

УДК: 621.039

DOI: 10.26277/SECNRS.2026.120.2.004

© 2026. Все права защищены.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ. СОСТОЯНИЯ АТОМНОЙ СТАНЦИИ, УЧИТЫВАЕМЫЕ В ПРОЕКТЕ

Носков Д. Е.* (DmENoskov@rosatom.ru),
Ивочкин М. Ю.**, канд. физ.-мат. наук (ivochkin@secnrs.ru),
Горюнов О. В.*, канд. техн. наук (OleVIgoryunov@rosatom.ru),
Самохин Г. И.**, канд. техн. наук (samokhin@secnrs.ru)

Статья поступила в редакцию 22 мая 2026 г.

Аннотация

Выполнен сравнительный анализ требований федеральных норм и правил в области использования атомной энергии Российской Федерации (далее – нормы) и требований документов МАГАТЭ (SSR-2/1), Европейского Союза (EUR-E) и Финляндской Республики (YVL), относящихся к аспектам безопасности атомной станции (АС), связанным с учитываемыми в проекте АС состояниями АС.

Результаты сравнительного анализа показали, что в требованиях норм Российской Федерации существуют некоторые расхождения с указанными международными и зарубежными нормами, применяемыми при регулировании безопасности АС.

Исходя из полученных результатов рассмотрены возможные направления совершенствования нормативно-правовой базы Российской Федерации в области использования атомной энергии и сформулированы предложения по внесению изменений в нормы Российской Федерации.

► **Ключевые слова:** атомная станция, безопасность атомной станции, анализ безопасности, критерий безопасности, состояние атомной станции, МАГАТЭ, федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии.

* Акционерное общество «РЭИН Инжиниринг», Москва, Россия.

** Федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности», Москва, Россия.

COMPARATIVE ANALYSIS OF REGULATORY REQUIREMENTS AND AREAS OF THEIR IMPROVEMENT. NUCLEAR POWER PLANT STATES, CONSIDERED IN THE PROJECT

Noskov D. E.*,
Ivochkin M. Yu.**, Ph. D.,
Gorunov O. V.*, Ph. D.,
Samokhin G. I.**, Ph. D.

The article was received by the editors' crew on May 22^d, 2026.

Abstract

The comparative analysis has been performed of the requirements set forth by the federal rules and regulations of the Russian Federation in the field of atomic energy use (hereinafter – norms) against the requirements of the documents of IAEA (SSR-2/1), the European Union (EUR-E), and the Republic of Finland (YVL), pertaining to nuclear power plant (NPP) safety aspects related to the plant states accounted for in the NPP design.

The results of the comparative analysis have shown that there are some discrepancies in the requirements of the norms of the Russian Federation with the specified international and foreign norms in regulating safety of NPP.

Based on the results obtained, possible areas for improving the regulatory framework of the Russian Federation in the field of atomic energy use were considered and proposals for amending the norms of the Russian Federation were formulated.

► **Keywords:** *nuclear power plant, safety of nuclear power plant, safety analysis, safety criterion, nuclear power plant operation state, IAEA, federal rules and regulations in the field of atomic energy use.*

* REIN Engineering Joint-Stock Company, Moscow, Russia.

** Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety, Moscow, Russia.

Введение

Постоянно продолжающееся развитие атомной энергетики в мире и, в том числе, в Российской Федерации, включая разработку и строительство новых типов реакторных установок и атомных станций (АС), внедрение новых технических решений при проектировании АС, разработку и применение современных инструментов при проектировании и обосновании безопасности АС, изучение и анализ международных стандартов и национальных норм других стран, опыт по реализации Российской Федерацией зарубежных проектов АС, а также тенденция к территориальному расширению в мире строительства АС, диктуют необходимость совершенствования нормативной правовой базы Российской Федерации в области использования атомной энергии.

Одним из возможных направлений совершенствования федеральных норм и правил в области использования атомной энергии Российской Федерации (далее – нормы) является проведение сравнительного анализа их требований с требованиями из других нормативных систем и, по результатам сравнения, определение целесообразности внесения изменений в нормы Российской Федерации, а при установлении этого – формирование предложений по изменению или дополнению действующих требований.

Безопасность АС, в соответствии с требованиями пункта 1.2.1 НП-001-15 [1], а также в соответствии с требованием 13 документа МАГАТЭ № SSR-2/1 (Rev. 1) [2] (далее – SSR-2/1) и требованиями 2.1.2.1.A, В документа Европейского союза (ЕС) EUR-E [3], должна обеспечиваться при всех возможных состояниях АС, где под состояниями АС понимаются, в зависимости от используемой в тех или иных нормах терминологии, режимы нормальной эксплуатации, ожидаемые эксплуатационные события, проектные аварии, расширенные проектные условия, запроектные аварии.

Опыт реализации Российской Федерацией зарубежных проектов АС в соответствии с нормами, основой которых являются нормы МАГАТЭ и ЕС, таких, как проект АС «Пакш-2» в Венгрии и незавершенный по решению Финляндской Республики проект АС «Ханхикиви», а также результаты сравнительного анализа норм Российской Федерации и МАГАТЭ [4, 5] показывают, что применяемая терминология в части учитываемых в проекте АС состояний АС, подходы к их учету, а также применяемые в анализах безопасности состояний АС критерии безопасности (в нормах Российской Федерации и требованиях документов МАГАТЭ (SSR-2/1), ЕС

(EUR-E) и других европейских стран (например, Финляндской Республики (YVL¹)) отличаются.

Указанные отличия в требованиях явились причиной их анализа с целью уточнения и дополнения норм Российской Федерации в области использования атомной энергии.

1. Аспекты анализа

Для выявления возможных несоответствий в нормативной правовой системе, регулирующей безопасность АС в Российской Федерации, может, например, применяться сравнительный анализ национальных требований в Российской Федерации с национальными требованиями других стран и (или) международными требованиями. Такой подход был применен в данной статье в части ряда требований, о которых речь пойдет далее.

Как было отмечено, сравнительный анализ требований безопасности норм Российской Федерации и норм МАГАТЭ представлен в работах [4] и [5]. В документе [5] также сформулированы возможные направления совершенствования нормативной правовой базы Российской Федерации. Результаты анализов [4] и [5] использовались в данной статье.

Выбор нормативных систем ЕС и Финляндской Республики для сравнения с нормами Российской Федерации обусловлен тем, что требования ЕС из EUR-E и из руководств YVL Финляндской Республики по учету в проекте АС различных состояний АС в основном соответствуют требованиям SSR-2/1, а также тем, что отличия в нормах Российской Федерации были выявлены в [5] именно на основе сравнительного анализа с указанными требованиями МАГАТЭ и опыта применения норм, основанных на нормах МАГАТЭ.

Результаты анализа [4] и [5], где в контексте сравнения требований норм Российской Федерации и МАГАТЭ были проанализированы аспекты учитываемых в проекте АС состояний АС и предъявляемых к ним требований, явились отправной точкой при формировании данной статьи.

Статья посвящена сравнительному анализу требований норм Российской Федерации, МАГАТЭ, ЕС и Финляндской Республики, анализу полученных результатов и подготовке на его основе предложений по изменению и дополнению норм Российской Федерации в части такого важного

¹ YVL – общее обозначение руководств по ядерной и радиационной безопасности Финляндской Республики, положения которых имеют статус требований.

и значимо влияющего на обеспечение безопасности АС аспекта, как состояния АС, учитываемые в проекте АС.

2. Основания выполнения сравнительного анализа

Требования безопасности в соответствии с Федеральным законом № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» [6] устанавливаются в федеральных нормах и правилах в области использования атомной энергии. Статья 6 [6] предписывает учитывать в федеральных нормах и правилах в области использования атомной энергии рекомендации международных организаций по безопасности АС. Поэтому основанием для выполнения сравнительного анализа требований федеральных норм и правил в области использования атомной энергии Российской Федерации и требований документов МАГАТЭ, ЕС и Финляндской Республики в части указанных в разделе 1 статьи аспектов было принято установление их соответствия/несоответствия требованиям [6].

При этом, согласно статье 6 [6], федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии должны содержать критерии безопасности, соблюдение которых обязательно при осуществлении деятельности в области использования атомной энергии.

3. Сравнительный анализ

Сравнительный анализ состояний АС включал в себя анализ требований, относящихся к состояниям АС (отдельно для норм Российской Федерации и для сравниваемых с ними норм), сам сравнительный анализ состояний АС и выводы по его результатам.

3.1. Состояния атомных станций, учитываемые в проекте атомных станций

В общем смысле под требованием учета состояния АС в проекте АС понимается то, что в нем должны быть определены исходные события или сценарии, относящиеся к состоянию АС, а также предусмотрены технические средства, предназначенные для предотвращения возникновения этих исходных событий/сценариев, и ограничения последствий при их возникновении установленными в нормах критериями безопасности (например,

требования пунктов 1.2.11 и 1.2.12 НП-001-15), применяемыми для анализа безопасности.

3.1.1. Нормы Европейского союза и Финляндской Республики

Согласно требованиям 2.1.2.1 EUR-E и 413 YVL B.1 [7] в проекте АС учитываются состояния АС, которые, в соответствии с терминологией EUR-E, состоят из эксплуатационных состояний и аварийных условий, первые из которых состоят из условий нормальной эксплуатации (обозначаются DBC1) и ожидаемых эксплуатационных событий (обозначаются DBC2), а вторые включают в себя проектные аварии (обозначаются DBC3 и DBC4 в зависимости от частоты их возникновения) и расширенные проектные условия, состоящие из сценариев аварий без плавления ядерного топлива (обозначаются DEC²) и сценариев тяжелых аварий.

Ожидаемые эксплуатационные события и проектные аварии, в соответствии с требованием 2.1.9.2 EUR-E, классифицируются по частоте возникновения исходных событий, их вызывающих. Причем проектные аварии разделяются по этой классификации на две категории – DBC3 и DBC4, отличающиеся частотой возникновения. Ожидаемые эксплуатационные события DBC2 по определению характеризуются частотой возникновения, равной или более 10^{-2} 1/год, проектные аварии категории DBC3 – частотой возникновения в диапазоне от 10^{-3} до 10^{-2} 1/год, проектные аварии категории DBC4 – частотой возникновения в диапазоне от 10^{-6} до 10^{-3} 1/год. Таким образом, перечни ожидаемых эксплуатационных событий DBC2 и проектных аварий DBC3 и DBC4 формируются путем расчета частоты их возникновения с использованием статистических данных, вероятностных методов механики разрушения и (или) иных методов.

Перечень сценариев аварий без плавления ядерного топлива DEC по требованиям 2.1.2.4.1-A,B EUR-E формируется в основном из сценариев:

² Расширенные проектные условия DEC требованиями YVL B.3 [8] определяются как включающие в себя сценарии, формируемые путем наложения на ожидаемые эксплуатационные события DBC2 полного отказа по общей причине систем безопасности, где требуется их функционирование (обозначаются DEC-A), сценарии, выявленные на основе вероятностного анализа безопасности (обозначаются DEC-B), и сценарии, обусловленные редкими внешними воздействиями (обозначаются DEC-C). Финскими нормами YVL состояния АС типа тяжелых аварий установлены отдельно от DEC.

1) получаемых путем наложения на ожидаемые эксплуатационные события DBC2 и проектные аварии категории DBC3 отказов по общей причине, требующей функционирования при этих событиях (DBC2 и DBC3) всех резервируемых каналов системы безопасности (если требуется функционирование нескольких систем безопасности, то сценарии формируются путем перебора систем безопасности и постулирования отказа каждой из них);

2) при которых постулируются отказы по общей причине систем, обеспечивающих выполнение функций безопасности при нормальных условиях эксплуатации (например, отказ по общей причине системы технического водоснабжения);

3) выявляемых на основе вероятностного анализа безопасности и характеризующихся случайным отказом нескольких систем или отказом по общей причине однотипных элементов в нескольких системах.

Согласно требованию 2.1.2.4.2-A EUR-E в проекте АС должны быть учтены по крайней мере один репрезентативный сценарий тяжелых аварий (репрезентативность определена требованием 2.1.2.4.2-D EUR-E), а также другие сценарии тяжелых аварий, определяющие рассчитанный вероятностный показатель безопасности, удовлетворяющий установленному критерию безопасности по частоте превышения ограниченного воздействия (требование 2.1.B.5 EUR-E), равной 10^{-6} 1/год (требование 2.1.2.4.3.4-B EUR-E).

Для более частых состояний АС в EUR-E (требование 2.1.9.2 EUR-E) установлены более строгие критерии безопасности, в том числе критерии по радиационному воздействию. Для каждого из состояний АС EUR-E предписывает (требование 2.1.1.2 EUR-E) учитывать в проекте АС технические решения, ограничивающие последствия, характерные для состояния АС, в соответствии с установленными критериями безопасности (требования 2.1.9.2 и 2.1.B EUR-E). Подход по учету в проекте АС состояний АС, в основном аналогичный описанному, предъясняется и в требованиях YVL. Отличия в требованиях YVL затрагивают расширенные проектные условия DEC. В руководствах YVL сценарии аварий, рассматриваемые в качестве DEC, не включают в себя сценарии тяжелых аварий и, среди прочего, формируются с учетом сценариев, обусловленных редкими внешними воздействиями (определение термина «DEC» дано, например, в YVL B.3).

Среди прочего, требованиями 2.1.2.5-A EUR-E, 423 и 423a YVL B.1 и 356 YVL B.6 [9] устанавливается перечень так называемых «практически исключенных» событий/сценариев или, проще говоря, неучитываемых в составе проекта АС событий/сценариев.

Такие события/сценарии характеризуются неприемлемыми дозами облучения персонала и населения и ограничиваются в нормах суммарной частотой их реализации.

Согласно требованию 2.1.2.5-C EUR-E и требованиям из SSR-2/1 (сноска 2 к пункту 2.11) событие/сценарий следует относить к «практически исключенному», если событие/сценарий является физически невозможным либо если значение частоты его реализации, определенной с высокой достоверностью, является малым.

Общие рекомендации по установлению принадлежности событий/сценариев к «практически исключенным» и их анализу приведены в документе МАГАТЭ № SSG-88 [10] (далее – SSG-88). Так, на основании рекомендаций пункта 4.38 SSG-88 можно заключить, что под «малой частотой» события/сценария с неприемлемыми последствиями понимается такое значение его частоты, чтобы суммарная частота таких событий/сценариев была меньше установленного нормами вероятностного критерия безопасности (например, 5×10^{-7} 1/год из требования 306 YVL A.7 [11]). «Высокая достоверность» частоты таких событий/сценариев может трактоваться как реализация в проекте АС на каждом уровне глубокоэшелонированной защиты соответствующих технических средств и организационных мер, предусматривающих достаточное количество (две и более) резервирующих друг друга систем надлежащей надежности и резервирующих каналов в составе конкретных систем (три и более), основанных на различных принципах действия (пассивных и активных), обеспечивающих исключение возникновения таких событий/сценариев.

Согласно требованиям EUR-E в проекте АС определяется перечень событий/сценариев, которые должны быть «практически исключены», и «практическое исключение» этих событий/сценариев должно быть обосновано. Например, согласно требованиям EUR-E, «практическому исключению» подлежат сценарии аварий:

- приводящих к большому выбросу и раннему выбросам³ радиоактивных веществ в окружающую среду (требование 2.1.1.1.D EUR-E);

³ Определения терминов «большой выброс» и «ранний выброс» даны в томе 1 Определений EUR-E [3]. Большой выброс – выброс, при котором меры защиты за пределами объекта, ограниченные по времени и площади применения, недостаточны для защиты населения и окружающей среды. Ранний выброс – выброс, при котором меры защиты за пределами объекта необходимы, но вряд ли будут полностью эффективны (завершены) в установленные сроки.

- сопровождающихся детонацией водорода;
- другие сценарии аварий, полный перечень которых приведен в требованиях пунктов 2.1.2.5.A и 2.1.2.5.B EUR-E.

Перечень сценариев, подлежащих «практическому исключению» согласно требованиям YVL, является менее обширным, чем установленный в EUR-E, но, по сути, весь его охватывает. Дополнительно YVL требуют «практического исключения» для сценариев, связанных с выбросом радиоактивных веществ, требующих применения на ранней стадии аварии защитных мер для населения (требование 423 YVL B.1).

3.1.2. Нормы Российской Федерации

При рассмотрении норм Российской Федерации в первую очередь речь идет о документе НП-001-15, согласно которому состояния АС подразделяются на режимы нормальной эксплуатации и режимы нарушений нормальной эксплуатации, последние из которых включают режимы эксплуатации с отклонениями, предаварийные ситуации и аварии. Аварии подразделяются на проектные и запроектные, а запроектные, в свою очередь, состоят из сценариев аварий без повреждения⁴ и с повреждением твэлов (тяжелые аварии⁵).

Указанная классификация состояний АС определяется установленными пределами и условиями (эксплуатационные, безопасной эксплуатации, безопасной эксплуатации по радиационным параметрам) и проводится по НП-001-15 для установления различающихся требований по действиям в случае возникновения при эксплуатации того или иного состояния АС или для предотвращения его возникновения. НП-001-15 не устанавливает различающихся требований по обеспечению безопасности АС (технические решения, критерии безопасности) для различных состояний АС, за исключением проектных аварий⁶, которые учитываются в проекте АС,

⁴ Повреждение твэлов по НП-001-15 – нарушение хотя бы одного из установленных для твэлов пределов повреждения.

⁵ Тяжелая авария по НП-001-15 – запроектная авария с повреждением твэлов выше максимального проектного предела. Максимальный проектный предел повреждения твэлов – допустимые значения параметров и характеристик твэлов в условиях проектных аварий, превышение которых может приводить к их разрушению (установлено в НП-082-07 [12]).

⁶ Проектная авария по НП-001-15 – авария, для которой в проекте АС определены исходные события и конечные состояния и предусмотрены системы безопасности, обеспечивающие при независимом от исходного события отказе одного из элементов систем безопасности, учитываемом в проекте АС, или при одной, независимой от исходного события, ошибке персонала ограничение ее последствий установленными для таких аварий пределами.

так как для них в нем определены исходные события (пункты 1.2.14, 1.2.15 НП-001-15), их вызывающие, технические средства по их преодолению и пределы безопасности (пункт 1.2.11 НП-001-15), а также режимов нормальной эксплуатации, для которых предусмотрены проектные решения для эксплуатации АС и установлены эксплуатационные пределы и условия.

Согласно требованию пункта 1.2.15 НП-001-15 учитываемые в проекте АС аварии определяются исходными событиями, частота возникновения которых равна или превышает 10^{-6} 1/год. Очевидно, что не все исходные события из установленного таким образом перечня для анализа проектных аварий будут приводить к нарушению предела безопасной эксплуатации по радиационным параметрам, что является характеристикой аварии согласно определению термина «авария» из НП-001-15. Таким образом, в анализе проектных аварий, согласно нормам Российской Федерации, учитываются исходные события, приводящие не только к авариям, но и к состояниям АС с менее значимыми последствиями.

В соответствии с терминологией НП-001-15 к запроектным авариям относятся все аварии, не являющиеся проектными.

Окончательный перечень запроектных аварий формируется с учетом их примерного перечня, установленного в НП-001-15 (пункт 1.2.16), а также рекомендаций руководства по безопасности РБ-150-18 [13] и, согласно требованию пункта 1.2.19 НП-001-15, включает в себя все сценарии запроектных аварий независимо от вероятности их реализации. Из окончательного перечня запроектных аварий, в соответствии с требованиями пункта 1.2.16 НП-001-15, формируется так называемый представительный перечень сценариев запроектных аварий, используемый согласно требованию пункта 1.2.19 НП-001-15 для разработки мер по управлению такими авариями, включая меры по снижению радиационного воздействия на персонал, население и окружающую среду, в том числе путем осуществления планов мероприятий по защите персонала и населения.

Однако порядок определения представительного перечня сценариев запроектных аварий (приводящих и не приводящих к повреждению твэлов) в нормах Российской Федерации с целью демонстрации безопасности АС не определен, то есть не установлено, для каких именно запроектных аварий из окончательного списка сценариев следует ограничивать радиационные последствия для населения и окружающей среды.

3.1.3. Сравнение норм Российской Федерации с нормами Европейского союза и Финляндской Республики

Диаграммы, приведенные на рис. 1 и 2, агрегируют сведения о классификации и номенклатуре состояний АС, а также их учете в проекте АС на основе приведенных данных.

На рис. 1 представлены данные, связанные с требованиями, предъявляемыми в SSR-2/1 и EUR-E, в части проектных аварий и ожидаемых эксплуатационных событий. Данные о требованиях к проектным авариям Финляндской Республики в основном совпадают с данными ЕС (EUR-E) и документов МАГАТЭ (SSR-2/1), за исключением отсутствия ограничения по минимальной частоте возникновения, поэтому они на рис. 1 не показаны.

Требования к учету в проекте АС проектных аварий по нормам Российской Федерации, ЕС и Финляндской Республики в основном являются одинаковыми. Нижняя граница частоты событий (10^{-6} 1/год), учитываемых в качестве исходных, в составе анализа проектных аварий в требованиях документов Российской Федерации и ЕС является одинаковой, но она не определена в требованиях документов Финляндской Республики (YVL).

Нормами ЕС и Финляндской Республики определены два класса проектных аварий, различающихся частотой возникновения (DBC3 и DBC4), что не предусмотрено нормами Российской Федерации. Кроме того, в состав проектных аварий по нормам Российской Федерации входят исходные события, анализируемые по нормам ЕС и Финляндской Республики как ожидаемые эксплуатационные события (DBC2), которые определяются как возникающие чаще, чем раз в сто лет. Выделения подобного состояния АС в нормах Российской Федерации нет.

Отождествлять все состояния АС из норм Российской Федерации, такие как «эксплуатация с отклонениями» и «предаварийная ситуация» (определения из НП-001-15), с ожидаемыми эксплуатационными событиями из EUR-E является неверным, так как, во-первых, такие состояния АС анализируются по различным правилам, установленным в нормах Российской Федерации и ЕС (EUR-E) и, во-вторых, для них нормами Российской Федерации не определены специфические технические средства и критерии безопасности, соответствие которым обеспечивается этими техническими средствами. Для анализа таких состояний АС по нормам Российской Федерации применяются те же подходы и критерии безопасности, что и для состояний

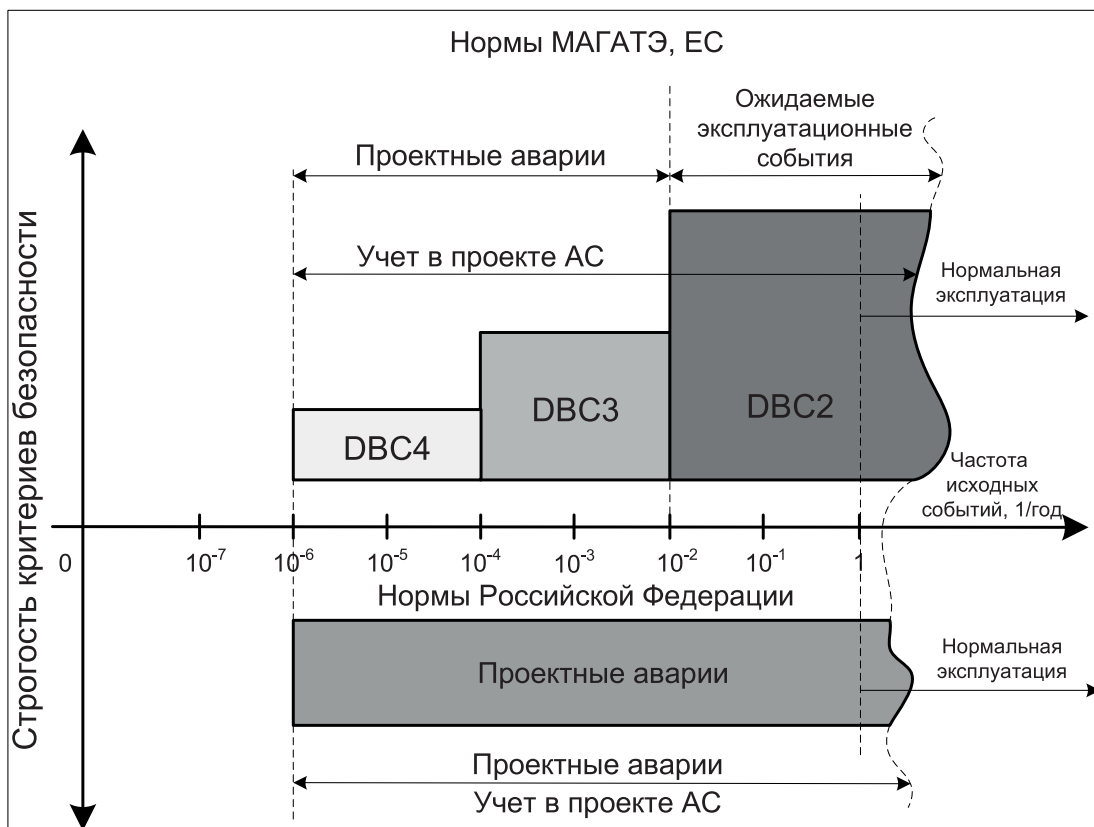


Рис. 1. Классификация и характеристики состояний атомных станций (проектные аварии)
 [Fig. 1. Classification and characteristics of nuclear power plant states (design accidents)]

АС, характеризующихся нарушением пределов безопасной эксплуатации по радиационным параметрам. Однако для целей сравнительного анализа проектные аварии, учитываемые нормами Российской Федерации, условно будут сравниваться со следующими состояниями АС, анализируемыми по нормам EUR-E: «ожидаемые эксплуатационные события DBC2» и «проектные аварии категорий DBC3 и DBC4».

Реализация принципа, установленного требованием пункта 5.2 SSR-2/1 о необходимости назначения более строгих критериев безопасности для более частых состояний АС, продемонстрирована на рис. 1 для требований SSR-2/1 EUR-E. В нормах Российской Федерации НП-001-15 необходимость применения этого принципа не установлена.

На рис. 2 показаны подходы учета в требованиях различных нормативных систем сценариев аварий (запроектных аварий/расширенных проектных условий) без повреждения ТВЭЛ и сценариев тяжелых аварий.

Сценарии аварий без плавления ядерного топлива, превосходящие по последствиям проектные аварии, именуемые по нормам ЕС и Финляндской Республики как «расширенные проектные условия», а также тяжелые аварии, учитываются в проекте

АС, в то время как нормы Российской Федерации не содержат требований по учету в проекте АС запроектных аварий. Свидетельством этому является то, что порядок формирования перечня представительных сценариев запроектных аварий в нормах Российской Федерации не установлен, а также то, что по требованиям пункта 1.2.16 НП-001-15 их анализ выполняется, как было указано, с целью разработки планов мероприятий по защите населения и для разработки руководства по управлению запроектными авариями, а не для демонстрации безопасности АС при анализе запроектных аварий путем сравнения полученных результатов анализа для сценариев запроектных аварий с установленными для них критериями безопасности, включая критерии по радиационным параметрам. Данное обстоятельство является значимым отличием требований Российской Федерации от требований ЕС и Финляндской Республики.

Состояние АС «тяжелая авария», по сути, одинаковым образом определено в нормах Российской Федерации, ЕС и Финляндской Республики: определено по нормам Российской Федерации приведено в сноске 5; нормы ЕС (приложение В тома 1 EUR-E) определяют тяжелую аварию как маловероятную последовательность событий со значительным

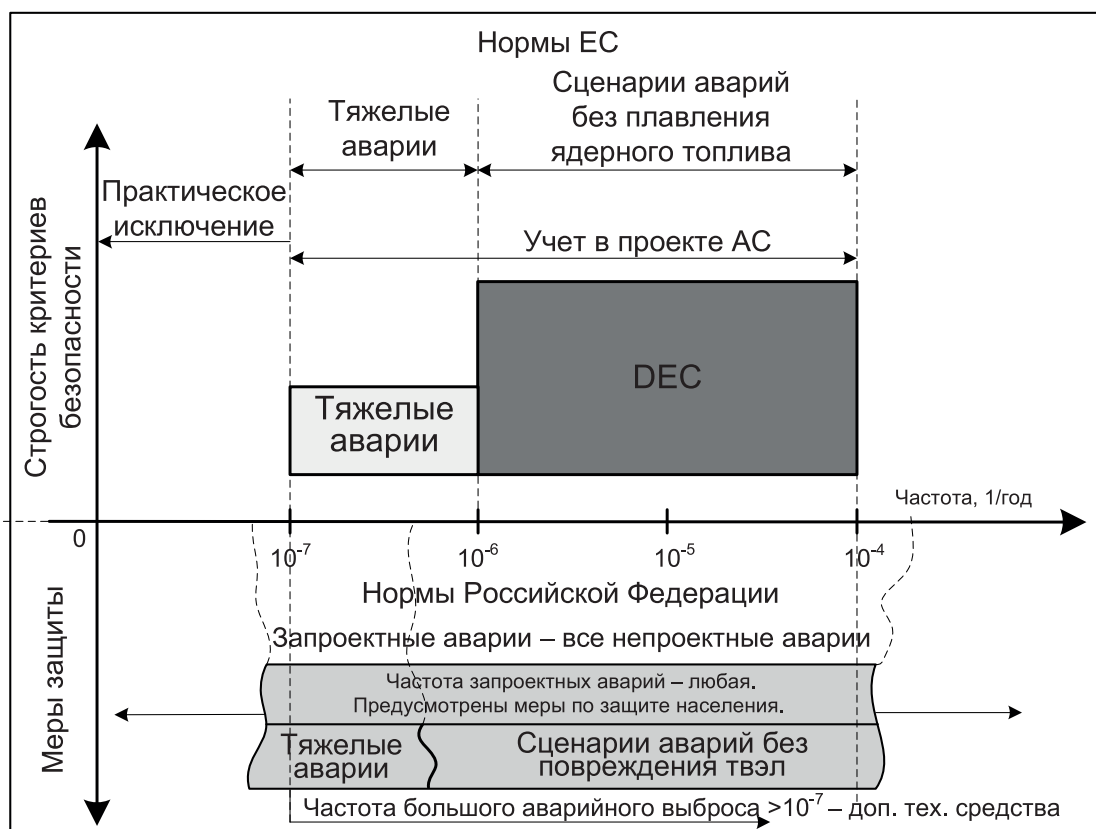


Рис. 2. Классификация и характеристики состояний атомных станций (запроектные аварии)
 [Fig. 2. Classification and characteristics of nuclear power plant states (beyond design basis accidents)]

плавлением активной зоны, которая может привести к значительным выбросам радиоактивных веществ; нормы Финляндской Республики (например, YVL B.1) определяют тяжелую аварию как аварию, при которой значительная часть топлива в реакторе теряет свою первоначальную структуру.

В российских нормах, в отличие от требований EUR-E и YVL, такого понятия, как «*практическое исключение*» нет, однако к таким событиям/сценариям могут быть отнесены физически невозможные или невозможные из-за свойств внутренней самозащитенности реакторной установки, а также события, обусловленные отказами систем (элементов), изготовление и эксплуатация которых осуществляются в соответствии с наиболее высокими требованиями по качеству, установленными в НП-001-15 (пункт 1.2.13).

Как уже упоминалось, сценарии запроектных аварий по нормам Российской Федерации не исключаются по частоте их возникновения и все они учитываются в анализе, поэтому сценарии аварий, определенные в EUR-E как «*практически исключенные*», учитываются в анализе запроектных аварий в соответствии с требованиями, установленными в НП-001-15.

3.1.4. Выводы и общие предложения

С помощью сравнительного анализа выявлено, что в нормах Российской Федерации, в отличие от документов МАГАТЭ, ЕС и Финляндской Республики:

1) Не определено такое состояние АС, как «*ожидаемые эксплуатационные события*».

2) Не установлены несколько состояний АС (групп исходных событий), различающихся диапазонами частот их возникновения, учитываемых в анализе проектных аварий, а также не определены граничные значения частот указанных диапазонов (за исключением нижней границы частоты).

3) Не установлены правила, определяющие сценарии запроектных аварий (без повреждения твэлов и тяжелые аварии), для которых в проекте АС ограничиваются последствия при их возникновении.

При этом, согласно статье 6 [6], федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии должны содержать критерии безопасности, соблюдение которых обязательно при осуществлении деятельности в области использования атомной энергии.

В нормах Российской Федерации отсутствует выделение требований для ожидаемых эксплуата-

ционных событий, определяемых частотой их возникновения, что свидетельствует о расхождении с требованием 13 (пункт 5.1) SSR-2/1.

Требованиями SSR-2/1 не установлена классификация исходных событий по конкретным значениям частоты их возникновения, учитываемых в составе анализа ожидаемых эксплуатационных событий и проектных аварий. Однако рекомендации классификации исходных событий по частоте их возникновения содержатся, например, в руководстве по безопасности МАГАТЭ «Детерминистический анализ безопасности атомных станций» SSG-2 (Rev. 1) (приложение II) [14] (далее – SSG-2). На основе этих рекомендаций установлены, например, требования EUR-E. Принимая во внимание, что диапазон изменения частоты возможных исходных событий (от 10^{-6} до 1/год и более) является значительным, то для исполнения требования 13 SSR-2/1 в части пункта 5.2 о необходимости назначения более строгих критериев безопасности для более частых событий указанные рекомендации SSG-2 о разделении исходных событий по частоте их возникновения на три категории (одна категория – ожидаемые эксплуатационные события, две другие категории – проектные аварии) являются обоснованными. Из этого следует, что учет в нормах Российской Федерации одной категории исходных событий при анализе проектных аварий имеет расхождение с требованием 13 SSR-2/1.

В нормах Российской Федерации отсутствуют требования по порядку формирования представительных сценариев запроектных аварий и по приемочным критериям, применяемым в анализе безопасности, включая критерии по ограничению радиационных последствий с целью демонстрации безопасности АС, что свидетельствует о расхождении с требованием 13 (пункт 5.1) SSR-2/1.

Для устранения указанных расхождений между требованиями документов Российской Федерации в области использования атомной энергии и документов МАГАТЭ предлагается в НП-001-15:

1) Определить состояние АС «*ожидаемые эксплуатационные события*» и ввести требование по его учету в проекте АС по аналогии со структурой требований, предъявляемых в нормах Российской Федерации к проектным авариям.

2) Определить две категории проектных аварий, различающихся частотой возникновения. Для каждой категории установить приемочные критерии безопасности с учетом частоты реализации исходных событий, их вызывающих.

3) Установить отдельно требования по учету в составе проекта АС сценариев запроектных аварий без повреждения твэлов и отдельно сценариев тяжелых аварий по аналогии со структурой требований, предъявляемых в нормах Российской Федерации к проектным авариям.

4) Определить понятие событий/сценариев, не учитываемых в проекте АС, и применять для них существующие требования норм Российской Федерации, установленные для запроектных аварий.

Заключение

Сравнительный анализ требований норм Российской Федерации и стран ЕС в части классификации и учета в проекте АС состояний АС

выявил расхождения между ними, устранение которых позволит установить требования нормативных документов Российской Федерации и более полно учесть в проекте АС все возможные источники опасностей.

По результатам сравнительного анализа были сформулированы общие предложения по внесению изменений в требования норм Российской Федерации, устраняющие выявленные расхождения и гармонизирующие нормы Российской Федерации с международными нормами – ЕС и МАГАТЭ.

Реализация указанных предложений в нормах Российской Федерации также будет способствовать повышению конкурентоспособности российских проектов АС за рубежом.

Литература

1. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций. НП-001-15: утв. приказом Ростехнадзора от 17.12.2015 № 522.
2. Безопасность атомных станций: проектирование. SSR-2/1 (Rev. 1). МАГАТЭ, 2016.
3. European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants. Revision E. EUR Association, 2016.
4. Букринский А. М. Безопасность атомных станций по федеральным нормам и правилам России и стандартам МАГАТЭ. Сравнение основных принципов и требований по обеспечению безопасности. – М.: ФБУ «НТЦ ЯРБ», 2019. – 99 с.
5. Ланкин М. Ю. Сравнительный анализ требований к обеспечению безопасности атомных станций. Нормы безопасности МАГАТЭ и российские федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. – М.: ОнтоПринт, 2020. – 377 с.
6. Об использовании атомной энергии: Федер. закон от 21.11.1995 № 170-ФЗ.
7. Guide YVL B.1. Safety design of a nuclear power plant. 2019.
8. Guide YVL B.3. Deterministic safety analyses for a nuclear power plant. 2019.
9. Guide YVL B.6. Containment of a nuclear power plant. 2019.
10. Design extension conditions and the concept of practical elimination in the design of nuclear power plants. SSG-88. IAEA, 2024.
11. Guide YVL A.7. Probabilistic risk assessment and risk management of a nuclear power plant. 2019.
12. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций. НП-082-07: утв. приказом Ростехнадзора от 10.12.2007 № 4.
13. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии. Рекомендации по формированию окончательного перечня запроектных аварий, подлежащих учету в проекте атомных станций с реакторами типа ВВЭР. РБ-150-18: утв. приказом Ростехнадзора от 13.08.2018 № 359.
14. Детерминистический анализ безопасности атомных станций. SSG-2 (Rev. 1). МАГАТЭ, 2023.

References

1. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoi energii "Obshchie polozheniya obespecheniya bezopasnosti atomnykh stantsii" (NP-001-15) [Federal rules and regulations in the field of atomic energy use "General safety provisions for nuclear power plants" (NP-001-15)]. 2015.
2. Safety of nuclear power plants: design. SSR-2/1 (Rev. 1). IAEA, 2016.
3. European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants. Revision E. EUR Association, 2016.
4. Bukrinsky A. M. (2019). Bezopasnost' atomnykh stantsii po federal'nym normam i pravilam Rossii i standartam MAGATEh. Sravnenie osnovnykh printsipov i trebovanii po obespecheniyu bezopasnosti [Safety

of nuclear power plants according to Russian federal standards and regulations and IAEA standards. Comparison of the basic principles and requirements for ensuring safety]. Moscow: SEC NRS, 99 p. [in Russian].

5. Lankin M. Yu. (2020). *Sravnitel'nyi analiz trebovaniy k obespecheniyu bezopasnosti atomnykh stantsii. Normy bezopasnosti MAGATEh i rossiiskie federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoi ehnergii* [Comparative analysis of safety requirements for nuclear power plants. The IAEA safety standards and Russian federal norms and rules in the field of atomic energy use]. Moscow: OntoPrint, 377 p. [in Russian].

6. Federal'nyi zakon No. 170-FZ “Ob ispol'zovanii atomnoi ehnergii” [Federal law No. 170-FZ “On the use of atomic energy”]. 1995.

7. Guide YVL B.1. Safety design of a nuclear power plant. 2019.

8. Guide YVL B.3. Deterministic safety analyses for a nuclear power plant. 2019.

9. Guide YVL B.6. Containment of a nuclear power plant. 2019.

10. Design extension conditions and the concept of practical elimination in the design of nuclear power plants. SSG-88. IAEA, 2024.

11. Guide YVL A.7. Probabilistic risk assessment and risk management of a nuclear power plant. 2019.

12. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoi ehnergii “Pravila yadernoi bezopasnosti reaktornykh ustanovok atomnykh stantsii” (NP-082-07) [Federal rules and regulations in the field of atomic energy use “Rules of nuclear safety of reactor installations of nuclear power plants” (NP-082-07)]. 2007.

13. Rukovodstvo po bezopasnosti pri ispol'zovanii atomnoi ehnergii “Rekomendatsii po formirovaniyu okonchatel'nogo perechnya zaproektnykh avarii, podlezhashchikh uchetu v proekte atomnykh stantsii s reaktorami tipa VVEHR” (RB-150-18) [Safety guide in the field of atomic energy use “Recommendations on the formation of a final list of out-of-design accidents to be accounted for in the design of nuclear power plants with VVER type reactors” (RB-150-18)]. 2018.

14. Deterministic analysis of nuclear power plant safety. SSG-2 (Rev. 1). IAEA, 2023.

Сведения об авторах

Носков Дмитрий Евгеньевич, эксперт, Акционерное общество «РЭИН Инжиниринг» (115114, Москва, Летниковская ул., д. 10, стр. 5).

Ивочкин Михаил Юрьевич, начальник отдела анализов риска, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Красносельский, Малая Красносельская ул., д. 2/8, корп. 5).

Горюнов Олег Владимирович, эксперт, Акционерное общество «РЭИН Инжиниринг» (194044, Санкт-Петербург, Выборгская наб., д. 45Е).

Самохин Геннадий Иванович, ведущий научный сотрудник отдела анализов риска, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Красносельский, Малая Красносельская ул., д. 2/8, корп. 5).

Authors credentials

Noskov Dmitry Evgenievich, Expert, REIN Engineering Joint-Stock Company (10 bld. 5, Letnikovskaya str., Moscow, 115114), e-mail: DmENoskov@rosatom.ru.

Ivочкиn Mikhail Yur'evich, Head of Risk Analysis Department, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8 bld. 5, Malaya Krasnoselskaya str., vn. ter. g. municipalnyi okrug Krasnoselskii, Moscow, 107140), e-mail: ivochkin@secnrs.ru.

Gorunov Oleg Vladimirovich, Expert, REIN Engineering Joint-Stock Company (45E, Vyborgskaya emb., St. Petersburg, 194044), e-mail: OleVIGoryunov@rosatom.ru.

Samokhin Gennady Ivanovich, Leading Researcher of Risk Analysis Department, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8 bld. 5, Malaya Krasnoselskaya str., vn. ter. g. municipalnyi okrug Krasnoselskii, Moscow, 107140), e-mail: samokhin@secnrs.ru.

Для цитирования

Носков Д. Е., Ивочкин М. Ю., Горюнов О. В., Самохин Г. И. Сравнительный анализ нормативных требований и направления их совершенствования. Состояния атомной станции, учитываемые в проекте // Ядерная и радиационная безопасность. 2026. № 2 (120). С. 41–52. DOI: 10.26277/SECNRS.2026.120.2.004.

For citation

Noskov D. E., Ivochkin M. Yu., Gorunov O. V., Samokhin G. I. (2026). Sravnitelniy analiz normativnykh trebovaniy i napravleniya ikh sovershenstvovaniya. Sostoiania atomnoi stantsii, uchitivaemie v proekte [Comparative analysis of regulatory requirements and areas of their improvement. Nuclear power plant states, considered in the project]. Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety Journal, No. 2 (120), pp. 41–52. [in Russian]. DOI: 10.26277/SECNRS.2026.120.2.004.

