

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ,
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ**

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от 5 октября 2020 г. № 387

**РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ**

**«РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ ВЕРОЯТНОСТНОГО АНАЛИЗА
БЕЗОПАСНОСТИ УРОВНЯ 1 БЛОКА АТОМНОЙ СТАНЦИИ ДЛЯ
ИСХОДНЫХ СОБЫТИЙ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ
ВНУТРИПЛОЩАДОЧНЫМИ ПОЖАРАМИ И ЗАТОПЛЕНИЯМИ»
(РБ-076-20)**

*Текст соответствует
утвержденному
22.10.2020 М.М.*

Введено в действие
с 5 октября 2020 г.

Москва 2020

**Руководство по безопасности при использовании атомной энергии
«Рекомендации по разработке вероятностного анализа безопасности уровня 1
блока атомной станции для исходных событий, обусловленных
внутриплощадочными пожарами и затоплениями» (РБ-076-20)**

**Федеральная служба по экологическому, технологическому
и атомному надзору**

Москва, 2020

Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендации по разработке вероятностного анализа безопасности уровня 1 блока атомной станции для исходных событий, обусловленных внутриплощадочными пожарами и затоплениями» (РБ-076-20)* разработано в соответствии со статьей 6 Федерального закона от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» в целях содействия соблюдению требований пунктов 23 – 24 федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Основные требования к вероятностному анализу безопасности блока атомной станции» (НП-095-15), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 12 августа 2015 г. № 311 (зарегистрирован Минюстом России 4 сентября 2015 г., регистрационный № 38807).

Руководство по безопасности содержит рекомендации Ростехнадзора по разработке вероятностного анализа безопасности уровня 1 блока атомной станции для всех режимов нормальной эксплуатации блока атомной станции, включая работу на мощности, режимы останова, расхолаживание, перегрузку ядерного топлива, техническое обслуживание и ремонт систем (элементов), разогрев, пуск, с учетом всех имеющихся на блоке атомной станции мест нахождения ядерных материалов для исходных событий, обусловленных внутриплощадочными пожарами (далее – вероятностный анализ безопасности пожаров) или

* Разработано коллективом авторов: Ивочкин М.Ю., Берг Т.В., Бредова В.А., Волковицкий С.О., Максеев Р.Е. (ФБУ «НТЦ ЯРБ»), Любарский А.В., Федулов М.В. (АО «Атомэнергопроект»), Линьков С.П. (АО «ОКБМ Африкантов»).

внутриплощадочными затоплениями (далее – вероятностный анализ безопасности затоплений).

Руководство по безопасности содержит рекомендации в части целей, состава, объема, последовательности выполнения отдельных задач, а также содержания и объема отчетной документации и качества выполнения вероятностного анализа безопасности пожаров и вероятностного анализа безопасности затоплений.

При разработке Руководства по безопасности были учтены рекомендации стандарта безопасности МАГАТЭ SSG-3.

Руководство по безопасности предназначено для использования проектными, конструкторскими и эксплуатирующими организациями, а также Ростехнадзором.

Выпускается взамен руководства по безопасности при использовании атомной энергии «Основные рекомендации к разработке вероятностного анализа безопасности уровня 1 блока атомной станций для инициирующих событий, обусловленных внутриплощадочными пожарами и затоплениями» (РБ-076-12), утвержденного приказом Ростехнадзора от 5 сентября 2012 г. № 496.

I. Общие положения

1. Настоящее руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендации по разработке вероятностного анализа безопасности уровня 1 блока атомной станции для исходных событий, обусловленных внутриплощадочными пожарами и затоплениями» (РБ-076-20) (далее – Руководство по безопасности) разработано в соответствии со статьей 6 Федерального закона от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» в целях содействия соблюдению требований пунктов 23 – 24 федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Основные требования к вероятностному анализу безопасности блока атомной станции» (НП-095-15), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 12 августа 2015 г. № 311 (зарегистрирован Минюстом России 4 сентября 2015 г., регистрационный № 38807).

2. Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по разработке вероятностного анализа безопасности уровня 1 блока атомной станции для всех режимов нормальной эксплуатации блока атомной станции, включая работу на мощности, режимы останова, расхолаживание, перегрузку ядерного топлива, техническое обслуживание и ремонт систем (элементов), разогрев, пуск (далее – эксплуатационные состояния), с учетом всех имеющихся на блоке атомной станции мест нахождения ядерных материалов для исходных событий, обусловленных внутриплощадочными пожарами (далее – вероятностный анализ безопасности пожаров) или внутриплощадочными затоплениями (далее – вероятностный анализ безопасности затоплений).

3. Список сокращений, используемых в настоящем Руководстве по безопасности, приведен в приложении № 1, рекомендуемый состав отчета по вероятностному анализу безопасности пожаров (затоплений) – в приложении № 2.

4. Рекомендации настоящего Руководства по безопасности определяют цели, состав, объем, последовательность выполнения отдельных задач, а также

содержание и объем отчетной документации и качество выполнения вероятностного анализа безопасности пожаров и вероятностного анализа безопасности затоплений.

**Вероятностный анализ безопасности уровня 1
блока атомной станции для исходных событий,
обусловленных внутриплощадочными пожарами**

II. Общие вопросы

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

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

сбор исходной информации;

определение пожарных зон блока АС;

разработка списка систем (элементов) для анализа пожаров;

оценка вероятностей (частот) возникновения пожаров;

АИП;

анализ распространения пожара между пожарными зонами;

определение ИС, вызванных пожаром;

анализ сценариев пожаров;

анализ неопределенности, чувствительности и значимости;

представление результатов ВАБ пожаров.

7. При выполнении ВАБ пожаров рекомендуется использовать:

проектную документацию блока АС;

ВАБ пожаров, выполненные для блоков-аналогов;

ВАБ для внутренних ИС для всех эксплуатационных состояний исследуемого блока АС;

описания систем блока АС, включая системы безопасности (защитные, локализирующие, обеспечивающие, управляющие) и противопожарные системы;

инструкции по эксплуатации систем (элементов), содержащие указания о способах ведения работ при нормальной эксплуатации, а также инструкции и

руководства, определяющие действия персонала при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные и запроектные аварии;

инструкции и руководства, определяющие действия персонала при пожарах;

чертежи и экспликации зданий и помещений блока АС;

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

результаты обхода зданий и помещений блока АС;

опыт эксплуатации исследуемого блока АС, его прототипов или аналогов, включая информацию о пожарах на этих блоках;

существующие анализы по обоснованию безопасности блока АС при пожарах;

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

отчет по обоснованию безопасности блока АС;

регламенты безопасной эксплуатации блока АС;

схемы трассировки кабелей в зданиях и помещениях;

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

чертежи систем вентиляции, включая трассировки вентиляционных коробов;

характеристики и места размещения противопожарных клапанов, включая противопожарные клапаны, установленные в системах вентиляции.

III. Сбор исходной информации

8. При выполнении задачи «Сбор исходной информации» рекомендуется определять состав и объем информации, необходимой для ВАБ пожаров. Сбор информации рекомендуется проводить на основе анализа проектной и эксплуатационной документации, а также информации, полученной при специальных обходах блока АС. Рекомендуется собирать следующую информацию:

информацию о зданиях блока АС (название, расположение, обозначение);

данные обо всех помещениях каждого из зданий блока АС (размеры помещения, огнестойкость стен, полов, потолков, материалы покрытия полов, стен и потолков, параметры среды в помещении при нормальной эксплуатации);

данные о связях между помещениями блока, включающие информацию о типах (в том числе двери проемы, отверстия) и размерах связи; для дверей собираются данные о герметичности, пределе огнестойкости и материале, из которого они изготовлены, а также выясняется направление открытия дверей (внутри/наружу) помещения;

данные о вентиляционных связях помещений;

данные о системах (элементах) блока АС, находящихся в помещениях;

данные о наличии, составе, типах и количестве горючих веществ и источниках возгорания (пожара) (стационарных и приносимых), находящихся в помещениях;

данные о целях и частоте посещения помещений персоналом.

9. Обходы зданий и помещений блока АС рекомендуется проводить для действующего и вводимого в эксплуатацию блока АС. Целью указанных обходов является установление соответствия фактического состояния блока АС проектной и эксплуатационной документации (например, проверка и уточнение информации о расположении систем (элементов), о связях между помещениями, о возможных границах распространения пожара, об источниках пожара, о расположении систем пожаротушения в помещениях и другой необходимой информации), а также получение информации, которая может отсутствовать в документации анализируемого блока АС.

10. Для упрощения и формализации сбора информации при обходах зданий и помещений блока АС рекомендуется разрабатывать и заполнять листы обхода помещений блока АС (далее – листы обхода). В лист обхода, составляемый для каждого из помещений блока АС, рекомендуется включать следующую информацию:

о помещениях (название здания, в котором находится помещение,

идентификатор помещения, название помещения, его длина, ширина, высота, площадь, высотная отметка/отметки пола);

о связях помещения (двери с указанием их герметичности/негерметичности и пожаростойкости, свободных проемах, отверстиях, вентиляционных коробах, клапанах избыточного давления, противопожарных клапанах, в том числе установленных в коробах систем вентиляции, и других возможных связях). Для указанных выше связей рекомендуется в листах обхода приводить информацию о высотных отметках расположения связи относительно высотной отметки пола помещения, размере связи в зависимости от ее геометрии (диаметр, ширина и высота), информацию о наименованиях и идентификаторах помещений, с которыми данное помещение связано через конкретную связь;

о системах (элементах), находящихся в помещении;

о частоте и целях посещения помещения персоналом;

о наличии средств контроля возгораний и систем пожаротушения;

о наличии источников и массах/объемах горючих веществ (баки с горючими веществами, кабели, переносимые источники возгорания и горючие вещества, другие горючие вещества и материалы).

Для проектируемого или сооружаемого блока при сборе информации о расположении систем (элементов) в помещениях рекомендуется использовать проектную документацию проектируемого или сооружаемого блока АС или проектную и эксплуатационную документации и результаты обхода блоков-аналогов, находящихся в эксплуатации.

11. Рекомендуется собирать информацию о размещении кабелей в помещениях (наименование помещения, принадлежность к системе, назначение) для кабелей электроснабжения, контроля и управления.

12. Для кабелей электроснабжения рекомендуется собирать информацию об их трассировке по помещениям, начиная от снабжаемого элемента до его шины электроснабжения, расположенной в помещениях распределительного токового задвижного оборудования, комплектного распределительного устройства или в ином месте.

13. Для кабелей систем контроля и управления рекомендуется собирать информацию об их трассировке по помещениям от контролируемого и/или управляемого элемента до места управления (БПУ, РПУ, местный щит или иное место контроля и управления), включая информацию о панелях или иных устройствах (при их наличии), в которых коммутируются кабели элементов систем контроля и управления, а также информацию о трассировке кабелей электроснабжения элементов систем контроля и управления.

IV. Определение пожарных зон блока атомной станции

14. В рамках задачи «Определение пожарных зон блока атомной станции» рекомендуется определять пожарные зоны, для которых будет проводиться анализ сценариев пожаров.

15. Под пожарной зоной понимается помещение (часть помещения), группа помещений, участок промышленной площадки АС или здание/сооружение, в пределах которых постоянно или периодически находятся (обращаются) горючие вещества и материалы и которые отделены от других помещений (частей помещений), групп помещений, участков промышленной площадки АС или зданий/сооружений безопасными (предельными) расстояниями или противопожарными преградами.

16. Пожарные зоны сооружаемых блоков АС рекомендуется определять на основе их проектной документации. Пожарные зоны эксплуатируемых блоков АС, включая блоки АС, вводимые в эксплуатацию после сооружения, рекомендуется определять на основе их проектной документации и информации из результатов обхода блока АС.

17. В качестве предварительного перечня пожарных зон рекомендуется принимать перечень пожарных отсеков, установленных в рамках анализа по обоснованию безопасности блока АС, и уточнять на основе критериев, принятых в ВАБ пожаров при формировании пожарных зон.

18. Рекомендуется включать помещения здания/сооружения в состав уточненных пожарных зон или определять дополнительные пожарные зоны, если помещения, не включенные в ранее определенные пожарные зоны, имеют с ними

границы, представляющие собой противопожарные барьеры, сформированные с учетом принятых в ВАБ пожаров критериев для формирования пожарных зон.

19. Пожарные зоны рекомендуется определять на основе наличия связей помещений с другими помещениями. Рекомендуется учитывать все виды связей между помещениями, включая:

связи, препятствующие распространению пожара (пламени, горячих газов и продуктов горения). Например, стены, закрытые герметичные и/или противопожарные двери, противопожарные клапаны, клапаны избыточного давления, открывающиеся внутрь помещения, и другие элементы, рассчитанные на пожар длительностью большей, чем длительность пожара при условии выгорания всей пожарной нагрузки в помещении;

связи, не препятствующие распространению пожара (пламени, горячих газов и продуктов горения). Например, стены, закрытые герметичные двери, клапаны избыточного давления, открывающиеся внутрь помещения, и другие элементы, не рассчитанные на всю пожарную нагрузку помещения;

связи, способствующие распространению пожара (пламени, горячих газов и продуктов горения). Например, открытые проемы и люки, не закрытые двери, клапаны избыточного давления, открывающиеся наружу из помещения, связи между помещениями по системам вентиляции, на которых не установлены автоматические устройства локализации пожара, и другие элементы.

20. Рекомендуется все связи между помещениями блока АС представлять в виде таблицы связей с указанием всех помещений блока АС и их связей с другими помещениями блока АС. Пример формата таблицы связей между помещениями блока АС приведен в приложении № 3 к настоящему Руководству по безопасности.

21. Рекомендуется все связи между помещениями блока АС через системы вентиляции представлять в виде таблицы связей. Указанную информацию рекомендуется использовать при формировании перечня пожарных зон. Пример представления такой информации приведен в приложении № 4 к настоящему Руководству по безопасности.

22. Для формирования пожарных зон рекомендуется использовать критерии включения помещения блока АС в пожарную зону и/или критерии исключения помещения блока АС из пожарной зоны. Указанные выше критерии по формированию пожарных зон рекомендуется обосновывать. Рекомендуется использовать, например, следующие критерии:

помещение включается в пожарную зону, если связь между ним и хотя бы одним из помещений, включенным в пожарную зону, не препятствует или способствует распространению пожара в рассматриваемое помещение;

если помещение отделено от других помещений противопожарной преградой (включая изолирующие противопожарные устройства пассивного и/или активного действия, установленные на воздуховодах систем вентиляции), рассчитанной на пожарную нагрузку помещения, то помещение рекомендуется рассматривать как отдельную пожарную зону;

вентиляционный короб, оборудованный автоматическим изолирующим устройством с пределом огнестойкости, соответствующим пределу огнестойкости других противопожарных преград, учитывается при определении границ пожарной зоны;

лестничный проем или шахта грузового или пассажирского лифта в зданиях, отделенные от других помещений блока АС дверями с пределом огнестойкости 0,5 часа или более, рекомендуется рассматривать как отдельную пожарную зону;

вентиляционные шахты, проходящие вертикально через различные высотные отметки здания, ограниченные бетонными стенами, имеющие связи с другими помещениями через системы вентиляции, оборудованные автоматическими изолирующими противопожарными устройствами, рекомендуется рассматривать как отдельные пожарные зоны;

кабельные шахты рекомендуется рассматривать как отдельные пожарные зоны.

23. Рекомендуется присваивать уникальный идентификатор каждой пожарной зоне, включающий проектное наименование и высотную отметку

наиболее низко расположенного помещения, входящего в состав пожарной зоны.

24. Для формирования пожарных зон рекомендуется следующая последовательность анализа:

первоначально выбирается помещение пожарного отсека с наибольшей пожарной нагрузкой, расположенное на самой нижней высотной отметке здания/сооружения блока АС;

пожарная зона формируется путем объединения выбранного помещения с другими помещениями, имеющими связи, не препятствующие или способствующие распространению пожара как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. Принадлежность связанных помещений другим пожарным отсекам не является основанием для их исключения из пожарной зоны;

для формирования следующей пожарной зоны выбирается помещение с наибольшей пожарной нагрузкой, не вошедшее в ранее сформированные пожарные зоны, расположенное на той же высотной отметке здания/сооружения, но уже следующего пожарного отсека;

после рассмотрения всех пожарных отсеков на одной высотной отметке рассматриваются помещения, расположенные на той же отметке, но не вошедшие в ранее сформированные пожарные зоны, а затем весь процесс повторяется для пожарных отсеков на следующей высотной отметке и так до исчерпания перечня всех помещений здания/сооружения.

25. Рекомендуется принимать, что пожар, возникший в любом помещении пожарной зоны, распространяется во все помещения пожарной зоны.

V. Разработка списка систем (элементов) для анализа пожаров

26. В рамках задачи «Разработка списка систем (элементов) для анализа пожаров» рекомендуется выявлять системы (элементы), воздействие поражающих факторов пожаров (пламя, горячие газы, дым и другие факторы) на которые в различных эксплуатационных состояниях блока АС может привести к следующим последствиям:

ИС;

полному или частичному (отказ канала/каналов систем) отказу систем

(элементов), выполняющих функции безопасности;

невыполнению необходимых действий персонала после наступления ИС, инициированного пожаром;

непредусмотренному срабатыванию систем из-за пожара.

27. В качестве предварительного списка систем (элементов) в ВАБ пожаров рекомендуется использовать список систем (элементов) из ВАБ для внутренних ИС.

28. Список систем в ВАБ пожаров рекомендуется дополнять новыми системами (элементами), не вошедшими в предварительный список, если их отказы (единичные или множественные) или ложные срабатывания, вызванные воздействием поражающих факторов пожаров или воды, поступающей во время пожаротушения, могут приводить к полным или частичным отказам систем (элементов), выполняющих функции безопасности, или приводить к ИС.

29. Для систем (элементов), отобранных по результатам анализа в соответствии с пунктами 26 – 28 настоящего Руководства по безопасности, рекомендуется определять кабели электроснабжения и кабели систем контроля и управления.

30. Рекомендуется формировать список систем в ВАБ пожаров в виде таблиц с указанием мест их расположения (помещений с указанием пожарных зон), исходного состояния, перечня помещений, через которые проходят их питающие, управляющие и информационные кабели, а также перечня помещений, в которых расположены сборки (шкафы) управления и питания элементов систем. Пример формата таблицы расположения оборудования в помещениях пожарных зон приведен в приложении № 5 к настоящему Руководству по безопасности.

31. Рекомендуется рассматривать следующие виды отказов кабелей:

потеря целостности (разрыв) электрического проводника (жилы);

соприкосновение электрического проводника (жилы), находящегося под напряжением, с элементом, имеющим электрическое соединение с землей (КЗ на «землю», например, соприкосновение проводника с кабельным лотком);

соприкосновение проводника (жилы), не находящегося под напряжением, с

проводником (жилой), находящимся под напряжением (межпроводниковое КЗ, при котором обесточенный проводник становится под напряжением).

32. Рекомендуется рассматривать два типа КЗ:

внутрикабельное КЗ, при котором происходит соприкосновение проводника с проводником в пределах многожильного кабеля;

межкабельное КЗ, при котором проводники одного кабеля соприкасаются с проводниками другого кабеля (например, обесточенные проводники с проводником, находящимся под напряжением).

VI. Оценка вероятностей (частот) возникновения пожаров

33. В рамках задачи «Оценка вероятностей (частот) возникновения пожаров» рекомендуется определять вероятности (частоты) возникновения пожаров в каждой выявленной пожарной зоне.

34. Для оценки вероятности (частоты) возникновения пожаров в пожарных зонах рекомендуется использовать следующие подходы:

компонентно-ориентированный подход, заключающийся в определении вероятности (частоты) пожара с учетом различных типов компонентов и их количества в пожарной зоне, рассматриваемых как потенциальный источник возгорания;

зонально-ориентированный подход, заключающийся в определении вероятности (частоты) пожара в зависимости от доли площади поверхности в пожарной зоне, занимаемой источником возгорания. Такой подход, например, может использоваться для БПУ, РПУ, помещений контрольно-измерительных приборов и помещений других типов.

35. Вероятность (частоту) пожара для блока АС рекомендуется определять как количество пожаров, приведенных к одному году.

36. Полную вероятность (частоту) пожара для пожарной зоны рекомендуется определять как сумму составляющих вероятностей (частот) от следующих источников, постоянно или периодически находящихся в пожарной зоне:

элементов электротехнических систем (электродвигатели, трансформаторы,

электрические коммутационные шкафы и пульты, электрические шкафы и панели, другие элементы);

элементов систем, содержащих горючие вещества (масло в системах охлаждения элементов, водород в системах охлаждения элементов, другие горючие вещества);

баков и сосудов с горючими веществами (такими, как масло, дизельное топливо, активированный уголь);

переносимых горючих веществ и материалов (дерево, ветошь, смазочные материалы и другие горючие вещества и материалы);

пожароопасных работ (сварка, резка металла и другие виды работ);
кабелей.

37. Вероятности (частоты) пожаров для блока АС рекомендуется оценивать на основе статистических данных о пожарах на блоке АС и/или данных о пожарах на прототипах и аналогах блока АС с использованием методов байесовского оценивания.

VII. Анализ надежности персонала

38. В рамках задачи «Анализ надежности персонала» рекомендуется определять влияние на персонал факторов пожара при выполнении им действий по управлению аварией и оценку ВОП.

39. Оценку ВОП при пожаре рекомендуется проводить методом анализа ОП, который использовался при выполнении ВАБ для внутренних ИС, с учетом факторов пожаров.

40. В качестве предварительного перечня ошибочных действий персонала в ВАБ пожаров рекомендуется принимать перечень ошибочных действий персонала, разработанный в рамках ВАБ для внутренних ИС. Перечень ошибочных действий персонала в ВАБ пожаров рекомендуется формировать путем корректировки предварительного перечня ошибочных действий персонала с учетом ИС, выявленных в ВАБ пожаров.

41. В АНП рекомендуется учитывать факторы, влияющие на невыполнение персоналом необходимых действий, включая:

- повышенный стресс;
- сокращение времени на выполнение действия;
- горячие газы, задымление, пламя;
- повышенная температура окружающей среды;
- отказы систем контроля и представления информации;
- другие факторы.

42. При определении ВОП по выполнению действий на БПУ/РПУ рекомендуется учитывать возможные последствия влияние пожара в БПУ на выполнение персоналом действий, включая:

- неисправность и неверные показания контрольно-измерительной аппаратуры;

- несанкционированное срабатывание систем;

- отказы систем управления;

- отказы средств обнаружения и тушения пожара;

- доступность/недоступность перехода на РПУ для контроля и управления блоком АС;

- распространение дыма и токсичных газов;

- другие последствия пожара.

43. Рекомендуется для сценариев пожаров, подлежащих детальному анализу, выявлять действия персонала по ручному управлению системами обнаружения и тушения пожара, а также определять их вероятности ошибочного выполнения.

44. Вероятность невыполнения действий персоналом в пожарной зоне, характеризующейся наличием пламени/горячих газов, рекомендуется принимать равной 1,0.

45. Определение ВОП рекомендуется проводить для каждого из этапов анализа сценариев пожаров (отборочный анализ и детальный анализ). На этапе отборочного анализа рекомендуется учитывать факторы пожара, максимально влияющие на увеличение ВОП (например, принимать, что если в анализируемой пожарной зоне находятся кабели систем контроля и управления, то их

повреждение ухудшает информационное обеспечение персонала). На этапе детального анализа для снижения консерватизма рекомендуется проводить переопределение факторов пожара и ВОП (например, оценку с учетом реального нахождения кабелей контроля и управления в пожарной зоне).

46. Для выявления всех зависимых действий персонала рекомендуется выполнять предварительный расчет модели ВАБ с назначением ВОП величин, равных единице, для всех базовых событий, моделирующих ОП. Переоценку зависимых действий персонала рекомендуется проводить с учетом факторов пожаров.

VIII. Анализ распространения пожара между пожарными зонами

47. В рамках задачи «Анализ распространения пожара между пожарными зонами» рекомендуется выполнять анализ возможности распространения пламени и продуктов горения через различные связи между пожарными зонами и определять зоны распространения пожара – наборы пожарных зон, между которыми может распространяться пламя и/или горячий газ, и/или дым.

48. Анализ распространения пожара рекомендуется выполнять на основе данных обо всех помещениях каждого из зданий блока АС, отобранных для анализа (высота, ширина, длина, связи с другими помещениями/пожарными зонами, связи по вентиляции, толщина и материал стен, полов, потолков, материал покрытия полов, стен и потолков, параметры среды в помещении при нормальной эксплуатации).

49. В анализе распространения пожара рекомендуется устанавливать все виды связей между пожарными зонами.

50. Анализ распространения пожара между пожарными зонами рекомендуется выполнять перед выполнением отборочного анализа сценариев пожаров с целью выявления зон, содержащих источники возгорания или горючие материалы, из которых пожар может распространяться в пожарные зоны, содержащие системы (элементы), определенные по результатам анализа пожаров (и/или их кабели питания и управления).

51. В анализе распространения пожара рекомендуется устанавливать и

учитывать возможность распространения пламени, горячего газа и дыма между пожарными зонами через все выявленные виды связей и определять последствия распространения пожара (отказы систем (элементов), возникновение ИС).

52. При формировании зон распространения пожара рекомендуется рассматривать распространение пожара из каждой пожарной зоны, содержащей горючие вещества, в другие связанные с ней пожарные зоны.

53. Для анализа распространения пожара рекомендуется устанавливать критерии распространения пламени, горячих газов и дыма между пожарными зонами с учетом характеристик эксплуатационных состояний (например, отключенное состояние системы автоматического пожаротушения и/или открытое состояние дверей помещений в некоторых эксплуатационных состояниях). Примеры критериев распространения пожара (пламени, горячих газов и дыма) приведены в приложении № 6 к настоящему Руководству по безопасности.

54. При анализе распространения пожара рекомендуется учитывать факторы, препятствующие распространению пожара, например:

- противопожарные клапаны;
- противопожарные двери;
- клапаны импульсного действия;
- герметичные проходки трубопроводов;
- стены, герметичные полы и герметичные перекрытия;
- герметичные кабельные проходки;
- герметичные, постоянно запертые или закрытые, открывающиеся внутрь помещения двери.

55. В анализе распространения пожара рекомендуется учитывать возможность различных типов связей не выполнить функции барьера на пути распространения пожара (например, нарушение герметичности барьера при превышении возможной длительности пожара в помещении с барьером в предположении полного выгорания пожарной нагрузки его проектной огнестойкости).

56. Рекомендуется все связи между помещениями блока АС представлять в виде таблицы связей с указанием всех помещений блока АС и их связей с другими помещениями блока АС (пример таблицы приведен в приложении № 3 к настоящему Руководству по безопасности). Также рекомендуется представлять данные о пожарной нагрузке каждого помещения.

57. Рекомендуется все связи между помещениями блока АС через системы вентиляции представлять в виде таблицы связей. Указанную информацию рекомендуется использовать при формировании зон распространения пожара (пример таблицы приведен в приложении № 4 к настоящему Руководству по безопасности).

58. При формировании зон распространения пожара рекомендуется учитывать распространение пламени, горячих газов, продуктов горения из помещения (пожарной зоны), в котором произошло возгорание, в помещения других пожарных зон, связанных через системы вентиляции, приводящее к возгоранию или повреждению систем (элементов), определенных по результатам анализа пожаров.

59. На основе информации о связях между пожарными зонами и принятых критериев распространения пожара рекомендуется формировать зоны распространения пожара первого порядка и зоны распространения пожара второго порядка.

60. Зоны распространения пожара первого порядка рекомендуется формировать для каждой пожарной зоны, являющейся источником пожара, путем объединения пожарных зон, имеющих связи (в том числе и через системы вентиляции) с пожарной зоной, являющейся источником пожара, на основе принятых критериев распространения пожара. В зоны распространения пожара первого порядка рекомендуется включать:

пожарную зону с источником пожара;

пожарные зоны, содержащие хотя бы одно помещение, в которое, согласно принятым критериям распространения пожара, возможно распространение пламени, горячих газов и дыма из смежной пожарной зоны с источником пожара.

61. Зоны распространения пожара второго порядка рекомендуется формировать, если по результатам анализа распространения пожара для зон первого порядка не показано отсутствие распространения пожара за их пределы или они не отобраны для детального анализа. В зоны распространения пожара второго порядка рекомендуется включать все пожарные зоны, имеющие связи хотя бы с одним из помещений из зоны распространения пожара первого порядка, из которого возможно распространение пожара в другие пожарные зоны, не входящие в состав зоны распространения пожара первого порядка. Зоны распространения пожара второго порядка рекомендуется формировать без учета возможности распространения пожара через связи по системам вентиляции при предоставлении обоснования. При формировании зон распространения пожара второго порядка рекомендуется учитывать пожарную нагрузку в помещениях зон распространения пожара первого порядка и приток воздуха в помещения зон распространения пожара первого порядка. Если пожарная нагрузка в помещениях зоны распространения пожара первого порядка недостаточна для возникновения пожара, способного распространиться за пределы зоны, и/или отсутствует приток воздуха, необходимый для поддержания такого пожара, то смысл формирования зоны распространения пожара второго порядка отсутствует.

62. В анализе распространения пожара между пожарными зонами рекомендуется использовать, например, следующие предположения:

горячие газы, проникающие через отверстия или проемы, повреждают кабели и системы (элементы) в смежных помещениях, если в проекте не предусмотрена защита от горячих газов;

горячие газы, проникшие в смежные помещения пожарной зоны, не распространяются за ее пределы, если обосновано, что в пожарных зонах, куда возможно распространение пожара, формирующаяся температура среды не приводит к возгоранию горючих материалов, размещенных в ней;

пожар не распространяется через помещения пожарной зоны большой протяженности и высоты, не имеющие горючих материалов;

пожар в помещениях, смежных с кабельными шахтами, не приводит

к распространению пожара в кабельные шахты через проходки, являющиеся противопожарными барьерами;

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

вентиляционные каналы являются путями распространения горячего газа и дыма в случаях, если противопожарные автоматически закрываемые заслонки/клапаны не установлены в системах вентиляции;

горячие газы и дым распространяются вверх и горизонтально; пожар не распространяется в пожарные зоны, расположенные на более низких высотных отметках.

63. Рекомендуется формировать сводные или отдельные таблицы, включающие результаты анализа распространения пожара, в том числе представляющие:

перечень пожарных зон, из которых невозможно распространение пожара;

перечень зон распространения пожара первого порядка через виды связей, отличные от связей через системы вентиляции;

перечень зон распространения пожара первого порядка через системы вентиляции;

перечень зон распространения пожара второго порядка через виды связей, отличные от связей через системы вентиляции.

64. На основе результатов анализа распространения пожара (пункт 63 настоящего Руководства по безопасности), а также с учетом информации о расположении элементов систем в пожарных зонах рекомендуется формировать набор сценариев пожаров, в том числе для пожарных зон, распространение пожара за пределы которых невозможно. В описание каждого сценария рекомендуется включать перечень зон распространения пожара (или одну пожарную зону, если распространение пожара за ее пределы невозможно) и перечень систем (элементов), включая кабели, для которых принимается возникновение отказов в зонах распространения пожара или в одной пожарной зоне (при отсутствии распространения пожара за ее пределы).

IX. Определение исходных событий, вызванных пожаром

65. В рамках задачи «Определение исходных событий, вызванных пожаром» рекомендуется выявлять ИС, которые могут произойти из-за пожара. Результатом решения данной задачи ВАБ является формирование для каждой отдельной пожарной зоны списка ИС и/или групп ИС, обусловленных пожаром в пожарной зоне с учетом ее зон распространения пожара.

66. Рекомендуется в качестве предварительного перечня ИС или групп ИС для ВАБ пожаров принимать перечень ИС или групп ИС, установленный в ВАБ для внутренних ИС.

67. Рекомендуется дополнительно выявлять ИС, приводящие к полной потере персоналом управления блоком АС из-за отказа приборов и кабелей, ответственных за представление информации о состоянии блока на БПУ, или обосновывать отсутствие возможности возникновения указанных событий.

68. Рекомендуется выявлять зависимые от пожара отказы систем (элементов) и их цепей управления, которые могут приводить к несанкционированному срабатыванию систем или к потере управления системами. Рекомендации по анализу цепей управления системами (элементами) приведены в приложении № 7 к настоящему Руководству по безопасности.

69. Рекомендуется выявлять все ИС, которые могут быть вызваны пожаром (в том числе, например, из-за повреждения кабелей различных систем (элементов), расположенных в пожарной зоне с учетом ее зон распространения пожара), для каждой пожарной зоны.

70. Рекомендуется при выполнении ВАБ на стадии проектирования или сооружения для определения ИС в зоне распространения пожара использовать информацию о блоках-аналогах, а при ее отсутствии предполагать возможность возникновения ИС из-за отказов оборудования и/или его кабелей, если нет обоснованной уверенности, что в рассматриваемой зоне распространения пожара оборудование и/или его кабели отсутствуют.

X. Анализ сценариев пожаров

71. Под сценарием пожара понимается возможное развитие событий при

пожаре на блоке АС, способных привести к повреждению систем (элементов), 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.

72. Анализ сценариев пожаров рекомендуется выполнять либо в один этап сразу как детальный анализ всех сценариев пожаров, либо в два этапа:

этап отборочного анализа сценариев пожаров;

этап детального анализа отобранных сценариев пожаров.

73. На этапе отборочного анализа сценариев пожаров рекомендуется проводить консервативную количественную оценку вероятностей реализации сценариев пожаров, приводящих к тяжелым авариям, с целями:

определения пожарных зон, пожар в которых с учетом его возможного распространения не вносит существенный вклад в ВТА при пожарах;

определения пожарных зон, пожар в которых с учетом его возможного распространения вносит существенный вклад в ВТА. Для таких пожарных зон на этапе детального анализа рекомендуется уточнять сценарии пожаров для получения реалистичной оценки ВТА.

74. Детальный анализ рекомендуется выполнять с целью реалистичной оценки ВТА и выявления систем (элементов), отказ которых при пожарах вносит наибольший вклад в ВТА, путем обоснованного исключения консервативных предположений, принятых в отборочном анализе.

Отборочный анализ сценариев пожаров

75. Отборочный анализ сценариев пожаров заключается в формировании перечня сценариев пожаров для каждой пожарной зоны.

76. Отборочный анализ сценариев пожаров рекомендуется выполнять на основе результатов решения задачи по отбору ИС, вызванных пожаром (пункты 65 – 70 настоящего Руководства по безопасности).

77. Отбор сценариев пожаров для проведения детального анализа

рекомендуется формировать на основании количественных критериев. Критерии отбора рекомендуется обосновывать.

78. Для пожарных зон, в которых с учетом их зон распространения пожара размещены системы (элементы), отказы которых при пожаре приводят к возникновению ИС, рекомендуется определять сценарии пожаров и проводить отборочный анализ сценариев пожаров. Для одного сценария пожара возможно возникновение нескольких ИС, однако является достаточным рассмотрение одного ИС при условии обоснования наихудших последствий с точки зрения величины вклада сценария пожара в ВТА.

79. При отборочном анализе сценариев пожаров рекомендуется использовать следующие консервативные предположения:

все системы (элементы), включая кабели, отказывают таким образом, что эти отказы приводят к максимальному увеличению ВТА. При этом рекомендуется рассматривать все возможные виды отказов, вызываемые пожарами;

рассматриваются все возможные несанкционированные срабатывания систем (элементов), т. е. предполагается, что:

все системы (элементы), находящиеся в режиме ожидания, переходят в наихудшее состояние с точки зрения развития сценария пожара (например, закрытый клапан открывается или, наоборот, открытый клапан закрывается), электродвигатель не запускается при возникновении требования и запускается, если этот запуск ухудшает сценарий пожара);

работающие системы (элементы) прекращают работу (например, насосы, вентиляторы останавливаются);

после несанкционированного срабатывания систем (элементов) восстановить их исходное состояние невозможно.

80. Для моделирования АП при ИС для каждого из сценариев пожаров рекомендуется использовать модели АП, разработанные в ВАБ-1 блока АС для внутренних ИС. Если для моделирования ряда сценариев пожаров использование моделей АП, разработанных в ВАБ для внутренних ИС, невозможно по какой-либо причине (например, из-за необходимости учета множественных ложных

срабатываний, не характерных для внутренних ИС), то в этих случаях рекомендуется разрабатывать новые модели АП. При этом рекомендуется сохранять принципы моделирования и основных предположений, принятых при выполнении ВАБ для внутренних ИС.

81. В отборочном анализе сценариев пожаров рекомендуется принимать, что все кабели, задействованные в сценариях пожаров, повреждаются, что может приводить к отказам систем (компонентов), потере контроля и управления, потере представления информации на БПУ, неверному представлению данных.

82. По результатам отборочного анализа сценариев пожаров рекомендуется составлять следующие списки:

сценарии пожаров, которые определены как малозначимые в соответствии с принятыми критериями, и пожарные зоны, не отобранные для детального анализа, но для которых результаты отборочного анализа пожарных сценариев включаются в общую оценку ВТА;

пожарные зоны, отобранные для детального анализа.

Детальный анализ сценариев пожаров

83. Детальный анализ сценариев пожаров рекомендуется выполнять для пожарных зон, отобранных в ходе отборочного анализа (или выбранных для детального анализа без выполнения отборочного анализа согласно пункту 72 настоящего Руководства по безопасности).

84. Реалистичную оценку ВТА для сценариев пожаров, подлежащих детальному анализу, рекомендуется проводить путем:

уточнения возможности распространения пожара внутри и между пожарными зонами с учетом детальной информации о пожарной нагрузке в помещениях пожарных зон, составе пожарных зон, геометрии помещений и связях между помещениями и, при необходимости, выполнения специальных детерминистических расчетов распространения пожара;

анализа цепей управления системами (элементами) с целью исключения из дальнейшего рассмотрения цепей управления, отказ которых при пожаре не ведет к несанкционированному срабатыванию систем (элементов);

уточнения частот сценариев пожаров с учетом пространственного разделения источников возгорания и пожарной нагрузки;

учета возможной автоматической изоляции помещений от доступа воздуха посредством закрытия изолирующих устройств на системах вентиляции;

учета автоматического пожаротушения;

учета возможности выполнения действий по пожаротушению оперативным персоналом.

85. В детальном анализе сценариев пожаров рекомендуется выполнять анализ распространения пожара в щитах управления и в помещениях кабельных трасс с целью определения возможности распространения пожара между панелями, трассами/кабельными лотками и внутри кабельной трассы.

86. Детальный анализ сценариев с распространением пожара рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

анализ информации о расположении и характеристиках систем (элементов), включая кабели, с учетом зон распространения пожара;

определение потенциальных источников возгорания и путей распространения пожара в различных помещениях пожарной зоны;

выполнение детерминистического анализа (моделирования) распространения пламени/горячих газов для оценки реалистичности сценариев, начиная от момента возгорания и до момента повреждения систем (элементов), определенных по результатам анализа пожаров, в помещениях пожарной зоны и в зоне распространения пожара;

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

87. По результатам детального анализа рекомендуется формулировать вывод о возможности распространения пожара и повреждения (или времени до повреждения) систем (элементов), представленных в ВАБ.

88. Если по результатам детального анализа сценариев пожаров выявлено, что системы (элементы) не теряют свою работоспособность (из-за недостаточной

пожарной нагрузки в пожарной зоне инициации пожара или из-за других факторов, сопровождающих процесс распространения пожара, например, отсутствия доступа воздуха), то данный сценарий рекомендуется исключать из дальнейшего рассмотрения или сценарий переопределяется путем установления другого ИС и/или номенклатуры отказов систем (элементов).

89. Анализ цепей управления системами (элементами) рекомендуется проводить с целью выявления возможности несанкционированного срабатывания конкретных элементов систем. В приложении № 7 к настоящему Руководству по безопасности представлены рекомендации по выполнению анализа цепей управления системами (элементами).

90. Оценку ВТА при детальном анализе сценариев пожаров рекомендуется проводить с учетом:

уточненной номенклатуры систем (элементов), потенциально подверженных отказу в сценариях пожаров;

уточненной номенклатуры цепей управления, подверженных отказу в сценариях пожаров;

результатов АНП с учетом уточненных ВОП;

возможности ликвидации пожара до момента отказов систем (элементов).

91. В детальном анализе сценариев пожаров рекомендуется использовать логическую структуру «Дерево развития пожара», пример которой приведен в приложении № 8. «Дерево развития пожара» может иметь упрощенный вид (например, учитывать только автоматическое пожаротушение), но может при необходимости включать дополнительные функциональные события (например, учитывающие пожарную сигнализацию, пожарные извещатели, ручное пожаротушение и другие факторы, влияющие на развитие и последствия пожара).

92. Рекомендуется проводить детальное анализ сценариев пожаров для БПУ, РПУ и для кабельных шахт, подщитовых помещений (если не доказано, что достаточно проведения только отборочного анализа сценариев пожаров).

93. Моделирование АП в детальном анализе сценариев пожаров рекомендуется проводить в соответствии с рекомендациями пункта 80 настоящего

Руководства по безопасности.

94. Для блоков АС на стадии проектирования и сооружения рекомендуется выполнять только отборочный анализ сценариев пожаров, в случае, если полученные при отборочном анализе сценариев пожаров результаты удовлетворяют целевым ориентирам, установленным для блока АС по суммарной ВТА (для внутренних ИС, внутренних и внешних воздействий, всех эксплуатационных состояний) с учетом неопределенности доступной информации.

95. Анализ возможных зависимостей, выявленных на этапе выполнения отдельных задач ВАБ пожаров, рекомендуется выполнять в соответствии с рекомендациями пунктов 104 – 108 РБ-024-19.

96. Анализ неопределенности, чувствительности и значимости на этапе выполнения отдельных задач ВАБ пожаров рекомендуется выполнять в соответствии с рекомендациями пунктов 118 – 123 РБ-024-19.

97. Представление результатов ВАБ пожаров рекомендуется выполнять в соответствии с рекомендациями пунктов 124 – 129 РБ-024-19.

**Вероятностный анализ безопасности уровня 1
блока атомной станции для исходных событий,
обусловленных внутриплощадочными затоплениями**

XI. Общие вопросы

98. ВАБ затоплений рекомендуется выполнять на основе ВАБ для внутренних ИС после подтверждения экспертизой качества указанного ВАБ.

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

сбор исходной информации;

определение зон затопления блока АС;

разработка списка систем (элементов) для анализа затоплений;

оценка вероятностей (частот) возникновения затоплений;

АНП;

анализ распространения затопления между зонами затопления;

определение ИС, вызванных затоплением;
анализ сценариев затоплений;
анализ неопределенности, чувствительности и значимости;
представление результатов ВАБ затоплений.

100. При выполнении ВАБ затоплений рекомендуется использовать:

проектную документацию блока АС;

ВАБ затоплений, выполненные для блоков-аналогов;

ВАБ для внутренних ИС для всех эксплуатационных состояний исследуемого блока АС;

описания систем блока АС, включая системы безопасности (защитные, локализирующие, обеспечивающие, управляющие);

инструкции по эксплуатации систем (элементов), содержащие указания о способах ведения работ при нормальной эксплуатации, а также инструкции и руководства, определяющие действия персонала при нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные и запроектные аварии;

инструкции и руководства, определяющие действия персонала при затоплениях;

чертежи и экспликации зданий и помещений блока АС;

результаты обхода зданий и помещений блока АС;

опыт эксплуатации исследуемого блока АС, его прототипов или аналогов, включая информацию о затоплениях на этих блоках;

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

существующие анализы по обоснованию безопасности блока АС;

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

отчет по обоснованию безопасности блока АС;

регламенты безопасной эксплуатации блока АС.

ХII. Сбор исходной информации

101. При выполнении задачи «Сбор исходной информации» рекомендуется

определять состав и объем необходимой для ВАБ затоплений информации. Сбор информации рекомендуется проводить на основе анализа проектной и эксплуатационной документации, а также информации, полученной при специальных обходах блока АС. Рекомендуется собирать следующую информацию:

информацию о зданиях блока АС (название, расположение, обозначение);

данные обо всех помещениях каждого из зданий блока АС (размеры, параметры среды в помещении при нормальной эксплуатации);

данные о связях каждого из помещений (двери, проемы, отверстия, 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, а также выясняется направление открытия двери (внутри/наружу) помещения;

данные о вентиляционных связях помещений;

данные о системах (элементах), находящихся в помещениях;

данные о наличии, составе, типе и количестве источников затопления;

данные о целях и частоте посещения помещений персоналом.

102. Обходы зданий и помещений блока АС рекомендуется проводить для действующего и вводимого в эксплуатацию блока АС. Целью указанных обходов блока АС является установление соответствия фактического состояния блока АС проектной и эксплуатационной документации (например, проверка и уточнение информации о расположении систем (элементов), о связях между помещениями АС, возможных границах распространения затопления, об источниках затопления), а также получение информации, которая может отсутствовать в документации анализируемого блока АС.

103. Для упрощения и формализации сбора информации при обходах зданий и помещений блока АС рекомендуется разрабатывать и заполнять листы обхода помещений блока АС (далее – листы обхода). В лист обхода, составляемый для каждого из помещений блока АС, рекомендуется включать информацию:

о помещениях (название здания, в котором находится помещение, идентификатор помещения, название помещения, его длина, ширина, высота, площадь, высотная отметка/отметки пола);

о связях помещения (наличие дверей с указанием их герметичности/негерметичности, проемов, отверстий, порогов, вентиляционных коробов, сливных трапов и лотков);

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

о частоте и целях посещения помещения персоналом;

о средствах контроля наличия воды, пара или иной среды в помещении;

о наличии источников затопления (трубопроводы, баки, емкости) и массах/объемах среды (вода, пар, масло, кислота, щелочь) в каждом источнике затопления.

Для проектируемого или сооружаемого блока при сборе информации о расположении систем (элементов) в помещениях рекомендуется использовать проектную документацию блока АС или проектную и эксплуатационную документации и результаты обхода блоков-аналогов, находящихся в эксплуатации.

104. Рекомендуется собирать информацию о наличии, трассировке трапов спецканализации в помещениях и их регламентном состоянии (открыто/закрыто), о наличии лотков спецканализации и их трассировке, трассировке вентиляционных коробов и установленных в них клапанах избыточного давления.

105. Рекомендуется собирать информацию о наличии в помещениях блока АС датчиков систем, определяющих наличие влаги или уровня жидкости с выводом информации на БПУ/РПУ.

ХIII. Определение зон затопления блока атомной станции

106. В рамках задачи «Определение зон затопления блока атомной станции» рекомендуется определять зоны затопления, для которых будет проводиться анализ сценариев затоплений.

107. Под зоной затопления понимается помещение (часть помещения),

группа помещений, участок промышленной площадки АС или здание/сооружение в целом, в пределах которых постоянно или периодически, в том числе при нарушении технологического процесса, находятся источники затопления и которые отделены от других помещений (участков), групп помещений, участков промышленной площадки АС или зданий/сооружений безопасными (предельными) расстояниями или преградами, препятствующими распространению затопления. Затопление, инициированное в зоне затопления, не выходит за пределы зоны затопления при условии сохранения целостности барьеров.

108. Зоны затопления сооружаемых блоков АС рекомендуется определять на основе их проектной документации. Зоны затопления эксплуатируемых блоков АС, включая блоки АС, вводимые в эксплуатацию после сооружения, рекомендуется определять на основе их проектной документации и информации из результатов обхода блока АС.

109. Зоны затопления рекомендуется определять на основе наличия связей помещений с другими помещениями. Рекомендуется учитывать все виды связей между помещениями, включая:

связи, препятствующие распространению пара и жидкостей (воды) (например, стены, закрытые герметичные двери, клапаны избыточного давления, открывающиеся внутрь помещения, рассчитанные на давление напора воды и пара);

связи, препятствующие распространению жидкости, но не препятствующие распространению пара (например, проем выше максимально возможного подъема уровня жидкости в помещении);

связи, не препятствующие распространению пара и жидкости (например, стены и закрытые герметичные двери, не рассчитанные на прогнозируемое при аварии давление напора воды и пара);

связи, способствующие распространению жидкостей и пара (например, проемы, открытые люки, не закрытые двери или клапаны избыточного давления, открывающиеся наружу из помещения).

110. Рекомендуется все связи между помещениями блока представлять в виде таблицы связей с указанием всех помещений блока и их связей с другими помещениями.

111. Для формирования зон затопления рекомендуется использовать критерии включения помещения блока АС в зону затопления и/или критерии исключения помещения блока АС из зоны затопления. Указанные выше критерии по формированию пожарных зон рекомендуется обосновывать. Рекомендуется использовать следующие критерии:

в зону затопления включаются помещения, имеющие негерметичные связи, не препятствующие или способствующие распространению затопления в рассматриваемое помещение из других помещений, вошедших в зону затопления;

помещение, имеющее с другими помещениями только связи, препятствующие распространению пара и жидкостей, рассматривается как отдельная зона затопления;

распространение воды в смежные помещения через стены, в том числе если уровень воды затопленного помещения выше облицовки, не учитывается;

распространение воды в смежные помещения через герметичные проходки трубопроводов и кабелей в стенах и перекрытиях невозможно;

распространение воды в смежные помещения через проемы, люки, открытости, пороги дверей (например, деревянных, противопожарных), если их высота выше максимально возможного уровня затопления от всех источников затопления в помещении, невозможно;

распространение воды в помещения, связанные через систему вентиляции, невозможно, если уровень расположения системы вентиляции выше максимально возможного уровня затопления от всех источников затопления в помещении;

распространение пара через связи по системе вентиляции возможно.

112. Рекомендуется присваивать уникальный идентификатор каждой зоне затопления, включающий проектное наименование и высотную отметку наиболее высоко расположенного помещения, входящего в состав зоны затопления.

113. Для формирования зон затопления рекомендуется следующая

последовательность анализа:

первоначально выбирается помещение с источниками жидкости, характеризующимися наибольшими объемами, расположенное на самой верхней высотной отметке здания/сооружения блока АС;

далее зона затопления формируется путем объединения выбранного помещения с другими помещениями, имеющими связи, не препятствующие или способствующие распространению затопления в горизонтальном и/или в вертикальном направлениях;

для формирования следующей зоны затопления выбирается помещение, расположенное на этой же высотной отметке, с источниками жидкости, характеризующимися наибольшими объемами, не вошедшее в ранее сформированные зоны затопления, а затем весь процесс повторяется для помещений на следующей высотной отметке и так до исчерпания перечня всех помещений здания/сооружения.

114. Рекомендуется принимать, что затопление, возникшее в любом помещении зоны затопления, распространяется во все помещения зоны затопления.

XIV. Разработка списка систем (элементов) для анализа затоплений

115. В рамках задачи «Разработка списка систем (элементов) для анализа затоплений» рекомендуется выявлять системы (элементы), подверженные отказу из-за затопления, повреждение которых в различных эксплуатационных состояниях блока АС может привести к следующим последствиям:

ИС;

полному или частичному (отказ канала/каналов систем) отказу систем (элементов), выполняющих функции безопасности;

невыполнению необходимых действий персонала после наступления ИС, инициированного затоплением;

непредусмотренному срабатыванию систем из-за затопления.

116. В качестве предварительного списка систем (элементов) рекомендуется использовать список систем (элементов) из ВАБ для внутренних ИС.

117. Список систем (элементов) в ВАБ затоплений рекомендуется дополнять новыми системами (элементами), не вошедшими в предварительный список, если их отказы (единичные или множественные) или ложные срабатывания, вызванные воздействием поражающих факторов затопления, могут приводить к полным или частичным отказам систем (элементов), выполняющих функции безопасности, или приводить к ИС.

118. Для систем (элементов), определенных по результатам анализа в соответствии с пунктами 115 – 117 настоящего Руководства по безопасности, рекомендуется определять кабели электроснабжения и кабели систем контроля и управления.

119. Рекомендуется формировать список систем (элементов) в ВАБ затоплений в виде таблиц с указанием их расположения (помещений с указанием зон затопления), исходного состояния, перечня помещений, через которые проходят их питающие, управляющие и информационные кабели, а также перечня помещений, в которых расположены сборки (шкафы) управления и питания элементов систем.

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

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

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

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

121. В ВАБ затоплений рекомендуется принимать отказ неквалифицированного для работы 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.

XV. Оценка вероятностей (частот) возникновения затоплений

122. В рамках задачи «Оценка вероятностей (частот) возникновения затоплений» рекомендуется определять вероятности (частоты) возникновения затоплений в каждой выявленной зоне затопления.

123. Для оценки вероятности (частоты) возникновения затоплений в зонах затопления рекомендуется использовать следующие подходы:

компонентно-ориентированный подход, основанный на оценке вероятности (частоты) затопления с использованием статистических данных о вероятности (частоте) затоплений для каждого типа компонента в зоне затопления, рассматриваемого как потенциальный источник затопления;

зонально-ориентированный подход, основанный на оценке вероятности (частоте) затопления с использованием статистических данных о вероятности (частоте) затоплений в пределах конкретной зоны затопления и полного времени наблюдения (при этом рекомендуется учитывать число аналогичных помещений АС).

124. Вероятность (частоту) затоплений блока АС рекомендуется определять как количество затоплений, приведенных к одному году.

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

трубопроводов и сосудов, заполненных жидкостями;

теплообменников (включая системы обогрева и охлаждения помещений);

спринклерных систем пожаротушения с водяной или пенной рабочей средой;

арматуры систем на границе «среда-воздух», ложное открытие которой, в том числе из-за ОП, приводит к выходу жидкости в помещения блока АС;

ремонтных работ, потенциально приводящих к повреждению оборудования, трубопроводов и сосудов, заполненных жидкостями.

126. Вероятности (частоты) затоплений для блока АС рекомендуется

оценивать на основе статистических данных о затоплениях на блоке АС и/или данных о затоплениях на прототипах и аналогах блока АС с использованием методов байесовского оценивания.

XVI. Анализ надежности персонала

127. В рамках задачи «Анализ надежности персонала» рекомендуется определять влияние на персонал факторов затопления при выполнении им действий по управлению аварией и оценку ВОП.

128. Оценку ВОП при затоплении рекомендуется проводить методом анализа ОП, использованным при выполнении ВАБ для внутренних ИС, с учетом факторов затоплений, влияющих на выполнение действий и принятие решений.

129. В качестве предварительного перечня ошибочных действий персонала рекомендуется принимать перечень, разработанный в рамках ВАБ для внутренних ИС. Перечень ошибочных действий персонала в ВАБ затоплений рекомендуется формировать путем корректировки предварительного перечня ошибочных действий персонала с учетом ИС, выявленных в ВАБ затоплений.

130. В АНП рекомендуется учитывать факторы, влияющие на невыполнение персоналом необходимых действий, включая:

повышенный стресс;

сокращение времени на выполнение действия;

невозможность выполнения действия по месту затопления, запаривания и забрызгивания;

повышенная температура окружающей среды;

отказы систем контроля и представления информации;

другие факторы.

131. Рекомендуется для сценариев затоплений, подлежащих детальному анализу, выявлять действия персонала по ручному управлению системами изоляции источника затопления, а также определять вероятности их ошибочного выполнения.

132. Вероятность невыполнения действий персоналом в зоне затопления, характеризующейся наличием факторов забрызгивания/запаривания,

рекомендуется принимать равной 1,0.

133. Определение ВОП рекомендуется проводить для каждого из этапов анализа сценариев затоплений (отборочный анализ и детальный анализ). На этапе отборочного анализа рекомендуется учитывать факторы затоплений, максимально влияющие на увеличение ВОП (например, принимать, что если в анализируемой зоне затопления находятся места соединения кабелей систем контроля и управления, то их повреждение ухудшает информационное обеспечение персонала). На этапе детального анализа для снижения консерватизма рекомендуется проводить переопределение факторов затоплений и ВОП (например, оценку с учетом реального нахождения мест соединений кабелей систем контроля и управления в зоне затопления).

134. Для выявления всех зависимых действий персонала рекомендуется выполнять предварительный расчет модели ВАБ с назначением ВОП величин, равных единице для всех базовых событий, представляющих ОП. Переоценку зависимых действий персонала рекомендуется проводить с учетом факторов затоплений.

XVII. Анализ распространения затопления между зонами затопления

135. В рамках задачи «Анализ распространения затопления между зонами затопления» рекомендуется выполнять анализ возможности распространения воды между зонами затопления и/или помещениями АС через различные виды связей и определять зоны распространения затопления – наборы зон затопления, между которыми возможно распространение жидкости или пара.

136. Анализ распространения затопления рекомендуется выполнять на основании информации обо всех помещениях каждого из зданий блока АС, отобранных для анализа.

137. В анализе распространения затопления рекомендуется устанавливать все виды связей между зонами затопления.

138. Анализ распространения затопления между зонами затопления рекомендуется выполнять перед выполнением отборочного анализа сценариев затоплений с целью выявления зон затопления, содержащих источники

затопления, из которых затопление может распространяться в зоны затопления, содержащие системы (элементы), определенные по результатам анализа затоплений.

139. Рекомендуется для каждой выявленной зоны затопления принимать возникновение затопления, потенциально способного к распространению в другие зоны, связанные с рассматриваемой зоной затопления.

140. Для анализа распространения затопления рекомендуется определять критерии распространения затопления между зонами затопления с учетом характеристик эксплуатационных состояний (например, отключенное состояние системы автоматического пожаротушения и/или открытое состояние дверей помещений в некоторых эксплуатационных состояниях).

141. При определении критериев распространения затопления рекомендуется выявлять барьеры, препятствующие распространению затопления:

стены, герметичные полы и герметичные перекрытия;

герметичные кабельные проходки;

герметичные проходки трубопроводов;

герметичные, постоянно закрытые двери.

142. В анализе распространения затопления рекомендуется учитывать возможность различных типов связей не выполнить функции барьера на пути распространения затопления (например, из-за того, что закрытые при нормальных условиях двери могут оставаться открытыми по той или иной причине в разных эксплуатационных состояниях блока АС). Рекомендуется учитывать все возможные пути распространения жидких сред через оборудование дренажных систем.

143. Рекомендуется все связи между каждой отдельно взятой зоной затопления и связанными с ней зонами представлять в виде таблицы связей. В таблице связей рекомендуется указывать все помещения, входящие в каждую зону затопления, и их связи с другими зонами затопления или помещениями блока АС, не вошедшими в зоны затопления, но через которые возможно распространение затопления в другие зоны затопления.

144. Для анализа распространения затопления рекомендуется устанавливать критерии распространения жидкости и пара между зонами затопления. Примеры таких критериев приведены ниже:

распространение затопления невозможно через следующие виды связей:

проходки трубопроводов (герметичные);

выходы на улицу;

стены, герметичные полы и герметичные перекрытия;

герметичные кабельные проходки;

распространение затопления через вентиляцию возможно только при выполнении любого из следующих условий:

герметичное помещение полностью заполняется жидкостью из-за течей и разрывов сосудов и трубопроводов, связанные помещения находятся ниже по уровню, и отсутствуют закрытые герметичные шиберы на притоках и выходах системы вентиляции;

разрыв трубопроводов и сосудов, содержащих вскипающие жидкости, если связанные помещения находятся выше по уровню, и отсутствуют закрытые герметичные шиберы на притоках и выходах системы вентиляции;

затопление не распространяется через помещения зоны затопления большой протяженности и высоты;

клапаны избыточного давления не являются эффективными преградами для распространения затопления.

145. На основе информации о связях между зонами затопления и принятых критериев распространения затопления рекомендуется формировать зоны распространения затопления первого и второго порядка.

146. Зоны распространения затопления первого порядка рекомендуется формировать для каждой зоны, являющейся источником затопления, путем объединения зон затопления, имеющих связи (в том числе и через системы вентиляции) с зоной затопления, являющейся источником затопления, на основе принятых критериев распространения затопления. В зоны распространения затопления первого порядка рекомендуется включать:

зону затопления с источником затопления;

зоны затопления, содержащие хотя бы одно помещение, в которое согласно принятым критериям распространения затопления возможно распространение жидкости или пара из смежной зоны затопления с источником затопления.

147. Зоны распространения затопления второго порядка рекомендуется формировать, если по результатам анализа распространения затопления для зон первого порядка не показано отсутствие распространения затопления за их пределы или они не отобраны для детального анализа. В зону распространения затопления второго порядка включаются все зоны, содержащие хотя бы одно помещение, в которое согласно принятым критериям распространения затопления возможно распространение жидкой среды из зоны распространения затопления первого порядка.

148. Рекомендуется формировать сводные или отдельные таблицы, включающие результаты анализа распространения затопления, в том числе представляющие:

перечень зон затопления, из которых невозможно распространение затопления;

перечень зон распространения затопления первого порядка через виды связей, отличные от связей через системы вентиляции;

перечень зон распространения затопления первого порядка через системы вентиляции;

перечень зон распространения затопления второго порядка через виды связей, отличные от связей через системы вентиляции.

149. На основе результатов анализа распространения затопления (пункт 148 настоящего Руководства по безопасности), а также с учетом информации о расположении элементов систем в зонах затопления, рекомендуется формировать набор сценариев затоплений, в том числе для зон затопления, распространение затопления за пределы которых невозможно. В описание каждого сценария рекомендуется включать перечень зон распространения затопления (или одну зону затопления, если распространение

затопления за ее пределы невозможно) и перечень систем (элементов), включая кабели, присоединения которых находятся в зонах распространения затопления или в одной зоне затопления (при отсутствии распространения затопления за ее пределы).

XVIII. Определение исходных событий, вызванных затоплением

150. В рамках задачи «Определение исходных событий, вызванных затоплением» рекомендуется формировать полный список ИС, которые могут произойти из-за затопления. Результатом решения данной задачи ВАБ является формирование для каждой отдельной зоны распространения затопления списка ИС и/или групп ИС, обусловленных затоплениями в зонах распространения затопления.

151. Рекомендуется в качестве предварительного перечня ИС или групп ИС для ВАБ затоплений принимать перечень ИС или групп ИС, установленный в ВАБ внутренних ИС.

152. Рекомендуется дополнительно выявлять ИС, приводящие к полной потере персоналом управления блоком АС из-за отказа приборов и кабелей, ответственных за представление информации о состоянии блока на БПУ, или обосновывать отсутствие возможности возникновения указанных событий.

153. Рекомендуется выявлять зависимые от затоплений отказы систем (элементов) и их цепей управления, которые могут приводить к несанкционированному срабатыванию систем или к потере управления системами. Рекомендации по анализу цепей управления системами (элементами) приведены в приложении № 7 к настоящему Руководству по безопасности.

154. Рекомендуется выявлять все ИС, которые могут быть вызваны затоплением (в том числе, например, из-за повреждения шкафов управления и электроснабжения, а также мест присоединения шин питания и управления, расположенных в зоне затопления с учетом ее зон распространения затопления), для каждой зоны затопления.

155. При отборе ИС, обусловленных затоплением, рекомендуется:

не рассматривать наложение независимых ИС различного рода, таких как

затопление и независимая течь первого контура, затопление и пожар, не связанный с затоплением, затопление и обесточивание блока АС, не связанное с затоплением, одновременное возникновение затоплений от различных источников затопления;

не рассматривать затопления, вызванные разрывами/течами трубопроводов, если все эффекты затопления в результате разрывов/течей трубопроводов учтены при выполнении ВАБ для внутренних ИС;

не рассматривать влияние потенциальных источников затопления одного блока АС на отказы систем (элементов) другого блока АС (при наличии нескольких блоков АС);

учитывать связи между блоками для учета возможности затопления на анализируемом блоке АС из-за затоплений на других блоках многоблочной АС.

156. В качестве потенциальных причин возникновения затопления помещений рекомендуется рассматривать:

ошибочные действия персонала;

разрывы/течи трубопроводов, если в ВАБ для внутренних ИС для указанных ИС не были учтены все поражающие факторы затопления;

течи емкостей;

непроектное функционирование или отказы систем (элементов), приводящие к затоплению помещений (включая ложные срабатывания систем пожаротушения).

157. Рекомендуется при выполнении ВАБ на стадии проектирования или сооружения для определения ИС в зонах распространения затопления использовать информацию о блоках-аналогах, а при ее отсутствии предполагать возможность возникновения ИС из-за отказов оборудования, если нет обоснованной уверенности, что в рассматриваемой зоне распространения затопления отсутствует оборудование или его шкафы управления и электроснабжения, а также места присоединения шин питания и управления.

XIX. Анализ сценариев затоплений

158. Под сценарием затопления понимается возможное развитие событий

при затоплении на блоке АС, способных привести к повреждению систем (элементов) блока АС, которое начинается с истечения воды из элементов систем, находящихся в одном помещении, с возможным распространением затопления в другие помещения за счет различных связей между помещениями.

159. Анализ сценариев затоплений рекомендуется выполнять либо в один этап сразу как детальный анализ всех сценариев затоплений, либо в два этапа:

этап отборочного анализа сценариев затоплений;

этап детального анализа отобранных сценариев затоплений.

160. На этапе отборочного анализа рекомендуется проводить консервативную количественную оценку вероятностей реализации сценариев затоплений, приводящих к тяжелым авариям, с целями:

определения зон затопления, затопление в которых с учетом его возможного распространения не вносит существенный вклад в ВТА при затоплениях;

определения зон затопления, затопление в которых с учетом его возможного распространения вносит существенный вклад в ВТА при затоплениях. Для таких зон затопления на этапе детального анализа рекомендуется уточнять сценарии затоплений для получения реалистичной оценки ВТА.

161. Детальный анализ рекомендуется выполнять с целью реалистичной оценки ВТА и выявления систем (элементов), отказ которых при затоплениях вносит наибольший вклад в ВТА, путем обоснованного исключения консервативных предположений, принятых в отборочном анализе.

Отборочный анализ сценариев затоплений

162. Отборочный анализ сценариев затоплений заключается в формировании перечня сценариев затоплений для каждой зоны затопления.

163. Отборочный анализ сценариев затоплений рекомендуется выполнять на основе результатов решения задачи по отбору ИС, вызванных затоплением (пункты 150 – 157 настоящего Руководства по безопасности).

164. Отбор сценариев затоплений для проведения детального анализа

рекомендуется формировать на основании количественных критериев. Критерии отбора рекомендуется обосновывать.

165. Для зон затопления, в которых с учетом их зон распространения затопления размещены системы (элементы), отказы которых при затоплении приводят к возникновению ИС, рекомендуется определять сценарии затоплений и проводить отборочный анализ сценариев затоплений. Для одного сценария затопления возможно возникновение нескольких ИС, однако является достаточным рассмотрение одного ИС при условии обоснования наихудших последствий с точки зрения величины вклада сценария затопления в ВТА.

166. При отборочном анализе сценариев затопления в зонах затопления рекомендуется использовать следующие консервативные предположения:

все системы (элементы), расположенные в зоне распространения затопления, повреждаются таким образом, что последствия этого повреждения максимальны с точки зрения увеличения ВТА. При этом если возможны несколько видов отказов, вызванных затоплением, то все они должны рассматриваться;

происходят все возможные ложные срабатывания, вызванные затоплением (из-за проникновения влаги в электrorаспределительные устройства, электрические выключатели, устройства управления, электродвигатели, места присоединения кабелей, расположенные в зоне распространения затопления, если перечисленные системы (элементы) не спроектированы и не квалифицированы для работы в условиях затопления и воздействий пара), т. е. предполагается, что:

все системы (элементы), находящиеся в режиме ожидания, переходят в наихудшее состояние с точки зрения развития сценария затопления (например, закрытый клапан открывается и закрывается, электродвигатель не запускается при возникновении требования и запускается, если этот запуск ухудшает сценарий затопления);

работающие системы (элементы) прекращают работу (например, насосы, вентиляторы останавливаются);

после ложного срабатывания восстановить исходное состояние систем

(элементов) невозможно.

167. Для моделирования АП при ИС для каждого из сценариев затоплений рекомендуется использовать модели АП, разработанные в ВАБ-1 блока АС для внутренних ИС. При этом учет факторов затоплений рекомендуется осуществлять путем наложения конкретных условий. Если для моделирования ряда сценариев затоплений использование моделей АП, разработанных в ВАБ для внутренних ИС, невозможно по какой-либо причине (например, из-за необходимости учета множественных ложных срабатываний, не характерных для внутренних ИС), то в этих случаях рекомендуется разрабатывать новые модели АП. При этом рекомендуется сохранять принципы моделирования и основных предположений, принятых при выполнении ВАБ для внутренних ИС.

168. По результатам отборочного анализа сценариев затоплений рекомендуется составлять следующие списки:

сценарии затоплений, которые определены как малозначимые в соответствии с принятыми критериями, и зоны затопления, не отобранные для детального анализа, но для которых результаты отборочного анализа сценариев затоплений включаются в общую оценку ВТА;

зоны затопления, отобранные для детального анализа.

Детальный анализ сценариев затоплений

169. Детальный анализ рекомендуется выполнять в отношении зон затопления, отобранных в ходе отборочного анализа (или выбранных для детального анализа без выполнения отборочного анализа согласно пункту 159 настоящего Руководства по безопасности).

170. Реалистичную оценку ВТА для сценариев затоплений, подлежащих детальному анализу, рекомендуется проводить путем:

уточнения оценки частот сценариев затоплений и уточнения сценария распространения воды/пара между зонами затопления с учетом детальной информации о затоплении систем (элементов) и геометрии помещений;

учета возможного автоматического прекращения поступления воды при отключении подающего воду устройства (насоса, компрессора);

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

учета возможности выполнения оперативным персоналом действий по ограничению и предотвращению затоплений.

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

анализ информации о расположении и характеристиках систем (элементов и их систем управления и питания) в зонах затопления, отобранных для детального анализа;

определение потенциальных источников затопления и путей распространения затопления в зонах затопления (при необходимости выполнение детерминистического анализа распространения воды/пара по выбранному пути;

оценка результатов анализа в терминах принципиальной возможности повреждения систем (элементов), представленных в ВАБ затоплений, или времени до повреждения систем (элементов).

172. По результатам детального анализа рекомендуется формулировать вывод с возможности распространения затопления и повреждения (или времени до повреждения) систем (элементов), представленных в ВАБ.

173. Если по результатам детального анализа выявлено, что системы (элементы) не теряют свою работоспособность (например, из-за недостижения уровнем воды в помещении высотных отметок нижней образующей электродвигателей или из-за других факторов, сопровождающих процесс распространения затопления), то данный сценарий рекомендуется исключать из рассмотрения. В противном случае оценивается время до отказа систем (элементов), которое используется при выполнении анализа эффективности систем (элементов) для предотвращения затоплений, а также действий по предотвращению затоплений.

174. Оценку ВТА при детальном анализе рекомендуется проводить с учетом:

уточненной номенклатуры систем (элементов), потенциально подверженных отказу в сценариях затоплений;

результатов АНП, принимая во внимание уточненные ВОП;

возможности предотвращения затопления до момента повреждения систем (элементов).

175. В детальном анализе сценариев затоплений рекомендуется использовать логическую структуру «Дерево развития затопления», пример которой приведен в приложении № 9. «Дерево развития затоплений» может иметь упрощенный вид (например, учитывать только автоматическое отключение источника затопления), но может, при необходимости, включать дополнительные функциональные события.

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

177. Моделирование АП в детальном анализе сценариев затоплений рекомендуется проводить в соответствии с рекомендациями пункта 167 настоящего Руководства по безопасности.

178. Для блоков АС на стадии проектирования и сооружения рекомендуется выполнять только отборочный анализ сценариев затоплений, если полученные при отборочном анализе сценариев затоплений результаты удовлетворяют целевым ориентирам, установленным для блока АС по суммарной ВТА (для внутренних ИС, внутренних и внешних воздействий, всех эксплуатационных состояний) с учетом неопределенности доступной информации.

179. Анализ возможных зависимостей, выявленных на этапе выполнения отдельных задач ВАБ затоплений, рекомендуется выполнять в соответствии с рекомендациями пунктов 104 – 108 РБ-024-19.

180. Анализ неопределенности, чувствительности и значимости на этапе выполнения отдельных задач ВАБ затоплений рекомендуется выполнять в соответствии с рекомендациями пунктов 118 – 123 РБ-024-19.

181. Представление результатов ВАБ затоплений рекомендуется выполнять

в соответствии с рекомендациями пунктов 124 – 129 РБ-024-19.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Рекомендации по разработке
вероятностного анализа безопасности
уровня 1 блока атомной станции
для исходных событий, обусловленных
внутриплощадочными пожарами
и затоплениями», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 5 октября 2020 г. № 387

Список сокращений

АНП	– анализ надежности персонала
АП	– аварийная последовательность
АС	– атомная станция
БПУ	– блочный пункт управления
ВАБ	– вероятностный анализ безопасности
ВАБ-1	– вероятностный анализ безопасности уровня 1
ВОП	– вероятность ошибки персонала
ВТА	– вероятность тяжелых аварий
ИС	– исходное событие
КЗ	– короткое замыкание
КСЗ	– конечные состояния дерева развития затоплений
ОП	– ошибка персонала
КСП	– конечные состояния дерева развития пожаров
РПУ	– резервный пункт управления
САОЗ	– система аварийного охлаждения активной зоны

ПРИЛОЖЕНИЕ № 2
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Рекомендации по разработке
вероятностного анализа безопасности
уровня 1 блока атомной станции
для исходных событий, обусловленных
внутриплощадочными пожарами
и затоплениями», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 5 октября 2020 г. № 387

**Рекомендуемый состав отчета по вероятностному
анализу безопасности пожаров (затоплений)**

Глава I. Общие вопросы

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 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 следующих задач ВАБ:

- сбор исходной информации;
- определение пожарных зон (зон затопления) блока АС;
- разработка списка систем (элементов) для анализа пожаров (затоплений);
- оценка вероятностей (частот) возникновения пожаров (затоплений);
- АНП;
- анализ распространения пожара (затопления) между пожарными зонами (зонами затопления);

определение ИС, вызванных пожаром (затоплением);
отборочный анализ сценариев пожаров (затоплений);
детальный анализ сценариев пожаров (затоплений);
анализ неопределенности, чувствительности и значимости;
представление результатов ВАБ пожаров (затоплений).

Глава II. Сбор исходной информации

Информация о блоке АС, которую рекомендуется собирать для выполнения ВАБ пожаров или ВАБ затоплений, рекомендуется представлять в отчетной документации по ВАБ пожаров или ВАБ затоплений.

Процесс сбора информации может носить итерационный характер, т.е. набор помещений, для которых собирается нижеприведенная информация, а также объем собираемой информации уточняются по мере выполнения ВАБ.

В частности, рекомендуется представлять следующую информацию:

список всех зданий, расположенных на площадке, относящихся к анализируемому блоку АС;

список всех помещений, содержащихся в каждом из зданий блока АС;

для каждого помещения рекомендуется представлять следующую информацию (для ВАБ затоплений не требуется информация об источниках пожара и системах пожаротушения, для ВАБ пожаров не требуется информация об источниках затопления):

название здания, в котором расположено помещение;

название помещения;

станционное обозначение помещения;

высотная отметка пола помещения;

категория помещения по пожаробезопасности;

длина, ширина, высота помещения;

площадь помещения;

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

частота посещения помещения и документ, регламентирующий посещение

помещения с данной частотой;

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

материал покрытия стен, пола, потолка;

огнестойкость стен, пола, потолка;

рисунок или схема расположения помещения;

список оборудования, расположенного в помещении (станционное обозначение, название технологической системы, к которой принадлежит оборудование, номер канала системы безопасности, к которому принадлежит оборудование, схемы с указанием оборудования);

для сосудов, емкостей и баков рекомендуется представлять следующую информацию: наименование и станционное обозначение, объем, количество, тип среды, температура среды, давление среды;

наличие приносимых источников пожара (электросварка, газовая сварка, резка металла, нагреватели, трансформаторы, газовые баллоны, химические вещества и жидкости, горючие вещества);

для источников возникновения пожара «Стационарные горючие вещества» рекомендуется представлять следующую информацию: 1) типы горючих веществ (ПВХ, пластик, масло, мазут, битум, бензин, керосин, дизельное топливо, бумага (целлюлоза), ткань, древесина (твердых и мягких пород), краска, водород, кислород, пропан, уголь, химические реагенты, легковоспламеняющиеся жидкости и другие горючие вещества) в единице оборудования; 2) массу или объем горючего вещества; 3) тип места хранения (например, трубопровод, баллон, бак, ящик);

для приносимых источников возникновения пожара рекомендуется представлять следующую информацию: 1) наименование приносимого источника пожара; 2) частоту и продолжительность нахождения приносимого источника пожара в помещении; 3) массу или объем горючего вещества в приносимом источнике пожара;

наличие и характеристики кабельных трасс;

связи с другими помещениями через двери, отверстия и неплотности, вентиляцию. Для связи помещения через дверь для каждой двери рекомендуется указывать следующую информацию: 1) герметичность/негерметичность; 2) является ли дверь запертой/незапертой; 3) открытие двери (наружу/внутри помещения); 4) идентификатор помещения, с которым связано данное помещение через дверь; 5) габариты двери (ширина, высота, толщина); 6) огнестойкость двери; 7) высота порога двери. Для связи помещения через проем, отверстие, неплотность в проходках, клапаны избыточного давления или другие элементы рекомендуется представлять следующую информацию: 1) тип связи (проем, отверстие, неплотность в проходках, клапаны избыточного давления или другие элементы); 2) место расположения связи (пол, потолок, стена, при расположении связи на стене указать высоту от пола до нижней образующей связи); 3) размер связи (высота, ширина, диаметр); 4) идентификатор помещения, с которым связано данное помещение через данный тип связи. Для связи помещения через системы вентиляции рекомендуется представлять необходимую для детального анализа сценариев пожаров информацию: 1) тип вентиляции (приточная, вытяжная, комбинированная, естественная) и стационарное 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) 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 следующую информацию: 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 затопления; при наличии источников затопления рекомендуется представлять следующую информацию: 1) тип источника затопления (трубопровод/трубопроводы, бак/баки, емкость/емкости, сосуд/сосуды); 2) среду в трубопроводе (вода, пар, газ, масло или другая среда), давление и температуру среды, длину трубопровода, заполнен ли трубопровод средой или является пустым при нормальной эксплуатации, запасы среды при разрыве трубопровода; 3) для других источников затопления (отличных от трубопроводов) приводятся количество единиц источников затопления, если ими являются баки, емкости, сосуды, объем 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, заполнены ли другие источники затопления средой или являются пустыми при нормальной эксплуатации; 4) характеристики дренажей (размер и количество дренажных отверстий) и производительность дренажей; 5) наличие средств защиты дренажей от забивания; 6) объем воды, который может быть принят дренажной системой; 7) идентификатор помещения/помещений, в которых находятся элементы (системы) приема дренажей.

Информацию 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 поврежденных 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 (зон затопления) блока атомной станции

В главе рекомендуется представлять информацию о критериях, на основании которых производилось выявление пожарных зон (зон затопления).

В отчетной документации по ВАБ пожаров или ВАБ затоплений рекомендуется представлять исходную информацию для определения пожарных зон или зон затопления, а именно: экспликации помещений блока АС, характеристики помещения (длина, ширина, высота), характеристики связей между помещениями (двери герметичные, двери негерметичные, проемы, 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 затопления, результаты анализа (перечень пожарных зон или зон затопления, 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 пожарных зон и/или зон затопления, содержащий обоснование того, что все помещения, включенные в пожарную зону или зону затопления, удовлетворяют принятым критериям для включения помещения в пожарную зону или зону затопления.

Рекомендуется в составе отчетной документации по ВАБ пожаров или ВАБ затоплений представлять схему территории площадки АС с указанием всех зданий.

Глава IV. Разработка списка систем (элементов) для анализа пожаров (затоплений)

В отчетной документации по ВАБ пожаров или 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 отчетной 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 V. Оценка вероятностей (частот) возникновения пожаров (затоплений)

В отчетной документации по ВАБ пожаров или ВАБ затоплений рекомендуется представлять анализ по оценке вероятностей (частот) ИС, обусловленных пожарами или затоплениями. Рекомендуется представлять детальную информацию о пожарах или затоплениях на АС с аналогичными блоками, информацию о времени эксплуатации рассматриваемых блоков, результатах оценки вероятностей (частот) пожаров или затоплений для всех рассматриваемых пожарных зон или зон затопления, результаты оценки частот пожаров или затоплений в пожарных зонах или зонах затопления.

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

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

Глава VI. Анализ надежности персонала

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

В отчетной документации по ВАБ пожаров или ВАБ затоплений рекомендуется представлять АНП при пожаре или затоплении, а также его результаты в соответствии с рекомендациями по задаче ВАБ по АНП для внутренних ИС.

Глава VII. Анализ распространения пожара (затопления) между пожарными зонами (зонами затопления)

В отчетной документации по ВАБ пожаров (затоплений) рекомендуется

представлять описание анализа распространения пожара (затопления) между пожарными зонами (зонами затопления).

В раздел по анализу распространения пожара (затопления) рекомендуется включать следующую информацию:

критерии, использованные при выявлении сценариев распространения пожара (затопления), принятые для анализа распространения пожара (затопления);

предположения, использованные при выполнении анализа по выявлению сценариев распространения пожара (затопления);

таблицы связей с указанием всех помещений блока, их связей с другими помещениями и информации о пожарной нагрузке каждого помещения;

таблицы с указанием связей по вентиляции;

результаты анализа зон распространения пожара (затопления) первого порядка через виды связей, отличные от связей через системы вентиляции;

результаты анализа зон распространения пожара (затопления) первого порядка через системы вентиляции;

результаты анализа зон распространения пожара (затопления) второго порядка через виды связей, отличные от связей через системы вентиляции;

описания сценариев пожаров (затоплений) с указанием перечня зон распространения пожара (затопления) и перечня поврежденных систем (элементов), включая кабели.

Рекомендуется представлять все инженерные и детерминистические расчеты, использованные для анализа распространения пожара (затопления), а также информацию о моделях, программах и расчетных схемах, на основании которых проводились расчеты.

Глава VIII. Определение исходных событий, вызванных пожаром (затоплением)

В отчетной документации по ВАБ пожаров или ВАБ затоплений рекомендуется представлять анализ по выявлению ИС, вызванных пожаром или затоплением.

В данной главе рекомендуется представлять следующую информацию:

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

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

анализ по включению новых ИС в базовый перечень при принятии пожара/затопления в каждой пожарной зоне/зоне затопления;

окончательный перечень ИС для каждой выявленной пожарной зоны.

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

Результаты формирования списка ИС, включая предварительный перечень ИС, а также перечни ИС для каждой выявленной пожарной зоны, рекомендуется представлять в составе отчетных материалов по ВАБ пожаров.

Глава IX. Анализ сценариев пожаров (затоплений)

В отчетную документацию по ВАБ пожаров или ВАБ затоплений рекомендуется включать отборочный анализ (в случае его выполнения) и его результаты.

При отборочном анализе рекомендуется представлять информацию о принятых критериях для отбора сценариев пожаров или затоплений, которые будут подвергнуты детальному анализу. В данной главе для каждого аварийного сценария рекомендуется представлять детальную информацию о количественных расчетах (принятых событиях отказов, принятых для оценок ИС) по оценке ВТА или условной ВТА. Рекомендуется также представлять информацию, на основании которой формулируется заключение о необходимости или отсутствии необходимости проведения детального анализа для каждого из сценариев пожаров или затоплений.

По результатам отборочного анализа представляются следующие списки:

сценарии с повреждением топлива, исключенные в соответствии с назначенными критериями отбора; при использовании нескольких отборочных

критериев представляются списки пожарных зон, зон затопления, пожарных сценариев или сценариев затоплений, исключенных из дальнейшего анализа в соответствии с каждым из принятых критериев исключения;

пожарные зоны и зоны затопления, отобранные для детального анализа.

В отчетной 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 при исключении некоторых консервативных предположений, принятых при отборочном анализе. Рекомендуется приводить информацию о расчетах, методах расчетов, используемых программных средствах, инженерных оценках, а также другая информация, обосновывающая развитие аварийного сценария.

В отчетной документации по ВАБ пожаров (затоплений) рекомендуется приводить результаты анализа неопределенности, значимости, чувствительности.

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

оценку уровня безопасности блока АС;

перечень выявленных наиболее значимых факторов, существенно влияющих на формирование профиля риска из-за пожаров или затоплений;

оценку влияния неопределенностей на выводы и рекомендации ВАБ пожаров или ВАБ затоплений;

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

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

При представлении результатов ВАБ пожаров или ВАБ затоплений пожарные сценарии или сценарии затоплений рекомендуется группировать по типу помещений (например, кабельные шахты, тоннели, БПУ) и оценивать вклад

каждой группы в общую ВТА. Результаты ВАБ пожаров или ВАБ затоплений рекомендуется представлять в виде вклада пожарных сценариев или сценариев затоплений с повреждением топлива в ВТА для различных типов помещений. Вклад от сценариев, которые явились малозначимыми и были отброшены на стадии отборочного анализа, рекомендуется добавлять к суммарной оценке ВТА.

В отчетной 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.

В отчетной документации по ВАБ пожаров (затоплений) рекомендуется приводить рекомендации по повышению уровня безопасности блока АС, разработанные по результатам ВАБ пожаров (затоплений), и вероятностные оценки их эффективности, включая технические и организационные меры.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 3

к руководству по безопасности

при использовании атомной энергии «Рекомендации по разработке вероятностного анализа безопасности уровня 1 блока атомной станции для исходных событий, обусловленных внутриплощадочными пожарами и затоплениями», утвержденному приказом Федерального агентства по экологическому, технологическому и атомному надзору

от 5 октября 2020 г. № 387

Пример формата таблицы связей между помещениями (без учета вентиляции)

№	Обозначение помещения	Название помещения	Геометрические характеристики		Идентификатор связанного помещения	Виды связей						
			Площадь (м ²)	Высота (м)		Двери и люки (включая клапаны избыточного давления)		Проходки		Открытости		
						Открыты/закрыты	Открываются внутрь/наружу	Пожаростойкость	Герметичность (да/нет)	Размер (мм · мм)	Расположение (пол/потолок, стены)	Высота от пола (мм)
1	A001/1	Лестница № 1	6,5	3,1	A002/1	закрыты	внутри	1	нет	нет	нет	нет
			6,5	3,1	A101/1	нет	нет	нет	нет	6000 · 3000	потолок	3100
2	A002/1	Холл лестницы № 1	15	3,6	A004/1	закрыты	внутри	0	нет	нет	нет	нет
					A005/1	закрыты	внутри	0	нет	нет	нет	нет
3	A003/1	Шахта пассажирского лифта № 1			A002/1	закрыты	раздвижные	нет	нет	нет	нет	нет
			4,5	50	A102/1	закрыты	раздвижные	нет	нет	нет	нет	нет
					A202/1	закрыты	раздвижные	нет	нет	нет	нет	нет

ПРИЛОЖЕНИЕ № 4
 к руководству по безопасности
 при использовании атомной энергии
 «Рекомендации по разработке
 вероятностного анализа безопасности
 уровня 1 блока атомной станции
 для исходных событий, обусловленных
 внутриплощадочными пожарами
 и затоплениями», утвержденному приказом
 Федеральной службы по экологическому,
 технологическому и атомному надзору
 от 5 октября 2020 г. № 387

**Пример формата таблицы связей между помещениями
 через системы вентиляции**

№	Обозначение помещения	Название помещения	Идентификатор связанного помещения	Связи по вентиляции с помещениями (заполняется для каждого связанного помещения в отдельной строке)			
				Тип (приточная, вытяжная, рециркуляционная)	Обозначение	Количество, тип (пассивное/активное) изолирующих устройств	Сигнал на изоляцию (да/нет), если есть, то по каким параметрам
1	A001/1	Лестница № 1	нет	нет	нет	нет	нет
2	A002/1	Холл лестницы № 1	по списку	приточная	UV48	3 (активное)	да, температура выше 80 °С
3	A003/1	Шахта пассажирского лифта № 1	нет	нет	нет	нет	нет
4	A004/1	Помещение дренажных насосов	нет	нет	нет	нет	нет
5	A005/1	Электротехническое помещение	нет	нет	нет	нет	нет

ПРИЛОЖЕНИЕ № 5

к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии «Рекомендации
по разработке вероятностного анализа безопасности
уровня I блока атомной станции для исходных
событий, обусловленных внутриплощадочными
пожарами и загоплениями», утвержденному
приказом Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 5 октября 2020 г. № 387

Пример формата таблицы расположения оборудования в помещениях пожарных зон

Пожарная зона	Помещение в пожарной зоне	Наименование (элемента)	Обозначение системы (элемента)	Системы и блоки управления оборудованием	Кабели электро-снабжения	Кабели систем контроля и управления
Г-05-1	ГА306/1	САОЗ высокого давления	TQ13S05; TQ13S06; VF40S01	-	-	-
Г-05-1	ГА306/2	САОЗ высокого давления	TQ23S05; TQ23S06; TQ23S07; TQ24S08	-	-	-
Г-05-1	ГА306/3	Система подпитки	TK40S01; TK40S02; TK40S03; TQ33S05	-	-	-
МД-01-1	М001п	Система технического водоснабжения	-	-	QF11S04; QF11S05; QF21S11	QF11S04; QF11S05; QF21S07; QF21S11
Р-01-10	АЭ052	Гидроемкости САОЗ	TQ40S01; TQ40S02; TQ40S03	TK40S01; TK40S02; TK40S03; TK50S02; TX14S05	-	-

ПРИЛОЖЕНИЕ № 6
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Рекомендации по разработке
вероятностного анализа безопасности
уровня 1 блока атомной станции
для исходных событий, обусловленных
внутриплощадочными пожарами
и затоплениями», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 5 октября 2020 г. № 387

Критерии распространения пожара между пожарными зонами

Тип связи между пожарными зонами	Возможность распространения
Любая дверь, ошибочно оставленная в открытом положении	Распространение пламени, горячих газов и дыма
Дверь герметичная/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 проемы с эквивалентным диаметром более 150 мм	Распространение горячих газов и дыма
Отверстия и проемы с эквивалентным диаметром менее 150 мм, расположенные в верхней части помещения (более 1/2 высоты помещения)	Распространение горячих газов и дыма
Отверстия и проемы с эквивалентным диаметром менее 150 мм, расположенные в нижней части помещения (менее 1/2 высоты помещения)	Распространение дыма
Помещения блока, связанные одной или несколькими системами вентиляции	Распространение горячих газов и дыма

ПРИЛОЖЕНИЕ № 7
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Рекомендации по разработке
вероятностного анализа безопасности
уровня 1 блока атомной станции
для исходных событий, обусловленных
внутриплощадочными пожарами
и затоплениями», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 5 октября 2020 г. № 387

**Рекомендации по анализу цепей управления системами (элементами)
при выполнении вероятностного анализа безопасности 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 цепи 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 цеха тепловой автоматики и измерений АС или других компетентных служб АС.

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

БПУ;

РПУ;

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 цепи управления системами (элементами) рекомендуется также подвергать анализу.

Эффекты воздействия пожара на кабели контрольно-измерительных приборов, расположенные в перечисленных выше помещениях, рекомендуется устанавливать на основе результатов анализа цепей управления системами (элементами).

Выявлять различные типы цепей управления системами (элементами) и проводить анализ по влиянию пожара на каждый из типов цепей управления системами (элементами) рекомендуется на основании анализа цепей 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) рекомендуется представлять в отчетной документации по ВАБ пожаров.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 8
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Рекомендации по разработке
вероятностного анализа безопасности
уровня 1 блока атомной станции
для исходных событий, обусловленных
внутриплощадочными пожарами
и затоплениями», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 5 октября 2020 г. № 387

**Пример дерева развития пожаров
(с учетом прекращения доступа воздуха)**

Инициатор пожара	Раннее		Автоматическое			Позднее			Последовательность	КСИ
	Обнаружение	Тушение	Отсечение доступа кислорода	Обнаружение	Тушение	Обнаружение	Тушение стационарными системами	Пожарная команда		
FI	PD	PS	OI	AD	AS	MD	MF	FB		
									1	FS1
									2	FS1
									3	FS2
									4	FS3
									5	FS4
									6	FS5
									7	FS1
									8	FS2
									9	FS3
									10	FS4
									11	FS5
									12	FS3
									13	FS4
									14	FS5
									15	FS5

Описание конечных состояний дерева развития пожаров

Последовательность			Характеристика КСП
№	КСП	Характеристика последовательности	
1, 2, 7	FS1	Успешное раннее обнаружение и пожаротушение персоналом или самогашение из-за прекращения доступа кислорода. Отсутствие распространения пожара за пределы источника возгорания	Минимальное повреждение оборудования, ограниченное источником возгорания и ближайшим окружением
3	FS2	Успешное раннее обнаружение, но неуспех раннего пожаротушения персоналом. Успех автоматического обнаружения и пожаротушения. Отсутствие распространения пожара за пределы помещения с источником возгорания	Повреждение оборудования в районе возгорания и, возможно, во всем помещении, в котором расположен источник возгорания
4	FS3	Успешное раннее обнаружение, но неуспех раннего пожаротушения персоналом и автоматического пожаротушения. Пожар удается ликвидировать стационарными системами пожаротушения. Распространение пожара за пределы помещения с источником возгорания	Повреждение оборудования во всем помещении, в котором расположен источник возгорания. Возможно повреждение оборудования во всей пожарной зоне, в которую входит помещение
5	FS4	Успешное раннее обнаружение, но неуспех раннего пожаротушения персоналом и автоматического пожаротушения. Неуспех пожаротушения стационарными системами пожаротушения. Пожар ликвидирует пожарная бригада. Распространение пожара на все помещения пожарной зоны и за пределы пожарной зоны	Повреждение оборудования во всех помещениях пожарной зоны, в которую входит помещение с источником возгорания
6	FS5	Успешное раннее обнаружение, но полный неуспех пожаротушения. Распространение пожара на все помещения здания	Повреждение оборудования во всех помещениях здания
8	FS2	Отказ раннего обнаружения и, следовательно, неуспех раннего пожаротушения персоналом. Успех автоматического обнаружения и пожаротушения. Отсутствие распространения пожара за пределы помещения с источником возгорания	Аналогично последовательности № 2
9	FS3	Отказ раннего обнаружения, но успех автоматического обнаружения. Отказ автоматического пожаротушения. Пожар удается ликвидировать стационарными системами пожаротушения. Распространение пожара за пределы помещения с источником возгорания	Аналогично последовательности № 3

Последовательность			Характеристика КСП
№	КСП	Характеристика последовательности	
10	FS4	Успешное раннее обнаружение, но неуспех раннего пожаротушения персоналом и автоматического пожаротушения. Неуспех пожаротушения стационарными системами пожаротушения. Пожар ликвидирует пожарная бригада. Распространение пожара на все помещения пожарной зоны и за пределы пожарной зоны	Повреждение оборудования во всех помещениях пожарной зоны, в которую входит помещение с источником возгорания
11	FS5	Отказ раннего обнаружения, но успешное автоматическое обнаружение. Полный неуспех пожаротушения. Распространение пожара на все помещения здания	Аналогично последовательности № 5
12	FS3	Отказ раннего и автоматического обнаружения и, следовательно, раннего и автоматического пожаротушения. Успешное обнаружение пожара на поздней фазе. Пожар удается ликвидировать стационарными системами пожаротушения. Распространение пожара за пределы помещения с источником возгорания	Аналогично последовательности № 3
13	FS4	Отказ раннего и автоматического обнаружения и, следовательно, раннего и автоматического пожаротушения. Успешное обнаружение пожара на поздней фазе. Пожар не удается ликвидировать стационарными системами пожаротушения. Пожар ликвидирует пожарная бригада. Распространение пожара на все помещения пожарной зоны и за пределы пожарной зоны	Аналогично последовательности № 4
14	FS5	Отказ раннего и автоматического обнаружения и, как следствие, раннего и автоматического пожаротушения. Успешное обнаружение пожара на поздней фазе. Пожар не удается ликвидировать ни стационарными системами пожаротушения, ни силами пожарной команды. Распространение пожара на все помещения здания	Аналогично последовательности № 5
15	FS5	Полный отказ обнаружения пожара и, следовательно, невозможность пожаротушения. Распространение пожара на все помещения здания	Аналогично последовательности № 5

ПРИЛОЖЕНИЕ № 9

к руководству по безопасности при использовании атомной энергии
«Рекомендации по разработке вероятностного анализа безопасности уровня 1 блока атомной станции для исходных событий, обусловленных внутриплощадочными пожарами и затоплениями», утвержденному приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 5 октября 2020 г. № 387

Пример дерева развития затопления

Инициатор затопления	Система дренаживания эффективна	Автоматическое		Ручное		Последовательность	КСЗ
		Обнаружение	Изоляция	Обнаружение	Изоляция		
ЗИ	DR	AD	AS	MD	MF		
						1	ZS1
						2	ZS2
						3	ZS3
						4	ZS4
						5	ZS3
						6	ZS4
						7	ZS5

Описание конечных состояний дерева развития затоплений

Последовательность			Характеристика КСЗ
№	КСЗ	Характеристика последовательности	
1	ZS1	Система дренирования справляется. Отсутствие распространения затопления	Минимальное повреждение оборудования, ограниченное источником затопления и ближайшим окружением
2	ZS2	Успешное раннее автоматическое обнаружение и изоляция системой автоматики. Отсутствие распространения затопления за пределы помещения с источником затопления	Минимальное повреждение оборудования, ограниченное источником затопления и ближайшим окружением. Возможно распространение затопления за пределы помещения
3	ZS3	Успешное раннее обнаружение, но отсутствие автоматической изоляции. Изоляция выполняется персоналом. Распространение затопления за пределы помещения	Повреждение оборудования во всем помещении, в котором расположен источник затопления. Возможно повреждение оборудования во всей зоне затопления, в которую входит помещение
4	ZS4	Успешное раннее обнаружение, но отсутствие изоляции автоматикой и персоналом. Распространение затопления во все помещения зоны и за пределы зоны затопления	Повреждение оборудования во всех помещениях зоны, в которую входит помещение с источником затопления. Повреждение оборудования в зонах распространения затопления
5	ZS3	Отказ раннего обнаружения и, следовательно, неуспех автоматической изоляции. Успех ручного обнаружения и изоляции. Распространение затопления за пределы помещения с источником затопления	Аналогично последовательности № 3
6	ZS4	Отказ раннего обнаружения и, следовательно, неуспех автоматической изоляции. Успех ручного обнаружения, но неуспех изоляции. Распространение затопления во все помещения зоны и за пределы зоны затопления	Аналогично последовательности № 4
7	ZS5	Отказ раннего обнаружения и ручного обнаружения. Распространение затопления во все помещения зоны и за пределы зоны затопления	Отличается от последовательности № 4 тем, что принципиальная возможность изоляции сохраняется после масштабного повреждения оборудования (из-за появления дополнительной информации)