с указанием их расположения (помещения и/или пожарной зоны) и статуса работоспособности при воздействии пожара.

26. При выполнении ВАБ пожаров также рекомендуется идентифицировать кабели питания и управления системами (элементами) и определять схемы управления системами (элементами).

27. В ВАБ пожаров рекомендуется учитывать отказы систем (элементов), которые могут происходить из-за воздействия воды, поступающей во время пожаротушения.

28. Рекомендуется рассматривать следующие виды отказов кабелей при пожаре:

1) размыкание контура – отказ, который вызывает потерю электрической целостности проводника (жилы);

2) КЗ на землю – отказ, который приводит к тому, что жилы кабеля приходят в соприкосновение с заземленным элементом (например, с кабельным лотком);

3) КЗ – отказ, при котором обесточенный проводник контактирует с проводником, находящимся под напряжением; при этом ранее обесточенный проводник попадает под напряжение.

29. Рекомендуется рассматривать два типа КЗ:

1) внутрикабельное КЗ, при котором происходит замыкание проводника с проводником в пределах многожильного кабеля;

2) межкабельное КЗ, при котором обесточенный кабель контактирует с другим кабелем, находящимся под напряжением.

30. При определении типа отказов систем (элементов) при пожаре, включая кабели систем управления и силовые

кабели, рекомендуется использовать принцип, в соответствии с которым (с учётом сценария развития аварии из-за пожара) рассматриваются отказы, приводящие к наихудшим последствиям.

V. Определение пожарных зон

31. В рамках данной задачи выделяются помещения/наборы помещений или области на площадке АС, которые в дальнейшем будут использоваться при разработке пожарных сценариев для отборочного анализа. В результате решения данной задачи все здания и помещения АС разделяются на пожарные зоны.

32. В качестве предварительного перечня пожарных зон рекомендуется принимать перечень (при его наличии) пожарных отсеков, установленных в рамках обоснования безопасности блока АС. В дальнейшем пожарные зоны рекомендуется определять с учётом наличия физических границ помещений и связей между помещениями (проемы, негерметичные двери и прочее), а также достаточности обоснованности границ пожарных отсеков.

33. Формирование пожарных зон рекомендуется проводить в три этапа:

1) разделение блока АС на основные здания и области;

2) определение пожарных зон внутри каждого здания или области на основе имеющихся чертежей и документов;

3) выполнение обходов блока с целью подтверждения границ пожарных зон, определенных на двух предыдущих этапах.

На первом этапе определения пожарных зон выделяются отдельные здания и/или сооружения и/или комплекс помещений и/или области, территориально отделённые друг от друга.

На втором этапе для каждого из выделенных отдельных зданий и сооружений АС определяются специфические для

данного здания и сооружения пожарные зоны, в состав которых входят помещения зданий и сооружений.

Третий этап анализа пожарных зон обеспечивает достоверность формирования пожарных зон.

34. При выполнении ВАБ пожаров рекомендуется разрабатывать критерии, определяющие необходимость включения/исключения помещения блока АС из дальнейшего анализа при определении пожарных зон.

35. При выполнении ВАБ пожаров для определения пожарных зон могут быть использованы, например, следующие признаки:

1) если помещение отделено от других помещений противопожарной преградой, имеющей предел огнестойкости конструкции 1,5 часа (потолок, стены, пол и двери), помещение рассматривается как отдельная пожарная зона;

2) если вентиляционный короб оборудован автоматическим изоляционным устройством (таким, как пожарный шибер), соответствующая граница учитывается при определении пожарной зоны;

3) если помещения не оснащены противопожарной преградой, имеющей предел огнестойкости конструкции 1,5 часа и более, но не содержат горючих материалов или содержат их в количестве, не оказывающем влияние на противопожарные преграды, они определяются как отдельные пожарные зоны;

4) если лестницы в зданиях отделены от других помещений блока АС проходами или проемами или их двери имеют предел огнестойкости 0,5 часа или выше, то они рассматриваются как самостоятельные пожарные зоны, расположенные вертикально во всю высоту лестничного проема;

5) лифтовые шахты (пассажирские и грузовые) в случае, если они отделены от других помещений АС проходами или проемами или их двери имеют предел огнестойкости 0,5 часа или выше, также определяются как отдельные пожарные зо-

ны, расположенные вертикально по всей высоте шахты лифта;

6) вентиляционные шахты, проходящие вертикально через различные высотные отметки здания, ограниченные бетонными стенами, содержат проходки для вентиляционных коробов, соединенных с другими зонами здания; если эти короба оборудованы автоматическими изоляционными устройствами на случай пожара, то такие вентиляционные шахты рассматриваются как отдельные пожарные зоны;

7) кабельные шахты рассматриваются как отдельные пожарные зоны;

8) пожарные зоны в помещениях без явно определенных границ или сложной конфигурации, содержащие системы (элементы), важные для безопасности, определяются с учетом физического или пространственного разделения.

36. Рекомендуется присваивать уникальные идентификаторы пожарным зонам.

VI. Определение инициирующих событий, вызванных пожаром

37. В рамках данной задачи разрабатывается полный список ИС, которые могут произойти из-за пожара. Результатом решения данной задачи ВАБ является формирование списка ИС и/или групп ИС, обусловленных пожарами.

38. Рекомендуется в качестве базового списка ИС или групп ИС для ВАБ пожаров принимать список ИС или групп ИС, выявленных в рамках ВАБ для внутренних ИС.

39. Рекомендуется проводить анализ на предмет возможности возникновения ИС, входящих в базовый список, вследствие пожара.

40. При отборе ИС рекомендуется выявлять отказы систем (элементов) из-за пожара, приводящие к возникновению ИС, не включенных в базовый список.

41. Для ВАБ пожаров при выявлении ИС, вызванных пожарами, следует рассматривать ИС, приводящие к полной потере контроля персоналом над управлением блоком АС, или обосновывать отсутствие возможности возникновения указанных событий. При выявлении указанных ИС рекомендуется учитывать состояние приборов и кабелей, ответственных за представление информации на БПУ, и определять перечень критических параметров (например, на основе опроса персонала блока АС), сведения о которых гарантируют безопасную остановку блока АС.

42. При выявлении перечня ИС, вызванных пожарами, рекомендуется учитывать зависимые отказы систем (элементов) и схем их управления, обусловленные пожарами. Рекомендации по анализу цепей управления системами (элементами) при выполнения ВАБ пожаров приведены в приложении № 5.

43. Рекомендуется выявлять все ИС, которые могут быть вызваны пожаром (например, из-за повреждения кабелей различных систем (элементов), расположенных в пожарной зоне).

VII. Оценка вероятностей (частот) возникновения пожаров

44. В рамках данной задачи выполняется определение вероятности (частоты) возникновения пожаров в каждой выявленной зоне пожара для каждого из отдельных зданий АС.

45. Для оценки вероятности (частоты) возникновения пожаров в пожарных зонах могут быть использованы следующие подходы:

1) компонентно-ориентированный – может использоваться в качестве основного подхода для определения частоты пожара в пожарной зоне; он заключается в том, что вероятности (частоты) пожаров оцениваются для каждого типа

компонента пожарной зоны, рассматриваемого как потенциальный источник возгорания;

2) зонально-ориентированный подход, заключающийся в оценке вероятности (частоты) пожара в зависимости от площади, занимаемой источником возгорания, – может использоваться для БПУ, РПУ, помещений КИП из-за специфического содержимого данных помещений или природы источников возгорания; при вычислении вероятности (частоты) пожара, обусловленного переносимыми горючими веществами, сваркой, резкой металла, самовозгоранием при высокой температуре.

46. Вероятность (частоту) пожара рекомендуется определять как количество пожаров, приведенных к году, и впоследствии распределять между пожарными зонами, используя различные критерии.

47. Полную вероятность (частоту) пожара для пожарной зоны рекомендуется определять как сумму составляющих вероятностей (частот) от всех источников возгорания (включая вклад от переносимых горючих материалов, сварки, резки), расположенных в пожарной зоне.

48. Вероятность (частоту) пожара рекомендуется оценивать на основе статистических данных о пожарах на исследуемом блоке и аналогичных блоках АС с использованием методов Байесовского оценивания. Алгоритм оценки вероятности (частоты) пожара или затопления приведён в приложении № 6.

VIII. Анализ надёжности персонала

49. Цель анализа надежности персонала при проведении ВАБ пожаров – определение и оценка влияния на оператора различных факторов пожара при выполнении им действий по управлению аварией (наличие дыма, огня, повышенный уровень стресса, сокращение времени на выпол-

нение действия, ложная сигнализация, потеря информации на БПУ) с получением ВОП.

50. Анализ ВОП при пожаре рекомендуется проводить методом, аналогичным использованному при выполнении ВАБ для внутренних ИС с учётом пожаров.

51. В качестве базового перечня ошибочных действий персонала рекомендуется принимать перечень, разработанный в рамках ВАБ для внутренних ИС. При выявлении дополнительных ИС в ВАБ пожаров рекомендуется определять новые ошибочные действия персонала и оценивать их вероятности.

52. Факторы, влияющие на вероятность невыполнения персоналом действия, выявленные при оценке ВОП в ВАБ для внутренних ИС, могут быть использованы и при оценке ВОП в ВАБ пожаров в качестве базового перечня. В связи с изменением условий при пожаре рекомендуется пересматривать и переоценивать факторы влияния. При необходимости в анализ надёжности персонала следует включать дополнительные факторы, влияющие на невыполнение персоналом действий.

53. При выполнении анализа надёжности персонала при пожаре рекомендуется учитывать следующие факторы влияния на невыполнение персоналом необходимых действий:

1) повышенный стресс;

2) сокращение времени на выполнение действия;

3) невозможность выполнения действия по месту из-за наличия огня, повышения температуры окружающей среды.

4) снижение информационного обеспечения на БПУ;

5) задымление.

54. Вероятность невыполнения необходимых действий персоналом в пожарной зоне, характеризующейся наличием огня/горячих газов, рекомендуется принимать равной 1,0.

55. При выполнении ВАБ пожаров переоценку и/или оценку ВОП при пожаре рекомендуется проводить в несколько этапов. На первом этапе рекомендуется постулиро-

вать, что в анализируемой пожарной зоне находятся кабели систем контроля и управления, повреждение которых ухудшает информационное обеспечение персонала. При данном условии и с учётом факторов влияния в условиях пожара проводится переоценка ВОП. На втором этапе анализа для снижения консерватизма, проводится дополнительная переоценка с учётом реального нахождения кабелей систем контроля и управления в пожарной зоне.

56. Для полного выявления всех зависимых действий персонала рекомендуется выполнять предварительную квантификацию (расчет) модели ВАБ с назначением ВОП равными 1,0 для всех базовых событий, моделирующих ошибки персонала. Переоценку зависимых действий персонала рекомендуется проводить с учётом условий, обусловленных пожаром.

IX. Анализ распространения пожара между пожарными зонами

57. В рамках данной задачи выполняется анализ возможности распространения огня и продуктов горения через различные связи между пожарными зонами и определение набора пожарных зон, между которыми может распространиться огонь, горячий газ и дым.

58. Рекомендуется устанавливать и учитывать возможность распространения пожара, горячего газа и дыма между пожарными зонами для выявления всех возможных последствий в результате пожара.

59. При анализе распространения пожара между пожарными зонами рекомендуется постулировать, что каждая зона является источником пожара при наличии в ней горючих веществ.

60. Рекомендуется разрабатывать критерии распространения пожара, горячих газов и дыма (далее – пожар) между пожарными зонами. При анализе распространения пожара,

например, могут быть использованы критерии, приведённые ниже в таблице № 1.

Таблица № 1

Критерии распространения пожара между пожарными зонами

Тип связи между пожарными зонами	Возможность распространения
Дверь герметичная	Нет распространения
Дверь негерметичная, незапертая, открывается наружу помещения	Распространение горячих газов и дыма
Дверь негерметичная, незапертая, открывается внутрь помещения	Распространение дыма
Дверь негерметичная, запертая	Распространение дыма
Отверстия и проёмы с эквивалентным диаметром более 150 мм	Распространение горячих газов и дыма
Отверстия и проёмы с эквивалентным диаметром менее 150 мм, расположенные в верхней части помещения (более ½ высоты помещения)	Распространение горячих газов и дыма
Отверстия и проёмы с эквивалентным диаметром менее 150 мм, расположенные в нижней части помещения (менее ½ высоты помещения)	Распространение дыма

61. Рекомендуется показать, что все возможные сценарии распространения пожара рассмотрены.

62. Для проведения анализа распространения пожара между пожарными зонами рекомендуется использовать следующие допущения:

1) горячие газы, проникающие через отверстия/проёмы, повреждают кабели и системы (элементы) в смежных

помещениях, если в проекте не предусмотрена защита от горячих газов;

2) горячие газы, проникшие в смежную пожарную зону, дальше распространяться не будут при условии, что объем этой зоны настолько велик, что температура смешивающихся газов не приведет к возгоранию систем (элементов) в данной пожарной зоне;

3) пожар не распространяется через пожарные зоны большой протяжённости и высоты, что препятствует распространению пламени, и не имеющие горючих материалов;

4) пожар в помещениях, смежных с кабельными шахтами, не приводит к нарушению целостности границ кабельных шахт и не проникнет в шахты снаружи (проходки предполагаются непроницаемыми);

5) клапаны избыточного давления являются эффективными преградами для горячих газов, но не препятствуют распространению дыма;

6) отверстия и вентиляционные каналы являются путями распространения дыма в случае:

- если противопожарные заслонки не установлены;
- если они не оборудованы автоматическими механизмами закрытия, реагирующими на повышение температуры или концентрации дыма;

7) горячие газы и дым распространяются вверх и горизонтально; пожар не распространяется в находящиеся ниже по высотной отметке зоны;

63. На основе принятых допущений, критериев распространения пожара, сведений о расположении элементов систем в пожарных зонах рекомендуется составлять набор сценариев пожара. В описание каждого сценария рекомендуется включать перечень зон распространения пожара и перечень поврежденных систем (элементов), включая кабели.

X. Анализ пожарных сценариев

64. Анализ пожарных сценариев, рекомендуется выполнять в два этапа:

1) этап отборочного анализа;

2) этап детального анализа.

65. На этапе отборочного анализа проводится консервативная вероятностная количественная оценка реализации пожарных сценариев с повреждением ядерного топлива с точки зрения выявления наиболее значимых сценариев, для которых на этапе детального анализа проводится дополнительное исследование с целью уточнения полученной оценки.

66. Детальный анализ выполняется для пожарных сценариев, не исключенных при отборочном анализе (большой вклад в ВПТ). Целью детального анализа является переоценка ВПТ путём снижения уровня консерватизма, заложенного при выполнении отборочных анализов, получение реалистичных оценок риска и выявление пожароуязвимых систем (элементов), важных для безопасности.

Отборочный анализ пожарных сценариев

67. Отборочный анализ пожарных сценариев рекомендуется начинать с выявления списка сценариев, при которых пожары не приводят к возникновению ИС; следует исключать их из дальнейшего анализа.

68. В рамках данной задачи выявляются пожарные сценарии, которые могут быть оценены как малозначимые по вкладу в суммарную вероятность повреждения топлива. Для оценки значимости используются упрощенные консервативные методы оценки.

69. При отборочном анализе пожарных сценариев рекомендуется использовать следующие консервативные предположения:

1) все системы (элементы) и кабели, расположенные в зоне распространения пожара, повреждаются таким образом,

что последствия этого повреждения являются наихудшими с точки зрения увеличения ВПТ; при этом, если возможны несколько видов отказов, вызванных пожарами, рекомендуется рассматривать все возможные виды отказов;

2) происходят все возможные ложные срабатывания, вызванные пожаром (из-за спекания кабелей, расположенных в зоне распространения пожара), т.е. предполагается, что:

- все системы (элементы), находящиеся в режиме ожидания, переходят в наихудшее состояние с точки зрения развития аварийного сценария (например, закрытый клапан открывается, и наоборот, электродвигатель не запускается при возникновении требования и запускается, если этот запуск ухудшает аварийный сценарий);
- работающие системы (элементы) прекращают работу (например, насосы, вентиляторы останавливаются);
- после ложного срабатывания восстановить исходное состояние систем (элементов) невозможно.

70. При отборочном анализе пожарных сценариев рекомендуется учитывать все системы (элементы), кабели которых оказались в зоне распространения пожара.

71. Для каждого пожарного сценария рекомендуется определять возможные инициирующие события. Для одного сценария возможно возникновение нескольких ИС, однако является достаточным рассмотрение одного ИС при условии обоснования наихудших последствий с точки зрения возможности повреждения ядерного топлива.

72. Для моделирования пожарных сценариев рекомендуется использовать модели аварийных последовательностей, разработанные в ВАБ АС уровня 1 для внутренних ИС. Учет специфических особенностей, вызванных пожаром, рекомендуется осуществлять наложением конкретных граничных условий. Для моделирования ряда аварийных сценариев использование моделей АП, разработанных в ВАБ АС для

внутренних ИС, невозможно из-за необходимости учета множественных ложных срабатываний, обычно исключаемых из рассмотрения при выполнении анализа для внутренних ИС. В этих случаях рекомендуется разрабатывать новые модели АП при условии сохранения принципов моделирования и основных допущений, принятых при выполнении ВАБ АС для внутренних ИС.

73. Оценки ВОП, используемые в ВАБ АС для внутренних ИС, при выполнении ВАБ пожаров должны быть откорректированы с учетом факторов влияния (стресса, возможной потери информации на БПУ и других факторов). Для целей отборочного анализа рекомендуется постулировать, что все кабели, задействованных в пожарных сценариях систем (элементов), расположены в зоне распространения пожара.

74. Выполнение действий по месту в пожарных зонах, в которые возможно проникновение огня/горячих газов, принимается невозможным.

75. Оценку ВПТ при отборочном анализе рекомендуется выполнять с использованием программного средства, примененного для создания модели ВАБ блока АС уровня 1 для внутренних ИС с учётом возможных отказов систем (элементов), вызванных пожаром.

76. При моделировании отказов систем (элементов) в целях сокращения модели ВАБ возможно использование упрощающих приемов, позволяющих сократить объем анализа без потери значимых результатов и выводов, например:

1) если большое количество кабелей одного канала нескольких систем находятся в пожарной зоне или пожарных зонах (для сценариев с распространением пожара между пожарными зонами), то возможно постулирование отказа обеспечивающей системы, общей для этих каналов;

2) при нахождении в пожарной зоне или пожарных зонах кабелей арматуры канала системы (для сценариев с распространением пожара между пожарными зонами) возможно

постулирование неработоспособности соответствующего канала системы.

77. При отборочном анализе состояние систем (элементов) полагается наихудшим с точки зрения влияния на развитие аварийного процесса в том случае, если управляющие кабели данных систем (элементов) находятся в пожарной зоне или пожарных зонах (для сценариев с распространением пожара между пожарными зонами).

78. Рекомендуется формулировать критерий/критерии отбора пожарных сценариев для детального анализа.

79. Результатом отборочного анализа являются следующие списки сценариев:

1) сценарии с повреждением топлива, исключенные в соответствии с назначенными критериями отбора; при использовании нескольких отборочных критериев составляются списки пожарных сценариев, исключённых из дальнейшего анализа в соответствии с каждым из принятых критериев исключения;

2) сценарии, включаемые в общую оценку ВПТ;

3) отобранные для детального анализа сценарии.

Детальный анализ пожарных сценариев

80. Целью детального анализа пожарных сценариев является переоценка ВПТ путём снижения уровня консерватизма, заложенного при выполнении отборочных анализов, и получение реалистичных оценок риска.

81. Детальный анализ выполняется в отношении сценариев пожара, не исключенных в ходе отборочного анализа.

82. Снижение уровня консерватизма сценариев рекомендуется проводить путём решения следующих задач:

1) уточнение сценария распространения пожара между пожарными зонами с учетом детальной информации о пожарной нагрузке систем (элементов) и геометрии помещений;

2) выполнение анализа схем управления с целью исключения из рассмотрения тех схем управления, повреждение которых при пожаре не ведет к ложному срабатыванию систем (элементов);

3) выполнение детального анализа с учетом возможности выполнения действий оперативным персоналом по управлению альтернативными системами (элементами) и действий по пожаротушению.

83. При выполнении ВАБ пожаров для снижения консерватизма (если требуется) дополнительно рекомендуется выполнять анализ сценариев пожара в щитах управления и сценариев пожара в помещениях кабельных трасс (распространение пожара между панелями, трассами/кабельными лотками и внутри кабельной трассы).

84. При детальном анализе сценариев с распространением пожара между помещениями выполняется повторный анализ связей между помещениями для тех сценариев, которые прошли отборочный анализ. Цель данного уточненного анализа – оценка реалистичности сценариев, начиная от момента возгорания и до момента критического повреждения систем (элементов) (обуславливающих повреждение ядерного топлива), моделируемого в ВАБ. Также целью уточняющего анализа является оценка интервала времени между началом возгорания и критическим повреждением.

85. Детальный анализ пожарных сценариев рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

1) анализ информации о расположении и характеристиках систем (элементов) в зонах распространения пожара, отобранных для детального анализа;

2) определение потенциальных источников возгорания и критичных путей распространения пожара (выявленных по результатам отборочного анализа);

3) выполнение детерминистического анализа возможности распространения огня/горячих газов по выбранному пути;

4) оценка результатов анализа в терминах принципиальной возможности повреждения систем (элементов), моделируемого в ВАБ, или времени до критического повреждения систем (элементов).

86. По результатам детального анализа рекомендуется формулировать вывод о возможности распространения пожара по исследуемому пути и возможности критического повреждения систем (элементов) ВАБ (или времени до повреждения).

87. Если по результатам детального анализа выявлено, что системы (элементы) не теряют свою работоспособность (из-за недостаточной пожарной нагрузки в зоне инициации пожара или из-за других факторов, сопровождающих процесс распространения пожара), то данный сценарий исключается из рассмотрения. В противном случае оценивается время до отказа систем (элементов), которое используется при выполнении анализа эффективности систем пожаротушения, а также действий по обнаружению и тушению пожара.

88. Для наиболее значимых аварийных сценариев с повреждением ядерного топлива рекомендуется выполнять детальный анализ сценариев, начиная с момента возгорания от различных источников, расположенных в помещении, до момента критического повреждения систем (элементов).

89. Анализ цепей управления системами (элементами) проводится с целью выявления возможности несанкционированного срабатывания конкретных элементов систем. В приложении № 5 изложены рекомендации по выполнению анализа цепей управления системами (элементами).

90. Оценку ВПТ при детальном анализе рекомендуется проводить с учетом:

1) уточненного количества систем (элементов) в зоне распространения, потенциально подверженных отказу в конкретных пожарных сценариях с повреждением топлива;

2) уточненного количества цепей управления в зоне распространения, потенциально подверженных отказу в конкретном пожарном сценарии с повреждением топлива;

3) возможности ликвидации пожара до момента критического повреждения систем (элементов).

91. Рекомендуется проводить детальный анализ пожарных сценариев на БПУ, РПУ и в кабельных шахтах (если не доказано, что достаточно проведения только отборочного анализа).

Часть 2. Вероятностный анализ безопасности уровня 1 блока атомной станции для инициирующих событий, обусловленных внутриплощадочными затоплениями

XI. Общие вопросы

92. ВАБ затоплений рекомендуется выполнять после подтверждения экспертизой качества ВАБ для внутренних ИС.

93. Основными задачами, решаемыми при выполнении ВАБ затоплений, являются:

1) сбор информации, специфической для блока АС;

2) определение зон затопления;

3) определение инициирующих событий, вызванных затоплением;

4) разработка списка систем (элементов), отказывающих при воздействии поражающих факторов затоплений;

5) оценка вероятностей (частот) возникновения затоплений;

6) анализ надёжности персонала;

7) отборочный анализ аварийных сценариев;

8) детальный анализ аварийных сценариев;

9) анализ распространения затоплений;

10) представление и анализ результатов ВАБ затоплений.

94. Рекомендации Положения об основных рекомендациях к разработке вероятностного анализа безопасности уровня 1 для внутренних инициирующих событий для всех режимов работы блока атомной станции, утверждённого приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 519 от 9 сентября 2011 г., в полной мере распространяются на выполнение ВАБ затоплений с учётом рекомендаций настоящего Руководства по безопасности.

95. Рекомендуемая последовательность и взаимосвязь задач ВАБ затоплений приведена в приложении № 4.

96. При выполнении ВАБ затоплений рекомендуется учитывать взаимное влияние различных типов инициирующих событий друг на друга.

97. ВАБ затоплений рекомендуется разрабатывать для следующих ИР:

1) ядерное топливо в активной зоне реактора;

2) ядерное топливо в местах хранения отработавшего топлива (бассейне выдержки/перегрузки, барабане отработавших сборок);

3) отработавшее ядерное топливо при транспортировании.

98. При выполнении ВАБ затоплений рекомендуется обосновывать интервал времени, на котором рассматривается авария, а также типы безопасных конечных состояний.

XII. Сбор информации

99. При выполнении данной задачи ВАБ затоплений определяются состав и объем необходимой для анализа информации, а также осуществляется сбор информации. Сбор информации рекомендуется проводить на основе анализа проектной и эксплуатационной документации, а также при

обходах блока АС. Рекомендуется собирать, по крайней мере, следующие сведения:

1) данные о зданиях блока АС (название, расположение, обозначение);

2) данные о всех помещениях каждого из зданий блока АС (размеры, площадь, связи, включая связи по вентиляции и канализации, толщину стен, полов, потолков, параметры среды в помещении при нормальной эксплуатации);

3) данные о связях каждого из помещений (двери, проемы, отверстия, вентиляционные короба, дренажи), включающие информацию о том, с каким помещением связано данное помещение через данную связь, размеры связи; для дверей собираются данные о герметичности и высоте порога каждой из дверей;

4) данные о вентиляционных связях помещений;

5) данные о дренажных связях помещений;

6) данные о системах (элементах), находящихся в помещениях;

7) данные о составе, типе и количестве источников затопления;

8) данные о частоте посещения помещений.

100. При выполнении ВАБ затоплений блока АС рекомендуется использовать:

1) проектную документацию;

2) ВАБ затоплений, выполненные для блоков-аналогов;

3) ВАБ для внутренних ИС;

4) описание систем блока АС, включая системы безопасности;

5) инструкции по эксплуатации систем (элементов), содержащие указания о способах ведения работ при нормальной эксплуатации и нарушениях нормальной эксплуатации, включая предаварийные ситуации, а также инструкции и руководства, определяющие действия персонала при проектных и запроектных авариях;

6) чертежи и экспликации зданий и помещений блока АС;

7) информацию о расположении в помещениях анализируемого блока АС возможных источников возникновения затоплений (включая запасы и параметры среды);

8) результаты обхода блока АС (при выполнении обхода блока АС);

9) опыт эксплуатации блока АС с аналогичными блоками, включая информацию о затоплениях на всех блоках анализируемой АС, а также на других АС с аналогичными блоками;

10) существующие анализы по обоснованию безопасности эксплуатации блока АС при затоплениях;

11) 3D-модели зданий блока АС (при наличии);

12) отчёты по обоснованию безопасности блоков АС;

13) технологический регламент безопасной эксплуатации блока АС;

14) акты пусконаладочных и эксплуатационных испытаний систем (элементов), содержащие фактические сведения (объём, масса, расход и так далее) о системах (элементах).

101. Обходы блока АС проводятся для действующих и вводимых в эксплуатацию АС. Целью обхода блока АС является установление соответствия текущего состояния блока АС проектной и эксплуатационной документации, а также получение сведений, которые отсутствовали в документации анализируемого блока АС.

102. При выполнении ВАБ затоплений рекомендуется проводить несколько обходов АС (целесообразность и объём обходов АС устанавливается в процессе выполнения ВАБ затоплений):

1) первоначальный обход АС – проводится с целью общего ознакомления с АС (расположение зданий и помещений, конструктивные особенности, расположение систем (элементов));

2) уточняющий обход АС – проводится с целью проверки и уточнения информации по расположению систем (элементов), связям между помещениями АС, возможным границам распространения пожара и затопления, источникам затоплений, расположению систем безопасности в помещениях и другой необходимой информации.

103. Для проведения обходов блока АС рекомендуется разрабатывать специальную форму обхода помещений (поверочные листы), позволяющую упростить и формализовать обход помещений блока АС. В поверочный лист, составляемый для помещений блока АС, рекомендуется включать сведения:

1) о помещении (длина, ширина, высота, площадь, наличие дверей (герметичных и негерметичных), проёмов, отверстий, порогов, вентиляционных коробов, сливных трапов и лотков);

2) о системах (элементах), находящихся в помещении (с учётом высотной отметки относительно пола помещения);

3) о частоте посещения помещений;

4) о наличии средств контроля наличия воды в помещении и так далее;

5) об источниках (трубопроводы, баки, ёмкости) и массах/объёмах среды (вода, пар, масло, кислота, щёлочь) для ВАБ затоплений.

104. При условии проведения обходов блока АС заполненные поверочные листы рекомендуется представлять по запросу организации, уполномоченной на проведение экспертизы ВАБ затоплений.

105. При сборе информации о расположении систем (элементов) в зонах затопления рекомендуется использовать проектную документацию – для проектируемых блоков или эксплуатационную документациею и результаты обхода (при проведении обхода) АС – для блоков, находящихся в эксплуатации.

106. Рекомендуется собирать сведения о наличии, трассировке трапов спецканализации в помещениях зон затопления и их состоянии (открыто/закрыто), о наличии лотков спецканализации и их трассировке, о трассировке вентиляционных коробов и установленных в них клапанов избыточного давления.

107. Для ВАБ затоплений рекомендуется собирать сведения о наличии в помещениях блока АС датчиков, определяющих наличие влаги или уровня жидкости, с выводом информации на БПУ (РПУ), а также сведения о квалификации датчиков контроля параметров блока АС для работы в условиях повышенной влажности и запаривания.

XIII. Определение зон затопления

108. В рамках данной задачи выделяются помещения/наборы помещений или области на площадке АС, которые в дальнейшем будут использоваться при разработке аварийных сценариев для отборочного анализа. В результате решения данной задачи все здания и помещения АС разделяются на зоны затопления.

109. Зоны затопления рекомендуется определять с учётом наличия физических границ помещений и связей между помещениями (проемы, негерметичные двери и прочее).

110. Формирование зон затопления рекомендуется проводить в три этапа:

1) разделение блока АС на основные здания и области;

2) определение зон затопления внутри каждого здания или области на основе имеющихся чертежей и документов;

3) выполнение обходов блока с целью подтверждения границ зон затопления, определенных на двух предыдущих этапах.

На первом этапе определения зон затопления выделяются отдельные здания и/или сооружения и/или комплекс

помещений и/или области, территориально отделённые друг от друга.

На втором этапе для каждого из выделенных отдельных зданий и сооружений АС определяются специфические для данного здания и сооружения зоны затопления, в состав которых входят помещения зданий и сооружений.

Третий этап анализа зон затопления обеспечивает достоверность формирования зон затопления.

111. При выполнении ВАБ затоплений рекомендуется разрабатывать критерии, определяющие необходимость включения/исключения помещения блока АС из дальнейшего анализа при определении зон затопления.

112. При выполнении ВАБ затоплений для определения зон затопления рекомендуется использовать следующие признаки:

1) в зону затопления включаются помещения, имеющие негерметичные связи с другими помещениями при условии, если существует возможность распространения затопления;

2) помещение, не имеющее негерметичных связей с другими помещениями, рассматривается как отдельная зона затопления;

3) отсутствует распространение воды в смежные помещения через стены, в том числе, если уровень воды затопленного помещения выше облицовки;

4) отсутствует распространение воды в смежные помещения через герметичные проходки трубопроводов и кабелей в стенах и перекрытиях;

5) отсутствует распространение воды в смежные помещения через пороги дверей (деревянных, противопожарных), если их высота выше уровня затопления.

113. Рекомендуется присваивать уникальные идентификаторы зонам затопления.

XIV. Определение инициирующих событий, вызванных затоплением

114. В рамках данной задачи разрабатывается полный список ИС, которые могут произойти из-за затопления. Результатом решения данной задачи ВАБ является формирование списка ИС и/или групп ИС, обусловленных затоплениями.

115. Рекомендуется в качестве базового списка ИС или групп ИС для ВАБ затоплений принимать список ИС или групп ИС, выявленных в рамках ВАБ для внутренних ИС.

116. Рекомендуется проводить анализ на предмет возможности возникновения ИС, входящих в базовый список, вследствие затопления.

117. При отборе ИС рекомендуется выявлять отказы систем (элементов) из-за затопления, приводящие к возникновению ИС, не включенных в базовый список.

118. При выявлении перечня ИС, вызванных затоплениями, рекомендуется учитывать зависимые отказы систем (элементов) и схем их управления, обусловленные затоплениями.

119. При отборе ИС, обусловленных затоплением, рекомендуется использовать следующие допущения:

1) при анализе рекомендуется не учитывать одновременное независимое возникновение различного рода инициирующих событий, таких как затопление и течь первого контура, затопление и пожар, затопление и обесточивание блока и так далее; также рекомендуется не рассматривать одновременное возникновение затоплений, обусловленное различными источниками затопления;

2) в анализе рекомендуется не рассматривать затопления, вызванные разрывами/течами трубопроводов, если эффекты затопления в результате разрывов/течей трубопроводов учтены при выполнении ВАБ первого уровня для внутренних ИС;

3) влияние потенциальных источников затоплений анализируемого блока АС на отказы систем (элементов) другого блока АС (при наличии нескольких блоков АС) не рассматривается, если указанные системы не учитываются в в ВАБ анализируемого блока АС; рекомендуется учитывать связи между блоками для корректного учёта затопления на анализируемом блоке;

4) в качестве потенциальных причин возникновения затопления помещений рекомендуется рассматривать:

- ошибочные действия персонала;
- разрывы/течи трубопроводов;
- течи емкостей;
- отказы систем (элементов), приводящие к затоплению помещений;

5) в рамках отбора ИС из-за затоплений рекомендуется учитывать ИС, обусловленные эффектами запаривания и забрызгивания.

120. Рекомендуется выявлять все ИС, которые могут быть вызваны затоплением (например, из-за повреждения систем (элементов), расположенных в различных помещениях зоны затопления).

XV. Разработка списка систем (элементов), отказывающих при воздействии поражающих факторов затоплений

121. В рамках данной задачи выявляются системы (элементы), подверженные отказу из-за затопления, повреждение которых может вызвать ИС или снизить надежность систем (элементов), выполняющих функции безопасности. Результатом решения данной задачи является составление и представление в отчётной документации ВАБ затоплений списка систем (элементов), которые будут в дальнейшем анализироваться в ВАБ затоплений.

122. В качестве базового списка систем (элементов), рассматриваемого в ВАБ затоплений, рекомендуется принимать список систем (элементов), рассмотренный в ВАБ для внутренних ИС. Базовый список систем (элементов), рассматриваемый в ВАБ затоплений, может быть дополнен на основе анализа работоспособности систем (элементов), которые могут быть подвержены воздействию затопления.

123. Рекомендуется представление списка систем (элементов) в виде таблиц с указанием их расположения (помещения и/или зоны затопления) и статуса работоспособности при воздействии затопления.

124. Рекомендуется рассматривать возможность повреждения и отказов кабелей из-за затопления.

125. При составлении списка систем (элементов), подверженных затоплению, рекомендуется учитывать эффекты запаривания и забрызгивания систем (элементов).

126. В ВАБ затоплений рекомендуется постулировать отказ систем (элементов), расположенных в помещении и не квалифицированных на соответствующие воздействия, где происходит затопление при достижении уровня воды в помещении следующей высотной отметки:

1) для насосов и вентиляторов – нижней образующей электродвигателя насоса или коммутационной коробки;

2) для электроприводной арматуры – нижней образующей электродвигателя привода или коммутационной коробки;

3) для электрических панелей и силовых выключателей – уровня воды высотной отметки расположения открытых электрических соединений (клемм, шин).

127. В ВАБ затоплений рекомендуется постулировать отказ неквалифицированного на работу в соответствующих условиях электрооборудования из-за запаривания, происходящего в любом помещении зоны затопления, и из-за забрызгивания, происходящего в помещении зоны затопления, где затопление инициировалось.

XVI. Оценка вероятностей (частот) возникновения затоплений

128. В рамках данной задачи выполняется определение вероятности (частоты) возникновения затоплений в каждой выявленной зоне затопления для каждого из отдельных зданий АС.

129. Для оценки вероятности (частоты) возникновения затоплений в зонах затоплений может быть использован комбинированный зонально-компонентный подход, который основывается на оценке вероятности (частоты) затопления, с использованием статистических данных о числе затоплений для каждого типа компонента зоны затопления, рассматриваемого как потенциальный источник затопления.

Компонентно-ориентированный подход основывается на оценке частоты затопления с использованием статистических данных о числе затоплений для каждого типа компонента зоны затопления, рассматриваемого как потенциальный источник затопления.

Зонально-ориентированный анализ основывается на оценке частоты затопления с использованием статистических данных о числе затоплений в пределах конкретной зоны затопления и полного времени наблюдения (при этом рекомендуется учитывать число аналогичных помещений АС).

130. Вероятность (частоту) затоплений рекомендуется определять как количество затоплений, приведенных к году, и впоследствии распределять между зонами затопления, используя различные критерии.

131. Полную вероятность (частоту) затопления для зоны затопления рекомендуется определять как сумму составляющих вероятностей (частот) от всех источников затопления, расположенных в зоне затопления.

132. Вероятности (частоты) затоплений рекомендуется оценивать на основе статистических данных о затоплениях на исследуемом блоке и аналогичных блоках АС с использованием методов байесовского оценивания. Алгоритм оценки

вероятностей (частот) затоплений приведён в приложении № 6.

XVII. Анализ надёжности персонала

133. Целью анализа надежности персонала в ВАБ затоплений является определение и оценка влияния на оператора различных факторов затопления при выполнении им действий по управлению аварией (запаривания, забрызгивания, повышенный уровень стресса, сокращение времени на выполнение действия, ложная сигнализация, потеря информации на БПУ) с получением ВОП.

134. Анализ ВОП при затоплении рекомендуется проводить методом, аналогичным использованному при выполнении ВАБ для внутренних ИС, с учётом затоплений.

135. В качестве базового перечня ошибочных действий персонала рекомендуется принимать перечень, разработанный в рамках ВАБ для внутренних ИС. При выявлении дополнительных ИС в ВАБ затоплений рекомендуется определять новые ошибочные действия персонала и оценивать их вероятности.

136. Факторы, влияющие на вероятность невыполнения персоналом действия, выявленные при оценке ВОП в ВАБ для внутренних ИС, могут быть использованы и при оценке ВОП в ВАБ затоплений в качестве базового перечня. В связи с изменением условий при затоплении рекомендуется пересматривать и переоценивать факторы влияния. При необходимости в анализ надёжности персонала следует включать дополнительные факторы, влияющие на невыполнение персоналом действий.

137. При выполнении анализа надёжности персонала при затоплении рекомендуется учитывать следующие факторы влияния на невыполнение персоналом необходимых действий:

1) повышенный стресс;

2) уменьшение времени на выполнение действия;

3) невозможность выполнения действия на месте затопления из-за наличия затопления, запаривания и забрызгивания.

138. Вероятность невыполнения необходимых действий персоналом в зоне затопления, характеризующейся наличием факторов забрызгивания/запаривания, рекомендуется принимать равной 1,0.

139. При выполнении ВАБ затоплений на этапе отборочного анализа аварийных сценариев рекомендуется принимать ВОП, оценённые в ВАБ для внутренних ИС. Если в модель включаются новые действия персонала, то оценка ВОП выполняется в соответствии с факторами влияния, использованными при выполнении ВАБ для внутренних ИС. Переоценку и/или оценку ВОП при затоплении рекомендуется проводить на этапе детального анализа аварийных сценариев.

140. Для полного выявления всех зависимых действий персонала рекомендуется выполнять предварительную квантификацию (расчет) модели ВАБ с назначением ВОП равными 1,0 для всех базовых событий, моделирующих ошибки персонала. Переоценку зависимых действий персонала рекомендуется проводить с учётом условий, характерных для затопления.

XVIII. Определение распространения затоплений

141. В рамках данной задачи выполняется анализ возможности распространения воды между зонами затопления и/или помещениями АС через различные связи и определяется перечень повреждаемых систем (элементов).

142. Определение сценариев затоплений выполняется на основании результатов решения задачи ВАБ затоплений «Определение зон затопления» и отдельно для каждого из зданий блока АС.

143. Формирование перечня сценариев с затоплениями осуществляется в несколько этапов.

Этап 1. Определение потенциальных источников затоплений

Устанавливается перечень систем, содержащих источники затопления, которые идентифицируются с конкретными помещениями.

Этап 2. Определение распространения воды в зоне затопления

Для выявления сценариев затоплений в каждом из помещений зоны затопления постулируется возникновение затопления от имеющихся в помещении трубопроводов и/или емкостей с водой и определяется максимально возможный уровень воды в зоне затопления.

Этап 3. Определение перечня систем (элементов), подверженных затоплению.

144. При проведении ВАБ затоплений рекомендуется исследовать распространение воды между помещениями зон затопления с целью выявления перечня систем (элементов), которые могут быть повреждены в результате затопления. При этом рекомендуется проводить инженерные оценки герметичности полов/ потолков и дренажных систем в помещениях блока АС.

145. Для определения перечня подверженных затоплению систем (элементов) используются результаты решения задачи ВАБ затоплений «Составление списка элементов систем и виды их отказов», в рамках которой выявлены системы (элементы), находящиеся в том или ином помещении.

146. После определения уровня затопления, установившегося в конкретном помещении и с учётом критериев отказов оборудования, определяется набор оборудования, для которого постулируется отказ из-за затопления.

147. При определении отказов систем (элементов) следует учитывать такие эффекты затопления, как непосредственное затопление, забрызгивание, запаривание. В результате

выявляются все возможные пути распространения воды и определяется набор повреждённых систем (элементов) при затоплении.

148. В результате последовательного выполнения этапов 1–3 в отношении всех зон затоплений и зданий блока АС формируется перечень сценариев затоплений, которые анализируются в рамках отборочного и детального анализов.

149. При определении источников затоплений рекомендуется рассматривать течи баков через переливы при их заполнении, отказы систем (элементов) (например, отказ на закрытие обратного клапана на трубопроводе технической воды группы «А» от бака после его открытия при плановой проверке (имитация обесточивания)) и повреждения трубопроводов, включая образование трещин.

XIX. Анализ сценариев затоплений

150. Анализ сценариев затоплений рекомендуется выполнять в два этапа:

1) этап отборочного анализа;

2) этап детального анализа.

151. На этапе отборочного анализа проводится консервативная вероятностная количественная оценка реализации сценариев затопления с повреждением ядерного топлива с точки зрения выявления наиболее значимых сценариев, для которых на этапе детального анализа проводится дополнительное исследование с целью уточнения полученной оценки.

152. Детальный анализ выполняется для сценариев, не исключенных при отборочном анализе (большой вклад в ВПТ). Целью детального анализа является переоценка ВПТ путём снижения уровня консерватизма, заложенного при выполнении отборочных анализов, получение реалистичных оценок риска.

Отборочный анализ аварийных сценариев

153. Отборочный анализ рекомендуется начинать с выявления списка сценариев, при которых затопления (с учётом распространения затопления) не приводят к возникновению ИС, и исключать их из дальнейшего анализа.

154. В рамках данной задачи выявляются сценарии затопления, которые могут быть оценены, как малозначимые по вкладу в суммарную ВПТ. Для оценки значимости используются упрощенные консервативные методы оценки.

155. При отборочном анализе рекомендуется использовать следующие консервативные предположения:

1) все системы (элементы), расположенные в зоне распространения затопления, повреждаются таким образом, что последствия этого повреждения являются наихудшими с точки зрения увеличения ВПТ; при этом, если возможны несколько видов отказов, вызванных затоплениями, то все они должны рассматриваться;

2) происходят все возможные ложные срабатывания, вызванные затоплением (из-за проникновения влаги в электрораспределительные устройства, электровыключатели, устройства управления, электродвигатели, под изоляцию кабелей и т.п., расположенные в зоне распространения, если перечисленные системы (элементы) не спроектированы и не квалифицированы на работу в условиях затоплений и воздействий пара), т.е. предполагается, что:

- все системы (элементы), находящиеся в режиме ожидания, переходят в наихудшее состояние с точки зрения развития аварийного сценария (например, закрытый клапан открывается, и наоборот, электродвигатель не запускается при возникновении требования и запускается, если этот запуск ухудшает аварийный сценарий);
- работающие системы (элементы) прекращают работу (например, насосы, вентиляторы останавливаются);

- после ложного срабатывания восстановить исходное состояние систем (элементов) невозможно.

156. Для каждого сценария затопления рекомендуется определять возможные ИС. Для одного сценария возможно возникновение нескольких ИС, однако является достаточным рассмотрение одного ИС при условии обоснования наихудших последствий с точки зрения возможности повреждения ядерного топлива.

157. Оценки ВОП, используемые в ВАБ АС для внутренних ИС, при выполнении ВАБ затоплений должны быть откорректированы с учетом факторов влияния (стресса, возможной потери информации на БПУ и других факторов).

158. Выполнение действий по месту в зонах затопления, в которых возможно проникновение воды/пара, принимается невозможным.

159. Оценку ВПТ при отборочном анализе рекомендуется выполнять с использованием программного средства, примененного для создания модели ВАБ блока АС уровня 1 для внутренних ИС с учётом возможных отказов систем (элементов), вызванных затоплением.

160. При отборочном анализе состояние систем (элементов) полагается наихудшим с точки зрения влияния на развитие сценария затопления в том случае, если управляющие кабели данных систем (элементов) находятся в зоне затопления и не квалифицированы на работу в условиях воздействия воды и пара.

161. Рекомендуется формулировать критерий/критерии отбора сценариев затоплений для детального анализа.

162. Результатом отборочного анализа являются следующие перечни сценариев:

1) сценарии с повреждением топлива, исключенные в соответствии с назначенными критериями отбора; при использовании нескольких отборочных критериев составляются списки сценариев затоплений, исключённых из дальней-

шего анализа в соответствии с каждым из принятых критериев исключения;

2) сценарии, включаемые в общую оценку ВПТ;

3) отобранные для детального анализа сценарии.

Детальный анализ сценариев затоплений

163. Целью детального анализа является переоценка ВПТ путём снижения уровня консерватизма, заложенного при выполнении отборочных анализов, и получение реалистичных оценок риска.

164. Детальный анализ выполняется в отношении сценариев затоплений, не исключенных в ходе отборочного анализа.

165. Снижение уровня консерватизма сценариев рекомендуется проводить путём решения следующих задач:

1) уточнение сценария распространения воды/пара между зонами затопления с учетом детальной информации о затоплении систем (элементов) и геометрии помещений;

2) выполнение анализа цепей управления с целью исключения из рассмотрения тех цепей управления, повреждение которых при затоплении не ведет к ложному срабатыванию систем (элементов);

3) выполнение детального анализа с учетом возможности выполнения действий оперативным персоналом по управлению альтернативными системами (элементами) и действий по ограничению и предотвращению затоплений.

166. При детальном анализе сценариев с распространением затопления между помещениями выполняется повторный анализ связей между помещениями для тех сценариев, которые прошли отборочный анализ. Целью данного уточненного анализа является оценка реалистичности сценариев, начиная от момента начала затопления и до момента критического повреждения систем (элементов), моделируемого в ВАБ. Также целью уточняющего анализа является оценка ин-

тервала времени между началом затопления и повреждением систем (элементов), обуславливающих повреждение ядерного топлива.

167. Детальный анализ сценариев с распространением затопления рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

1) анализ информации о расположении и характеристиках систем (элементов) в зонах распространения затопления, отобранных для детального анализа;

2) определение потенциальных источников затопления и критичных путей распространения (пути распространение затопления, которые приводят к повреждению систем (элементов), обуславливающих повреждение ядерного топлива), выявленных по результатам отборочного анализа;

3) выполнение детерминистического анализа возможности распространения или воды/пара по выбранному пути;

4) оценка результатов анализа в терминах принципиальной возможности повреждения систем (элементов), моделируемого в ВАБ, или времени до повреждения систем (элементов), обуславливающих повреждение ядерного топлива.

168. По результатам детального анализа рекомендуется формулировать вывод о возможности распространения затопления по исследуемому пути и повреждения систем (элементов), обуславливающих повреждение ядерного топлива, а также оценивать время до повреждения систем (элементов) и ядерного топлива.

169. Если по результатам детального анализа выявлено, что системы (элементы) не теряют свою работоспособность (из-за недостижения уровня воды в помещении высотных отметок нижней образующей электродвигателей или из-за других факторов, сопровождающих процесс распространения затопления), то данный сценарий исключается из рассмотрения. В противном случае оценивается время до отказа систем (элементов), которое используется для учёта действий по предотвращению затоплений.

170. Для наиболее значимых сценариев затоплений с повреждением ядерного топлива рекомендуется выполнять детальный анализ сценариев с начала затопления до момента критического повреждения систем (элементов).

171. Анализ цепей управления системами (элементами) проводится с целью выявления возможности несанкционированного срабатывания конкретных элементов систем.

172. Оценку ВПТ при детальном анализе рекомендуется проводить с учетом:

1) уточненного количества систем (элементов) в зоне распространения, потенциально подверженных отказу в конкретных сценариях затопления с повреждением топлива;

2) уточненного количества цепей управления в зоне распространения, потенциально подверженных отказу в конкретном сценарии затопления с повреждением топлива;

3) возможности предотвращения затопления до момента критического повреждения систем (элементов).

173. Рекомендуется проводить детальный анализ сценариев затоплений на БПУ и РПУ (если не доказано, что достаточно проведения только отборочного анализа).

Приложение № 1
к руководству по безопасности
«Основные рекомендации к разработке
вероятностного анализа безопасности
уровня 1 блока атомной станции
для инициирующих событий, обусловленных
внутриплощадочными пожарами
и затоплениями», утверждённому
приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от 5 сентября 2012 г. № 496

Список сокращений

АНП	–	анализ надёжности персонала
АС	–	атомная станция
АП	–	аварийная последовательность
БПУ	–	блочный пункт управлении
БРУ-А	–	быстродействующая редукционная установка сброса пара в атмосферу
ВАБ	–	вероятностный анализ безопасности
ВАБ-1	–	вероятностный анализ безопасности уровня 1
ВПТ	–	вероятность повреждения ядерного топлива (твэлов)
ВОП	–	вероятность ошибки персонала
ДС	–	дерево событий
ИС	–	инициирующее событие
ИР	–	источник радиоактивности
КД	–	компенсатор давления
КЗ	–	короткое замыкание
КИП	–	контрольно-измерительный прибор
КРУ	–	комплектное распределительное устройство

МАГАТЭ – Международное агентство по использованию атомной энергии
ПК – предохранительный клапан
ППР – планово-предупредительный ремонт
ПС – программное средство
РУ – реакторная установка
РПУ – резервный пункт управления
РТЗО – распределительное токовое задвижное оборудование
твэл – тепловыделяющий элемент
ЦНС – центральная насосная станция

Приложение № 2
к руководству по безопасности
«Основные рекомендации к разработке
вероятностного анализа безопасности
уровня 1 блока атомной станции
для инициирующих событий, обусловленных
внутриплощадочными пожарами
и затоплениями», утверждённому
приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от 5 сентября 2012 г. № 496

Термины и определения

Автоматическое пожаротушение – процесс тушения пожара, включающий использование автоматически действующих стационарных систем пожаротушения.

Затопление – случайное событие, характеризующееся образованием уровня воды, разбрызгиванием воды или запариванием, приводящее к отказу систем и/или их элементов.

Внутриплощадочное затопление – событие, заключающееся в создании превышающего установленные для нормальной эксплуатации пределы уровня воды в зданиях, строительных конструкциях, сооружениях или в их отдельных частях (помещениях), вызванное отказами оборудования, трубопроводов и других элементов или ошибками персонала АС.

Затопление по внешним причинам – затопление, происходящее за пределами зданий и сооружений, находящихся на площадке АС.

Зона затопления – помещение или несколько помещений АС, не имеющих барьеров для взаимопроникновения воды за счет различных видов связей и отделенных от других помещений АС наличием таких барьеров.

Внутриплощадочный пожар – событие, заключающееся в возгорании и горении (вплоть до полного сгорания) находящихся или обращающихся в зданиях, сооружениях, отдельных их частях (помещениях) или на открытых частях площадки АС горючих веществ и материалов.

Пожар по внешним причинам – пожар, происходящий за пределами зданий и сооружений, находящихся на площадке АС.

Пожарная зона – помещение или несколько помещений АС, не имеющих между собой барьеров, препятствующих распространению пожара за счет различных видов связей, и отделенных от других помещений АС огнестойкими барьерами или физическим разделением.

Помещение – территориально обозначенное место на блоке АС определенной конфигурации с установленными в нем системами (элементами).

Разомкнутый контур – условие отказа, при котором контур (каждый кабель или отдельный проводник внутри кабеля) теряет электрическую целостность.

Ручное пожаротушение – тушение пожара с использованием шлангов, переносных огнетушителей или с помощью противопожарных систем, запускаемых вручную персоналом АС.

Сценарий затопления – возможное развитие событий при затоплении, начинающееся с истечения воды из элементов систем, находящихся в одном помещении, с возможным распространением затопления в другие помещения за счет различных связей между помещениями, способных привести к повреждению систем (элементов).

Сценарий пожара – возможное развитие событий при пожаре, которое начинается с воспламенения горючих материалов и заканчивается полным прекращением процесса горения и может включать распространение пожара на другие горючие вещества, нагрев среды в помещениях, образование горячих газов или дыма, которые могут распространяться в области, находящиеся вне очага возгорания, повреждение систем (элементов) и кабелей, срабатывание пожарных датчиков и срабатывание автоматических систем пожаротушения, и действий пожарной бригады.

Приложение № 3
к руководству по безопасности
«Основные рекомендации к разработке
вероятностного анализа безопасности
уровня 1 блока атомной станции
для инициирующих событий, обусловленных
внутриплощадочными пожарами
и затоплениями», утверждённому
приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от 5 сентября 2012 г. № 496

Рекомендуемый состав отчета по ВАБ пожаров (затоплений)

Глава I. Общие сведения

В главе приводится информация о характеристиках источников радиоактивности, рассматриваемых эксплуатационных состояниях, поставленных целях, объеме исследований и задачах, выполняемых в рамках ВАБ-1, излагаются основные предположения и ограничения, принятые в анализе.

Приводится краткая информация о площадке размещения АС, реакторной установке, контроле и управлении блоком, системах основного и аварийного электроснабжения, системах охлаждения основного оборудования и о системах, участвующих в выполнении функций безопасности. Приводятся ссылки на соответствующие источники, содержащие более детальную информацию.

Приводятся краткие характеристики методик, руководств и компьютерных программ, используемых для решения задач ВАБ:

1) сбор информации, специфической для блока АС;

2) определение пожарных зон или зон затопления;

3) определение инициирующих событий, вызванных пожаром или затоплением;

4) разработка списка систем (элементов), отказывающих при воздействии поражающих факторов пожаров и затоплений;

5) оценка вероятностей (частот) возникновения пожара и затоплений;

6) анализ надёжности персонала;

7) определение сценариев затоплений (для ВАБ затоплений);

8) анализ распространения пожара между пожарными зонами (для ВАБ пожаров);

9) отборочный анализ аварийных сценариев;

10) детальный анализ аварийных сценариев;

11) анализ и представление результатов ВАБ пожаров или затоплений;

12) анализ других задач ВАБ, характерных для внутренних ИС.

Глава II. Сбор информации, специфической для блока АС

Сведения о блоке АС, которые собираются для выполнения ВАБ пожаров или ВАБ затоплений рекомендуется представлять в отчётной документации по ВАБ пожаров или ВАБ затоплений.

В частности, рекомендуется представлять следующие сведения.

1) Список всех зданий, расположенных на площадке, относящихся к анализируемому блоку АС.

2) Список всех помещений, содержащихся в каждом из зданий блока АС.

3) Для каждого помещения рекомендуется представлять следующие сведения (для ВАБ затоплений не требуются сведения об источниках пожаров и системах пожаротушения,

для ВАБ пожаров не требуются сведения об источниках затоплений):

название здания, в котором расположено помещение;

название помещения;

станционное обозначение помещения;

высотная отметка пола помещения;

категория помещения по пожаробезопасности – А, Б, В, Г, Д;

длина, ширина, высота помещения.

площадь помещения;

посещаемость помещения персоналом (необслуживаемое, полуобслуживаемое, обслуживаемое или другой вариант);

частота посещения помещения и какой документ регламентирует посещение помещения с данной частотой;

толщина стен, пола, потолка помещения (при наличии подвесного потолка указать материал, из которого он изготовлен);

материал стен, пола, потолка;

материал покрытия стен, пола, потолка;

огнестойкость стен, пола, потолка;

рисунок или схема расположения помещения;

температура в помещении при нормальной эксплуатации;

список оборудования, расположенного в помещении; для каждой единицы оборудования указать станционное обозначение, название технологической системы, к которой принадлежит оборудование, номер канала системы безопасности, к которому принадлежит оборудование, представить схемы с указанием всех единиц оборудования, станционного обозначения, координат единицы оборудования в помещении, указать расстояние между единицами оборудования;

для каждой единицы электротехнического и электромеханического оборудования рекомендуется представлять следующие сведения: 1) наименование и станционное обозначе-

ние; 2) количество, напряжение, мощность, длина, высота, ширина; 3) наличие системы охлаждения (при наличии системы охлаждения указать среду охлаждения; если среда охлаждения является горючим веществом, привести количество горючей среды); 4) квалификация оборудования для работы во влажной среде (указать что квалифицировано – оборудование, клеммные коробки, коммутационные коробки); 5) тип запуска электромеханического оборудования (автоматически/неавтоматически); 6) возможность отключения/включения электромеханического оборудования по месту;

для сосудов емкостей и баков рекомендуется представлять следующие сведения: наименование и станционное обозначение, объём, количество, тип среды, температура среды, давление среды, наличие подогрева среды (при наличии подогрева указать тип подогрева – электричество, вода, пар);

для каждой единицы электротехнического, электромеханического оборудования, сосудов, емкостей и баков рекомендуется представлять рисунки/схемы, на которых указаны длина, высота, ширина единицы оборудования, фундамента или постамента (при наличии) поддона для сбора протечек (при наличии), а также на рисунках указать расстояние от пола до коммутационной электрической коробки/коробок (где подводится питание и управление) и до оси вращения (для электродвигателей);

наличие стационарных источников пожара (электротехническое, электромеханическое оборудование, баки, ёмкости, сосуды) и возможность повреждения оборудования в помещении при пожаре от стационарных источников пожара;

наличие приносимых источников пожара (электросварка, газовая сварка, резка металла, нагреватели, трансформаторы, газовые баллоны, химические вещества и жидкости, горючие вещества) и возможность повреждения оборудования в помещении при пожаре от стационарных источников пожара;

для источников возникновения пожара «Стационарное электротехническое оборудование» (шкаф питания, шкаф устройства автоматики, щиток освещения, щит постоянного тока, щит переменного тока, распределительный щит освещения, трансформатор, стабилизатор, выпрямитель, электрическая панель, электрическая ячейка, электрическая секция, тиристорное устройство, инвертор, сборка РТЗО, секция питания, аккумулятор, электродвигатель, клеммная коробка, коммутационная коробка, кабель и другие электротехнические элементы) и «Стационарные горючие вещества» рекомендуется представлять следующую информацию: 1) наименование и станционное обозначении; 2) количество единиц оборудования; 3) типы горючих веществ (ПВХ, пластик, масло, мазут, битум, бензин, керосин, дизельное топливо, бумага (целлюлоза), ткань, древесина (твёрдых и мягких пород), краска, водород, кислород, пропан, уголь, химические реагенты, легковоспламеняющиеся жидкости и другие горючие вещества) в единице оборудования; 4) габаритные размеры единицы оборудования; 5) плотность заполнения объёма горючим материалом в единице оборудования; 6) масса или объём горючего вещества в единице оборудования (для каждого типа горючего вещества); 7) тип места хранения (трубопровод, баллон, бак, ящик и т.п.) для стационарных горючих веществ;

для приносимых источников возникновения пожара рекомендуется представлять следующую информацию: 1) наименование приносимого источника пожара; 2) параметры приносимого источника пожара (напряжение, тип газа, давление газа и т.п.); 3) тип места хранения (баллон, ящик, канистра и т.п.); 4) габаритные размеры; 5) частота и продолжительность нахождения приносимого источника пожара в помещении; 6) масса или объём горючего вещества в приносимом источнике пожара;

наличие кабельных трасс; при наличии кабельных трасс рекомендуется представлять следующие сведения: 1) наличие

кабелей, относящихся к различным каналам систем безопасности; 2) рисунок/рисунки с изображением расположения кабельных лотков/кронштейнов, а также с указанием высоты от пола до лотка/кронштейна, число лотков/кронштейнов, расстояние между лотками/кронштейнами; 3) принадлежность кабелей к каналу системы безопасности или оборудованию; 4) тип расположения кабелей (лотки, кронштейны); 5) размер кабельного лотка (ширина, высота); 6) доля заполнения каждого кабельного лотка кабелем; 7) преимущественный диаметр кабеля в кабельном лотке; 8) тип и марка кабеля; 9) тип и марка противопожарной защиты кабелей (при наличии); 10) толщина противопожарного покрытия кабелей; 11) герметичность/негерметичность кабельных проходок в стенах и потолках;

связи с другими помещениями через двери, отверстия и неплотности, вентиляцию (представить рисунок с изображением связей); для связи помещения через дверь для каждой двери рекомендуется указывать следующие сведения: 1) герметичность/негерметичность; 2) является ли дверь запертой/незапертой; 3) открытие двери (наружу/внутрь помещения); 4) идентификатор помещения, с которым связано данное помещение через дверь; 5) габариты двери (ширина, высота, толщина); 6) материал, из которого изготовлена дверь; 7) огнестойкость двери; 8) высота порога двери; для связи помещения через проём, отверстие, неплотность в проходках, клапаны избыточного давления или другие элементы рекомендуется представлять следующие сведения: 1) тип связи (проём, отверстие, неплотность в проходках, клапаны избыточного давления или другие элементы); 2) количество однотипных связей; 3) место расположения связи (пол, потолок, стена, при расположении связи на стене указать высоту от пола до нижней образующей связи); 4) размер связи (высота, ширина, диаметр); 5) идентификатор помещения с которым связано данное помещение через данный тип связи; для связи помещения через системы вентиляции рекоменду-

ется представлять следующие сведения: 1) тип вентиляции (приточная, вытяжная, комбинированная, естественная) и станционное обозначение системы вентиляции; 2) размер вентиляционных окон (ширина, высота) и расстояние от пола до нижней образующей вентиляционного окна/окон; 3) идентификатор помещения с которым связано данное помещение через данный тип вентиляции; 4) размер вентиляционных коробов (ширина, высота, диаметр) и наличие покрытия огнезащитным составом; 5) наличие шиберов для защиты от огня и/или дыма, тип привода шиберов, наличие автоматического закрытия, сигналы закрытия;

наличие системы пожаротушения; для системы пожаротушения рекомендуется представлять следующие сведения: 1) наименование системы пожаротушения; 2) наличие автоматического срабатывания (указать сигнал срабатывания); 3) тип среды для тушения пожара (вода, пена, газ, другие варианты); 4) наличие стационарных средств пожаротушения (лафетные стволы, огнетушители (указать количество), пожарные краны, ящики с песком); 5) наличие сигнализации о пожаре (тип оповещения и места оповещения); 6) наличие и количество датчиков пламени; 7) наличие и количество датчиков дыма; 8) количество воды, которое может поступить в помещение при пожаре, производительность и наличие дренажей в помещении для слива воды при пожаре;

наличие источников затоплений; при наличии источников затоплений рекомендуется представлять следующие сведения: 1) тип источника затопления (трубопровод/трубопроводы, бак/баки, ёмкость/ёмкости, сосуд/сосуды); 2) для каждого источника затопления «Трубопровод» приводится рисунок с трассировкой трубопровода с указанием координат расположения в помещении, наименование трубопровода, наружный диаметр и толщина стенки металла, принадлежность к элементу (системе) и каналу системы безопасности, среда в трубопроводе (вода, пар, газ, масло или другая среда), давление и температура среды, длина трубопровода, запол-

нен средой или пустой при нормальной эксплуатации, запасы среды при разрыве трубопровода; 3) для других источников затоплений (отличных от трубопроводов) приводятся количество единиц источников затоплений, если ими являются баки, ёмкости, сосуды, объём среды в единице источника затопления, принадлежность к элементу (системе) и каналу системы безопасности, тип среды (вода, пар, газ, масло или другая среда), давление и температура среды, заполнен средой или пустой при нормальной эксплуатации; 4) характеристики дренажей (размер и количество дренажных отверстий); 5) наличие уклона пола в сторону дренажных отверстий; 6) производительность дренажей; 7) наличие средств защиты дренажё от забивания; 8) объём воды, который может быть принят дренажной системой; 9) наименование элементов (систем), с которыми связаны дренажные трубопроводы помещения и идентификатор помещения/помещений, в которых элементы (системы) приёма дренажей находятся.

Сведения о нарушениях в работе блоков АС из-за пожара или затопления (причины возникновения, инициирующий элемент пожара или источник затопления, мощность пожара или объема затопления, перечень повреждённых систем (элементов), другая информация, которая может использоваться при оценке вероятностей (частот) пожара или затопления) рекомендуется собирать и представлять в табличной форме.

Глава III. Определение пожарных зон и зон затопления

В главе рекомендуется представлять сведения о критериях, на основании которых производилось выявление пожарных зон или зон затопления.

В отчётной документации по ВАБ пожаров или ВАБ затоплений рекомендуется представлять исходную информацию для определения пожарных зон или зон затоплений, а именно экспликации помещений блока АС, характеристики

помещения (высота, длина, ширина и т.п.), характеристики связей между помещениями (двери герметичные, двери негерметичные, проёмы, отверстия, вентиляционные отверстия), состав систем (элементов) в помещении, трассировки кабелей, связанных с системами (элементами), моделируемыми в ВАБ пожаров или ВАБ затоплений, количество горючих материалов в помещении, анализ по выявлению пожарных зон или зон затоплений, результаты анализа (перечень пожарных зон или зон затоплений, перечень систем (элементов) в пожарной зоне или зоне затопления, перечень помещений, входящих в пожарную зону или зону затопления, пожарная нагрузка пожарной зоны).

В данной главе представляется анализ по формированию зон затоплений, содержащий обоснование того, что все помещения, включённые в пожарную зону или зону затопления, удовлетворяют принятым критериям для включения помещения в пожарную зону или зону затоплений.

Рекомендуется в составе отчётной документации по ВАБ пожаров или ВАБ затоплений представлять схему территории площадки АС с указанием всех зданий. Отдельно выделенным зданиям АС рекомендуется присваивать буквенную кодировку.

Глава IV. Определение инициирующих событий, вызванных пожаром или затоплением

В отчётной документации по ВАБ пожаров или ВАБ затоплений рекомендуется представлять анализ по выявлению инициирующих событий, вызванных пожаром или затоплением, результаты решения данной задачи (перечень выявленных ИС из-за пожара или затопления рекомендуется представлять в отчётной документации ВАБ пожаров или ВАБ затоплений).

В данной главе представляются следующие сведения:

1) базовый перечень ИС (из ВАБ-1 для внутренних ИС);

2) анализ по исключению ИС из базового перечня при постулировании пожара/затопления в каждой пожарной зоне/зоне затопления;

3) анализ по включению новых ИС в базовый перечня при постулировании пожара/затопления в каждой пожарной зоне/зоне затопления;

4) анализ по выявлению возникновения одновременно нескольких ИС (открытие ПК КД и открытие БРУ-А);

5) окончательный перечень ИС;

6) сводная таблица/таблицы (матрица/матрицы – в строках пожарные зоны или зоны затопления, в столбцах – ИС), содержащая сведения о возможности возникновения ИС для различных пожарных зон или зон затопления.

При выявлении большого количества ИС рекомендуется проводить группировку ИС в соответствии с подходами, используемыми при группировке внутренних ИС. В отчётной документации по ВАБ пожаров или ВАБ затоплений следует представлять анализ отбора ИС и их группировки.

Глава V. Разработка списка систем (элементов), отказывающих при воздействии поражающих факторов пожаров и затоплений

В отчётной документации по ВАБ пожаров и ВАБ затоплений рекомендуется представлять список систем (элементов), подверженных отказу из-за пожара или затопления, повреждение которых может вызвать ИС или снизить надежность систем (элементов), выполняющих функции безопасности.

В отчётной документации по ВАБ пожаров или ВАБ затоплений рекомендуется представлять анализ по определению списка анализируемых систем (элементов), а также перечень выявленных возможных отказов систем (элементов).

Глава VI. Оценка вероятностей (частот) возникновения пожаров и затоплений

В отчётной документации по ВАБ пожаров или ВАБ затоплений рекомендуется представлять анализ по оценке вероятностей (частот) ИС, обусловленных пожарами или затоплениями. Рекомендуется представлять детальные сведения о пожарах или затоплениях на АС с аналогичными блоками, сведения о времени эксплуатации рассматриваемых блоков, результатах оценки вероятностей (частот) пожаров или затоплений для всех рассматриваемых пожарных зон или зон затоплений и сегментов пожара, результаты оценки частот пожаров или затоплений в пожарных зонах или зонах затоплений и пожарных сегментах.

При оценке вероятности (частоты) пожаров или затоплений рекомендуется проводить и представлять в отчётной документации по ВАБ пожаров или ВАБ затоплений анализ по отбору событий типа «пожар» или «затопление», использованных для оценки вероятностей (частот) пожаров или затоплений.

В отчётной документации по ВАБ пожаров или ВАБ затоплений рекомендуется представлять сведения о вероятностях (частотах) пожаров или затоплений для каждой пожарной зоны или зоны затопления.

Глава VII. Анализ надёжности персонала

В отчётной документации ВАБ пожаров и ВАБ затоплений рекомендуется представлять результаты АНП, включая краткое описание использованной методики АНП, перечень рассматриваемых ошибок персонала и их идентификаторы, результаты анализа по отбору ошибок персонала, результаты анализа по определению ВОП, результаты анализа по оценке зависимостей ОП.

В отчётной документации по ВАБ пожаров или ВАБ затоплений рекомендуется представлять анализ надёжности персонала при пожаре или затоплении, а также его результаты в соответствии с рекомендациями по задаче ВАБ по анализу надёжности персонала для внутренних ИС.

Глава VIII. Анализ распространения пожара между пожарными зонами

В отчётной документации по ВАБ пожаров рекомендуется представлять анализ по выявлению сценариев распространения пожаров между пожарными зонами.

При выявлении сценариев распространения пожаров рекомендуется формулировать и обосновывать критерии, принятые для анализа распространения пожара.

Рекомендуется представлять описание использованного метода для определения сценариев распространения пожара, а также результаты анализа (в виде перечня сценариев распространения пожара между пожарными зонами, содержащего сведения о пожарных зонах, через которые распространялся пожар, и сведения о путях его распространения).

Рекомендуется представлять все инженерные и детерминистические расчёты, использованные для анализа распространения пожара, а также сведения о моделях, программах и расчётных схемах, на основании которых проводились расчёты.

По результатам решения данной задачи приводятся:

1) список сценариев возможного распространения пожара (с учётом распространения пламени, горячих газов и дыма), включающий список помещений распространения пожара;

2) список элементов (систем), отказ которых происходит при реализации каждого из сценариев пожаров.

Глава IX. Определение сценариев затоплений

В отчётной документации по ВАБ затоплений рекомендуется представлять анализ по выявлению сценариев распространения воды между помещениями блока АС.

При выявлении сценариев затоплений рекомендуется формулировать и обосновывать критерии, принятые для анализа распространения затопления.

Рекомендуется приводить результаты анализа, заключающиеся в представлении перечня сценариев распространения воды между помещениями блока АС, содержащего сведения о зонах затоплений, через которые распространялось затопление, и сведения о путях его распространения.

Рекомендуется представлять все инженерные и детерминистические расчёты, использованные для анализа распространения затопления, а также сведения о моделях, программах и расчётных схемах, на основании которых проводились расчёты.

По результатам решения данной задачи приводятся:

1) список сценариев возможного распространения затопления, включающий список помещений, в которые распространяется затопление;

2) список элементов (систем), отказ которых происходит при реализации каждого из сценариев затоплений.

Глава X. Анализ аварийных сценариев

В отчётную документацию по ВАБ пожаров или ВАБ затоплений рекомендуется включать как отборочный анализ, так и его результаты.

В отчётной документации по ВАБ пожаров или ВАБ затоплений рекомендуется представлять отборочный анализ пожарных сценариев или сценариев затоплений. При отборочном анализе представляются сведения о принятых критериях для отбора сценариев пожаров или затоплений, которые

будут подвергнуты детальному анализу. В данной главе для каждого аварийного сценария рекомендуется представлять детальные сведения о количественных расчётах (постулируемых событиях отказов, принятых для оценок ИС) по оценке ВПТ или условной ВПТ и представлять их в главе X. В главе X представляются также сведения, на основании которых формулируется заключение о необходимости или отсутствии необходимости проведения детального анализа для каждого из сценариев пожаров или затоплений.

По результатам отборочного анализа в главе X представляются следующие списки сценариев:

1) сценарии с повреждением топлива, исключенные в соответствии с назначенными критериями отбора; при использовании нескольких отборочных критериев представляются списки пожарных сценариев или сценариев затоплений, исключённых из дальнейшего анализа в соответствии с каждым из принятых критериев исключения;

2) отобранные для детального анализа сценарии.

В отчётной документации по ВАБ пожаров или ВАБ затоплений рекомендуется представлять детальный анализ пожарных сценариев или сценариев затопления.

В рамках детального анализа для каждого сценария представляются анализ и его результаты, исключающие консервативные допущения, принятые при отборочном анализе. Приводятся сведения о расчётах, методах расчётов, используемых программных средствах, инженерных оценках, а также другие сведения обосновывающие развитие аварийного сценария.

В отчетной документации по ВАБ пожаров или ВАБ затоплений излагаются выводы, полученные на основе анализа результатов ВАБ пожаров или ВАБ затоплений, включая:

1) оценку уровня безопасности блока АС;

2) перечень выявленных наиболее значимых факторов, существенно влияющих на формирование профиля риска из-за пожаров или затоплений; оценку влияния неопределенно-

стей на выводы и рекомендации ВАБ пожаров или ВАБ затоплений;

3) оценку достижения целей, поставленных при выполнении ВАБ пожаров или ВАБ затоплений.

Рекомендуется представлять описания результатов, полученных при анализах значимости, чувствительности и неопределенности.

Полученные результаты количественной оценки реализации аварийных сценариев рекомендуется анализировать в отношении неопределенности и чувствительности к основным допущениям и ограничениям анализа.

При представлении результатов ВАБ пожаров или ВАБ затоплений пожарные сценарии или сценарии затопления рекомендуется группировать по типу помещений (например, кабельные шахты, тоннели, БПУ) и оценивать вклад каждой группы в общую ВПТ. Результаты ВАБ пожаров или ВАБ затоплений рекомендуется представлять как вклад пожарных сценариев или сценариев затоплений с повреждением топлива в ВПТ для различных типов помещений. Вклад от сценариев, которые явились малозначимыми и были отброшены на стадии отборочного анализа, рекомендуется добавлять к суммарной оценке ВПТ.

В отчётной документации по ВАБ пожаров или ВАБ затоплений приводятся разработанные по результатам ВАБ пожаров или ВАБ затоплений рекомендации по повышению уровня безопасности блока АС и вероятностные оценки их эффективности, включая технические и организационные меры.

Приложение № 4
к руководству по безопасности
«Основные рекомендации к разработке
вероятностного анализа безопасности
уровня 1 блока атомной станции
для инициирующих событий, обусловленных
внутриплощадочными пожарами
и затоплениями», утверждённому
приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от 5 сентября 2012 г. № 496

Рекомендуемая последовательность и взаимосвязь задач ВАБ пожаров и ВАБ затоплений

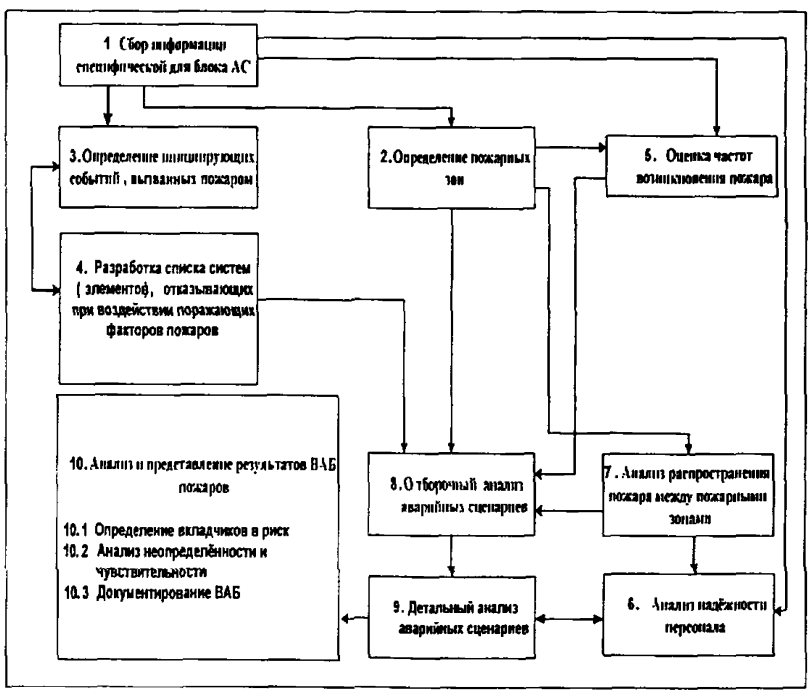

Рис. 1. Последовательность выполнения задач ВАБ пожаров

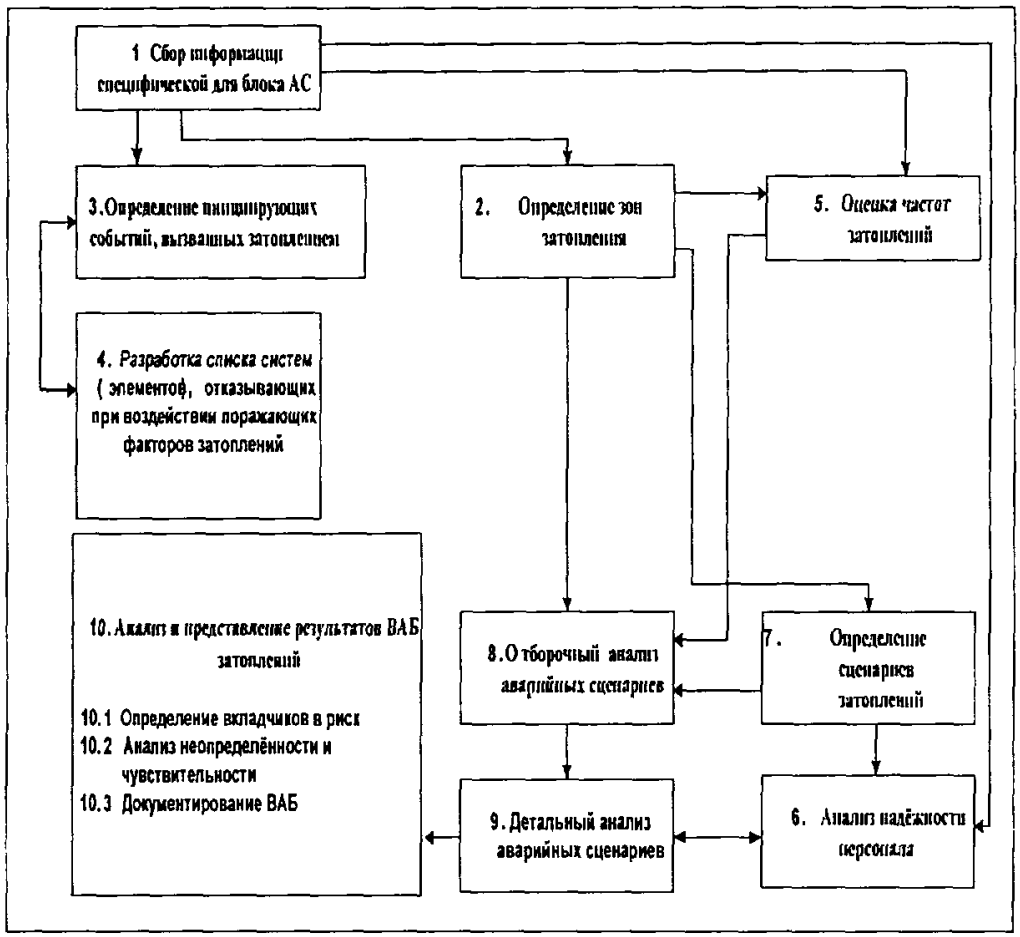

Рис. 2. Последовательность выполнения задач ВАБ затоплений

Приложение № 5
к руководству по безопасности
«Основные рекомендации к разработке
вероятностного анализа безопасности
уровня 1 блока атомной станции
для инициирующих событий, обусловленных
внутриплощадочными пожарами
и затоплениями», утверждённому
приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от 5 сентября 2012 г. № 496

Рекомендации по анализу цепей управления системами (элементами) при выполнении ВАБ пожаров

Цель анализа цепей управления системами (элементами) – обоснование возможности непреднамеренного срабатывания систем (элементов), вызванного повреждением находящихся в указанных помещениях кабелей из-за пожара.

При анализе цепей управления системами (элементами) рекомендуется исследовать схемы управления на возможность возникновения замыканий между их проводами, вызывающих активацию управляющих переключателей, а также возможность ликвидации КЗ и возврата управления соответствующим элементам. Рекомендуется учитывать в ВАБ пожаров восстанавливающие действия по управлению системами (элементами) при наличии соответствующих эксплуатационных инструкций (для действующих блоков АС).

Анализ цепей управления системами (элементами) рекомендуется выполнять совместно с персоналом АС цеха тепловой автоматики и измерений или других компетентных служб АС.

Рекомендуется проводить анализ, по крайней мере, для следующих помещений (пожарных зон) АС, в которых расположены цепи управления системами (элементами):

1) БПУ;

2) релейный шкаф;

3) резервный щит управления;

4) кабельные шахты.

Если в процессе выполнения ВАБ пожаров будут выявлены другие пожарные зоны, содержащие цепи управления системами (элементами), моделируемые в ВАБ пожаров, то такие помещения и схемы управления системами (элементами) рекомендуется также подвергать анализу.

Эффекты воздействия пожара на кабели КИП, расположенные в перечисленных выше помещениях, следует устанавливать на основе результатов анализа цепей управления системами (элементами).

Выявлять различные типы схем управления системами (элементами) и проводить анализ по влиянию пожара на каждый из типов схем управления системами (элементами) рекомендуется на основании анализа схем управления системами (элементами).

Рекомендуется для каждого из выявленных типов цепей управления системами (элементами) анализировать эффект замыкания на землю, что может вызывать потерю контроля над системой (элементом), но не приводить к несанкционированному срабатыванию или отключению, а также вызывать несанкционированное срабатывание.

Результаты анализа цепей управления системами (элементами) следует представлять в отчётной документации по ВАБ пожаров.

Приложение № 6
к руководству по безопасности
«Основные рекомендации к разработке
вероятностного анализа безопасности
уровня 1 блока атомной станции
для инициирующих событий, обусловленных
внутриплощадочными пожарами
и затоплениями», утверждённому
приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от 5 сентября 2012 г. № 496

Алгоритм оценки вероятностей (частот) пожаров или затоплений

Общее число пожаров или затоплений и соответствующее время наблюдения рекомендуется оценивать с использованием следующих двух уравнений:

$$F_i = \sum_{\text{Блоки со всех АС}} f_{i,k}; \quad (1)$$

$$T_i = \sum_{\text{Блоки со всех АС}} (N_{i,k} \cdot T_k), \quad (2)$$

где:

i – номер типа компонентов, рассмотренных как источники возгорания или затопления;

k – номер блока рассматриваемых АС;

F_i – число инцидентов пожара или затоплений, связанных с i-ым типом компонента;

$f_{i,k}$ – число инцидентов пожара или затоплений, связанных с i-ым типом компонента k-го блока АС;

T_i – полное время наблюдения, связанное с i-ым типом компонента;

T_k – время эксплуатации k-го блока АС;

$N_{i,k}$ – общее количество компонентов i-го типа на k-ом блоке АС.

Если полное время наблюдения для всех компонентов и число пожаров или затоплений для всех компонентов вычисляются как сумма времён наблюдения для всех компонентов $T_н = \sum T_i$ и сумма числа пожаров или затоплений $F = \sum F_i$, обусловленных рассматриваемыми компонентами, то, соответственно, среднее значение вероятности (частоты) $\overline{FR}$ пожара или затоплений может оцениваться для пуассоновского потока событий с использованием Байесовской процедуры с неинформативным априорным распределением по формуле (3):

$$\overline{FR} = \frac{(2F+1)}{2T_н}. \qquad (3)$$

Нижняя $FR_н$ и верхняя $FR_в$ границы параметра FR определялись с использованием χ^2-распределения для двухстороннего доверительного интервала с доверительной вероятностью $p = 0{,}9$ по следующим формулам:

$$FR_в = \frac{\chi^2_{(1+p)/2} \cdot (2F+2)}{2T_н}; \qquad (4)$$

$$FR_н = \frac{\chi^2_{1-(1-p)/2} \cdot 2F}{2T_н}, \qquad (5)$$

где

p – доверительная вероятность;

$FR_в$ – верхний предел доверительного интервала;

$FR_н$ – нижний предел доверительного интервала.

Вероятность (частота) пожара или затопления может приниматься подчиняющейся закону логнормального распределения. Для логнормальной модели при доверительной вероятности $p = 0{,}9$ в качестве параметра неопределенности используется фактор ошибки «*ef*», значение которого определяется по формулам приближения γ-распределения к логарифмически нормальной модели:

$$ef = \begin{cases} \sqrt{\dfrac{FR_{0,95}}{FR_{0,05}}} & FR_{0,95} \geq 3{,}87\overline{FR} \\ \exp\left[Z_{0,95}\left(Z_{0,95} - \sqrt{Z_{0,95}^2 - 2\ln\left(\dfrac{FR_{0,95}}{\overline{FR}}\right)}\right)\right] & FR_{0,95} < 3{,}87\overline{FR} \end{cases}, \quad (6)$$

где

ef – фактор ошибки логнормального распределения;

$Z_{0,95}$ – 95-процентиль стандартного нормального распределения (≈ 1,645).

При наличии специфических данных с применением метода Байеса производится обновление обобщённых оценок с использованием специфических данных о событиях пожара или затоплений, имевших место на исследуемом блоке.

Процедуру переоценки вероятностей (частот) пожаров или затоплений рекомендуется проводить в несколько этапов, приведённых ниже.

Этап 1. Определение стандартного логарифмического отклонения для распределения обобщенных вероятностей (частот) пожаров или затоплений:

$$\sigma = \frac{\ln(ef)}{Z_{0,95}}, \quad (7)$$

где

σ – стандартное логарифмическое отклонение;

ef – логнормальный фактор ошибки для обобщенных вероятностей (частот) пожаров или затоплений;

$Z_{0,95}$ – 95-процентиль стандартного нормального распределения (≈1,645).

Этап 2. Определение вариации для распределения обобщенных вероятностей (частот) пожаров или затоплений:

$$Var = \overline{FR}^2\left(e^{\sigma^2} - 1\right), \quad (8)$$

где

Var – вариация для распределения обобщенных вероятностей (частот) пожаров или затоплений;

$\overline{FR}$ – среднее значение обобщенной вероятности (частоты) пожара или затоплений;

σ – стандартное логарифмическое отклонение.

Этап 3. Определение параметров гамма-распределения α и β:

$$\alpha = \frac{\overline{FR}^2}{Var}; \tag{9}$$

$$\beta = \frac{\overline{FR}}{Var}. \tag{10}$$

Этап 4. Определение параметров апостериорного распределения α' и β' с использованием метода Байесовской модификации:

$$\alpha' = \alpha + F_t; \tag{11}$$

$$\beta' = \beta + T_t, \tag{12}$$

где

T_t – период наблюдения анализируемых систем (элементов)/помещений по специфическим данным;

F_t – количество пожаров или затоплений по специфическим данным.

Этап 5. Определение средней апостериорной (обновлённой) вероятности (частоты) пожара или затоплений:

$$\overline{FR'} = \frac{\alpha'}{\beta'}; \tag{13}$$

$$\overline{Var'} = \frac{\alpha}{\beta'^2}, \tag{14}$$

где

$\overline{FR'}$ – апостериорное среднее значение вероятности (частоты) пожара или затоплений;

$\overline{Var'}$ – апостериорная вариация.

Этап 6. Определение логнормального фактора ошибки для апостериорного распределения (ef'):

$$ef' = \exp\left[Z_{0,95}\sqrt{\ln\left(1+\frac{Var'}{\overline{FR'}^2}\right)}\right]. \qquad (15)$$

Определение числа событий, обусловленных пожарами или затоплениями

При определении числа событий, обусловленных пожарами или затоплениями, рекомендуется анализировать все инциденты, относящиеся к пожарам или затоплениям на АС.

Для определения числа событий, обусловленных пожарами или затоплениями, рекомендуется использовать сведения из актов о нарушениях в работе АС, а также цеховых отчётах.

При определении числа событий, обусловленных пожарами или затоплениями, рекомендуется использовать следующие правила:

1) при наличии неоднозначности экспертного мнения (включать событие в анализ или не включать) событие консервативно включается в анализ;

2) события типа «пожар» или «затопление», которые случались в течение останова блока АС, включаются в анализ;

3) события типа «пожар» не включаются в анализ для оценки вероятностей (частот) пожаров, если воздействию пожара был подвержен лишь исходный компонент – источник пожара и событие не вызывало инициирующего события; указанные события обычно уже учтены при оценке вероятностей (частот) отказов компонентов в ВАБ для внутренних ИС;

4) события типа «затопление» не включаются в анализ для оценки вероятностей (частот) затоплений, если событие не вызывало ИС.

При анализе событий, обусловленных пожаром или затоплением, рекомендуется формировать перечень помеще-

ний, где произошёл пожар или затопление (БПУ, РПУ, турбинный зал, дизель-генераторная, ЦНС и т.п.), а также указывать тип компонента, вызвавшего пожар или затопление (турбина, генератор, дизель-генераторы, насосы 6 кВ, насосы 0,4 кВ, силовые кабели, управляющие кабели, электрические панели, трансформаторы > 6 кВ, трансформаторы <= 6 кВ, распределительные устройства 6 кВ, распределительные устройства 0,4 кВ, вентиляторы, переносимые горючие материалы, инверторы, оборудование, содержащее водород, теплоизоляция, бак, трубопровод и т.п.).

ИС пожаров или затоплений рекомендуется группировать, учитывая отдельно обобщенные данные и специфические данные.

При выполнении ВАБ пожаров события о пожаре, используемые для оценки вероятностей (частот) пожаров с помощью зонально-ориентированного подхода, не рекомендуется учитывать при оценке вероятностей (частот) с применением компонентно-ориентированного подхода и наоборот.

В отчётной документации по ВАБ пожаров или затоплений рекомендуется представлять детальную информацию о реальных ИС, связанных с пожарами или затоплениями, а также собственно анализ этих ИС и его результаты.

Определение времени наблюдения

Для оценки вероятностей (частот) пожаров или затоплений требуется определение периода времени, на котором были выявлены события, обусловленные пожаром или затоплением и принятые для дальнейшего анализа.

Для определения времени наблюдения требуются следующие сведения:

1) время эксплуатации АС с момента физического пуска (включая все режимы эксплуатации – остановы, ППР);

2) общее количество компонентов, рассмотренных как источники возгорания или затопления;

3) общее количество аналогичных друг другу помещений.

При использовании компонентно-ориентированного подхода при оценке вероятностей (частот) ИС время наблюдения рекомендуется определять путем умножения числа компонентов, рассмотренных как источники возгорания или затопления, на продолжительность эксплуатации каждой из рассмотренных АС.

При использовании зонально-ориентированного подхода при оценке вероятностей (частот) ИС время наблюдения рекомендуется определять путем умножения числа аналогичных помещений на продолжительность эксплуатации каждой из рассмотренных АС.

Оценка вероятности (частоты) затопления для зоны затопления зданий блока АС

После определения вероятностей (частот) затоплений для каждого из зданий блока АС определяются вероятности (частоты) затоплений для каждой из зон затопления каждого из зданий блока АС.

Поскольку затопления могут быть различного объема, то время до повреждения систем (элементов) при прочих равных условиях для событий с разным объемом затоплений будет отличаться, как будет отличаться и запас времени, который имеется у оперативного персонала для предотвращения повреждения систем (элементов). В результате риск от затоплений различного объема будет различным. Поэтому при определении вероятностей (частот) затоплений рекомендуется определять вероятности (частоты) затоплений для источников затоплений различной интенсивности. Рекомендуется рассматривать следующие объемы затоплений:

1) малый – затопление в количестве одного кубического метра, например протечки из задвижки;

2) умеренный – затопление в количестве 10 кубических метров (протечки насосов, разрывы небольших баков, течи трубопроводов);

3) большой – затопление в количестве 100 кубических метров (разрывы трубопроводов или баков);

4) очень большой – затопление в количестве 1000 кубических метров и более, например, разрыв трубопроводов циркуляционной или технической воды.

Вероятность (частота) затопления для зоны затопления здания блока АС определяется путём умножения вероятности (частоты) события для здания блока АС на долю компонентов в зоне затопления от общего количества компонентов, рассматриваемых как источники затопления с учётом объема источника затопления.

Поскольку основными источниками затоплений являются трубопроводы, то доля компонентов в зоне затопления любого объема может определяться на основании длины трубопроводов, проходящих через рассматриваемую зону затопления и вызывающих затопление данного объема.

Рекомендуется трубопроводы различного диаметра, разрывы которых могут являться источниками затоплений, соотносить с одним из приведённых выше объемов затоплений.

Оценка вероятности (частоты) пожара для пожарной зоны

Вероятность (частота) пожара для пожарной зоны включает в себя две составляющие:

1) вероятность (частота) от элементов систем, рассматриваемых как источники возгорания;

2) вероятность (частота) от переносимых горючих материалов, а также сварки, резки металла и т.п.

Вероятность (частота) от элементов систем, рассматриваемых как источники возгорания

Для определения вероятности (частоты) пожаров в пожарной зоне требуется знание количества и типа компонентов в пожарной зоне, которые могут являться источниками возгорания. Вероятность (частоту) возникновения пожара для пожарной зоны FZ рекомендуется определять как сумму частот от всех источников возгорания:

$$F_{\text{стац}FZ} = \sum_{i=1}^{N} (F_i \cdot n_i), \qquad (16)$$

где

$F_{\text{стац}FZ}$ – вероятность (частота) возникновения пожара для пожарной зоны FZ для стационарных источников возгорания;

i – тип компонента, рассмотренного как источник возгорания;

N – общее количество типов компонентов;

F_i – вероятность (частота) пожара в год на компонент для i-го типа компонента;

n_i – число компонентов i-го типа в пожарной зоне FZ;

FZ – идентификатор пожарной зоны.

Вероятность (частота) пожара от переносимых горючих материалов

Вероятность (частоту) возникновения пожара от переносимых горючих материалов рекомендуется оценивать для всей АС и затем разделять между различными пожарными зонами, основываясь на площади пола пожарной зоны и частоте присутствия персонала в пожарной зоне. Вероятность (частота) пожара от переносимых горючих материалов для пожарной зоны i $F_{\text{пер}i}$ рекомендуется определять по следующей формуле:

$$F_{\text{пер}i} = F_{\text{пер}} S_i F_{visit\,i} / \sum_{i=1}^{nz} (S_i \cdot F_{visit\,i}), \qquad (17)$$

где

$F_{пер}$ – общая частота пожаров на блоке АС из-за переносимых источников;

S_i – площадь пола пожарной зоны i в м^2;

$F_{visit\ i}$ – частота присутствия людей в пожарной зоне i;

i – номер пожарной зоны;

NZ – число пожарных зон.

Оценка $F_{visit\ i}$ основывается на числе посещений пожарной зоны и продолжительности посещения. Рекомендуется устанавливать продолжительность посещения персоналом пожарных зон или зон затопления. Посещаемость пожарных зон или зон затопления может быть классифицирована следующим образом: 1) не посещаемые; 2) три раза в месяц; 3) три раза в неделю; 4) один раз в сутки; 5) три раза в сутки; 6) один раз в 2 часа; 7) один раз в час; 8) непрерывное присутствие.

Вероятность (частота) пожара при сварке, резке металла

Возникновение пожара возможно при воспламенении горючих веществ (промасленной изоляции и т.п.) в результате попадания искр при сварке или резке металла, а также в результате самовоспламенения теплоизоляции. Вероятность (частоту) возникновения пожара при сварке, резке металла и т.п. рекомендуется оценивать для всей АС и затем разделять между различными пожарными зонами, основываясь на коэффициентах (назначаемых экспертно персоналом АС), характеризующих потенциальную опасность, связанную с пожаром из-за работ по металлу (сваркой или резанием), а также с возможностью нагрева от горячих трубопроводов и самовоспламенения. При этом следует учитывать наличие горючих материалов, горячих трубопроводов, а также объем ремонтных работ, которые проводятся в анализируемой пожарной зоне. Для оценки потенциальной опасности при сварке, резке металла и т.п. рекомендуется ранжировать все пожарные зоны с помощью баллов от 1 до 10 (например, самый высокий балл (10) может быть назначен машзалу, средние величины баллов могут быть назначены таким помещениям,

как механические мастерские или зоны, содержащие масло, самый низкий балл (1) может быть назначен таким помещениям, как лестничные клетки, или помещениям персонала станции, которые рассматривались как мало опасные зоны в отношении рассматриваемых событий). Коэффициенты опасности для пожарной зоны оцениваются путём деления назначенного балла на сумму баллов, назначенных для всех пожарных зон, и умножения на полную вероятность (частоту) пожара из-за сварки, резки металла.

Вероятность (частота) пожара в помещениях КИП

При выполнении оценки вероятности (частоты) пожара в помещениях БПУ, РПУ, КИП рекомендуется возможные области возникновения пожара на БПУ (электрические панели) разделять на сегменты (в соответствии с границами электрических панелей). Рекомендуется оценённую для пожарной зоны (БПУ, РПУ, КИП и т. п.) вероятность (частоту) пожара разделять на вероятности (частоты) возникновения пожара в отдельных сегментах, основываясь на данных о плотности кабелей и проводов в электрических панелях. Для характеристики плотности заполнения электрических панелей рекомендуется вводить коэффициенты заполнения. Например, сегменты можно характеризовать следующими коэффициентами заполнения:

1) очень редкое заполнение – 5;
2) редкое заполнение – 50;
3) среднее заполнение – 100;
4) значительное заполнение – 150;
5) очень значительное заполнение – 250.

Вероятность (частота) пожара в сегменте (с учётом распределения между сегментами вероятности (частоты) пожара от переносимых горючих материалов) определяется путем умножения вероятности (частоты) пожара в пожарной зоне на коэффициент заполнения сегмента, определяемый как отношение коэффициента заполнения для данного сегмента к сумме коэффициентов для всех сегментов.

Руководство по безопасности
«Основные рекомендации к разработке вероятностного анализа безопасности уровня 1 блока атомной станции для инициирующих событий, обусловленных внутриплощадочными пожарами и затоплениями»

РБ-076-12

Официальное издание

Ответственная за выпуск Синицына Т.В.

Верстка выполнена в ФБУ «НТЦ ЯРБ» в полном соответствии с приложением к приказу Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 05.09.2012 г. № 496

Подписано в печать 30.11.2012.

ФБУ «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (ФБУ «НТЦ ЯРБ») является официальным издателем и распространителем нормативных актов Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 20.04.06 № 384)

Тираж 100 экз.

Отпечатано в ФБУ «НТЦ ЯРБ». Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5

Телефон редакции: 8-499-264-28-53

gost.e-ecolog.ru