РУКОВОДСТВА ПО БЕЗОПАСНОСТИ
при использовании атомной энергии



РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ РИСК-ИНФОРМАТИВНОГО МЕТОДА ПРИ ОБОСНОВАНИИ РИСК-ИНФОРМАТИВНЫХ РЕШЕНИЙ, СВЯЗАННЫХ С БЕЗОПАСНОСТЬЮ БЛОКА АТОМНОЙ СТАНЦИИ

РБ-101-16

gost.e-ecolog.ru

ФБУ «НТЦ ЯРБ»

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от 2 ноября 2016 г. № 458

РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ РИСК-ИНФОРМАТИВНОГО МЕТОДА ПРИ ОБОСНОВАНИИ РИСК-ИНФОРМАТИВНЫХ РЕШЕНИЙ, СВЯЗАННЫХ С БЕЗОПАСНОСТЬЮ БЛОКА АТОМНОЙ СТАНЦИИ» (РБ-101-16)

Введено в действие
с 2 ноября 2016 г.

Москва 2016

Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендации по применению риск-информативного метода при обосновании риск-информативных решений, связанных с безопасностью блока атомной станции» (РБ-101-16)

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, Москва, 2016

Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендации по применению риск-информативного метода при обосновании риск-информативных решений, связанных с безопасностью блока атомной станции» РБ-101-16 (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 федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Основные требования к вероятностному анализу безопасности блока атомной станции» НП-095-15, утвержденных постановлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 12 августа 2015 г. № 311.

Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации по применению риск-информативного метода при обосновании риск информативных решений, который включает в себя качественные и количественные оценки, полученные на основе детерминистического и вероятностного анализа безопасности.

Руководство по безопасности предназначено для применения:

эксплуатирующей организацией при анализе изменений, меняющих порядок эксплуатации атомной станции и влияющих на безопасность, а также при обосновании принимаемых решений на основе результатов таких анализов;

Ростехнадзором при принятии решений о возможности реализации на атомной станции риск-информативных решений.

Выпускается впервые[1].

[1] Разработано коллективом авторов в составе: Ланкин М.Ю , к т.н., (ФГУП ВО «Безопасность»), Носков Д.Е. Самохин Г.И., к.т.н , (ФБУ «НТЦ ЯРБ»). При разработке учтены замечания и предложения заинтересованных организаций и ведомств.

I. Общие положения

1. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендации по применению риск-информативного метода при обосновании риск-информативных решений, связанных с безопасностью блока атомной станции» (РБ-101-16) (далее – Руководство по безопасности) разработано в соответствии со статьей 6 Федерального закона от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» с целью содействия выполнению требований пункта 6 и пункта 16 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.

2. Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации по применению риск-информативного метода при обосновании риск информативных решений, который включает в себя качественные и количественные оценки, полученные на основе детерминистического и вероятностного анализа безопасности.

3. Руководство по безопасности содержит рекомендации, выполнение которых обеспечивает приемлемость принимаемых риск-информативных решений, связанных с:

изменениями условий безопасной эксплуатации;

внесениями изменений в системы и элементы, важные для безопасности;

внесениями изменений в проектную и эксплуатационную документацию;

иными изменениями, меняющими порядок эксплуатации атомной станции.

4. Настоящее Руководство по безопасности предназначено для использования:

эксплуатирующей организацией при анализе изменений, меняющих порядок эксплуатации атомной станции, перечисленных в пункте 3 настоящего Руководства по безопасности, а также при обосновании принимаемых решений на основе результатов таких анализов;

Ростехнадзором при принятии решений о возможности реализации на атомной станции риск-информативных решений.

5. Обоснование принимаемых риск-информативных решений может быть выполнено с использованием иных подходов, чем те, которые содержатся в настоящем Руководстве по безопасности, при их обоснованности для обеспечения безопасности.

6. Рекомендации настоящего Руководства по безопасности относятся к целям, объему, составу, а также содержанию отчетной документации и обеспечению качества при анализе и обосновании решений.

Список сокращений, используемых в настоящем Руководстве по безопасности, приведен в приложении № 1, термины и определения – в приложении № 2.

II. Общие сведения

7. Риск-информативный метод может быть использован при:

оценке уровня безопасности блока АС;

мониторинге риска;

анализе значимости для безопасности блока АС отступлений от *требований нормативных документов.*

8. Выполнение рекомендаций настоящего Руководства по безопасности при подготовке и обосновании риск-информативных решений обеспечивает приемлемость предлагаемого риск-информативного решения.

9. Суммарная вероятность тяжелых аварий и ее изменение (при реализации решения) для каждого блока АС на интервале в один год, суммарная вероятность большого аварийного выброса и ее изменение (при реализации решения) для каждого блока АС на интервале в один год, а также мгновенная вероятность тяжелых аварий, являющиеся вероятностными показателями безопасности, используемыми при обосновании за риск-информативных решений, оцениваются с учетом всех типов исходных событий (отказы систем (элементов) АС, ошибки персонала, внутренние воздействия, внешние воздействия природного и техногенного происхождения), всех эксплуатационных состояний блока АС (работа на мощности, режимы останова, расхолаживания, перегрузки ядерного топлива, технического обслуживания и ремонта систем (элементов), разогрева, пуска), всех имеющихся на блоке АС мест нахождения ядерных материалов, радиоактивных веществ и РАО, в которых может возникнуть нарушение нормальной эксплуатации АС.

10. Обоснование риск-информативных решений проводится с учетом:

требований федеральных норм и правил в области использования атомной энергии;

опыта эксплуатации блока АС, на котором планируется реализация риск-информативного решения, а также аналогичных блоков АС;

современного уровня развития науки, техники и производства;

влияния решения на глубокоэшелонированную защиту и ее составляющие;

ВАБ уровней 1 и 2, отвечающего требованиям федеральных норм и правил в области использования атомной энергии к вероятностному анализу безопасности блока атомной станции ;

влияния решения на обеспечение физической защиты АС

11. Риск-информативное решение является обоснованным, если одновременно выполняются следующие условия:

оцененный риск блока АС является приемлемым;

отсутствует негативное влияние риск-информативного решения на глубокоэшелонированную защиту, либо влияние риск-информативного решения на глубокоэшелонированную защиту оценено как приемлемое;

отсутствует негативное влияние риск-информативного решения на физическую защиту АС;

при реализации риск-информативного решения соблюдаются требования федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, иных нормативных документов.

12. Для каждого риск-информативного решения рекомендуется обосновывать выполнение условий, указанных в пункте 11 настоящего Руководства по безопасности.

13. Обоснование риск-информативных решений рекомендуется выполнять итерационно, согласно порядку учета детерминистических и вероятностных аспектов при оценке риск-информативных решений, приведенному в приложении № 3 к настоящему Руководству по безопасности.

III. Подготовка к анализу риск-информативных решений

14. Рекомендуется выявлять системы и элементы АС, которые могут быть затронуты предлагаемым риск-информативным решением, а также устанавливать нормативные документы, регламентирующие требования к выявленным системам и элементам АС, эксплуатационные документы и действия персонала, связанные с выявленными системами и элементами АС.

15. Рекомендуется анализировать опыт эксплуатации блока АС, результаты ВАБ, а также результаты других исследований, относящиеся к предлагаемому риск-информативному решению.

16. Рекомендуется подготавливать информацию для анализа влияния риск-информативного решения на глубокоэшелонированную защиту с учетом порядка оценки влияния принимаемого риск-информативного решения на глубокоэшелонированную защиту и ее составляющие, изложенного в приложении № 4 к настоящему Руководству по безопасности.

IV. Оценка влияния риск-информативного решения на вероятностные показатели безопасности АС

17. Оценку влияния риск-информативного решения на вероятностные показатели безопасности АС выполняется с использованием ВАБ. Обосновывается применимость используемых вероятностных моделей блока АС для анализа предлагаемого риск-информативного решения (включая необходимую детальность вероятностной модели блока АС, отсутствие дисбалансов (например, консервативных подходов и допущений), не позволяющих оценить влияние анализируемого риск-информативного решения на безопасность блока АС, выполнение других современных требований к использованию вероятностного анализа безопасности). Обоснование риск-информативного решения представляется в отчетной документации по анализу риск-информативного решения.

18. Рекомендуется разрабатывать вероятностную модель блока АС, используемую при обосновании риск-информативного решения с учетом:

реального состояния блока АС;

действующих на АС эксплуатационной документации (процедур эксплуатации, технического обслуживания, испытаний и ремонта);

опыта эксплуатации блока АС.

19. Для оценки принимаемого риск-информативного решения при помощи ВАБ устанавливаются аспекты, учитываемые в ВАБ, на которые оказывает влияние риск-информативное решение, и при необходимости соответствующим образом дорабатывается вероятностная модель блока АС.

20. ВАБ, не позволяющий (из-за допущений моделирования, отсутствия в вероятностной модели блока АС необходимых элементов систем и (или) исходных событий) в полной мере учесть все аспекты влияния риск-информативного решения на оценку риска блока АС, дополняется и дорабатывается.

21. Для дополненного и доработанного в соответствии с положениями пунктов 19 и 20 настоящего Руководства по безопасности ВАБ выполняются обоснования, предусмотренные пунктом 17 настоящего Руководства по безопасности. При этом доработанная и дополненная вероятностная модель блока АС является базовой моделью для оценки вероятностных показателей безопасности, а вероятностные показатели являются базовыми.

22. Доработка вероятностной модели блока АС может включать:

уточнение уровня детализации вероятностной модели блока АС (например, детальное моделирование элементов схем управления электроприводного оборудования, ранее включенных в состав вероятностной модели этого оборудования, учет отказов кабелей электроснабжения, ранее не учитывавшихся в вероятностной модели);

дополнение списка ИС событиями, вызывающими процессы, на протекание которых оказывает влияние принимаемое риск-информативное решение;

выделение из групп ИС отдельных ИС, связанных с отказами оборудования, затронутого риск-информативным решением;

уточнение моделей надежности оборудования, затронутого риск-информативным решением;

включение в вероятностную модель блока АС моделей действий персонала, на порядок и надежность выполнения которых влияет рассматриваемое риск-информативное решение;

другие меры.

23. При обосновании риск-информативного решения рекомендуется использовать следующие вероятностные показатели:

суммарная вероятность тяжелых аварий для каждого блока АС на интервале в один год;

изменение суммарной вероятности тяжелых аварий для каждого блока АС на интервале в один год (после внедрения решения);

мгновенная вероятность тяжелой аварии (после внедрения решения);

суммарная вероятность большого аварийного выброса для каждого блока АС на интервале в один год;

изменение суммарной вероятности большого аварийного выброса для каждого блока АС на интервале в один год (после внедрения решения).

24. Алгоритм оценки риск-информативных решений на соответствие вероятностным критериям приведен в приложении № 5 к настоящему Руководству по безопасности.

V. Вероятностные критерии

25. Оценку приемлемости риска блока АС при реализации риск-информативного решения рекомендуется проводить путем сравнения полученных средних значений вероятностных показателей с вероятностными критериями, установленными с учетом требований общих положений обеспечения безопасности АС.

26. При оценке приемлемости риска блока АС на основе суммарной вероятности тяжелых аварий и ее изменения вследствие реализации риск-информативного решения рекомендуется использовать следующие вероятностные критерии:

если реализация риск-информативного решения приводит к уменьшению суммарной вероятности тяжелых аварий (отрицательная величина изменения суммарной вероятности тяжелых аварий), то изменение риска блока АС является приемлемым;

если реализация риск-информативного решения приводит к увеличению суммарной вероятности тяжелых аварий, но ее значение находится в области III (диаграмма № 1 приложения № 6 к настоящему Руководству по безопасности), то изменение риска блока АС является приемлемым;

если реализация риск-информативного решения приводит к увеличению суммарной вероятности тяжелых аварий и находится в области II (диаграмма № 1 приложения № 6 к настоящему Руководству по безопасности), то разрабатываются компенсирующие меры по уменьшению абсолютной величины вероятности тяжелых аварий и проводится процедура переоценки вероятностных показателей; риск-информативное решение и компенсирующие мероприятия должны соответствовать друг другу в области действия (аспектов безопасности блока АС, которые они затрагивают); должны также приниматься во внимание изменения вероятности тяжелых аварий, накопленные в результате реализации предыдущих риск-информативных решений;

если реализация риск-информативного решения приводит к увеличению суммарной вероятности тяжелых аварий и ее значение находится в области I (диаграмма № 1 приложения № 6 к настоящему Руководству по безопасности), то риск-информативное решение отклоняется.

27. При оценке приемлемости риска блока АС на основе суммарной вероятности большого аварийного выброса и его изменения вследствие реализации риск-информативного решения рекомендуется использовать следующие вероятностные критерии:

если реализация риск-информативного решения приводит к уменьшению суммарной вероятности большого аварийного выброса (отрицательная величина изменения суммарной вероятности большого аварийного выброса), то изменение риска блока АС, связанного с большим аварийным выбросом, является приемлемым;

если реализация риск-информативного решения приводит к увеличению суммарной вероятности большого аварийного выброса, но ее значение находится в области III (диаграмма № 2 приложения № 6 к настоящему Руководству по безопасности), то изменение риска блока АС, связанного с большим аварийным выбросом, является приемлемым;

если реализация риск-информативного решения приводит к увеличению суммарной вероятности большого аварийного выброса, но ее значение находится в области II (диаграмма № 2 приложения № 6 к настоящему Руководству по безопасности), то разрабатываются компенсирующие меры по уменьшению абсолютной величины суммарной вероятности большого аварийного выброса и проводится процедура переоценки вероятностных показателей; риск-информативное решение и компенсирующие мероприятия должны соответствовать друг другу в области действия (аспектов безопасности блока АС, которые они затрагивают); должны также приниматься во внимание изменения вероятности большого аварийного выброса, накопленные в результате реализации предыдущих риск-информативных решений;

если реализация риск-информативного решения приводит к увеличению суммарной вероятности большого аварийного выброса и ее значение находится в области I (диаграмма № 2 приложения № 6 к настоящему Руководству по безопасности), то риск-информативное решение отклоняется.

28. Если реализация риск-информативного решения приводит к увеличению мгновенного значения вероятности тяжелых аварий до величины более $1 \cdot 10^{-3}$ 1/(реактор·год), то риск-информативное решение отклоняется.

29. При оценке приемлемости риск-информативного решения рекомендуется учитывать суммарную вероятность тяжелых аварий для каждого блока АС на интервале в один год. При этом следует стремиться, чтобы указанная величина не превышала целевого ориентира по суммарной вероятности тяжелых аварий, равной 10^{-5} для каждого блока АС на интервале в один год, установленного в общих положениях обеспечения безопасности атомных станций.

30. При оценке приемлемости риск-информативного решения рекомендуется учитывать суммарную вероятность большого аварийного выброса для каждого блока АС на интервале в один год. При этом следует стремиться, чтобы указанная величина не превышала целевого ориентира по суммарной вероятности большого аварийного выброса, равной 10^{-7} для каждого блока АС на интервале в один год, установленного в общих положениях обеспечения безопасности атомных станций.

31. Величины изменений средних значений вероятностных показателей определяются вычитанием из среднего значения соответствующих вероятностных показателей, полученных с учетом реализации риск-информативного решения, значений этих показателей, полученных без учета реализации риск-информативного решения. При этом рекомендуется использовать одну и ту же исходную вероятностную модель блока АС. Полученные точечные значения вероятностных показателей блока АС сравниваются с вероятностными критериями.

VI. Оценка влияния риск-информативного решения на глубокоэшелонированную защиту и приемлемость риск-информативного решения

32. Рекомендуемый порядок оценки влияния принимаемого риск-информативного решения на глубокоэшелонированную защиту и ее составляющие изложен в приложении № 4 к настоящему Руководству по безопасности.

33. Предлагаемое риск-информативное решение является приемлемым, если риск-информативное решение соответствует требованиям федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, показано отсутствие негативного влияния риск-информативного решения на глубокоэшелонированную защиту и ее составляющие, показано отсутствие негативного влияния риск-информативного решения на физическую защиту АС, оценка, выполненная в соответствии с правилами, изложенными в пунктах 26, 27 настоящего Руководства по безопасности, показывает приемлемость риска блока АС.

VII. Документирование обоснования принятия риск-информативного решения

34. Использованные сведения о риск-информативных решениях, анализ по оценке вероятностных показателей и выявлению приемлемых риск-информативных решений документируются в объеме, достаточном для формулировки выводов о соответствии рекомендациям данного Руководства по безопасности, а также для воспроизведения при необходимости указанного анализа.

35. В отчетную документацию по обоснованию риск-информативных решений рекомендуется включать детальные сведения о детерминистическом анализе (оценке влияния риск-информативного решения на глубокоэшелонированную защиту и ее составляющие), его результатах и выводах о соответствии решений детерминистическим принципам, вероятностном анализе безопасности, его результатах и выводах о приемлемости риска блока АС.

36. В отчетную документацию по обоснованию риск-информативных решений рекомендуется включать информацию о граничных условиях выполнения анализа, допущениях, факторах, вносящих неопределенность в

результаты, а также о компенсирующих мерах или действиях, приводящих к изменению вероятностных показателей, обусловленных реализацией риск-информативного решения.

37. В отчетной документации по обоснованию риск-информативных решений рекомендуется приводить следующую информацию:

описание проблем, требующих принятия риск-информативных решений;

описание принимаемых риск-информативных решений;

вероятностная модель блока АС, а также вероятностная модель в части моделирования обосновываемого риск-информативного решения;

обоснование применимости вероятностной модели для оценки приемлемости риска блока АС;

обоснование приемлемости риска блока АС;

допущения и ограничения анализа;

описание факторов, вносящих неопределенность в результаты;

результаты анализа чувствительности риска блока АС, рассчитанного с учетом реализации риск-информативного решения, по отношению к допущениям и наиболее значимым элементам модели ВАБ;

обоснование отсутствия негативного влияния или приемлемого влияния риск-информативного решения на глубокоэшелонированную защиту и ее составляющие;

обоснование соблюдения требований норм и правил в области использования атомной энергии при реализации риск-информативного решения;

обоснование учета опыта эксплуатации АС, на которой реализуется риск-информативное решение и других АС;

обоснование отсутствия негативного влияния риск-информативного решения на физическую защиту АС.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1
к руководству по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендации по применению риск-информативного метода при обосновании риск-информативных решений, связанных с безопасностью блока атомной станции», утвержденному приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 2 ноября 2016 г. № 458

Список сокращений

АС	–	атомная станция
БПУ	–	блочный пункт управления
ВАБ	–	вероятностный анализ безопасности
ГО	–	герметичное ограждение
ИС	–	исходное событие
ОР СУЗ	–	орган регулирования системы управления и защиты
РВ	–	радиоактивное вещество
РПУ	–	резервный пункт управления

ПРИЛОЖЕНИЕ № 2
к руководству по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендации по применению риск-информативного метода при обосновании риск-информативных решений, связанных с безопасностью блока атомной станции», утвержденному приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 2 ноября 2016 г. № 458

Термины и определения

Приемлемый риск блока атомной станции – риск блока атомной станции, удовлетворяющий вероятностным критериям.

Риск блока атомной станции –суммарная вероятность тяжелых аварий для каждого блока АС на интервале в один год, а также суммарная вероятность большого аварийного выброса для каждого блока АС на интервале в один год.

Мгновенная вероятность тяжелой аварии *– суммарная вероятность* тяжелой аварии для каждого блока АС на интервале в один год, вычисленная в предположении, что конфигурация блока АС (состояние реакторной установки, систем и элементов блока АС, иных факторов, учитываемых в вероятностной модели блока АС), имеющаяся в рассматриваемый момент времени, неизменна на интервале времени, равном одному году.

Риск-информативное решение – решение, связанное с внесением изменений в условия безопасной эксплуатации, системы и элементы, важные для безопасности, в проектную или эксплуатационную документацию либо иным образом изменяющее имеющийся порядок эксплуатации блока АС, принимаемое с использованием риск-информативного метода.

Риск-информативный метод – системный метод, использующий качественные и количественные оценки, полученные на основе детерминистического анализа безопасности и вероятностного анализа безопасности, требований нормативных документов.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 3
к руководству по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендации по применению риск-информативного метода при обосновании риск-информативных решений, связанных с безопасностью блока атомной станции», утвержденному приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 2 ноября 2016 г. № 458

Порядок учета детерминистических и вероятностных аспектов при оценке риск-информативных решений



ПРИЛОЖЕНИЕ № 4
к руководству по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендации по применению риск-информативного метода при обосновании *риск-информативных решений, связанных* с безопасностью блока атомной станции», утвержденному приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 2 ноября 2016 г. № 458

Рекомендуемый порядок оценки влияния принимаемого риск-информативного решения на глубокоэшелонированную защиту и ее составляющие

При оценке влияния принимаемого риск-информативного решения на глубокоэшелонированную защиту рекомендуется проанализировать влияние принимаемого риск-информативного решения на каждый из механизмов реализации угрозы глубокоэшелонированной защиты, представленных в столбце 5 таблицы № 1 настоящего приложения.

Рекомендуется оценивать возможность негативного влияния принимаемого риск-информативного решения на глубокоэшелонированную защиту, то есть к наступлению более уязвимого состояния глубокоэшелонированной защиты вследствие возрастания влияния на нее конкретного механизма реализации угрозы либо к повышению вероятности, с которой конкретный механизм приводит к нежелательному воздействию на составляющие глубокоэшелонированной защиты.

Выводы об отсутствии негативного влияния принимаемого риск-информативного решения на глубокоэшелонированную защиту по каждому механизму реализации угрозы обосновывается.

При установлении негативного влияния на глубокоэшелонированную защиту принимаемого риск-информативного решения это влияние может быть признано приемлемым при наличии обоснований того, что физические барьеры и меры по их защите сохраняют адекватную надежность, не приводят к значимому изменению возможности возникновения нарушений нормальной эксплуатации, включая аварии, и не снижают способность блока АС устранять и ограничивать последствия нарушений нормальной эксплуатации, включая аварии.

Рекомендуемый формат представления результатов анализа влияния принимаемого решения на глубокоэшелонированную защиту и ее составляющие приведен в таблице № 2 настоящего приложения.

Таблица № 1

Номенклатура угроз глубокоэшелонированной защите блока АС и механизмов их реализации

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
1.	Первый	Все	1. Природные факторы на площадке, воздействующие на АС.	1. Сейсмология района размещения и площадки АС неблагоприятна по землетрясениям, угрожает стабильности сооружений и элементов АС. 2. Гидрология площадки АС неблагоприятна с точки зрения затоплений. 3. Гидрология площадки АС неблагоприятна с точки зрения распространения РВ. 4. Экстремальные метеорологические условия (ветер, температура и др.).	1. Определение вероятности возникновения природных явлений, приводящих к существенным радиационным последствиям. 2. Анализ влияния на безопасность АС. 3. Выбор природных воздействий в качестве проектных исходных событий, учитываемых в проекте. 4. Оценка возможности разработки компенсирующих мероприятий. 5. Внедрение мер, вытекающих из рекомендаций по результатам анализа безопасности. 6. Обеспечение в проекте АС достаточных (адекватных) запасов (например, по прочности).
			2. Техногенные факторы на площадке, воздействующие на АС.	1. Выброс токсичных и воспламеняющихся газов, химическое воздей-	1. Определение вероятности возникновения антропогенных явлений, приводящих к существенным радиационным по-

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
				ствие. 2. Воздействие летательных аппаратов 3. Взрывы. 4. Другие опасности.	следствиям. 2. Анализ влияния на безопасность АС. 3. Ограничение деятельности человека вблизи АС. 4. Выбор антропогенных воздействий в качестве проектных исходных событий, учитываемых в проекте. 5. Оценка возможности разработки компенсирующих мероприятий. 6. Внедрение мер, вытекающих из рекомендаций по результатам анализа безопасности. 7. Обеспечение в проекте АС достаточных (адекватных) запасов (например, по прочности).
2.	Первый	1. Ограничение выхода РВ при эксплуатации. 2. Ограничение выхода РВ из топлива за пределы первого контура	Непредвиденные пути переноса РВ	1. Распространение РВ через воздух. 2. Распространение РВ через пищевые цепочки. 3. Распространение РВ через воду.	1. Исследование физических характеристик и характеристик окружающей среды. 2. Анализ радиационных эффектов при нормальной эксплуатации и нарушениях нормальной эксплуатации. 3. Исследование распределения населения в районе размещения АС.
3.	Второй	1. Ограничение выхода РВ при эксплуатации. 2. Ограничение выхода РВ из топлива за пределы первого	Непредвиденные пути переноса РВ	1. Распространение РВ через воздух. 2. Распространение РВ через пищевые цепочки. 3. Распространение РВ через воду.	1. Ограничение радиоактивных выбросов и сбросов. 2. Наблюдение за объектами флоры и фауны окружающей среды.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
		контура.			
4.	Третий и четвертый	1. Ограничение выхода РВ при эксплуатации. 2. Ограничение выхода РВ из топлива за пределы первого контура.	Непредвиденные пути переноса РВ	1. Распространение РВ через воздух. 2. Распространение РВ через пищевые цепочки. 3. Распространение РВ через воду.	1. Установление радиологических критериев приемлемости для радиоактивных выбросов при аварии: а) при проектных авариях; б) при запроектных авариях. 2. Адекватный мониторинг радиационной обстановки при проектных и запроектных авариях (стационарные дозиметры, информация на БПУ, определение концентрации радионуклидов в образцах жидкости и газа, мониторинг РВ перед или во время выброса в окружающую среду). 3. Определение радиационного воздействия вблизи АС.
5.	Первый, второй, третий и четвертый	1. Теплоотвод остаточных тепловыделений при нормальной эксплуатации и авариях при отсутствии течей первого конту-	1. Неадекватность конечного поглотителя тепла для длительного теплоотвода.	1. Потеря источника воды (море, река, озеро и т.д.) вследствие внешнего воздействия. 2. Атмосферный конечный поглотитель тепла не рассчитан на внешние воздействия.	1. Анализ специфичных для площадки АС внешних воздействий: а) природные явления; б) антропогенные явления. 2. Адекватный учет внешних воздействий в проекте конечного поглотителя тепла: а) природные явления;

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
		ра. 2. Теплоотвод от активной зоны при течах первого контура для исключения повреждения топлива. 3. Теплоотвод от систем безопасности к конечному поглотителю тепла			б) антропогенные явления; в) соблюдение принципа разнообразия для конечного поглотителя тепла; г) соблюдение принципа разнообразия для обеспечивающих систем.
				3. Ненадежность систем теплопереноса.	3. Проектирование систем теплопереноса в соответствии с важностью их вклада в осуществление функции теплопереноса: а) апробированные элементы; б) резервирование; в) разнообразие; г) взаимосвязи; д) физическое разделение.
			2. Уязвимость систем отвода тепла к конечному поглотителю.	1. Выпаривание воды в задействованном конечном поглотителе тепла. 2. Повышение температуры воды в задействованном конечном поглотителе тепла. 3. Недостатки проектирования систем, являющихся вспомогательными для конечного по-	1. Надлежащее проектирование систем теплопереноса: а) ограничения значений расхода; б) ограничения значений давления; в) разделение и взаиморезервирование; г) обнаружение течей; д) надлежащие обеспечивающие системы; е) работоспособность при потере электроснабжения от внешних по отношению к АС источников; ж) резервирование;

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
				глотителя тепла.	з) разнообразие; и) проектные запасы; к) проектные меры защиты от внешних воздействий. 2. Дополнительные возможности теплоотвода в случае тяжелых аварий: а) вентилирование; б) теплоотвод за счет работы спринклерной системы.
6.	Первый, второй, третий и четвертый	Все	Деградация функциональной способности элементов, важных для безопасности	1. Неожиданное поведение АС в условиях нормальной эксплуатации или нарушений нормальной эксплуатации.	1. Использование решений, апробированных ранее для аналогичных применений. 2. Использование новых решений только при условии, что они подтверждены исследованиями и испытаниями. 3. Изучение применимого эксплуатационного опыта при выборе технологических решений.
				2. Скрытые отказы в элементах АС, важных для безопасности.	1. Предпочтение оборудованию с обнаруживаемыми видами отказов. 2. Обеспечение эксплуатационного мониторинга эксплуатационных характеристик.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	*Угрозы глубокоэшелонированной защите*	*Механизмы реализации угрозы*	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
				3. Непредусмотренные механизмы отказов элементов АС, важных для безопасности.	1. Предпочтение оборудованию с предсказуемыми видами отказов. 2. Выбор элементов, соответствующих целям надежности. 3. Изучение применимого эксплуатационного опыта при выборе технологических решений.
				4. Неожидаемые ограничения работоспособности элементов, важных для безопасности.	1. Выполнение детерминистического и вероятностного анализов безопасности: а) использование реалистичного моделирования и данных; б) дополнительное использование консервативных моделей; в) аналитические модели, валидированные экспериментально.
				5. Неожидаемая деградация физических барьеров.	1. Проектирование и изготовление оборудования в соответствии с применимыми стандартами. 2. Регулярный эксплуатационный контроль. 3. Использование имеющих опыт и репутацию поставщиков.
7.	Первый, второй,	Все	1. Неадекватность проекта по отношению к	Непредусмотренное поведение систем контроля и	1. Обеспечение достаточных проектных запасов для устойчивой эксплуатации.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
	третий и четвертый		нормальной эксплуатации.	управления.	2. Установление необходимых эксплуатационных условий и требований по управлению технологическими параметрами. 3. Учет в проекте систем управления необходимости предотвращения нарушений нормальной эксплуатации.
			2. Неадекватность проекта по отношению к ожидаемым нарушениям нормальной эксплуатации и проектным авариям.	1. Неадекватное установление в проекте постулируемых исходных событий.	Классификация постулируемых ИС в соответствии с частотой возникновения: а) установление подхода к классификации ИС; б) перечень проектных ИС.
				2. Непроектное функционирование систем и элементов АС.	Классификация систем и элементов АС для определения правил проектирования, конструирования, изготовления, установки, эксплуатации и ремонта.
				3. Некорректное выполнение анализа безопасности. 4. Некорректное выполнение проверки (верификации).	1. Приемочные критерии по отношению к каждому постулируемому ИС. 2. Консервативный анализ для всех постулируемых событий. 3. Выполнение ВАБ. 4. Проверка регулирующим органом.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					5. Проверка специальными миссиями (например, МАГАТЭ).
				5. Системы и элементы АС спроектированы не выдерживающими воздействий проектных аварий.	1. Установление определяющих постулируемых событий для оценки запасов по работоспособности систем и элементов. 2. Обоснование работоспособности систем и элементов в условиях окружающей среды. 3. Требования периодического контроля для оценки выполнения системами и элементами своих функций. 4. Обеспечение независимости систем и элементов от других систем АС.
			3. Неадекватность проекта по отношению к запроектным авариям.	Запроектные аварии не учтены в проекте должным образом.	1. Определение сценариев и критериев приемлемости для запроектных аварий. 2. Реалистический анализ запроектных аварий. 3. Введение дополнительных возможностей для смягчения запроектных аварий.
8.	Первый	1. Предотвращение недопустимых измере-	1. Неудовлетворительное поддержание нейтронно-физических и	1. Неправильные действия оператора при ручном управлении.	1. Минимизация ручных действий оператора. 2. Применение соответствующих эксплуатационных процедур.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
		ний реактивности. 2. Поддержание реактора в безопасном остановленном состоянии после перевода в остановленное состояние. 3. Останов реактора для предотвращения перехода нарушений нормальной эксплуатации в проектные аварии либо для ограничения последствий проектных аварий.	теплогидравлических параметров в эксплуатационных границах, что приводит к большему числу требований к работе систем безопасности. 2. Надежность систем безопасности ослаблена их частыми запусками.	2. Уставки срабатывания и пределы безопасности установлены неверно.	1. Установление эксплуатационных пределов по технологическим параметрам. 2. Установление пределов безопасности на основании консервативного подхода.
				3. Недостаточность автоматического управления.	1. Исключение частых возникновений требований на работу систем безопасности. 2. Система быстрого устранения недостатков в системах автоматического управления.
9.	Второй	1. Предотвращение недопустимых измене-	1. Неудовлетворительное поддержание нейтронно-физических и	1. Неправильные действия оператора при ручном управлении.	Правильное определение уставок запуска систем безопасности

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
		ний реактивности. 2. Поддержание реактора в безопасном остановленном состоянии после перевода в остановленное состояние. 3. Останов реактора для предотвращения перехода нарушений нормальной эксплуатации в проектные аварии, либо для ограничения последствий проектных аварий.	теплогидравлических параметров в эксплуатационных границах, что приводит к большему числу требований на работу систем безопасности. 2. Надежность систем безопасности ослаблена их частыми запусками.	2. Уставки срабатывания и пределы безопасности установлены неверно.	Правильное определение уставок запуска систем безопасности
				3. Недостаточность автоматического управления.	Поддержание систем автоматического управления в работоспособном состоянии
10.	Третий	Все	Деградация выполнения основных функций безопасности вследствие неадекватного отвста на событие ав-	1. Системы безопасности стали неработоспособными в ходе предыдущей работы.	1. Индикация эксплуатационного состояния систем безопасности. 2. Автоматическая самодиагностика систем безопасности. 3. Обязательные требования по предот-

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
			томатических систем безопасности		вращению несрабатывания системы безопасности. 4. Ограничения по эксплуатации при неработоспособных системах безопасности.
				2. Системы безопасности не срабатывают на требование.	1. Надежный / резервируемый запуск систем безопасности. 2. Рассмотрение отказов систем безопасности в аварийных процедурах для персонала. 3. Тренировка операторов по реагированию на случаи отказов в системах безопасности.
				3. Системы безопасности отказывают вследствие отказа вспомогательных систем.	1. Надежные обеспечивающие системы электроснабжения. 2. Надежные контрольно-измерительные приборы и автоматика. 3. Рассмотрение отказов в обеспечивающих системах безопасности в аварийных процедурах для персонала. 4. Тренировка операторов по реагированию на случаи отказов в обеспечивающих системах безопасности.
				4. Деградация работоспособности систем безопасности вследствие тяжелых	Обоснование работоспособности оборудования для работы в тяжелых условиях

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
				эксплуатационных условий.	
				5. Неадекватное выполнение системами безопасности своих функций.	1. Проектирование АС в соответствии с принципом единичного отказа. 2. Предпочтение проектам систем, удовлетворяющим принципу безопасного отказа. 3. Предотвращение отказов по общим причинам в системах безопасности. 4. Реализация консервативного проекта в отношении выполнения системами безопасности своих функций.
				6. Взаимовлияние систем АС.	1. Предоставление большего приоритета выполнению функции безопасности. 2. Изоляция систем нормальной эксплуатации от систем безопасности.
11.	Третий	Все	Отказ систем безопасности на выполнение своих функций вследствие низкой надежности	1. Надежность систем безопасности не соответствует их важности для безопасности.	1. Установление целевых показателей надежности для систем безопасности на основании ВАБ. 2. Анализ надежности для систем безопасности и функций безопасности. 3. Установление требований к тестированию (подтверждению работоспособности), соответствующих целевым показа-

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					телям надежности. 4. Использование по преимуществу систем, подтверждение работоспособности которых возможно во время эксплуатации. 5. Использование при необходимости дополнительного оборудования для достижения целевых показателей безопасности.
				2. Уязвимость систем безопасности к отказам по общим причинам.	
				3. Недостаточная надежность обеспечивающих систем.	1. Обеспечение простых и частых инспекций. 2. Обеспечение доступа к оборудованию систем безопасности в течение срока службы блока АС. 3. Обеспечение эксплуатационного контроля для оценки деградации материалов. 4. Периодическое тестирование для подтверждения функциональной работоспособности. 5. Мониторинг эксплуатационного состояния систем безопасности. 6. Возможность автоматической самодиагностики.

№ п/п	Уровень глубоко-эшелони-рованной защиты	Затрагиваемые основные функ-ции безопасности	Угрозы глубокоэшело-нированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
12.	Третий	Все	Отказ систем безопас-ности на выполнение своих функций вслед-ствие отказов по об-щим причинам	1. Отказ по общей при-чине вследствие внут-ренних событий (потеря энергоснабжения, исчер-пание топлива для дизель-генератора и т.д.).	1. Обеспечение независимости систем безопасности от других стационных си-стем. 2. Использование безопасного отказа в системах безопасности, насколько это возможно. 3. Достаточное резервирование и разно-образие в источниках энергоснабжения. 4. Достаточное резервирование и разно-образие в обеспечивающих системах безопасности. 5. Взаимодействие одновременно рабо-тающих систем безопасности.
				2. Отказ по общей при-чине вследствие ошибок при проектировании, из-готовлении, эксплуата-ции, техническом обслу-живании, испытаниях.	1. Использование независимых резервиру-емых систем, являющихся разнообраз-ными по отношению друг к другу. 2. Программа обеспечения качества, внедряемая на всех этапах жизненного цикла АС. 3. Независимая верификация / оценка проекта. 4. Проектные запасы, достаточные с уче-том эффектов старения и износа.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					5. Координация деятельности различных ремонтных групп, групп техобслуживания.
				3. Отказ по общей причине вследствие возникновения события на другом блоке той же АС.	1. Отказ от совместного использования систем, важных для безопасности, несколькими блоками АС. 2. Доказательство обеспечения безопасности для всех эксплуатационных состояний при возникновении проектного события на любом блоке АС. 3. Обеспечение безопасного останова и расхолаживания реактора при возникновении тяжелой аварии на другом блоке той же АС.
				4. Отказ по общей причине вследствие внутренних воздействий (затопления, летящие предметы, реактивные струи, хлыстовые эффекты от высокоэнергетичных трубопроводов).	1. Анализ риска от внутренних воздействий и принятие контрмер. 2. Физическое разделение барьерами, расстоянием или ориентацией. 3. Расположение резервируемых систем в разных помещениях. 4. Обоснование работоспособности критического оборудования в условиях окружающей среды.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					5. Учет внешних воздействий как причин внутренних (пожары, затопления и т.д.) воздействий. 6. Исключение переопрессовки одной системы от другой системы, с ней связанной.
				5. Отказ по общей причине вследствие пожаров и взрывов в пределах площадки АС.	1. Выполнение анализа пожаров для определения (подтверждения) необходимых барьеров, системы обнаружения и тушения пожара. 2. Использование негорючих, пожаростойких и термостойких материалов. 3. Предпочтительное использование негорючих смазочных материалов. 4. Обеспечение достаточных резервов средств пожаротушения. 5. Инспекции, техническое обслуживание и ремонт средств пожаротушения. 6. Исключение неблагоприятного воздействия на системы безопасности работы систем пожаротушения. 7. Организация необходимых тренировок персонала АС.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					8. Предпочтение работе систем с безопасными отказами. 9. Разделение дублирующих систем пожарозащитными стенами / дверями. 10. Контроль сгораемых веществ и источников возгорания. 11. Автоматический запуск систем пожаротушения. 12. Защищенные от пожара системы для останова, отвода остаточных тепловыделений, контроля ограничения распространения РВ. 13. Учет возможности привлечения извне сил и средств пожаротушения.
				6. Отказ по общей причине вследствие землетрясения.	1. Учет сейсмичности. 2. Установление достаточных запасов антисейсмической защиты в проекте. 3. Подтверждение тестами и анализом квалификации оборудования, важного для безопасности на сейсмическое воздействие. 4. Учет событий, являющихся следствием землетрясения (например, затоплений).

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					5. Исключение влияния отказов в оборудовании, неважном для безопасности, на оборудование, важное для безопасности.
				7. Отказ по общей причине вследствие техногенного внешнего воздействия (падение летательного аппарата, взрывы, газовые облака и др.).	1. Анализ риска от техногенных внешних воздействий. 2. Включение внешних событий техногенного происхождения в проектные основы. 3. Запрещение использования транспортных путей вблизи АС.
				8. Отказ по общей причине вследствие внешнего природного воздействия (сильный ветер, затопления, экстремальные погодные условия).	Учет наиболее тяжелых условий в проекте АС
13.	Третий	Все	1. Системы и элементы безопасности не квалифицированы для работы в аварийных условиях.	1. Аварийные условия не учтены должным образом в проекте. 2. Квалификация оборудования не подтверждена испытанием.	1. Установление условий окружающей среды для проектных аварий. 2. Учет условий тяжелых аварий в проекте новых АС. 3. Учет в проекте условий при внешних воздействиях. 4. Испытания прототипов.

№ п/п	Уровень глубоко-эшелони-рованной защиты	Затрагиваемые основные функ-ции безопасности	Угрозы глубокоэшело-нированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
			2. Необходимая надеж-ность не обеспечива-ется в течение срока службы.	Способность АС противо-стоять условиям окружа-ющей среды страдает из-за старения.	1. Учет в проекте влияния старения на способность АС противостоять условиям окружающей среды. 2. Учет в проекте отказов по общим причинам вследствие старения.
14.	Все	Все	Невыявляемая дегра-дация функциональной способности оборудо-вания, важного для бе-зопасности вследствие недостатков инспекций	1. Ограниченность ин-спекций вследствие труд-ностей в доступе к обору-дованию.	1. Учет при проектировании барьеров необходимости проведения инспекций. 2. Учет при конструировании барьеров необходимости проведения инспекций.
				2. Недостаточность запа-сов по безопасности для покрытия имеющихся ин-тервалов между инспек-циями.	1. Учет при проектировании оборудова-ния, важного для безопасности, необхо-димости проведения инспекций. 2. Учет при конструировании оборудо-вания, важного для безопасности, необ-ходимости проведения инспекций. 3. Проектирование оборудования, важ-ного для безопасности, с достаточными запасами по безопасности.
15.	Первый	1. Ограничение выхода радиоак-тивности при	1. Выход РВ сверх ус-тановленных пределов.	1. Необнаруженная утечка жидких или газообразных радиоактивных веществ.	Система контроля местности

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
		нормальной эксплуатации.		2. Неправильные измерения активности отходов.	1. Консервативная система технологического контроля. 2. Программа контроля окружающей среды.
		2. Поддержание условий окружающей среды в помещениях АС.	2. Переоблучение эксплуатационного или ремонтного персонала сверх установленных пределов.	3. Загрязнение работников радиоактивными веществами.	1. Подходящие контейнеры для радиоактивных веществ. 2. Использование систем вентиляции с адекватной фильтрацией. 3. Установки контроля персонала и окружающей среды. 4. Установки для дезактивации персонала 5. Обработка поверхностей для облегчения дезактивации.
				4. Непосредственное облучение работников.	1. Адекватное экранирование оборудования АС. 2. Соответствующее расположение оборудования АС. 3. Исключение проектных решений, вследствие которого в оборудовании удерживаются РВ. 4. Мониторинг и управление условиями окружающей среды.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					5. Контроль доступа в радиоактивные зоны. 6. Консервативный проект систем по обращению с радиоактивными отходами. 7. Учет требований по радиационной защите при планировке АС. 8. Использование материалов, мало активируемых нейтронами. 9. Выбор материалов с низкой остаточной радиоактивностью. 10. Минимизация деятельности людей в радиационных полях. 11. Планируемая и согласованная деятельность по ремонту и модернизации.
16.	Первый	Предотвращение неприемлемых реактивностных процессов	Ввод реактивности, представляющий опасность повреждения топлива	1. Выброс ОР СУЗ.	1. Консервативный проект чехла ОР СУЗ. 2. Использование качественных материалов и обеспечение качественного изготовления чехла ОР СУЗ.
				2. Извлечение ОР СУЗ.	1. Проектные запасы, минимизирующие автоматический контроль. 2. Правила реагирования на несанкционированное извлечение ОР СУЗ.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
				3. Отказ ОР СУЗ (падение, неправильное положение).	1. Испытания положения ОР СУЗ при пуске. 2. Надежная и отказобезопасная конструкция ОР СУЗ.
				4. Несанкционированный запуск в работу петли главного циркуляционного тракта.	1. *Адекватные эксплуатационные процедуры.* 2. Запирание устройств, которые могут привести к запуску петли в работу.
				5. Утечка поглотителя.	1. Анализ потенциальных отказов и их последствий. 2. Адекватный водно-химический режим.
				6. Ошибочные операции при перегрузке.	1. Проверка расположения топливных кассет. 2. Адекватные эксплуатационные процедуры.
				7. Несанкционированное снижение концентрации бора.	1. Адекватные эксплуатационные процедуры. 2. Автоматические блокировки для предотвращения разбавления бора.
17.	Второй			1. Извлечение ОР СУЗ.	1. Мониторинг положения ОР СУЗ. 2. Ограничение скорости перемещения ОР СУЗ.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
		Предотвращение неприемлемых реактивностных процессов	Ввод реактивности, представляющий опасность повреждения топлива		3. Ограничение физического веса группы ОР СУЗ.
				2. Отказ ОР СУЗ (падение, неправильное положение).	1. Внутриреакторный контроль. 2. Мониторинг положения ОР СУЗ.
				3. Несанкционированный запуск в работу петли главного циркуляционного тракта.	1. Ограничение параметров петли главного циркуляционного тракта, выведенной из работы. 2. Ограничение скорости ввода петли главного циркуляционного тракта в работу.
				4. Утечка поглотителя.	1. Адекватный водно-химический режим. 2. Внутриреакторный контроль.
				5. Ошибочные операции при перегрузке.	1. Внутриреакторный контроль. 2. Достаточные запасы безопасности при останове. 3. Отрицательность обратной связи по реактивности.
				6. Несанкционированное снижение концентрации бора.	1. Адекватная эксплуатационная документация. Система мониторинга для системы подпитки первого контура.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					3. Обеспечение длительности времени, располагаемого оператором на реагирование.
18.	Третий	Предотвращение неприемлемых реактивностных процессов	Ввод реактивности, представляющий опасность повреждения топлива	1. Выброс ОР СУЗ.	1. Отрицательность обратной связи по реактивности. 2. Ограничение физического веса единичного ОР СУЗ. 3. Надежная и быстрая система останова реактора.
				2. Извлечение ОР СУЗ.	1. Отрицательность обратной связи по реактивности. 2. Консервативное задание уставок для системы аварийного останова реактора. 3. Надежная и быстрая система останова реактора.
				3. Отказ ОР СУЗ (падение, неправильное положение).	1. Консервативные всличины уставок для системы аварийпого останова реактора. 2. Надежная и быстрая система останова реактора.
				4. Несанкционированный запуск в работу петли главного циркуляционного тракта.	Надежная и быстрая система останова реактора

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
19.	Первый	1. Предотвращение неприемлемых реактивностных процессов. 2. Останов реактора для предотвращения перерастания нарушения нормальной эксплуатации в проектную аварию, а также для ограничения последствий проектной аварии. 3. Теплоотвод от активной зоны при течи первого контура для ограничения повреждения топлива.	1. Ввод реактивности вследствие искривления активной зоны за счет механического воздействия. 2. Запоздалое или неполное введение ОР СУЗ в активную зону вследствие искривления активной зоны за счет механического воздействия. 3. Нарушение эффективного охлаждения активной зоны вследствие искривления активной зоны за счет механического воздействия. 4. Повреждение оболочки тепловыделяющих элементов из-за механического воздействия.	1. Чрезмерные осевые усилия, вызванные внутренними нагрузками (пружина). 2. Динамические силы, вызванные землетрясением.	1. Аналитическое и экспериментальное обоснование стабильности активной зоны во время землетрясения. 2. Проектирование активной зоны на статические и динамические, включая сейсмические, нагрузки. 3. Контроль качества топлива и внутриконусных устройств.
				3. Тепловые, механические и радиационные эффекты, включая фреттинг и износ во время эксплуатационных режимов.	1. Проектные запасы для топлива, обеспечивающие приемлемые проектные пределы (в том числе для режима перегрузки). 2. Предотвращение искривления или сдвига топлива при чрезмерных осевых нагрузках или тепловом воздействии. 3 Анализ потенциального влияния на безопасность от ограничителей. 4. Контроль качества при проектировании и изготовлении топлива. 5. Ограничение изменений размеров, вызванных радиацией. 6. Одобрение конструкции топлива и технологии его производства регулирующим органом.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
		4. Теплоотвод от активной зоны при целом первом контуре. 5. Обеспечение приемлемой целостности оболочек тепловыделяющих элементов в активной зоне.		4. Вибрация тепловыделяющих элементов вследствие теплогидравлических эффектов.	1. Конструкция топлива, предотвращающая вибрацию. 2. Установка механических ограничителей. 3. Анализ потенциального влияния на безопасность от ограничителей.
				5. Повреждение топлива посторонними предметами.	1. Контроль качества при проектировании и изготовлении топлива, а также элементов контура охлаждения реактора. 2. Проверка целостности топлива во время перегрузки. 3. Установление ограничений для эксплуатации с поврежденным топливом. 4. Мониторинг посторонних предметов.
				6. Чрезмерные осевые усилия вследствие распухания конструкционных материалов.	1. Адекватные проектные запасы топлива для противостояния излучению нейтронов. 2. Консервативное ограничение для величины максимального выгорания топлива. 3. Экспериментальное обоснование того, что конструкция топлива обеспечивает ожидаемые проектные характеристики.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
20.	Второй	1. Предотвращение неприемлемых реактивностных процессов. 2. Останов реактора для предотвращения перерастания нарушения нормальной эксплуатации в проектную аварию, а также для ограничения последствий проектной аварии. 3. Теплоотвод от активной зоны при течи первого контура для ограничения повреждения топлива.	1. Ввод реактивности вследствие искривления активной зоны за счет механического воздействия. 2. Запоздалое или неполное введение ОР СУЗ вследствие искривления активной зоны за счет механического воздействия. 3. Нарушение эффективного охлаждения активной зоны вследствие искривления активной зоны за счет механического воздействия. 4. Повреждение оболочек тепловыделяющих элементов из-за механического воздействия.	1. Тепловые, механические и радиационные эффекты, включая фреттинг и износ во время эксплуатационных режимов.	Внутриреакторный контроль распределения нейтронного потока и активности первого контура в эксплуатационных режимах
				2. Вибрация тепловыделяющих элементов вследствие теплогидравлических эффектов.	Шумовой мониторинг вибрации тепловыделяющих элементов
				3. Повреждение топлива посторонними предметами.	Контроль активности первого контура в эксплуатационных режимах

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
		4. Теплоотвод от активной зоны при целом первом контуре. 5. Обеспечение приемлемой целостности оболочек тепловыделяющих элементов в активной зоне.		4. Чрезмерные осевые усилия вследствие распухания материалов.	1. Достаточные проектные запасы топлива для противостояния нейтронному облучению. 2. Консервативное ограничение величины максимального выгорания. 3. Экспериментальное обоснование того, что конструкция топлива обеспечивает ожидаемые проектные характеристики.
21.	Третий	1. Предотвращение неприемлемых реактивностных процессов. 2. Останов реактора для предотвращения перерастания нарушения нормальной эксплуатации в проектную аварию, а также для ограничения послед-	1. Ввод реактивности вследствие искривления активной зоны за счет механического воздействия. 2. Запоздалое или неполное введение ОР СУЗ в активную зону вследствие искривления активной зоны за счет механического воздействия. 3. Нарушение эффективного охлаждения	Механические нагрузки от проектных аварий.	1. Аналитическое / экспериментальное обоснование стабильности активной зоны при динамических усилиях, возникающих при проектных авариях. 2. Специальные меры по обеспечению качества при конструировании и производстве топлива. 3. Ограничители для предотвращения неожиданных изменений в геометрии активной зоны. 4. Анализ потенциального влияния на безопасность от ограничителей. 5. Проектирование внутрикорпусных устройств с достаточными запасами безопасности.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
		ствий проектной аварии. 3. Теплоотвод от активной зоны при течи первого контура для ограничения повреждения топлива. 4. Теплоотвод от активной зоны при целом первом контуре. 5. Обеспечение приемлемой целостности оболочек тепловыделяющих элементов в активной зоне.	активной зоны вследствие искривления активной зоны за счет механического воздействия. 4. Повреждение оболочек тепловыделяющих элементов из-за механического воздействия.		
22.	Третий и четвертый	1. Поддержание реактора в состоянии останова.	1. Несанкционированный ввод реактивности во время или после останова.	1. Несанкционированное перемещение поглотителя.	1. Анализ последствий события. 2. Разработка и внедрение процедуры по предотвращению события. 3. Установка систем слежения за положением поглотителя.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	*Угрозы глубокоэшелонированной защите*	*Механизмы реализации угрозы*	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					4. Установление ограничения скорости перемещения поглотителя. 5. Избыточность и разнообразие систем остановки.
				2. Медленное и быстрое разбавление бора.	1. Анализ последствий события. 2. Разработка и внедрение процедуры по предотвращению события. 3. Предотвращение образования пробок чистой воды.
				3. Единичный отказ в системах останова.	Наличие по крайней мере двух независимых средств (систем) остановки реактора
				4. Быстрое расхолаживание вследствие потери целостности второго контура.	1. Анализ последствий события. 2. Разработка и внедрение процедуры по предотвращению события. 3. Адекватные запасы безопасности для режима останова.
				5. Некорректное расхолаживание первого контура оператором.	1. Разработка и внедрение процедуры по предотвращению события. 2. Установление пределов и условий с достаточными запасами.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
		2. Останов реактора для предотвращения перерастания нарушения нормальной эксплуатации в проектную аварию, а также для ограничения последствий проектной аварии.	2. Неадекватность средств останова реактора.	6 Запоздалое или неполное введение ОР СУЗ в активную зону. 7. Отказ системы автоматического останова.	1. Анализ последствий события. 2. Проектирование станции таким образом, чтобы события типа ATWS (ожидаемые переходные процессы без срабатывания аварийной защиты реактора) не вносили существенного вклада в риск.
				8. Недостаточная независимость систем останова от систем управления (нормальной эксплуатации).	1. Минимизация использования общих датчиков и устройств на основе анализа надежности. 2. Разделение электрических секций и логических цепей для избежания взаимовлияния. 3. Обеспечение возможности останова посредством систем управления (нормальной эксплуатации).
				9. Средства (системы) останова не соответствуют установленным ограничениям.	Эффективность, быстродействие и запасы безопасности при останове должны соответствовать установленным пределам
				10. Невозможность перевода реактора в подкритическое состояние из состояния нормальной эксплуатации или при проектной аварии.	1. Одна из двух систем останова должна быть способна остановить реактор и удерживать его в состоянии останова. 2. Переходный процесс с повторной критичностью допускается только в случае отсутствия повреждения топлива.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
				11. Приборы и устройства контроля реактивности становятся уязвимы от долгой эксплуатации.	1. Для определения отказов необходимы испытания. 2. Учет в проекте эффектов износа и воздействия радиации на системы останова.
23.	Первый	1. Теплоотвод от активной зоны при целом первом контуре. 2. Обеспечение приемлемой целостности оболочек тепловыделяющих элементов в активной зоне. 3. Обеспечение целостности первого контура.	1. Деградация возможности теплоотвода от активной зоны	1. Потеря запаса воды первого контура	1. Консервативный сейсмостойкий проект. 2. Использование соответствующих материалов. 3. Эксплуатационные процедуры не допускают несанкционированного дренирования первого контура. 4. Эксплуатационный контроль металла первого контура.
				2. Деградация возможностей теплоотвода в системах второго контура (для двухконтурных АС).	1. Консервативный проект второго контура. 2. Внедрение адекватных эксплуатационных процедур. 3. Квалификация операторов, позволяющая осуществлять теплоотвод через второй контур.
				3. Неожиданное увеличение тепловыделения в	1. Консервативный проект активной зоны.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
				активной зоне.	2. Квалифицированные операторы. 3. Надежная система управления ОР СУЗ. 4. Адекватные эксплуатационные процедуры.
			2. Аномальное распределение температуры в активной зоне.	4. Блокирование расхода теплоносителя в каналах активной зоны.	1. Адекватная конструкция активной зоны. 2. Адекватные материалы для первого контура. 3. Адекватный водно-химический режим. 4 Надежное производство компонентов первого контура.
				5. Аномальное пиковое значение температуры вследствие неожиданного распределения нейтронного потока.	1. Консервативный нейтронно-физический проект. 2. Квалифицированный персонал. 3. Адекватные эксплуатационные процедуры.
24.	Второй	1. Теплоотвод от активной зоны при целом первом контуре.	1. Деградация возможности теплоотвода от активной зоны.	1. Потеря запаса воды первого контура.	1. Установка системы подпитки первого контура. 2. Установка надежной и быстродействующей системы останова реактора.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
		2. Обеспечение приемлемой целостности оболочек тепловыделяющих элементов в активной зоне. 3. Обеспечение целостности первого контура.			3. Осуществление мониторинга запаса воды в первом контуре.
				2. Деградация возможностей теплоотвода в системах второго контура.	1. Установка систем контроля второго контура. 2. Установка систем контроля параметров технологического процесса второго контура. 3. Установка надежной и быстродействующей системы остановки реактора. 4. Установка систем сброса пара.
				3. Неожиданное увеличение тепловыделения в активной зоне.	1. Системы контроля нейтронного потока и температуры. 2. Надежная и быстродействующая система остановки реактора. 3. Система управления или ограничения мощности реактора. 4. Общий отрицательный коэффициент реактивности.
			2. Аномальное распределение температуры в активной зоне.	4. Блокирование расхода теплоносителя в каналах активной зоны.	1. Система мониторинга посторонних предметов. 2. Измерение температуры на выходе из активной зоны.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
				5. Аномальное пиковое значение температуры вследствие неожиданного распределения нейтронного потока.	1. Периодическое снятие распределения потока нейтронов внутри зоны. 2. Измерение температуры на выходе из активной зоны.
25.	Все	Все	1. Повышение уязвимости АС вследствие роста вероятности событий на остановленном блоке.	1. Большая вероятность событий, вызванных ошибками персонала.	1. Ограничение присутствия персонала в местах на блоке для снижения вероятности событий, вызванных персоналом. 2. Оценка ограничений и/или повышение доступности приборов / средств измерения на остановленном блоке. 3. Специальное внимание операциям по обращению с топливом. 4. Разработка эксплуатационных процедур, применимых к пуску, останову и работе на малых мощностях. 5. Административный контроль, обеспечивающий выполнение работ в соответствии с относящимися к ним требованиям.
			2. Деградация возможности преодолевать события при иных режимах работы, чем работа на мощности.	2. Снижение запаса теплоносителя, необычные обратные связи и другое изменение параметров АС. 3. Сниженная эффек-	1. Детальное исследование параметров АС в режимах останова. 2. Учет специфических условий останова для обеспечения необходимого резервирования, падежности и работоспособ-

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
				тивность барьеров на пути распространения РВ. 4. Ограниченная доступность ряда компонентов / систем вследствие ремонта или замены.	ности оборудования по обнаружению и преодолению аварий. 3. Процедуры и установление приемочных критериев для анализа аварий в режимах останова. 4. Детальная оценка состояния систем АС в режимах останова. 5. Всеохватный список непреднамеренных событий, специфичных для режима останова. 6. Выполнение ВАБ блока АС для режимов останова. 7. Разработка отчета по анализу безопасности для режимов пуска, останова и работы на низких уровнях мощности.
26.	Третий	1. Теплоотвод от активной зоны при течи первого контура для ограничения повреждения топлива.	Потеря способности охлаждать топливо в условиях аварии	1. Потеря расхода через активную зону.	1. Эффективная естественная циркуляция в первом контуре. 2. Адекватная мощность систем теплоотвода через второй контур. 3. Разработка и внедрение аварийных инструкций.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
		2. Теплоотвод от активной зоны при целом первом контуре. 3. Обеспечение приемлемой целостности оболочек тепловыделяющих элементов в активной зоне.		2. Аварии с потерей теплоносителя.	1. Анализ для всего спектра аварий с течамитеплоносителя. 2. Надежная и эффективная система аварийного охлаждения активной зоны реактора для всего спектра аварий. 3. Надежная и эффективная система отвода остаточных тепловыделений. 4. Разработка и внедрение аварийных инструкций. 5. Доказательство способности длительного функционирования систем отвода тепловыделений.
				3. Потеря нормального теплоотвода через второй контур.	1. Установка надежной и эффективной аварийной системы отвода тепла для всего спектра аварий. 2. Разработка и внедрение аварийных инструкций.
				4. Потеря способности отводить тепло от топлива в режимах останова.	1. Анализ аварий в режимах останова. 2. Специальная защищенная система отвода тепла. 3. Обоснование использования атмосферы как конечного поглотителя тепла. 4. Разработка и внедрение аварийных инструкций.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
27.	Четвертый	Все	1. Излишнее выделение тепла вследствие повторной критичности.	1. Повторная критичность вследствие изменения геометрии или состава топлива.	Использование борной воды для охлаждения зоны
			2. Неадекватный теплоотвод от поврежденной зоны.	2. Разогрев и перемещение элементов зоны.	1. Теплоотвод через второй контур. 2. Снижение давления в первом контуре. 3. Подача любым способом воды в активную зону.
				3. Генерация водорода.	Предотвращение разогрева зоны
			3. Зависимое разрушение первого контура вследствие неадекватного теплоотвода.	4. Проплавление корпуса.	1. Внутрикорпусное охлаждение активной зоны или ее обломов путем подачи воды в корпус. 2. Удержание расплава внутри корпуса за счет наружного охлаждения. 3. Снижение давления в первом контуре.
				5. Зависимый отказ трубки парогенератора.	1. Подпитка парогенераторов. 2. Снижение давления в первом контуре.
			4. Неадекватный теплоотвод от ГО.	6. Медленная переопрессовка из-за генерации пара.	1. Установка спринклерной системы в ГО. 2. Установка внешней спринклерной системы.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					3. Фильтруемое вентилирование. 4. Охлаждение среды в бассейне-барботере. 5. Охлаждение среды в приямке. 6. Использование вентиляторов-охладителей.
				7. Недоступность конечного поглотителя тепла.	1. Меры по восстановлению конечного поглотителя тепла. 2. Принятие в рассмотрение альтернативного конечного поглотителя тепла (например, атмосферы).
28.	Первый	Обеспечение целостности первого контура	Деградация свойств материалов оборудования и трубопроводов первого контура	1. Неправильный проект или выбор материала.	1. Классификация элементов. 2. Использование проверенных материалов. 3. Структурный анализ всех проектных условий для подтверждения целостности. 4. Защита первого контура от превышения давления. 5. Назначение проектного кода каждому элементу. 6. Принятие во внимание различных феноменов, приводящих к ухудшению

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					свойств (охрупчивание, эрозия, коррозия, усталость). 7. Проектные средства защиты от внешних и внутренних воздействий с достаточными запасами. 8. Эксплуатационные ограничения для предотвращения роста потенциально невыявляемых дефектов.
				2. Неверная технология изготовления.	1. Использование проверенных технологий и расчетных кодов. 2. Привлечение проверенных производителей, использующих программу обеспечения качества. 3. Множественные инспекции и испытания целостности первого контура (ультразвуковой контроль, радиографический контроль, гидроиспытания и т.д.).
29.	Второй	Обеспечение целостности первого контура	Деградация свойств материалов оборудования и трубопроводов первого контура	Неадекватные испытания и эксплуатационный контроль	1. Система мониторинга расходования ресурса компонентов. 2. Современные методы неразрушающего контроля для распознавания возможных дефектов. 3. Средства для внедрения концепции «Течь перед разрушением».

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					4. Использование образцов-свидетелей для контроля состояния основного металла и сварных швов. 5. Установление допустимых параметров испытаний первого контура для всего жизненного цикла. 6. Специальные процедуры для тестирования первого контура во время эксплуатации. 7. Установление блокировок, препятствующих перегрузке первого контура во время испытаний. 8. Выполнимость ремонтов и замен.
30.	Третий	1. Ограничение выброса радиоактивных материалов из ГО в аварийных и поставарийных условиях.	1. Потеря или недостаточность функции ГО.	1. ГО отсутствует.	1. Доказательство приемлемости альтернативных решений. 2. Модернизация АС с установкой ГО.
				2. Плотность ГО деградирует в процессе эксплуатации.	1. Установление пределов по плотности ГО. 2. Регулярные проверки плотности. 3. Разработка программы по повышению плотности ГО. 4. Предотвращение выбросов через неплотности и проходки.
				3. Отказ изоляции ГО.	1. Адекватное резервирование изоляции ГО.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					2. Техническое обслуживание, испытания, наблюдение и инспекции систем изоляции. 3. Функциональные испытания системы изоляции. 4. Мониторинг состояния оборудования, осуществляющего изоляцию. 5. Восстановление изоляции. 6. Снижение давления в ГО.
				4. Рост давления в ГО за счет энергии, выделяемой в первом контуре.	1. Техническое обслуживание, испытания, наблюдение и инспекции ГО. 2. Функциональные испытания ГО. 3. Адекватная производительность отвода остаточных тепловыделений. 4. Спринклерная система – и вентиляторы-охладители. 5. Охлаждение среды приямка и бассейна-барботера. 6. Двойная оболочка. 7. Выброс поставарийной смеси через фильтры.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
			2. Высокий уровень радиоактивности в ГО, имеющем проектную утечку.	5. Выброс через систему защиты первого контура от превышения давления.	1. Предотвращение срабатывания системы защиты первого контура от повышения давления. 2. Контроль давления в барботажном баке.
				6. Аварийные условия, связанные с нарушением границы первого контура.	1. Меры по обеспечению целостности первого контура. 2. Отвод остаточных тепловыделений для минимизации повреждения топлива. 3. Работа внутрикотейнментной спринклерной системы для удаления радиоактивных материалов. 4. Использование добавок в среду, подаваемую спринклерной системой. 5. Работа системы фильтрующей вентиляции.
				7. Недостаточный контроль радиоактивности в первом контуре, имеющем проектную утечку.	1. Установление пределов по активности первого контура. 2. Установление пределов повреждения топлива. 3. Контроль герметичности топлива перед перегрузкой. 4. Работа систем водоочистки.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
			3. Байпас ГО.	8. Течь из первого контура во второй. 9. Течь первого контура в смежные системы.	1. Эксплуатационный контроль для снижения вероятности события. 2. Разработка и внедрение системы управления течью из первого контура во второй. 3. Изоляция высоконапорных систем. 4. Снижение давления первого контура. 5. Обнаружение байпасных путей и удержание теплоносителя.
31.	Третий	Ограничение радиоактивного облучения населения и персонала АС во время и после проектных аварий и отобранных тяжелых аварий, при которых имеется выброс за пределы ГО	1. Выброс радиоактивности в ходе аварии в бассейн выдержки.	1. Повреждение топливной сборки из-за перегрева.	1. Анализ и внедрение адекватных эксплуатационных процедур. 2. Предотвращение нарушений, связанных с вводом реактивности. 3. Надежность систем отвода остаточных тепловыделений. 4. Техобслуживание, испытания, инспекции соотвстствующих систем, важных для безопасности. 5. Предотвращение осушения бассейна выдержки схемными решениями. 6. Контроль уровня воды и обнаружение течи в бассейне выдержки. 7. Химический и радиационный мониторинг.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					8. Установка систем вентиляции / фильтрации.
				2. Повреждение топливной сборки из-за механических нагрузок.	1. Анализ и внедрение адекватных эксплуатационных процедур. 2. Предотвращение падения тяжелых предметов на топливные сборки. 3. Предотвращение недопустимых усилий на тепловыделяющие элементы в процессе обращения с топливом.
			2. Выброс радиоактивности в ходе аварии в системах обращения с радиоактивными отходами.	3. Неконтролируемый выброс радиоактивной жидкости в окружающую среду.	1. Ограничение количества и концентрации радиоактивных материалов установленными пределами. 2. Установка устройств для контроля выброса радиоактивных жидкостей в окружающую среду.
				4. Неконтролируемый выброс радиоактивного газа в окружающую среду.	1. Ограничение количества и концентрации радиоактивных материалов установленными пределами. 2. Установка подходящих устройств для контроля выброса радиоактивных газов. 3. Испытание эффективности фильтрующей системы.
			3. Выброс радиоактивности в ходе аварии при транспортирова-	5. Повреждение контейнера для транспортирования топлива.	1. Детерминистический / вероятностный анализ безопасности. 2. Использование адекватно спроектиро-

№ п/п	Уровень глубоко-эшелони-рованной защиты	Затрагиваемые основные функ-ции безопасности	Угрозы глубокоэшело-нированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
			нии отработавшего ядерного топлива.		ванных сертифицированных контейне-ров. 3. Снижение вероятности аварии по-средством выбора приемлемых транс-портных маршрутов. 4. Меры по предотвращению падения топливного контейнера при транспорти-ровке. 5. Предотвращение внешних причин по-вреждения (пожары и т.д.). 6. Контрмеры против распространения РВ при авариях.
			4. Выброс радиоактив-ности в ходе аварии в сухом хранилище топ-лива	6. Повреждение контей-нера для хранения топли-ва.	7. Предотвращение недопустимых нагрузок на топливные сборки при об-ращении. 8. Надежный отвод остаточных тепло-выделений от контейнера. 9. Адекватные эксплуатационные ин-струкции. 10. Мониторинг радиоактивности. 11. Установка систем вентиляции / фильтрации.
32.	Третий	Поддержание целостности ГО в аварийных и	Потеря целостности ГО	1. Переопрессовка ГО вследствие энергии, выде-ляющейся из первого кон-тура.	1. Учет в проекте всех источников энер-гии. 2. Выполнение испытаний ГО избыточ-ным давлением.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
		поставарийных условиях			3. Выполнение функциональных испытаний систем ГО. 4. Установка спринклерной системы в ГО достаточной производительности. 5. Установка и подтверждение достаточности вентиляторов-охладителей. 6. Отвод остаточных тепловыделений. 7. Выброс послеаварийной смеси через фильтры. 8. Уменьшение неплотности в ГО.
				2. Переопрессовка ГО вследствие горения водорода.	1. Анализ и снижение количества водорода, выделяющегося в химических и радиолитических реакциях. 2. Установка системы удаления водорода. 3. Добавление неконденсируемых газов. 4. Перемешивание атмосферы ГО для избегания локального горения.
				3. Вакуумирование ГО.	1. Меры по отключению охлаждения ГО. 2. Установка устройств срыва вакуума. 3. Добавление неконденсируемых газов.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
				4. Повреждение ГО внутренними летящими предметами.	1. Предотвращение проектными средствами появления летящих предметов. 2. Усиление внутренних структур ГО. 3. Установление барьеров вокруг критических компонентов. 4. Защита облицовки ГО от падения внутренних стен.
33.	Четвертый	Поддержание целостности ГО	1. Медленная переопрессовка ГО.	1. Парообразование.	1. Установка внутренней спринклерной системы. 2. Установка внешней спринклерной системы. 3. Установка вентиляционной охлаждающей системы. 4. Установка вентиляционно-фильтрующей системы. 5. Установка систем охлаждения приямка. 6. Установка бассейна-барботера.
				2. Выход неконденсирусмых газов.	1. Установка вентиляционно-фильтрующей системы. 2. Установка дожигателей и рекомбинаторов.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
			2. Быстрая переопрессовка ГО.	3. Прямой нагрев ГО.	1. Снижение давления в контуре охлаждения реактора. 2. Использование дополнительных барьеров для минимизации диспергирования кориума.
				4. Горение горючих газов.	1. Установка дожигателей и рекомбинаторов. 2. Заполнение атмосферы ГО инертным газом. 3. Перемешивание атмосферы ГО. 4. Фильтруемое вентилирование для целей снижения давления, предшествующего возгоранию.
				5. Внекорпусной паровой взрыв.	1. Варьирование временем затопления шахты. 2. Удержание кориума внутри корпуса за счет внешнего охлаждения. 3. Удержание кориума внутри корпуса за счет подачи воды внутрь корпуса.
				6. Скоростное парообразование во время повреждения корпуса реактора.	1. Удержание кориума внутри корпуса за счет внешнего охлаждения. 2. Удержание кориума внутри корпуса за счет подачи воды внутрь корпуса.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					3. Организация адекватных путей отвода пара от шахты реактора.
			3. Отказ проходок ГО.	7. Температурная деградация.	1. Охлаждение атмосферы ГО. 2. Защита проходок от воздействия пламени. 3. Дополнительные барьеры (например, защита приямка).
			4. Перевакуумирование ГО.	8. Конденсация после выхода неконденсируемых газов.	1. Установка устройств срыва вакуума. 2. Добавление неконденсируемых газов. 3. Отключение охлаждения автоматически или вручную.
			5. Проплавление фундамента ГО.	9. Взаимодействие кориума с бетоном.	1. Установка ловушки кориума. 2. Затопление шахты реактора.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
			6. Поражение ГО внутренними летящими предметами.	10. Летящие предметы, возникающие вследствие внутрикорпусного взрыва. 11. Летящие предметы, возникающие вследствие внекорпусного взрыва.	1. Предотвращение энергетического взрыва. 2. Укрепление строительных структур. 3. Предотвращение детонации водорода. 4. Предотвращение повреждения активной зоны при высоком давлении посредством снижения давления в первом контуре. 5. Предотвращение внекорпусного парового взрыва. 6. Рассмотрение необходимости в дополнительных барьерах.
34.	Первый и второй	Все	1. Эксплуатация АС за пределами обоснованных границ безопасности (пределы и условия безопасной эксплуатации) из-за недостатка знаний и понимания безопасности АС персоналом.	1. Недостаточность представления информации для определения состояния АС. 2. Неадекватное отображение важной для безопасности АС информации.	1. Обеспечение представления отобранных параметров на БПУ. 2. Адекватные средства измерения, сигнализации состояния, трендов изменения параметров. 3. Четкое представление информации по состоянию АС на БПУ. 4. Человеко-машинный интерфейс и учет человеческого фактора.
				3. Не диагностируется возникновение внутренне-	1. Средства диагностики возникновения событий на БПУ.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
				го или внешнего события.	2. Средства автоматического реагирования по результатам диагностики. 3. Адекватный решаемым задачам набор оповещений по технологическим параметрам (расход, вибрация, протечки, влажность и т.д.).
				4. Недостаток квалификации операторов БПУ. 5. Неадекватное взаимодействие персонала смены.	1. Задействование квалифицированных операторов. 2. Процедуры по обмену информацией, средства связи.
			2. Оператор не реагирует на ранние свидетельства возникновения проблем.	6. Снижение расхода, вибрации, протечки и влажность, радиационные параметры.	Адекватный мониторинг оборудования систем
35.	Третий и четвертый	Все	Неадекватная реакция оператора в аварийных условиях вследствие недостатка знаний или непонимания состояния АС	1. Отсутствие индикации работы систем безопасности для оператора.	1. Обеспечение представления отобранных параметров на БПУ. 2. Обеспечение представления отобранных параметров на РПУ.
				2. Не диагностируется возникновение внутреннего или внешнего события.	Наличие на БПУ средств диагностики событий

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
				3. Отсутствие информации о состоянии АС.	1. Средства мониторинга состояния АС на БПУ/РПУ. 2. Средства для соответствующей организации и представления данных.
				4. Неправильное понимание оператором.	Включение мониторинга состояния АС в тренировки персонала
				5. Неэффективная коммуникация между персоналом смены.	Необходимые средства коммуникации между персоналом смены
36.	Первый-четвертый	Все	Деградация возможностей оператора по управлению АС	1. Пожар на БПУ.	1. Противопожарный проект щитов управления. 2. Установка систем обнаружения и систем подавления пожара. 3. Обеспечение операторов БПУ защитной экипировкой.
				2. Распространение опасных веществ от внешних источников в различные места на площадке АС.	1. Идентификация внутренних / внешних событий, представляющих непосредственную угрозу БПУ (радиация, взрывоопасные или токсичные газы). 2. Рециркуляционные системы вентиляции для обеспечения живучести пунктов управления. 3. Установление систем предупреждения об угрозе обитаемости БПУ. 4. Обеспечение операторов БПУ защитной экипировкой.

№ п/п	Уровень глубоко-эшелони-рованной защиты	Затрагиваемые основные функ-ции безопасности	Угрозы глубокоэшело-нированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
				3. Серьезная внешняя или внутренняя угроза, или диверсия, влияющая блочный щит управления.	1. Консервативный сейсмически устой-чивый проект здания БПУ. 2. Надежное электроснабжение для важ-ного оборудования, контрольно-*измерительных приборов во время обес-*точивания АС. 3.Предусматривание средств для выпол-нения основных функций безопасности в условиях недоступности БПУ. 4. Наличие РПУ, пателей расхолажива-ния. 5. Надежные коммуникации между уда-ленными друг от друга местами, с кото-рых осуществляются действия, важные для выполнения функций безопасности. 6. Физическая защита щитов управления.
37.	Третий и четвертый	Все	Отказ систем и обору-дования из-за обесто-чивания АС	Одновременная потеря электроснабжения от внешних и внутренних источников	1. Анализ частоты повреждения актив-ной зоны вследствие обесточивания. 2. Анализ уязвимости АС по отношению к обесточиванию. 3.Анализ уязвимости функций безопас-ности по отношению к обесточиванию. 4. Обеспечение разнообразия источников электроснабжения (дизели, турбины, ба-тареи). 5. Обеспечение высокой надежности

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					нормального и аварийного электроснабжения. 6. Установка дополнительных источников энергии (гидротурбина, газовая турбина, сеть) на основе анализа.
38.	Третий	Все	Несвоевременный или неадекватный ответ на постулированные в проекте события, приводящий к развитию аварии в запроектную	1. Нехватка средств автоматики.	1. Эффективные средства определения нейтронных параметров 2. Эффективные управляющие системы 3. Резервирование систем автоматического запуска систем безопасности.
				2. Неадекватные ручные действия, отменяющие действия автоматики.	1. Адекватное ручное управление. 2. Адекватные средства измерения и диагностики. 3. Подходящее расположение оборудования для ручных действий. 4. Обеспечение необходимых условий окружающей среды для действий персонала. 5. Обеспечение обоснования достаточности времени для принятия решения оператором. 6. Симптомно-ориентированные эксплуатационные процедуры.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
				3. Нехватка систем безопасности.	1. Обеспечение достаточности средств для останова реактора, охлаждения активной зоны и удержания радиоактивных веществ. 2. Достаточность систем безопасности. 3. Обеспечение способности систем безопасности противостоять проектным исходным событиям.
39.	Первый и второй	1. Теплоотвод от топлива, находящегося вне РУ. 2. Обеспечение подкритичности топлива, находящегося вне РУ.	1. Несадекватность проекта хранилищ свежего и отработавшего топлива. 2. Неадекватность эксплуатации хранилищ свежего и отработавшего топлива.	1. Потеря теплоотвода при хранении или транспортировании.	1. Достаточность мощности теплоотвода для хранилища свежего и отработавшего топлива. 2. Системы, обеспечивающие теплоотвод от топлива во всех ожидаемых условиях. 3. Предотвращение проектными мерами несанкционированного опорожнения топливного бассейна.
				2. Повреждение топлива при хранении или транспортировании.	1. Надежное охлаждение топлива при хранении и транспортировании. 2. Меры по предотвращению падения топлива при транспортировании. 3. Меры по предотвращению падения тяжелых предметов на топливо. 4. Меры по определению, обращению и хранению дефектных топливных сборок.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					5. Периодические испытания оборудования для хранения и транспортирования. 6. Использование подходящих маршрутов для транспортирования, позволяющих избежать повреждения топлива в случае падения. 7. Использование адекватных процедур для обеспечения физической защиты топлива. 8. Обеспечение экранами для хранения и транспортирования топлива при необходимости. 9. Предотвращение избыточных нагрузок на топливные сборки во время транспортирования.
				3. Ввод реактивности во время хранения или транспортирования.	1. Средства для поддержания проектной конфигурации топлива. 2. Средства для исключения перемещения топлива в контейнере во время транспортирования.
40.	Первый	Все	1. Повреждение оборудования безопасности из-за несанкционированных действий.	Потеря бдительности	1. Внедрение программы физической защиты. 2. Установление контроля доступа. 3. Обеспечение физической охраны.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
			2. Несанкционированный выброс радиоактивных материалов. 3. Изъятие ядерных материалов.		4. Внедрение процедур физической защиты на случай нештатной ситуации. 5. Физическая защита жизненно важного оборудования за пределами АС.
41.	Второй	Все	1. Повреждение оборудования безопасности из-за несанкционированных действий. 2. Несанкционированный выброс радиоактивных материалов. 3. Изъятие ядерных материалов.	Уязвимость проекта по отношению к потенциальным угрозам	1. Вероятностный анализ безопасности по отношению к потенциальным угрозам. 2. Разделение мест размещения резервируемого оборудования. 3. Внедрение РПУ. 4. Внедрение оборудования физической защиты. 5. Проверка/модификация генплана АС к потенциальным угрозам. 6. Проверка устойчивости проектных решений к постулированным угрозам.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
42.	Первый-четвертый	Все	Неадекватность безопасности АС вследствие недостатков проверки проекта при оценках безопасности	1. Важные для безопасности вопросы неадекватно учтены проектантом. 2. Независимая оценка безопасности эксплуатирующей организацией отсутствует или значительно задерживается.	1. Регулярные контакты между проектантами и эксплуатирующей организацией на стадии разработки проекта. 2. Определение этапов, на которых необходимо проверить окончательный проект и адекватность важных для безопасности вопросов. 3. Скоординированная оценка безопасности проекта и его реализации. 4. Выделение значительных вопросов, которые подлежат разрешению на этапе сооружения.
				3. Оценка регулирующим органом отсутствует или значительно задерживается.	1. Предварительный отчет по обоснованию безопасности представляется в регулирующий орган заблаговременно. 2. Регулярные контакты с регулятором для использования обратной связи к проекту.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
43.	Первый-четвертый	Все	Деградация функциональных возможностей элементов, важных для безопасности, вызванная ограниченностью обеспечения качества при производстве или конструировании	1. Неадекватная документация для производства/ изготовления оборудования, важного для безопасности. 2. Неквалифицированные поставщики оборудования, важного для безопасности. 3. Несоответствие установленным требованиям по обеспечению качества. 4. Недостатки контроля со стороны эксплуатирующей организации производителей и поставщиков.	Контроль обеспечения качества
44.	Первый-четвертый	Все	1. Компрометация действий оператора несовершенными эксплуатационными процедурами.	1. Отсутствие валидации процедур для нормальной эксплуатации АС.	1. Использование этапа сооружения АС для отработки и доработки процедур нормальной эксплуатации. 2. Вовлечение персонала АС на этапе сооружения АС. 3. Использование тренажера для валидации процедур нормальной эксплуатации.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					4. Использование тренажера для подготовки персонала, его тренировки и ознакомления с АС.
			2. Компрометация функциональных возможностей оборудования, важного для безопасности, несовершенными процедурами функциональных испытаний	2. Отсутствие валидации процедур для функциональных испытаний.	1. Использование этапа сооружения АС для проверки методов, подлежащих использованию при функциональном тестировании оборудования, важного для безопасности. 2. Использование данных проекта и отчета по обоснованию безопасности для валидации процедур функциональных испытаний оборудования, важного для безопасности.
45.	Первый-четвертый	Все	1. Неверные действия персонала при нормальной эксплуатации АС.	1. Недостаточное количество квалифицированного персонала.	Подготовка достаточного количества квалифицированного персонала
				2. Недопустимый стресс или задержка в действиях.	Надлежащее планирование эксплуатационной деятельности
				3. Плохой надзор в периоды повышенной нагрузки.	Надлежащее планирование надзора
				4. Недостаточность персонала.	1. Создание резерва для ключевых позиций.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					2. Учет «притирания». 3. Резервирование времени на переподготовку.
			2. Неверные действия персонала при аварийных условиях.	5. Персонал не подготовлен для выполнения специальных задач.	1. Наличие квалифицированного персонала для оценки степени повреждений и управления аварией. 2. Наличие квалифицированного персонала для реализации противоаварийных процедур. 3. Наличие квалифицированного персонала для борьбы с пожаром. 4. Наличие квалифицированного персонала для оказания первой помощи. 5. Наличие квалифицированного персонала для оценки обстановки в пределах и за пределами площадки.
46.	Первый	Все	1. Персонал не способен безопасно управлять АС.	1. Недостаток квалифицированного персонала.	1. Обеспечение наличия адекватно тренированного и подготовленного персонала. 2. Установление квалификационных требований для персонала АС.
				2. Ответственный персонал не бдителен или расслаблен.	1. Меры по обеспечению здоровья и хорошей физической формы ответственного персонала.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					2. Дисциплинарное воздействие за случаи нахождения в состоянии опьянения.
				3. Недостаток информации о состоянии АС.	1. Непрерывный контроль состояния АС. 2. Проверка и запись данных на БПУ. 3. Наличие формальной системы коммуникаций с записью и возможностью воспроизведения. 4. Тщательный контроль ремонтной и испытательной деятельности.
			2. Недостаток культуры безопасности.	4. Обстановка неблагоприятна для безопасности.	1. Ожидаемое поведение должно приветствоваться руководством. 2. Исключение неприемлемых рабочих привычек. 3. Внимание к поддержанию порядка в помещениях. 4 Производственная дисциплина персонала.
				5. Неадекватная реакция индивидуумов.	1. Осведомленность о влиянии на безопасность деятельности и возможных ошибок. 2. Заостренное внимание при возникновении неожиданных явлений.

№ п/п	Уровень глубоко-эшелони-рованной защиты	Затрагиваемые основные функ-ции безопасности	Угрозы глубокоэшело-нированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					3. Строгая и благоразумная реакция на сигнал тревоги. 4. Немедленные действия по реакции на выявленные недостатки.
			3. Действия, выполняемые за пределами процедур.	6. Недостаток приверженности утвержденным процедурам.	1. Иерархия утвержденных процедур. 2. Пересмотр письменных процедур. 3. Адекватный уровень утверждения отклонений от процедур.
				7. Операции выполняются ненадлежащим персоналом.	1. Административные процедуры для предотвращения несанкционированных действий. 2. Физические устройства для предотвращения преднамеренных и непреднамеренных действий. 3. Физическая защита.
47.	Первый, второй, третий	Все	1. Обычная при эксплуатации деятельность персонала представляет угрозу безопасности из-за недостатка квалифицированного персонала.	1. Недостаточная подготовленность в вопросах безопасности.	1. Программа подготовки для всего персонала. 2. Обеспечение учебно-тренировочного подразделения необходимыми ресурсами. 3. Включение в программу обучения принципов культуры безопасности.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					4. Преодоление конфликтов между необходимостью выработки электроэнергии и обучением персонала. 5. Оценка и совершенствование программ обучения. 6. Обучение внешнего персонала. Организация эффективной координации внешнего персонала и персонала АС. 7. Включение тестирования в программу подготовки персонала.
				2. Неэффективность поддержания квалификации персонала.	1. Системный подход к обучению. 2. Широта тематики обучения: нейтронно-физические, теплогидравлические, радиологические, технологические аспекты. 3.Включение в программу подготовки вопросов важности поддержания основных функций безопасности. 4. Включение в программу подготовки вопросов важности соблюдения пределов и условий. 5. Включение в программу подготовки изучения технологических схем, а также

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					важных для безопасности систем и элементов. 6. Включение в программу подготовки информации о местах нахождения РВ и мерах, предотвращающих их распространение. 7. Включение в программу подготовки изучения режимов нормальной эксплуатации, нарушений нормальной эксплуатации, включая аварии. 8. Установление строгой периодичности мероприятий по поддержанию квалификации персонала.
			2. Снижение уровня безопасности АС из-за неадекватного управления безопасностью.	3. Система поддержания квалификации управляющего персонала недостаточна.	1. Акцентирование внимания на приоритете безопасности перед производством энергии при обучении. 2. Обеспечение адекватной роли менеджмента в обеспечении безопасности АС. 3. Включение в программу поддержания квалификации результатов вероятностного анализа безопасности.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					4. Изучение результатов анализа проектных аварий. 5. Изучение опыта эксплуатации данной и схожих АС.
			3. Неквалифицированное выполнение операций БПУ из-за непонимания.	4. Недостаток или устаревание знаний.	1. Тренировка навыков, необходимых при нормальной эксплуатации. 2.Изучение АС и тренировки по месту. 3.Трепировки на тренажерах. 4.Включение в тренировки вопросов анализа эксплуатационных режимов.
				5. Ограниченные теоретические и практические знания АС.	1. Включение в программу трепировки персонала результатов вероятностного анализа безопасности. 2.Изучение персоналом результатов анализа проектных аварий. 3.Формирование навыков диагностирования аварий. 4.Детальные тренировки персонала по действиям в соответствии с аварийными процедурами с последующей проверкой. 5. Тренировка командных навыков и координации действий в смене.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
					6.Использование полномасштабного тренажера для отработки противоаварийных действий. 7.Анализ имевших место переходных процессов на данной и аналогичных АС.
			4. Отказы оборудования АС, вызванные или являющие следствием некачественного технического обслуживания.	6. Недостаточность системы поддержания квалификации у персонала, осуществляющего техобслуживание.	1. Мероприятия по поддержанию квалификации непосредственно на рабочем месте. 2.Использование при обучении специального оборудования и тренажеров. 3. Объяснение влияния на безопасность возможных технических или процедурных ошибок. 4.Документирование ошибок и отказов во время проведения технического обслуживания. 5. Анализ последствий несанкционированного запуска оборудования во время техобслуживания.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
48.	Первый, второй, третий	Все	Эксплуатация АС за пределами границ, в которых обоснована безопасность вследствие некорректного установления проектных пределов и условий	1. Эксплуатационные параметры и условия находятся за пределами, в которых консервативно обоснована безопасность. 2. Деградация средств измерения ключевых параметров. 3. Неадекватное определение уставок запуска систем безопасности. 4. Недостаточная готовность или доступность систем безопасности.	1. Разработка проектных пределов и условий, учитывающих взаимовлияние систем. 2. Установление проектных условий на основании консервативного подхода. 3. Пересмотр проектных условий с учетом эксплуатационного опыта.
				5. Недостаток эксплуатационного персонала.	Установление и соблюдение требований по численности персонала
				6. Неразрешенная конфигурация АС.	Обеспечение того, чтобы программа надзора за системами и элементами не нарушала установленных условий безопасной эксплуатации
49.	Второй, третий, четвертый	Все	Неадекватное реагирование оператора на нарушение нормальной эксплуатации или ава-	1. Неправильный выбор аварийной инструкции оператором.	1. Совершенствование средств измерения и представления информации. 2. Разработка и внедрение надлежащей тренировочной программы.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
			рию вследствие недостаточности соответствующих инструкций		3. Внедрение независимого (альтернативного) порядка диагностирования и назначение независимого ответственного за это лица.
				2. Не полный объем аварийных инструкций.	1. Разработка процедур для всего спектра проектных и запроектных аварий. 2. Внедрение событийно-ориентированных процедур. 3. Внедрение симптомно-ориентированных процедур. 4. Разработка инструкций по длительным восстанавливающим действиям. 5. Действия по ограничению радиационных последствий.
				3. Аварийные инструкции неадекватны для условий, складывающихся при запроектной аварии.	Учет феноменологии запроектных аварий (включая тяжелые) в аварийных инструкциях
50.	Первый, второй, третий, четвертый	1. Ограничение радиоактивного выброса из ГО во время аварии.	Радиационное облучение сверх установленных пределов вследствие неэффективности мер радиационной за-	1. Неадекватные процедуры радиационной защиты.	1. Внедрение на АС программы радиационной защиты. 2. Измерение уровней радиоактивности в ключевых областях.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
		2. Поддержание допустимых условий окружающей среды в помещениях АС.	щиты		3. Мониторинг радиоактивных выбросов с АС. 4. Мониторинг обращения с РАО. 5. Четкая документация по радиационной защите. 6. Мониторинг и документирование дозовых нагрузок персонала. 7. Мониторинг работ по дезактивации. 8. Мотивирование работников по контролю своих доз облучения.
				2. Меры радиационной защиты выполняются неспециальным квалифицированным персоналом.	1. Наличие на АС достаточного количества подготовленного и квалифицированного персонала. 2. Обеспеченность персоналом для выполнения каждой задачи радиационной защиты. 3. Установление ответственности по действиям в чрезвычайных ситуациях.
				3. Недостаток полномочий у персонала, ответственного за радиационную защиту.	1. Непосредственный выход персонала, обеспечивающего радиационную защиту, на руководство АС. 2. Незатрудненный доступ персонала, обеспечивающего радиационную защиту, к руководству станции.

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
				4. Недостаточность специального оборудования для критических операций.	1.Наличие специального оборудования для проведения эксплуатационных операций. 2. Специальные технические средства, предотвращающие неавторизованный доступ в зоны высокой радиации. 3.Тренировки персонала по использованию специального оборудования.
51.	Первый, второй, третий, четвертый	Все	Деградация функциональных возможностей элементов, важных для безопасности, вследствие недостаточной эффективности технического обслуживания и ремонта	1. Несвоевременное выполнение восстановительного ремонта. 2. Непонимание неготовности системы и необходимости ремонта. 3. Проблемы, вызываемые некорректно выполненным ремонтом. 4. Необнаруживаемая деградация физических барьеров из-за воздействия радиации, термоциклирования и др.	1. Регулярное запланированное выполнение эксплуатационного контроля. 2. Регулярные запланированные функциональные проверки. 3. Регулярное выполнение планового технического обслуживания и ремонта.
52.	Первый, второй, третий,	Все	Деградация функциональных возможностей элементов, важных для	1. Неадекватный набор требований по обеспечению качества при эксплу-	1. Классификация систем и элементов, а также деятельности (работ).

№ п/п	Уровень глубокоэшелонированной защиты	Затрагиваемые основные функции безопасности	Угрозы глубокоэшелонированной защите	Механизмы реализации угрозы	Способы обеспечения защиты от угрозы
1	2	3	4	5	6
	четвертый		безопасности, вследствие несоответствия надлежащей программе обеспечения качества	атации.	2.Качество соответствует важности для безопасности. 3. Всеохватная программа обеспечения качества.
				2. Выполнение работ, подпадающих под действие программы обеспечения качества, неквалифицированным персоналом.	1. Отбор персонала и его обучение процедурам обеспечения качества. 2. Адаптация к национальным культурным и техническим нормам.
				3. Недостатки эксплуатационного менеджмента.	1. Хороший менеджмент и организация эксплуатации. 2. Четкое распределение ответственности. 3.Определение иерархичности процедур. 4. Независимость персонала, контролирующего качество.
				4. Недостатки контроля качества и проверок.	1. Внедрение процедур обеспечения качества. 2. Управление качеством. 3. Документирование вопросов, связанных с качеством.

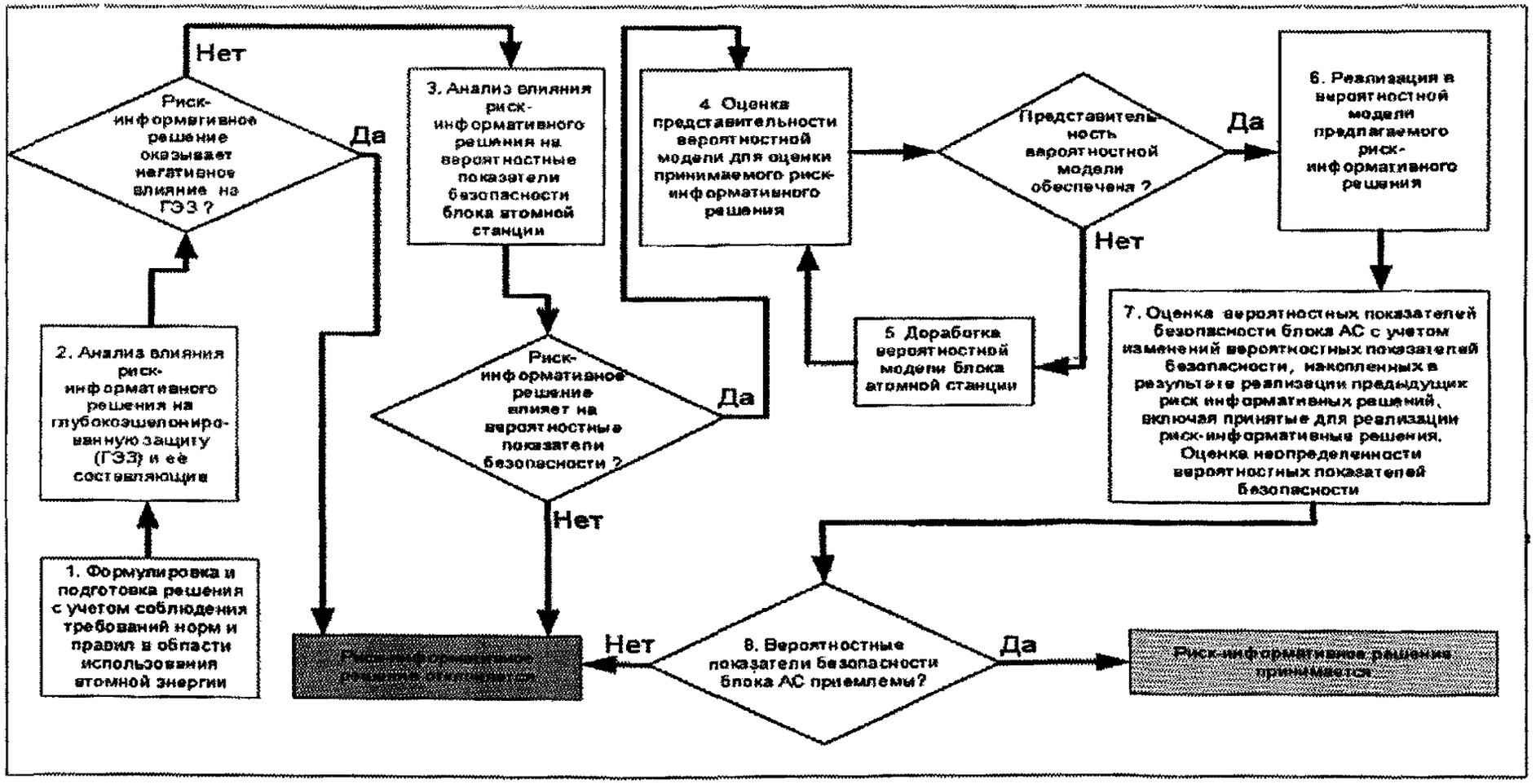
Таблица № 2

Рекомендуемый формат представления результатов анализа влияния принимаемого решения на глубокоэшелонированную защиту и ее составляющие

Механизм реализации угрозы глубокоэшелонированной защиты (далее - ГЭЗ) (рассматриваются *все механизмы, указанные* в столбце 5 таблицы № 3)	**Негативное влияние *есть/нет***	**Описание негативного влияния на ГЭЗ и ее составляющие**		**Оценка приемлемости (неприемлемости) негативного влияния на ГЭЗ *либо обоснование* отсутствия негативного влияния**
		Увеличение уязвимости ГЭЗ	**Повышение вероятности механизма реализации угрозы**	
1. Сейсмология площадки неблагоприятна по землетрясениям, угрожает стабильности сооружений и элементов АС				
2. Гидрология площадки неблагоприятна с точки зрения затоплений				
3. Гидрология площадки неблагоприятна с точки зрения распространения РВ				

ПРИЛОЖЕНИЕ № 5
к руководству по безопасности при
использовании атомной энергии
«Рекомендации по применению риск-
информативного метода при обосновании
риск-информативных решений, связанных
с безопасностью блока атомной станции»,
утвержденному приказом Федеральной
службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 2 ноября 2016 г. № 458

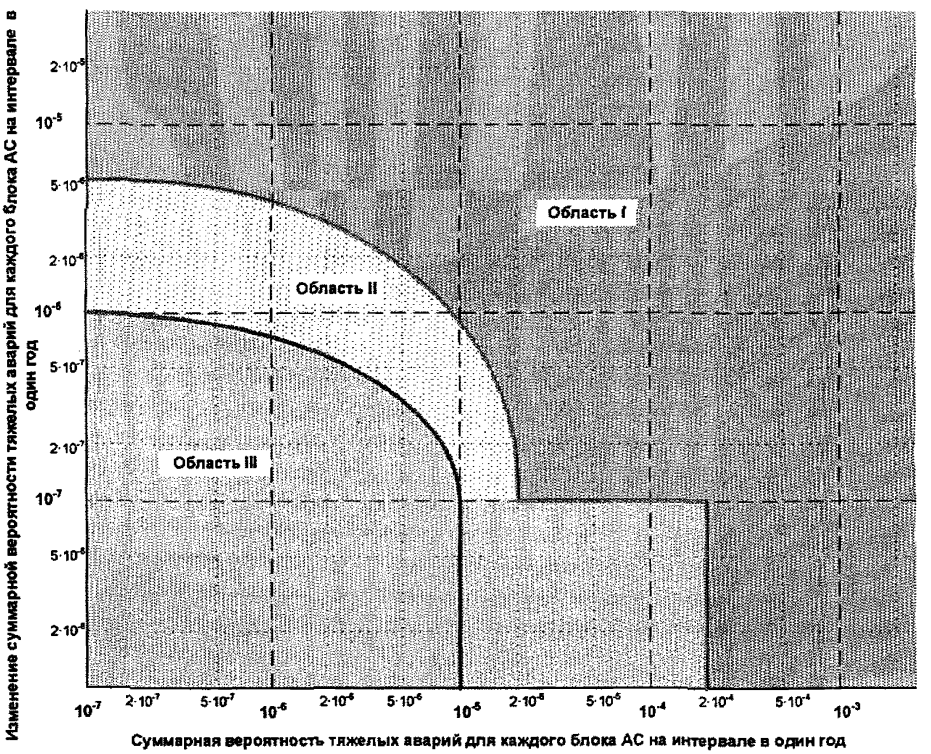
Алгоритм оценки риск-информативных решений на соответствие вероятностным критериям



ПРИЛОЖЕНИЕ № 6
к руководству по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендации по применению риск-информативного метода при обосновании риск-информативных решений, связанных с безопасностью блока атомной станции», утвержденному приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 2 ноября 2016 г. № 458

Вероятностные критерии

Диаграмма № 1 (оценка приемлемости риска блока АС на основе суммарной вероятности тяжелых аварий для каждого блока АС на интервале в один год)

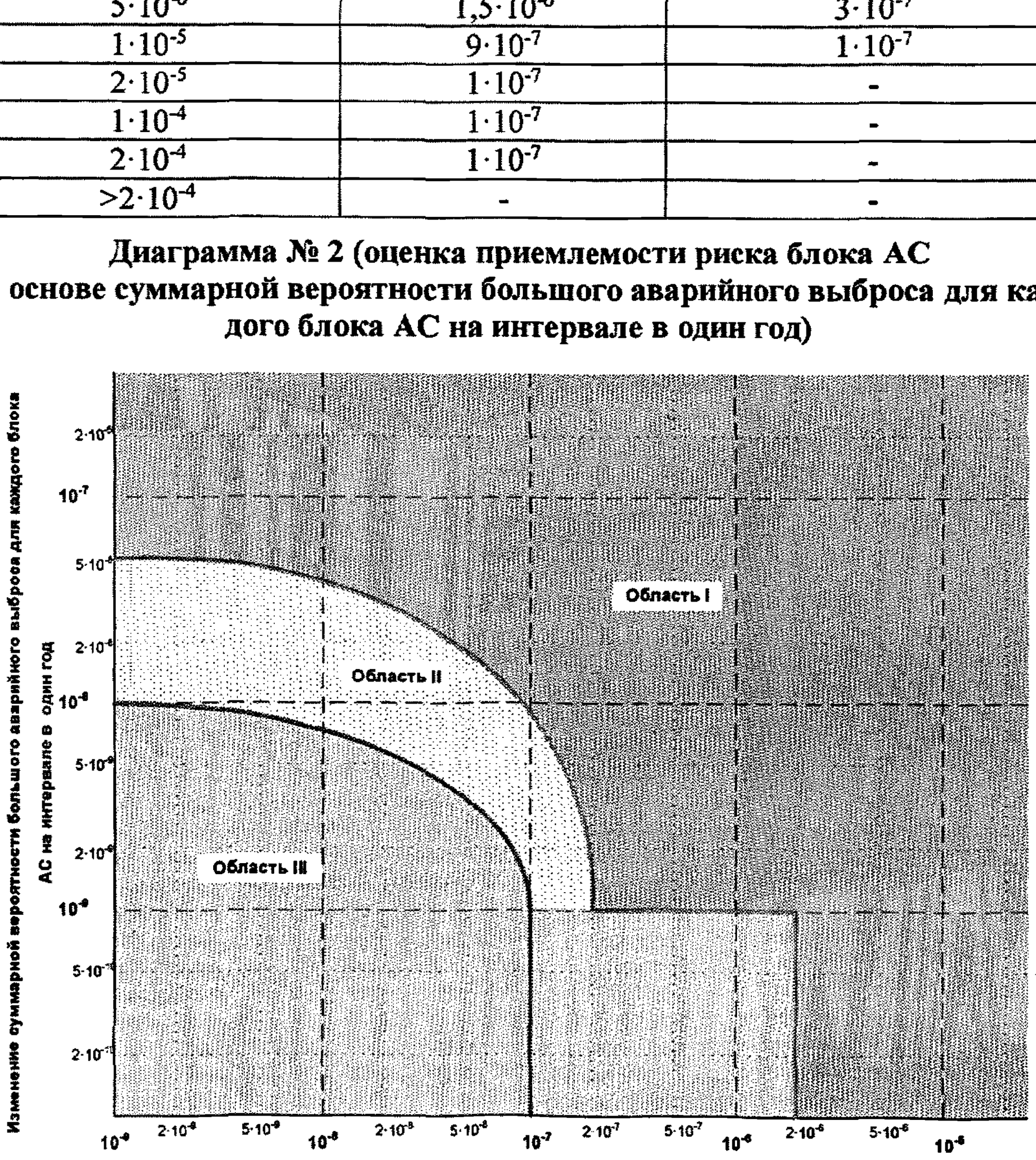


Ниже представлены численные значения границы между областями, приведенными на диаграмме № 1 настоящего приложения, для оценки приемлемости риска блока АС на основе суммарной вероятности тяжелых аварий.

Численные значения границ областей на диаграмме № 1

Суммарная вероятность тяжелых аварий для каждого блока АС на интервале в один год	Изменение суммарной вероятности тяжелых аварий для каждого блока АС на интервале в один год	
	Граница между областями I и II	Граница между областями II и III
$1 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$
$2 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-6}$	$9{,}5 \cdot 10^{-7}$
$5 \cdot 10^{-7}$	$9 \cdot 10^{-6}$	$9 \cdot 10^{-7}$
$1 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-6}$	$7 \cdot 10^{-7}$
$2 \cdot 10^{-6}$	$5{,}5 \cdot 10^{-6}$	$5{,}5 \cdot 10^{-7}$
$5 \cdot 10^{-6}$	$1{,}5 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-7}$
$1 \cdot 10^{-5}$	$9 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$
$2 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-7}$	-
$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-7}$	-
$2 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-7}$	-
$>2 \cdot 10^{-4}$	-	-

Диаграмма № 2 (оценка приемлемости риска блока АС на основе суммарной вероятности большого аварийного выброса для каждого блока АС на интервале в один год)



Ниже представлены численные значения границы между областями, приведенными на диаграмме № 2 настоящего приложения, для оценки приемлемости риска блока АС на основе суммарной вероятности большого аварийного выброса.

Численные значения границ областей на диаграмме № 2

Суммарная вероятность большого аварийного выброса для каждого блока АС на интервале в один год	Изменение суммарной вероятности большого аварийного выброса для каждого блока АС на интервале в один год	
	Граница между областями I и II	Граница между областями II и III
$1 \cdot 10^{-9}$	$5 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$
$2 \cdot 10^{-9}$	$5 \cdot 10^{-8}$	$9{,}5 \cdot 10^{-9}$
$5 \cdot 10^{-9}$	$9 \cdot 10^{-8}$	$9 \cdot 10^{-9}$
$1 \cdot 10^{-8}$	$4 \cdot 10^{-8}$	$7 \cdot 10^{-9}$
$2 \cdot 10^{-8}$	$5{,}5 \cdot 10^{-8}$	$5{,}5 \cdot 10^{-9}$
$5 \cdot 10^{-8}$	$1{,}5 \cdot 10^{-8}$	$3 \cdot 10^{-9}$
$1 \cdot 10^{-7}$	$9 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$
$2 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-9}$	-
$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-9}$	-
$2 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-9}$	-
$>2 \cdot 10^{-6}$	-	-

Руководство по безопасности при использовании атомной энергии

Рекомендации по применению риск-информативного метода при обосновании риск-информативных решений, связанных с безопасностью блока атомной станции

РБ-101-16

Официальное издание
Ответственный за выпуск Синицына Т.В.
Верстка выполнена в ФБУ «НТЦ ЯРБ» в полном соответствии с приложением к приказу Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 2 ноября 2016 г. № 458

Подписано в печать 20.12.2016

ФБУ «НТЦ ЯРБ» является
официальным издателем и распространителем нормативных актов Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому
и атомному надзору от 20.04.06 № 384) а также официальным распространителем документов МАГАТЭ на территории России.
Тираж 100 экз.
Отпечатано в ФБУ «НТЦ ЯРБ»
Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5

РЕГИСТР ИСО 9001	Система менеджмента ISO 9001:2008 TÜVRheinland www.tuv.com ID 9105068067 Данный продукт изготовлен компанией, система менеджмента качества которой сертифицирована в TUV Rheinland	Система менеджмента качества ФБУ «НТЦ ЯРБ» сертифицирована на соответствие требованиям международного стандарта ISO 9001:2008 и межгосударственного стандарта ГОСТ ISO 9001-2011

gost.e-ecolog.ru