

Кроме Республики Беларусь, такая работа со стороны ФБУ «НТЦ ЯРБ» проводится в поддержку органов регулирования Народной Республики Бангладеш, Арабской Республики Египет, Многонационального Государства Боливия, Республики Узбекистан, Социалистической Республики Вьетнам, Турецкой Республики, Республики Замбия.

Научно-техническая поддержка со стороны российских ОНТП весьма востребована и необходима органам регулирования стран-новичков в силу того, что в государствах, впервые реализующих ядерные энергетические программы, зачастую отсутствуют или недостаточно развиты научно-технические компетенции в области регулирования безопасности, а без результатов квалифицированной экспертной оценки (экспертизы) обосновывающих безопасность документов принятие правильного регулирующего решения невозможно.

Хамаза А. А.,
Мистрюгов Д. А.,
Федотова Н. А.,
Урманова Д. И.

Перечень документов международных организаций, утвержденных в 2022 гг.

Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ)

1. Сводный обзор применения расчетной гидродинамики при проектировании атомных электростанций. Summary Review on the Application of Computational Fluid Dynamics in Nuclear Power Plant Design. NR-T-1.20 (<https://www.iaea.org/publications/14718/summary-review-on-the-application-of-computational-fluid-dynamics-in-nuclear-power-plant-design>). Дата издания: март 2022 г.

В отчете представлены результаты скоординированного исследовательского проекта (Coordinated Research Project – CRP) по применению кодов вычислительной гидродинамики (Computational Fluid Dynamics – CFD) для проектирования АЭС.

CRP направлен на применение компьютерных кодов CFD к процессу оптимизации конструкции водоохлаждаемых АЭС (при этом стоит отметить, что область проведения CRP не ограничивается только этим типом реактора). Опираясь на опыт применения кодов CFD к широкому спектру ситуаций в технологии ядерных реакторов, CRP направлен на определение основы для последовательного применения кодов CFD для проектирования АЭС и формирования общего понимания возможностей данных кодов.

Информация в данном отчете основана на материалах, представленных международными экспертами атомной отрасли, непосредственно участвующими в процессах проектирования АЭС, применения CFD, а также в соответствующих экспериментах и проверках, проведенных в ходе CRP.

2. Обеспечение физической ядерной безопасности используемых и хранящихся радиоактивных материалов и связанных с ними объектов. Security Management of Radioactive Material in Use and Storage and of Associated Facilities. IAEA Nuclear Security Series No. 43-T (<https://www.iaea.org/publications/14717/security-management-of-radioactive-material-in-use-and-storage-and-of-associated-facilities>). Дата издания: март 2022 г.

Цель данной публикации заключается в предоставлении государствам, соответствующим органам власти и эксплуатирующим организациям рекомендаций по внедрению и поддержанию мер по обеспечению физической ядерной безопасности, включая подробную информацию о разработке плана обеспечения физической ядерной безопасности используемых и хранящихся радиоактивных материалов и связанных с ними объектов.

Положения данного документа распространяются на радиоактивные материалы, включая закрытые радиационные источники и открытые источники ионизирующего излучения, находящиеся под нормативным контролем, в том числе радиоактивные материалы, в отношении которых был получен или восстановлен регулирующий контроль.

3. Защита от внутренних и внешних опасностей при эксплуатации атомных станций. Protection Against Internal and External Hazards in the Operation of Nuclear Power Plants. IAEA Safety Standards Series No. SSG-77 (<https://www.iaea.org/publications/15005/protection-against-internal-and-external-hazards-in-the-operation-of-nuclear-power-plants>). Дата издания: март 2022 г.

Данное руководство по безопасности разработано взамен руководства по безопасности NS-G-2.1 «Пожарная безопасность при эксплуатации атомных электростанций» (IAEA Safety Standards Series No. NS-G-2.1 “Fire Safety in the Operation of Nuclear Power Plants”, 2000) с целью уточнения требований к другим внутренним и внешним воздействиям и их комбинациям.

Цель настоящего руководства по безопасности заключается в предоставлении рекомендаций по эксплуатации АЭС в рамках соблюдения требований SSR-2/2 (Rev. 1) «Безопасность атомных электростанций: ввод в эксплуатацию и эксплуатация» (IAEA Safety Standards Series No. SSR-2/2 (Rev. 1) “Safety of Nuclear Power Plants: Commissioning and Operation”, 2016) в контексте подготовки, предотвращения и защиты от внутренних и внешних опасностей, смягчения их последствий, включая воздействие от этих опасностей.

Положения данного руководства по безопасности распространяются на проектируемые и эксплуатируемые АЭС с водоохлаждаемыми реакторами. Часть рекомендаций, содержащихся в данном руководстве по безопасности, могут быть не в полной мере применимы к реакторам, охлаждение которых осуществляется другими средами, так как их применение зависит от конкретной технологии реактора и соответствующих возможных внутренних и внешних опасностей.

4. Тематическое исследование по оценке радиологического воздействия на окружающую среду в результате нормальной эксплуатации. Case Study on Assessment of Radiological Environmental Impact from Normal Operation. TECDOC-1996 (<https://www.iaea.org/publications/10586/case-study-on-assessment-of-radiological-environmental-impact-from-normal-operation>). Дата издания: апрель 2022 г.

В качестве неотъемлемой части Международного проекта по инновационным ядерным реакторам и топливным циклам (International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles — INPRO) его участниками было создано несколько совместных проектов. Одним из них был совместный проект МАГАТЭ и INPRO по сравнительному анализу воздействия на окружающую среду применения ядерных энергетических систем в условиях нормальной эксплуатации (Environmental Impact Benchmarking Applicable for Nuclear Energy Systems under Normal Operation — ENV).

В техническом документе обобщаются результаты проведения ENV, которые были разработаны в рамках этого проекта группами национальных экспертов. В нем представлен набор примеров различных подходов к оценке воздействия на окружающую среду АЭС в условиях нормальной эксплуатации в разных странах на основе опыта участников и с учетом стандарта безопасности МАГАТЭ № GSG-10 «Перспективная радиологическая оценка воздействия на окружающую среду для объектов и видов деятельности» (IAEA Safety Standards Series No. GSG-10 “Prospective Radiological Environmental Impact Assessment for Facilities and Activities”, 2018).

Положения данного документа способствуют выработке общего понимания при оценке выбросов от новых АЭС и связанных с ними видов деятельности с точки зрения дозы облучения населения. Данный документ может помочь государствам-членам, применяющим его, провести оценку ядерной энергетической системы в части воздействия на окружающую среду.

5. Коммуникация и вовлечение заинтересованных сторон в процесс захоронения радиоактивных отходов. Communication and Stakeholder Involvement in Radioactive Waste Disposal. NW-T-1.16 (<https://www.iaea.org/publications/13590/communication-and-stakeholder-involvement-in-radioactive-waste-disposal>). Дата издания: апрель 2022 г.

В данном документе содержатся практические рекомендации по коммуникации и вовлечению заинтересованных сторон для стран, приступающих к осуществлению, возобновлению или пересмотру программы захоронения радиоактивных отходов. В нем учитывается прошлый опыт и подчеркивается, что практическая реализация требует адаптации к меняющемуся контексту, определяемому национальными, социальными и политическими обстоятельствами.

Подходы, изложенные в этой публикации, применимы к программам создания хранилищ, связанным со всеми типами радиоактивных отходов, и поэтому имеют отношение как к наземным, так и к подземным объектам. В публикации в основном обсуждаются вопросы коммуникации и участия заинтересованных сторон на этапах до начала эксплуатации, но также делаются некоторые ссылки на этапы эксплуатации и после закрытия.

Основными предполагаемыми пользователями данной публикации являются регулирующие органы и организации, ответственные за внедрение решений по захоронению радиоактивных отходов.

6. Совместная международная система отчетности МАГАТЭ и АЯЭ ОЭСР по опыту эксплуатации. Joint IAEA and OECD/NEA International Reporting System for Operating Experience (IRS). IAEA Services Series № 19 (rev. 1) (<https://www.iaea.org/publications/15055/irs-guidelines>). Дата издания: апрель 2022 г.

Основная цель Международной системы отчетности по опыту эксплуатации (International Reporting System for Operating Experience — IRS), совместно используемой МАГАТЭ и Агентством по атомной энергии Организации экономического сотрудничества и развития (АЯЭ ОЭСР), заключается в содействии повышению безопасности АЭС во всем мире путем предоставления информации об уроках, извлеченных из инцидентов, произошедших во время строительства, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и вывода из эксплуатации АЭС.

Цель данной публикации заключается в описании системы IRS и предоставлении пользователям необходимой справочной информации и практических рекомендаций для подготовки отчетов IRS. Публикация предоставляет возможность использования отчетов, представленных другими государствами-членами, для обмена извлеченными уроками, которые могли бы помочь предотвратить возникновение подобных событий на АЭС.

Предметом данной публикации является информация, относящаяся к использованию IRS государствами, являющимися членами IRS. Публикация не содержит указаний по использованию систем отчетности, которые предназначены для отчетности о событиях на исследовательских реакторах и объектах ядерного топливного цикла, соответственно.

7. Разработка стационарных компактных термоядерных источников нейтронов. Development of Steady State Compact Fusion Neutron Sources. TECDOC-1998 (<https://www.iaea.org/publications/15069/development-of-steady-state-compact-fusion-neutron-sources>). Дата издания: май 2022 г.

В 2018–2022 гг. МАГАТЭ организовало и провело CRP по разработке стационарных компактных термоядерных источников нейтронов (Compact Fusion Neutron Sources – CFNS), направленный на выявление приоритетных областей, требующих совместных исследований в области стационарных ядерных реакторов, для научных, технологических и ядерных применений как в области синтеза, так и в области деления, а также поддержки перехода от разработки концепции к инженерному проектированию.

Двенадцать институтов из девяти государств-членов (Российская Федерация, Китай, Пакистан, Польша, Республика Корея, Швеция, Украина, Великобритания и США) сотрудничали в рамках указанного CRP. Данная публикация обобщает основные результаты и выводы, полученные в рамках CRP, и содержит десять отчетов с дополнительными соответствующими техническими данными.

Область распространения публикации ограничена стационарными CFNS (с типичной термоядерной мощностью в диапазоне 1–100 МВт, интенсивностью нейтронов $3,5 \times 10^{17} - 10^{19}$ нейтрон/сек, соответствующей нагрузке на нейтронную стенку в диапазоне 0,1–1 МВт/м²), используемыми для научных, технологических и ядерных энергетических применений в секторах слияния и деления, а также для производства нейтронов при значении усиления мощности слияния $Q = 0,1 - 1$.

8. Стратегии и процессы по восстановлению территорий, пострадавших от прежней деятельности и событий. Remediation Strategy and Process for Areas Affected by Past Activities or Events. IAEA Safety Standards Series No. SSG-15 (<https://www.iaea.org/publications/14703/remediation-strategy-and-process-for-areas-affected-by-past-activities-or-events>). Дата издания: май 2022 г.

Данное руководство по безопасности разработано взамен руководства по безопасности WS-G-3.1 «Процессы по восстановлению территорий, пострадавших от прежней деятельности и событий» (IAEA Safety Standards Series No. WS-G-3.1 “Remediation Process for Areas Affected by Past Activities and Accidents”, 2007).

Цель данного руководства по безопасности заключается в предоставлении рекомендаций по планированию и осуществлению мероприятий по восстановлению площадок и территорий, пострадавших от прежней деятельности и событий. В данном руководстве по безопасности содержатся рекомендации по выполнению требований норм безопасности МАГАТЭ, в частности требований 47–49 и 52 GSR part 3 «Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности» (“Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards”) в отношении ситуаций существующего воздействия.

Положения данного руководства по безопасности охватывают все аспекты восстановления площадок и территорий, которые пострадали в результате прошлой деятельности, аварий или

несанкционированных действий (преднамеренных или непреднамеренных), которые могут вызвать длительное радиационное облучение и в отношении которых необходимо принять решение о контроле.

Руководство по безопасности предназначено для регулирующих органов, эксплуатирующих организаций и других сторон, участвующих в восстановлении площадок и территорий и способствующих процессу их восстановления для обеспечения защиты людей и окружающей среды.

9. Кураторство и наставничество для управления знаниями в ядерных организациях. Mentoring and Coaching for Knowledge Management in Nuclear Organizations. TECDOC-1999 (<https://www.iaea.org/publications/15089/mentoring-and-coaching-for-knowledge-management-in-nuclear-organizations>). Дата издания: май 2022 г.

В данном техническом документе подчеркивается важность кураторства и наставничества для передачи знаний между поколениями. В нем отражены успешные практики кураторства и наставничества и подходы, которые используют различные типы ядерных организаций, в том числе на АЭС, в организациях технической поддержки, национальных ядерных организациях и регулирующих органах. В документ также включены тематические исследования организаций государств-членов, которые использовали кураторство и наставничество в качестве эффективного инструмента для передачи знаний, повышения квалификации и производительности.

10. Альтернативные пути промышленного внедрения термоядерных энергетических систем. Alternative Commercialization Pathways for Fusion Energy Systems. TECDOC-1997 (<https://www.iaea.org/publications/15091/alternative-commercialization-pathways-for-fusion-energy-systems>). Дата издания: июнь 2022 г.

Термоядерная энергетика потенциально может способствовать удовлетворению глобального спроса на устойчивую энергетическую систему. Все чаще предприятия по продвижению термоядерного синтеза ищут новые пути промышленного внедрения данной технологии, предлагая свежие идеи и различные перспективы. С 13 по 15 июня 2018 г. в Санта-Фе (США) МАГАТЭ был организован первый семинар предприятий по продвижению термоядерного синтеза с целью анализа последних научных и технологических достижений и понимания, как они могут способствовать промышленному внедрению термоядерного синтеза в качестве будущего надежного источника энергии. В данном техническом документе представлены итоги и материалы этого семинара, в котором приняли участие 42 эксперта, в основном из США, но также из Великобритании, Канады и Китая.

В документе излагаются основные элементы разработки альтернативных путей промышленного внедрения термоядерных энергетических систем в ближайшие десятилетия, которые необходимы для коммерческого успеха термоядерного синтеза. В нем освещаются несколько важнейших аспектов, которые необходимо учитывать при выборе новых путей и разработке дорожной карты для их реализации.

11. Уроки, извлеченные из процесса осуществления регулирования за малыми модульными реакторами. Lessons Learned in Regulating Small Modular Reactor. TECDOC-2003 (<https://www.iaea.org/publications/15149/lessons-learned-in-regulating-small-modular-reactors>). Дата издания: июнь 2022 г.

Государства-члены проявляют значительный интерес к проектированию и развитию малых модульных реакторов (Small Modular Reactors – SMR). Однако в настоящее время имеется ограниченная информация о международном опыте регулирования в этой области. Очень немногие регулирующие органы выдали лицензию на строительство или эксплуатацию SMR.

Основная цель данной публикации – задокументировать существующий опыт, накопленный регулирующими органами в области регулирования SMR, включая лицензирование и обеспечение соответствия требованиям безопасности, с особым акцентом на возникающие проблемы, пути их решения и понимание будущих проблем.

В данном техническом документе определены ключевые проблемы регулирования и извлеченные уроки, которые возникли в ходе осуществления проверок и принятия регулирующих решений, связанных с SMR в государствах-членах, в которых выданы лицензии на строительство или эксплуатацию SMR. В документе также представлены первые проблемы и уроки, извлеченные регулирующими органами при подготовке к рассмотрению заявки для получения лицензии на SMR.

Положения технического документа предназначены для использования регулирующими органами, ответственными за регулирование SMR.

12. Формат и содержание отчета по обоснованию безопасности упаковки для перевозки радиоактивного материала. Format and Content of the Package Design Safety Report for the Transport of Radioactive Material.

IAEA Safety Standards Series No. SSG-66 (<https://www.iaea.org/publications/14800/format-and-content-of-the-package-design-safety-report-for-the-transport-of-radioactive-material>). Дата издания: июнь 2022 г.

Требования к безопасной перевозке радиоактивных материалов установлены в стандарте безопасности МАГАТЭ № SSR-6 (Rev. 1) «Правила безопасной перевозки радиоактивных материалов», издание 2018 г. (“Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material”, 2018 Edition). Отчет о безопасности конструкции упаковки (Package Design Safety Report – PDSR) является основой для подачи заявки в компетентный орган на утверждение ее конструкции.

Цель настоящего руководства по безопасности заключается в предоставлении рекомендаций по подготовке PDSR для демонстрации соответствия конструкции упаковки для перевозки радиоактивного материала требованиям SSR-6 (Rev. 1).

В данном руководстве по безопасности приведены положения, определяющие формат представления данных в PDSR, пояснения и рекомендации по составлению отдельных разделов PDSR для каждого типа упаковки, а также представлен пример структуры и формата PDSR.

13. Справочные материалы к Правилам МАГАТЭ по безопасной перевозке радиоактивных материалов (издание 2018 г.). Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material (2018 Edition). IAEA Safety Standards Series No. SSG-26 (Rev. 1) (<https://www.iaea.org/publications/14685/advisory-material-for-the-iaea-regulations-for-the-safe-transport-of-radioactive-material-2018-edition>). Дата издания: июнь 2022 г.

SSG-26 (Rev. 1) выпущено взамен руководства по безопасности МАГАТЭ № SSG-26, которое было разработано в 2014 г.

В данном руководстве по безопасности представлены разъяснения по выполнению требований безопасности, изложенных в стандарте безопасности МАГАТЭ № SSR-6 (Rev. 1) «Правила безопасной перевозки радиоактивных материалов», издание 2018 г. (“Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material”, 2018 Edition), которые представляют собой информацию в виде комментариев к пунктам SSR-6 (Rev. 1). В частности, в данном документе разъясняются причины установления тех или иных ограничений в SSR-6 (Rev. 1) (например, по мощности дозы на поверхности упаковок, пределы активностей содержимого для различных упаковок и другие величины), а также приводятся практические примеры выполнения требований пунктов SSR-6 (Rev. 1) (например, примеры выполнения испытаний упаковок).

По сравнению с предыдущей редакцией данного документа в SSG-26 (Rev. 1) внесены незначительные изменения, обусловленные корректировкой в 2018 г. SSR-6 (Rev. 1).

**Агентство по ядерной энергии
Организации экономического сотрудничества и развития
(АЯЭ ОЭСР) (NEA/OECD)**

1. Этапы I–III исследования кодов топливных стержней при авариях, вызванных реактивностью: сводный отчет NEA № 7577. Reactivity-Initiated Accident Fuel Rod Codes Benchmark Phases I–III: Synthesis Report. NEA No. 7566 (https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_67853/reactivity-initiated-accident-fuel-rod-codes-benchmark-phases-i-iii-synthesis-report). Дата издания: апрель 2022 г.

Одной из ключевых областей обеспечения безопасности использования топлива является анализ поведения топлива в условиях аварии, вызванной реактивностью. Коды топливных стержней при авариях, вызванных реактивностью, разрабатывались в течение значительного периода времени, и все они показали свою способность воспроизводить некоторые экспериментальные результаты с определенной степенью точности. Однако иногда они опираются на различные конкретные допущения при моделировании, влияние которых на конечные результаты расчетов трудно оценить.

В данном отчете кратко излагаются три этапа тестирования, проведенного АЯЭ ОЭСР в период с 2010 по 2019 гг., с использованием кодов для расчета поведения топлива при авариях, вызванных реактивностью. Основываясь на предыдущих отчетах АЯЭ ОЭСР, в нем содержатся рекомендации для будущих исследований по усовершенствованию кода для анализа безопасности в отношении аварий, вызванных реактивностью.

2. Достижение целевых показателей в области изменения климата. Отчет NEA № 7628. Meeting Climate Change Targets: The Role of Nuclear Energy. NEA No. 7628 (https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_69396/meeting-climate-change-targets-the-role-of-nuclear-energy). Дата издания: май 2022 г.

Ядерная энергетика играет важную роль в глобальных усилиях по смягчению последствий изменения климата. Без значительного вклада ядерной энергетики перспективы достижения целей, определенных в Парижском соглашении по климату от 12 декабря 2015 г., будут значительно ниже.

Новый анализ, проведенный АЯЭ ОЭСР, определяет потенциальный вклад ядерной энергии в создание экологически чистых энергетических мощностей и сокращение выбросов в период с 2020 по 2050 гг., принимая во внимание потенциальный вклад энергетических и неэнергетических применений ядерных технологий.

Материалы по долгосрочной эксплуатации новых разработок ядерных технологий поколения III, малых модульных реакторов, систем поколения IV, ядерной гибридной энергетике и водородных систем раскрывают в полной мере потенциал ядерной энергетике и ядерных инноваций, которые будут играть значительную и растущую роль в декарбонизации к 2050 г.

Результаты проведенных АЯЭ анализов, включенные в настоящий отчет, не являются прогнозами, а представляют собой возможные цели, которые можно достичь при своевременных благоприятных решениях.

3. Создание основы для обеспечения готовности к восстановлению после ядерной аварии. Отчет NEA No. 7582. Building a Framework for Post-Nuclear Accident Recovery Preparedness. NEA No. 7582 (https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_69605/building-a-framework-for-post-nuclear-accident-recovery-preparedness). Дата издания: май 2022 г.

За более чем десять лет после аварии на АЭС «Фукусима-Дайичи» было извлечено много уроков, они помогли повысить готовность к ядерным чрезвычайным ситуациям и осведомленность о глобальных рисках, которые могут повлечь за собой такие аварии. Указанные риски включают в себя ряд долгосрочных, многоаспектных воздействий на здоровье (включая психическое здоровье), экономику и окружающую среду. Для содействия эффективному восстановлению важно определить процессы и процедуры на этапе готовности для активизации необходимых ресурсов и привлечения соответствующих заинтересованных сторон на всех уровнях.

В настоящем отчете рассматривается необходимость применения согласованного подхода к эффективному управлению восстановлением после ядерных или радиологических аварий, целью которого является оказание помощи странам в разработке их собственных национальных планов и процедур обеспечения готовности к восстановлению после аварии путем внедрения циклического подхода.

Процедуру создания основы для обеспечения готовности к восстановлению после ядерной аварии можно разделить на четыре основных этапа:

1) разработка основы для восстановления;

2) определение целей восстановления;

3) реализация целей восстановления с помощью ряда стратегий;

4) оценка результативности этих стратегий и улучшение общей структуры за счет обратной связи по результатам изучения уроков, извлеченных из реальных ситуаций.

Существует ограниченное количество международных документов, которые распространяются на готовность к долгосрочному восстановлению. Фаза восстановления представляет собой различные проблемы по сравнению с ранней и промежуточной фазами. Поэтому меры, которые конкретно касаются управления восстановлением, должны разрабатываться и осуществляться в рамках обеспечения готовности.

Цель данного отчета заключается в предоставлении ключевых идей по разработке системы обеспечения готовности на национальном уровне для управления восстановлением после радиационной или ядерной аварии.

Орешников С. М.

