

УДК: 621.039

DOI: 10.26277/SECNRS.2022.104.2.001

© 2022. Все права защищены.

СОЗДАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕГУЛИРУЮЩЕЙ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

Ферапонтов А. В.** (A.Ferapontov@gosnadzor.gov.ru),
 Хамаза А. А.* (a.khamaza@secnrs.ru),
 Шарифутдинов Р. Б.* (charafoutdinov@secnrs.ru),
 Боков Д. А.** (D.Bokov@gosnadzor.gov.ru), Кудрявцев Е. Г.** (egkudryavtsev@gosnadzor.gov.ru),
 Мирошниченко М. И.** (M.Miroshnichenko@gosnadzor.gov.ru), Белоусов А. В.* (belousov@secnrs.ru),
 Бочкарёв В. В.* (bochkarev@secnrs.ru), Гривизирский В. А.* (grivizirskiy@secnrs.ru),
 Крупчатников Б. Н.* (krupchatnikov@secnrs.ru), Курындин А. В.* (kuryndin@secnrs.ru),
 Орешников С. М.* (oreshnikov@secnrs.ru), Понизов А. В.* (ponizov@secnrs.ru)

Статья поступила в редакцию 6 июня 2022 г.

Аннотация

Правовое регулирование отношений в области использования атомной энергии в Российской Федерации осуществляется на основе сформированной системы законодательных актов и принимаемых в соответствии с ними иных нормативных правовых актов, в том числе актов федеральных органов исполнительной власти. При этом регулируемую основу безопасности при использовании атомной энергии составляют федеральные нормы и правила, разработка и актуализация которых осуществляется, в том числе, в связи с изменением законодательства Российской Федерации, необходимостью учета рекомендаций международных организаций, в работе которых принимает участие Российская Федерация, а также с целью учета достигнутого уровня развития науки, техники и производства.

Приведена краткая история создания, современное состояние и основные направления развития регулирующей основы безопасности атомных станций, объектов ядерного топливного цикла, исследовательских ядерных установок, судов и иных плавсредств с ядерными реакторами, радиационных источников, транспортирования радиоактивных материалов, физической ядерной безопасности, вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии и обращения с радиоактивными отходами. Дана краткая характеристика существующей системы руководств по безопасности при использовании атомной энергии. Показана необходимость своевременной актуализации действующей системы федеральных норм и правил в области использования атомной энергии с учетом особенностей разрабатываемых инновационных ядерных технологий. Отмечены концептуальные подходы по актуализации действующих и разработке новых федеральных норм и правил в области использования атомной энергии.

► **Ключевые слова:** ядерная и радиационная безопасность, система нормативного регулирования, регулирующая основа обеспечения безопасности, нормативная правовая база, федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии, руководство по безопасности при использовании атомной энергии.

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

** Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, Москва, Россия.

ESTABLISHMENT AND ENHANCEMENT OF THE SAFETY REGULATORY FRAMEWORK IN ATOMIC ENERGY USE

Ferapontov A. V.**, Ph. D.,
Khamaza A. A.*, Ph. D.,
Sharafutdinov R. B.*, Ph. D.,
Bokov D. A.**,
Kudryavtsev E. G.**, Ph. D.,
Miroshnichenko M. I.**,
Belousov A. V.*,
Bochkarev V. V.*,
Grivisirskiy V.A.*,
Krupchatnikov B. N.*,
Kuryndin A. V.*, Ph. D.,
Oreshnikov S. M.*,
Ponizov A. V.*

Article is received on June 6, 2022

Abstract

The legal regulation of relations in the field of use of atomic energy in the Russian Federation is carried out on the basis of the established framework of legislative acts and other regulatory legal acts adopted in accordance with them, including acts of the federal executive bodies. In this regard, the regulatory framework for safety in atomic energy use is comprised of the Federal Safety Regulations developed and revised inter alia in connection with the amendments to the legislation of the Russian Federation, the need to consider the recommendations of international organizations, in which the Russian Federation takes part, as well as in respect of the achieved level in the development of science, production and technologies.

Brief history is provided for the establishment, current status and major directions in the development of the safety regulatory framework for nuclear plants, nuclear fuel cycle facilities, nuclear research facilities, ships and other floating vessels with nuclear reactors, radiation sources, transport of radioactive materials, nuclear security, nuclear facilities decommissioning and management of radioactive wastes. A brief overview is given for the existing framework of Safety Guides in atomic energy use. The necessity for the timely revision of the effective framework of Federal Safety Regulations in the field of atomic energy use with the account of features of the developed innovative nuclear technologies is indicated. Noted are conceptual approaches to the revision of the effective and development of new Federal Safety Regulations in the field of use of atomic energy.

► **Keywords:** *nuclear and radiation safety, regulatory framework, safety regulatory framework, legal and regulatory framework, federal safety regulations in the field of atomic energy use, safety guides in atomic energy use.*

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

** Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service, Moscow, Russia.

Введение

В Российской Федерации функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию в области использования атомной энергии возложены Правительством Российской Федерации на Федеральную службу по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) [1].

Главной целью деятельности по регулированию безопасности в области использования атомной энергии является создание и поддержание условий, при которых обеспечиваются всесторонняя защита отдельных лиц, общества в целом и окружающей среды от угрозы недопустимого радиационного воздействия, а также предотвращение неконтролируемого распространения и использования ядерных материалов (ЯМ) и радиоактивных веществ (РВ) [2].

Достижение указанных условий возможно при наличии сбалансированной нормативной правовой базы, позволяющей обеспечить необходимый уровень безопасности, установлению и развитию которой способствуют, в том числе, результаты работ, проводимых ФБУ «НТЦ ЯРБ» – организацией научно-технической поддержки уполномоченного органа государственного регулирования безопасности, созданной в целях, определенных в статье 37.1 Федерального закона № 170-ФЗ [3], среди которых одной из основных является развитие и совершенствование нормативно-правовой базы в области использования атомной энергии.

Согласно Основам государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу [4] совершенствование нормативной правовой базы в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности является одним из основных направлений реализации государственной политики Российской Федерации.

В нашей стране система нормативного регулирования безопасности при использовании атомной энергии основывается на Конституции Российской Федерации, общепризнанных принципах и нормах международного права, а также на международных договорах Российской Федерации в области использования атомной энергии. Она включает в себя:

- федеральные законы Российской Федерации;
- указы Президента Российской Федерации;
- постановления и распоряжения Правительства Российской Федерации;

- акты федеральных органов исполнительной власти.

В соответствии со статьей 24 Федерального закона № 170-ФЗ [3] меры, реализуемые органами государственного регулирования безопасности по выполнению возложенных на них полномочий, должны быть соразмерны потенциальной опасности объектов использования атомной энергии (ОИАЭ) и деятельности в области использования атомной энергии (дифференцированный подход). Ростехнадзор последовательно реализует указанное положение при выполнении своих функций путем дифференцированного подхода, в том числе при осуществлении нормативного правового регулирования безопасности [5].

Регулирующей основой обеспечения безопасности при использовании атомной энергии являются федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии (ФНП).

Краткая история создания регулирующей основы обеспечения безопасности при использовании атомной энергии

Разработка нормативных документов (НД), регламентирующих обеспечение ядерной и радиационной безопасности при использовании атомной энергии, осуществлялась с начала развития атомной энергетики.

В 1985 г. был разработан Сводный перечень и план подлежащих разработке правил и норм в области атомной энергетики (СППНАЭ-85), который после аварии на Чернобыльской АЭС был откорректирован и переименован в СППНАЭ-87. Участниками разработки этого перечня были 14 министерств и ведомств, во главе данной группы участников был определен Государственный комитет СССР по надзору за безопасным проведением работ в атомной энергетике. Перечень включал в себя 19 разделов и 173 документа. В перечень входили документы по безопасности атомных станций (АС), например, «Общие положения обеспечения безопасности при проектировании, сооружении и эксплуатации», а также документы, устанавливающие нормы технологического и строительного проектирования и др. После Чернобыльской аварии на основе выполненного анализа ее причин были активизированы работы по обновлению нормативной базы [6, 7].

Принятие в ноябре 1995 г. Федерального закона № 170-ФЗ [3] определило правовые основы государственного регулирования безопасности в области

использования атомной энергии и закрепило за ФНП статус документов, в которых устанавливаются требования к безопасному использованию атомной энергии, выполнение которых обязательно при осуществлении любого вида деятельности в этой области. Перед органом регулирования и Научно-техническим центром по ядерной и радиационной безопасности стояла задача по созданию системы ФНП, регламентирующих ядерную и радиационную безопасность ОИАЭ и видов деятельности. Были подготовлены процедура разработки ФНП, их структура и план, а также перечень подлежащих разработке ФНП. В дальнейшем этот перечень и план были откорректированы, в перечень вошли 96 ФНП [8].

Разрабатываемые ФНП основывались на положениях НД, принятых ранее научными, проектными и конструкторскими организациями атомной отрасли [6, 9].

Одной из отличительных особенностей процедуры разработки ФНП, по сравнению с ранее действующей, являлось обязательное опубликование проектов и утвержденных документов в официальном печатном органе. Для выполнения этого требования в 1998 г. был учрежден журнал «Вестник Госатомнадзора России», который с 2005 г. переименован в ежеквартальный научно-практический журнал «Ядерная и радиационная безопасность» [10]. В нем публикуются проекты и утвержденные ФНП, другие НД, утвержденные органом государственного регулирования безопасности, статьи по актуальным проблемам регулирования безопасности, другая информация в области использования атомной энергии. Учредителем и издателем журнала является ФБУ «НТЦ ЯРБ». В последнее время проекты ФНП публикуются также на официальном сайте Ростехнадзора [11].

Принятый в 2011 г. Федеральный закон № 347-ФЗ [12] внес существенные концептуальные изменения в действующее до его принятия регулирование отношений в области использования атомной энергии. В частности, были введены такие понятия, как: «объекты использования атомной энергии», «полный жизненный цикл объекта использования атомной энергии в зависимости от категории объекта применения». Был также определен правовой статус ФНП и руководств по безопасности при использовании атомной энергии (РБ).

К 2014 г. была сформирована система ФНП, включающая в себя 89 документов, устанавливающих требования по безопасности для ОИАЭ и видов деятельности в области использования атомной энергии.

В целях содействия соблюдению требований ФНП разработано 95 РБ, содержащих рекомендации по выполнению требований ФНП, в том числе по методам выполнения работ, методикам, проведению экспертиз и оценке безопасности, а также разъяснения и другие рекомендации по выполнению требований безопасности при использовании атомной энергии.

Практика применения ФНП и РБ показала в целом эффективность установленных в них требований и рекомендаций, что, в первую очередь, подтверждается успешным и безопасным функционированием атомного энергопромышленного комплекса.

Проведенные в 2009 г. миссия Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) и в 2013 г. пост-миссия МАГАТЭ по комплексной оценке регулирующей деятельности в Российской Федерации также подтвердили эффективность действующей в стране системы нормативного правового регулирования безопасности при использовании атомной энергии.

Однако ряд факторов выявил необходимость дальнейшего совершенствования нормативного правового регулирования безопасности и стандартизации в области использования атомной энергии, в том числе:

- изменения федерального законодательства, относящегося к регулированию безопасности при использовании атомной энергии;
- результаты анализа причин аварии на АЭС «Фукусима-Дайичи»;
- результаты анализа применения требований ФНП, показавшие, в частности, необходимость актуализации требований по безопасности к оборудованию и трубопроводам АС, относящимся к 1, 2, 3 классам безопасности;
- развитие науки, техники и производства в области использования атомной энергии, в том числе разработка и внедрение новых проектных и конструкторских решений, инновационных технологий и конструкционных материалов.

Ростехнадзор совместно с ФБУ «НТЦ ЯРБ» при участии Госкорпорации «Росатом» разработал Концепцию совершенствования нормативного правового регулирования безопасности и стандартизации в области использования атомной энергии [13] и утвердил «План реализации Концепции совершенствования нормативно-правового регулирования безопасности и стандартизации в области использования атомной энергии» [14]. Эти документы во многом определили развитие дальнейших работ

по совершенствованию регулирующей основы безопасности при использовании атомной энергии.

Регулирующая основа безопасности атомных станций

До Чернобыльской аварии действовали «Основные положения обеспечения безопасности атомных станций при проектировании, строительстве и эксплуатации» (ОПБ-73, ОПБ-82). После Чернобыльской аварии концепция безопасности АС как в России, так и других странах была коренным образом пересмотрена. В связи с этим в 1988 г. была разработана обновленная версия ОПБ-88 «Основные положения обеспечения безопасности атомных станций». В документе было установлено, что в проекте АС должны рассматриваться аварии, которые ранее считались гипотетическими, то есть практически невозможными на реальных АС. Документом был принят подход к учету аварий в проекте в зависимости от их вероятности. Вместо понятия «гипотетическая авария» было введено понятие «запроектная авария». Была окончательно сформирована концепция управления тяжелыми авариями в качестве четвертого уровня глубокоэшелонированной защиты. В ОПБ-88 были также заложены новые положения о государственном регулировании и надзоре за безопасностью АС, отличные от тех, на которых ранее строилась работа органа надзора в Советском Союзе [7]. С учетом результатов правоприменительной практики и анализа документов МАГАТЭ в 1997 г. в ОПБ-88 были внесены изменения и дополнения, в том числе в части терминологии и классификации систем (элементов), и был принят актуализированный документ ОПБ-88/97.

Одной из важнейших работ, выполненных в последние годы, была разработка новой редакции ОПБ-88/97 «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций», которая осуществлялась созданной Ростехнадзором рабочей группой, в которую входили представители Ростехнадзора, ФБУ «НТЦ ЯРБ», института «Атомэнергопроект» и НИЦ «Курчатовский институт». В процессе актуализации действовавшего документа из него были исключены положения, установленные законодательством, уточнены понятия «безопасность атомной станции» и «культура безопасности», введено понятие «управление в целях безопасности», уточнены требования к анализам проектных и запроектных аварий, доработана классификация систем и элементов АС, а также внесен целый

ряд других существенных изменений и дополнений. Новая редакция НП-001-15 «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций» после обсуждения с организациями атомной отрасли была утверждена и введена в действие в 2015 г. [15].

Рассматривая уроки аварии на АЭС «Фукусима-Дайичи», Ростехнадзор проанализировал полноту действующей в области использования атомной энергии нормативной базы, определяющей безопасность АС, включая аварийную готовность и реагирование эксплуатирующей организации в случае аварии на АС, и определил направления для совершенствования этой деятельности. Признано необходимым выполнить доработку нормативной базы в области использования атомной энергии в части дополнения требований к противоаварийной документации (руководствам по управлению запроектными авариями, в том числе тяжелыми авариями, а также авариями на нескольких блоках, размещенных на одной площадке); к учету внешних воздействий природного и техногенного происхождения в проектах АС (в том числе к ослаблению последствий природных и техногенных воздействий, интенсивность которых превышает учитываемую в проектных основах); к размещению АС; к правилам проектирования сейсмостойких АС; к составу и содержанию отчетов по обоснованию безопасности АС, а также в части реализации на энергоблоках АС концепции безопасности «Гечь перед разрушением» [16].

В целях учета событий аварии, произошедшей весной 2011 г. на АЭС «Фукусима-Дайичи», Ростехнадзором была проделана работа по актуализации нормативной правовой базы Российской Федерации в области использования атомной энергии. В этой связи был актуализирован целый ряд ФНП, в том числе [17]:

- НП-087-11 «Требования к системам аварийного электроснабжения атомных станций»;
- НП-095-15 «Основные требования к вероятностному анализу безопасности блока атомной станции»;
- НП-005-16 «Положение о порядке объявления аварийной обстановки, оперативной передачи информации и организации экстренной помощи атомным станциям в случаях радиационно опасных ситуаций»;
- НП-010-16 «Правила устройства и эксплуатации локализирующих систем безопасности атомных станций»;
- НП-017-18 «Основные требования к продлению срока эксплуатации блока атомной станции»;

- НП-064-17 «Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии»;

- НП-032-19 «Площадка атомной станции. Требования безопасности».

НД, принятые в СССР, актуализировались в рамках выполнения работ по инкорпорации, предусмотренных Распоряжением Президента Российской Федерации от 18 марта 2011 г. № 158-рп «Об организации работы по инкорпорации правовых актов СССР и РСФСР или их отдельных положений в законодательство Российской Федерации и (или) по признанию указанных актов недействующими на территории Российской Федерации». Совместно с организациями Госкорпорации «Росатом» были разработаны новые редакции документов [17]:

- НП-089-15 «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок» (ранее ПНАЭ Г-7-008-89);

- НП-104-18 «Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок» (ранее ПНАЭ Г-7-009-89);

- НП-105-18 «Правила контроля металла оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок при изготовлении и монтаже» (ранее ПНАЭ Г-7-010-89).

Одной из важнейших работ, выполненных за последние годы, является разработка Ростехнадзором совместно со специалистами ФБУ «НТЦ ЯРБ» и Госкорпорации «Росатом» НП-071-18 «Правила оценки соответствия продукции, для которой устанавливаются требования, связанные с обеспечением безопасности в области использования атомной энергии, а также процессов ее проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации, утилизации и захоронения» [17].

Кроме того, были разработаны [17]:

- НП-094-15 «Основные требования к обоснованию прочности и термомеханического поведения тепловыделяющих сборок и тепловыделяющих элементов в активной зоне водо-водяных энергетических реакторов»;

- НП-096-15 «Требования к управлению ресурсом оборудования и трубопроводов атомных станций»;

- НП-102-17 «Основные требования к обоснованию прочности внутрикорпусных устройств реакторов типа ВВЭР».

В настоящее время регулирующая основа обеспечения безопасности АС включает комплекс документов, регламентирующих практически все аспекты обеспечения безопасности при их проектировании,

размещении, сооружении, вводе в эксплуатацию, эксплуатации и выводе из эксплуатации.

Вместе с тем отметим, что анализ правоприменительной практики, опыт проектирования сооружения и эксплуатации АС требуют системной работы по актуализации соответствующих ФНП, в частности необходимо:

- завершить переработку НП-031-01 «Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций» и ПНАЭ Г-7-002-86 «Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок»;

- переработать НП-068-05 «Трубопроводная арматура для атомных станций. Общие технические требования».

В связи с необходимостью устранения пробела нормативного правового регулирования в области использования атомной энергии в части установления требований к строительным конструкциям зданий и сооружений АС на этапах их проектирования, сооружения, эксплуатации и вывода из эксплуатации необходимо также завершить разработку проекта ФНП «Требования по безопасности к строительным конструкциям зданий и сооружений атомных станций».

Проекты новых энергоблоков АС предусматривают широкое использование управляющих систем на компьютерных технологиях, в связи с этим чрезвычайно важным направлением совершенствования нормативного регулирования безопасности является установление современных требований к управляющим системам, важным для безопасности АС, в том числе:

- требования к применению программно-аппаратных средств в управляющих системах, важных для безопасности АС;

- требования к программному обеспечению, используемому в управляющих системах, важных для безопасности АС.

В настоящее время накоплен значительный опыт проектирования, конструирования, изготовления на предприятиях ядерного топливного цикла (ЯТЦ) и эксплуатации на АС различных видов ядерного топлива. Однако до настоящего времени требования уровня ФНП к ядерному топливу, тепловыделяющим элементам и тепловыделяющим сборкам, используемым на АС, не установлены. В этой связи актуальной является разработка проекта ФНП «Требования к проектированию, конструированию, изготовлению, испытаниям и эксплуатации тепловыделяющих сборок атомных станций».

Действующие в настоящее время РБ содержат различные рекомендации по выполнению требований по обеспечению безопасности АС [17]:

- к структуре и содержанию руководства по управлению запроектными авариями, в том числе тяжелыми авариями;
- к содержанию отчета по углубленной оценке безопасности действующих энергоблоков АС;
- по разработке концепции вывода из эксплуатации ОИАЭ;
- по оценке исходной сейсмичности района и площадки размещения ОИАЭ при инженерных изысканиях и исследованиях;
- по формированию и поддержанию культуры безопасности на АС и в эксплуатирующих организациях АС;
- по проведению периодической оценки безопасности энергоблока АС;
- по составу и содержанию отчета по обоснованию безопасности при выводе из эксплуатации энергоблока АС и др.

Регулирующая основа обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла

Первым НД, регламентирующим обеспечение безопасности объектов ЯТЦ и разработанным Госатомнадзором России при научно-технической поддержке ФБУ «НТЦ ЯРБ», были НП-013-99 «Установки по переработке отработавшего ядерного топлива. Требования безопасности». Документ был введен в действие в 2000 г. и уже в то время содержал основные требования по обеспечению ядерной и радиационной безопасности объектов ЯТЦ, такие как необходимость реализации концепции глубоководной защиты, наличия системы барьеров, установления пределов и условий безопасной эксплуатации и многие другие. Эти требования стали фундаментом для разработки основного документа, формулирующего требования безопасности для объектов ЯТЦ – НП-016-2000 «Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла (ОПБ ОЯТЦ)».

ОПБ ОЯТЦ регламентирует вопросы безопасности, специфичные для объектов ЯТЦ как источников возможного радиационного воздействия на работников, население и окружающую среду, и устанавливает принципы, критерии и требования обеспечения безопасности объектов ЯТЦ. НД распространялся на проектируемые, сооружаемые, эксплуатируемые и выводимые из эксплуатации

объекты ЯТЦ. При разработке НД были использованы подходы к обеспечению безопасности, реализованные в аналогичном документе, разработанном для АС (ОПБ-88/97), с учетом особенностей, характерных для объектов ЯТЦ. В связи со сложностью реализации требований ОПБ ОЯТЦ на ранее построенных объектах Госатомнадзор России рекомендовал эксплуатирующим организациям принять поэтапную практику приведения таких объектов в соответствие с требованиями ОПБ ОЯТЦ, основанную на результатах анализа соответствия проекта каждого объекта ЯТЦ и эксплуатационной документации установленным в ОПБ ЯТЦ требованиям. Результаты анализа правоприменительной практики, проведенного с участием эксплуатирующих организаций, позволили разработать в 2005 г. обновленную редакцию документа НП-016-05 «Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла (ОПБ ОЯТЦ)». Подтверждением правильности принятой в документе на тот момент системы требований служило их соответствие действовавшим в то время принципам и требованиям обеспечения безопасности, установленным в документах МАГАТЭ для ядерных установок, прежде всего АС [18].

На основе выполненного анализа причин аварии на АЭС «Фукусима-Дайичи» были обновлены документы МАГАТЭ [19], что требует внесения ряда существенных изменений в НП-016-05 [20]. Отдельные изменения в документ были внесены в 2014 г. в части, касающейся обращения с радиоактивными отходами (РАО) и обеспечения пожаро-взрывобезопасности технологических процессов объектов ЯТЦ [21].

Положения разработанных и введенных в действие в 2003 г. НП-035-02 «Пункты сухого хранения отработавшего ядерного топлива» [17] во многом определили проектные решения по обеспечению высокого уровня безопасности пунктов сухого хранения отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) АС с реакторами ВВЭР-1000 и РБМК-1000, построенных в ФГУП «Горно-химический комбинат».

Важнейшим документом, разработанным и введенным в действие в 2005 г., были НП-063-05 «Правила ядерной безопасности для объектов ядерного топливного цикла» [17], в которых установлены требования по обеспечению ядерной безопасности, реализуемые при проектировании, сооружении, вводе в эксплуатацию, эксплуатации и при выводе из эксплуатации ядерных установок и пунктов хранения ЯМ, а также требования к методам и средствам контроля параметров ядерной безопасности.

Одним из важных этапов формирования нормативной основы регулирования безопасности объектов ЯТЦ явилась разработка НП-098-17 «Установки по производству плутонийсодержащего ядерного топлива. Требования безопасности» [17], которые установили требования к обеспечению безопасности соответствующих опытных и промышленных ядерных установок.

В настоящее время регулирующая основа безопасности объектов ЯТЦ включает комплекс документов, регламентирующих многие аспекты обеспечения безопасности различных объектов ЯТЦ при их проектировании, размещении, сооружении, вводе в эксплуатацию, эксплуатации и выводе из эксплуатации, включая требования к обоснованию возможности продления назначенного срока эксплуатации объектов, обеспечению безопасности при обращении с РАО, требования к плану мероприятий по защите персонала в случае аварии, программе обеспечения качества, порядку расследования и учета нарушений в работе объектов, учету и контролю ЯМ, РВ и РАО, физической защите, а также требования к отчету по обоснованию безопасности объектов ЯТЦ, к обеспечению безопасности при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с плутонийсодержащими материалами на объектах ЯТЦ и др. [17].

Вместе с тем необходимо отметить, что опыт эксплуатации объектов ЯТЦ, развитие технологий обращения с ОЯТ, вовлечение в топливный цикл новых топливных композиций и материалов требует системной работы по актуализации соответствующих ФНП.

Действующие в настоящее время РБ содержат различные рекомендации по выполнению требований по обеспечению безопасности объектов ЯТЦ, в том числе рекомендации по подбору, подготовке, поддержанию и повышению квалификации оперативного персонала объектов ЯТЦ, оценке культуры безопасности, оценке и прогнозированию радиационных последствий аварий на объектах ЯТЦ, оценке текущего уровня безопасности объектов ЯТЦ, разработке вероятностного анализа безопасности для хранилищ ОЯТ, обеспечению пожаровзрывобезопасности технологических процессов с применением пиррофорных материалов, оценке взрывопожароопасности сорбционных систем при переработке ОЯТ, проведению комплексного инженерного и радиационного обследования, обоснованию выбора варианта вывода из эксплуатации и др. [17].

Регулирующая основа обеспечения безопасности исследовательских ядерных установок

В 1987 г. основными документами, регламентирующими безопасность исследовательских ядерных установок (ИЯУ), являлись Правила ядерной безопасности подкритических стенов (ПКС) (ПБЯ-01-75), критических стенов (КС) (ПБЯ-02-78), исследовательских реакторов (ИР) (ПБЯ-03-75), импульсных исследовательских реакторов (ИИР) (ПБЯ-05-77). В конце 80-х и в течение первой половины 90-х гг. безопасность ИЯУ также регламентировалась серией правил и норм атомной энергетики, распространяющихся на атомные энергетические установки, к которым относятся ИР. Среди таких документов можно назвать:

- ПНАЭ Г-7-008-89 «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок»;
- ПНАЭ Г-7-013-89 «Правила устройства и безопасной эксплуатации исполнительных механизмов органов воздействия на реактивность»;
- ПНАЭ Г-7-009-89 «Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения»;
- ПНАЭ Г-7-010-89 «Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля» и др.

Одними из первых документов в области обеспечения безопасности ИЯУ, утвержденных Госатомнадзором России и разработанных при научно-технической поддержке ФБУ «НТЦ ЯРБ», стали ОПБ ИР-94 «Общие положения обеспечения безопасности исследовательских реакторов» и руководящий документ РД 04-10-94 «Положение о порядке расследования и учета нарушений в работе исследовательских ядерных реакторов», устанавливающий порядок учета и расследования нарушений в работе ИЯУ.

В период 1998–2005 гг. серия правил ядерной безопасности, устанавливающих требования ядерной безопасности к ИЯУ в зависимости от их типа, была переработана в ФНП: НП-008-98 «Правила ядерной безопасности критических стенов», НП-009-98 «Правила ядерной безопасности исследовательских реакторов», НП-048-03 «Правила ядерной безопасности импульсных исследовательских ядерных реакторов» и НП-059-05 «Правила ядерной безопасности подкритических стенов ПБЯ ПКС-2005» [17], устанавливающими требования к ядерной безопасности КС, ИР, ПКС и ИИР, соответственно. В 2001 г. взамен ОПБ ИР-94

были разработаны НП-033-01 «Общие положения обеспечения безопасности ИЯУ», а также НП-027-01 «Положение о порядке расследования и учета нарушений в работе ИЯУ» взамен РД 04-10-94.

Кроме упомянутых документов следует также отметить такие документы, как НП-028-01 «Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации исследовательских ядерных установок», НП-049-03 «Требования к содержанию отчета по обоснованию безопасности исследовательских ядерных установок» и НП-075-06 «Требования к содержанию плана мероприятий по защите персонала в случае аварии на исследовательских ядерных установках».

В ходе разработки проектов ФНП в период 2010–2020 гг. были учтены рекомендации миссий МАГАТЭ, уроки, извлеченные из аварии на АЭС «Фукусима-Дайичи». Впервые были разработаны такие документы, как НП-092-14 «Периодическая оценка безопасности исследовательских ядерных установок» и НП-106-19 «Положение о порядке объявления аварийной обстановки, оперативной передачи информации в случаях радиационно опасных ситуаций на исследовательских ядерных установках» [17]. В 2017 г. были существенно переработаны НП-049-03 «Требования к содержанию отчета по обоснованию безопасности исследовательских ядерных установок». В новом НП-049-17 требования были уточнены, систематизированы и гармонизированы с действовавшими ФНП и рекомендациями МАГАТЭ в зависимости от типа ИЯУ (ИР, КС, ПКС и подкритические электроядерные стэнды) и этапа жизненного цикла (размещение, сооружение, эксплуатация), а также категории потенциальной опасности.

В настоящее время сооружения и комплексы с экспериментальными и исследовательскими ядерными реакторами, критическими и подкритическими ядерными стэндами регулируются специальными требованиями 16 ФНП, для содействия соблюдению которых действуют 9 РБ [17].

На данный момент в ФБУ «НТЦ ЯРБ» также выполняются работы по созданию нормативной правовой основы обеспечения безопасности таких новых перспективных ОИАЭ, как жидкосолевые ядерные реакторы, а также термоядерные, гибридные и иные ядерные установки новых типов.

Действующие РБ содержат различные рекомендации по выполнению требований по обеспечению безопасности сооружений и комплексов с экспериментальными и исследовательскими ядерными реакторами, критическими и подкритическими ядерными стэндами, в том числе рекомендации

к содержанию годового отчета эксплуатирующей организации по оценке текущего состояния ядерной и радиационной безопасности ИЯУ, к разработке вероятностного анализа безопасности для исследовательских ядерных реакторов, к содержанию общей программы комплексного обследования ИЯУ и отчета по результатам комплексного обследования ИЯУ, по проведению эксплуатирующими организациями самооценки текущего состояния ядерной и радиационной безопасности ИЯУ и др. [17].

Регулирующая основа обеспечения безопасности судов и иных плавсредств с ядерными реакторами

Первым документом, регламентирующим обеспечение безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами, разработанным Госатомнадзором России при научно-технической поддержке ФБУ «НТЦ ЯРБ», были НП-022-2000 «Общие положения обеспечения безопасности ядерных энергетических установок судов». При его разработке использовались проверенные многолетней практикой и отраженные в ОПБ-88/97 требования к обеспечению безопасности АС с учетом специфики и различий, характерных для ядерных энергетических установок судов (ЯЭУ судов).

Важнейшим документом, разработанным в 2001 г. взамен ПБЯ-08-81 «Правила ядерной безопасности судовых атомных энергетических установок», были НП-029-01 «Правила ядерной безопасности ядерных энергетических установок судов», в которых установлены требования обеспечения ядерной безопасности, реализуемые при проектировании, сооружении, вводе в эксплуатацию, эксплуатации и при выводе из эксплуатации ЯЭУ судов, и регламентированы требования к обеспечению ядерной безопасности оборудования и систем ЯЭУ судов.

Необходимость переработки НП-022-2000 и НП-029-01 появилась с целью учета особенностей регулирования ядерной и радиационной безопасности нового ОИАЭ – проектируемого плавучего энергоблока «Академик Ломоносов» (ПЭБ «Академик Ломоносов»). В 2017 г. были введены в действие НП-022-17 «Общие положения обеспечения безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами» и НП-029-17 «Правила ядерной безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами» [17].

В 2020 г. впервые были разработаны и введены в действие НП-109-20 «Общие положения обеспечения безопасности судов атомно-технологического обслуживания» [17], устанавливающие цели, критерии

и принципы ядерной и радиационной безопасности для судов атомно-технологического обслуживания (суда АТО), а также общие требования к техническим и организационным мерам, направленным на достижение безопасности таких ОИАЭ.

При регулировании ядерной и радиационной безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами и судов АТО применяются также ФНП [17]:

- НП-054-04 «Нормы расчета на прочность элементов оборудования и трубопроводов судовых атомных паропроизводящих установок с водородными реакторами»;
- НП-062-05 «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и изделий реакторных установок с водным теплоносителем плавучих атомных станций»;
- НП-079-18 «Требования к планированию мероприятий по действиям и защите персонала при ядерных и радиационных авариях на судах и других плавсредствах с ядерными реакторами»;
- НП-088-11 «Положение о порядке расследования и учета нарушений в работе судов с ядерными установками и радиационными источниками».

Действующие в настоящее время РБ содержат различные рекомендации по выполнению требований по обеспечению безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами и радиационными источниками (РИ), в том числе рекомендации по обеспечению безопасности при обращении с РАО на судах и других плавсредствах с ядерными реакторами и судах АТО, по составу и содержанию программы вывода из эксплуатации судов и иных плавсредств с ядерными реакторами и судов АТО, по составу и содержанию отчетов по комплексному обследованию судов и других плавсредств с ядерными реакторами и судов АТО и др. [17].

В целом сформированная в настоящее время регулирующая основа безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами и судов АТО включает полный комплекс документов, регламентирующих различные аспекты обеспечения их безопасности. Вместе с тем часть документов (НП-088-11, НП-054-04, НП-062-05 [17]) требуют актуализации с целью учета их правоприменительной практики, изменений законодательства Российской Федерации в области использования атомной энергии, а также достигнутого уровня науки, техники и производства.

Регулирующая основа безопасности радиационных источников

Разнообразные РИ, широко применяемые в Российской Федерации в различных сферах деятельности, включают в себя как используемые в медицинских учреждениях гамма-терапевтические установки и радиофармпрепараты, так и применяемые в промышленности переносные гамма-дефектоскопы, приборы технологического контроля (гамма-уровнемеры, плотномеры, расходомеры, толщиномеры, нейтрализаторы статического электричества, сигнализаторы обледенения, скважинные геофизические приборы и датчики дозиметрической аппаратуры с встроенными калибровочными источниками), мощные облучательные технологические гамма-установки. РИ являются самой многочисленной категорией ОИАЭ. В ряде случаев в эту категорию включают разнообразные ОИАЭ (комплексы, установки, сооружения), в которых содержатся РВ, но не используются ЯМ. Цели, основные принципы, критерии и требования обеспечения безопасности, соблюдение которых обязательно при проектировании (конструировании), размещении, сооружении (изготовлении), вводе в эксплуатацию, эксплуатации и выводе из эксплуатации РИ, установлены в НП-038-16 «Общие положения обеспечения безопасности радиационных источников» [17].

Радиационное воздействие РИ на человека и окружающую среду определяется уровнем активности и потенциальной радиационной опасностью радионуклидов, содержащихся в составе РИ, а также конструктивными особенностями РИ. С целью обеспечения дифференцированного подхода к обеспечению безопасности РИ, содержащих закрытые радионуклидные источники (ЗРИ), принято учитывать их потенциальную радиационную опасность. Для ЗРИ установлены пять категорий радиационной опасности: от чрезвычайно опасных ЗРИ (категория 1) до ЗРИ, опасность которых очень маловероятна (категория 5). При этом для организации, использующей в своей работе только ЗРИ класса 4 и 5, не требуется ее признание эксплуатирующей. Для РИ, содержащих открытые радионуклидные источники (ОРИ, то есть РВ, не зафиксированные в определенном объеме), также применяется дифференцированный подход, основанный на практике разделения таких источников на три класса в зависимости от группы радиационной опасности радионуклида и его активности на рабочем месте.

Порядок передачи сообщений о нарушениях при эксплуатации и выводе из эксплуатации РИ, а также порядок их расследования и учета установлен в НП-014-16 «Правила расследования и учета нарушений при эксплуатации и выводе из эксплуатации радиационных источников, пунктов хранения радиоактивных веществ и радиоактивных отходов и обращении с радиоактивными веществами и радиоактивными отходами» [17].

В целях содействия соблюдению отдельных требований НП-038-16 разработаны следующие РБ: РБ-054-20 «Рекомендации по составу и содержанию отчета о состоянии радиационной безопасности в организациях, использующих радионуклидные источники» и РБ-064-20 «Рекомендации по составу и содержанию отчета по обоснованию безопасности радиационных источников» [17].

В целях методической помощи должностным лицам, специалистам Ростехнадзора и ФБУ «НТЦ ЯРБ» разработаны Методические рекомендации по организации и проведению проверок (инспекций) в организациях, эксплуатирующих геофизическое оборудование, радиоизотопные приборы, гамма-терапевтические аппараты и гамма-дефектоскопы [17].

Регулирующая основа обеспечения безопасности транспортирования радиоактивных материалов

Неотъемлемой частью любой деятельности в области использования атомной энергии является транспортирование радиоактивных материалов (РМ), в том числе ОЯТ энергетических и исследовательских ядерных реакторов, РАО и различных РИ.

Одними из первых НД, устанавливающих требования безопасности при транспортировании РМ, являлись разработанные в СССР ПБТРВ-73 «Правила безопасности при транспортировании радиоактивных веществ» и ОПБЗ-83 «Основные правила безопасности и физической защиты при перевозке ядерных материалов». Они применялись в Российской Федерации вплоть до 2004 г., когда были разработаны и утверждены НП-053-04 «Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов». Положения НП-053-04 учитывали новый международный опыт, отраженный в положениях правил МАГАТЭ TS-R-1 «Правила безопасной перевозки радиоактивных материалов, издание 1996 г. (пересмотренное)», утвержденных в 2000 г. (на данный момент действуют правила МАГАТЭ SSR-6 (Rev. 1) «Правила безопасной перевозки радиоактивных материалов», издание 2018 г.» [19]). В частности, была в значительной мере пересмотрена и расширена классификация упаковок (добавлены

промышленные упаковки и упаковки типа «С»), обновлены требования к испытаниям, а также внесен ряд других существенных изменений.

Очередной пересмотр требований безопасности транспортирования РМ завершился в 2016 г. утверждением НП-053-16 «Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов» [17], действующих в настоящее время. Основой для данного документа являлись правила МАГАТЭ SSR-6, издание 2012 г. (заменен на SSR-6 (Rev. 1) [19]).

Основной особенностью НП-053-16 является широкое применение дифференцированного подхода, выраженного в установлении различных требований безопасности, в зависимости от характеристик радиоактивного содержимого и используемых упаковок. При увеличении опасных свойств радиоактивного содержимого ужесточаются требования к конструкции упаковки, ее испытаниям и эксплуатации. Кроме того, в НП-053-16 установлены требования по обеспечению сертификации упаковок и РМ, а также общие требования по обеспечению аварийной готовности.

Иллюстративно эволюция развития правил безопасности при транспортировании РМ показана на рис. 1.

Вместе с тем НП-053-16 не является единственным документом в области обеспечения безопасности при транспортировании РМ. Так, положения НП-053-16 в части обеспечения аварийной готовности более подробно установлены в НП-074-06 «Требования к планированию и обеспечению готовности к ликвидации последствий аварий при транспортировании ядерных материалов и радиоактивных веществ» [17].

В целях содействия соблюдению требований НП-053-16 разработан ряд РБ, которые устанавливают рекомендации по обоснованию безопасности деятельности по транспортированию, в том числе по разработке программ обеспечения качества при транспортировании РМ, по составу и содержанию программы радиационной защиты при транспортировании РМ, по составу и содержанию отчета по обоснованию безопасности при обращении с ЯМ, РВ и РАО при их транспортировании [17].

Кроме того, в 2019 г. в ФБУ «НТЦ ЯРБ» были разработаны Справочные материалы к НП-053-16 [22], которые содержат детальные разъяснения требований, установленных в НП-053-16. Структура российских НД, регламентирующих вопросы безопасности при транспортировании РМ, их соответствие международным документам (ООН и МАГАТЭ), проиллюстрирована на рис. 2.

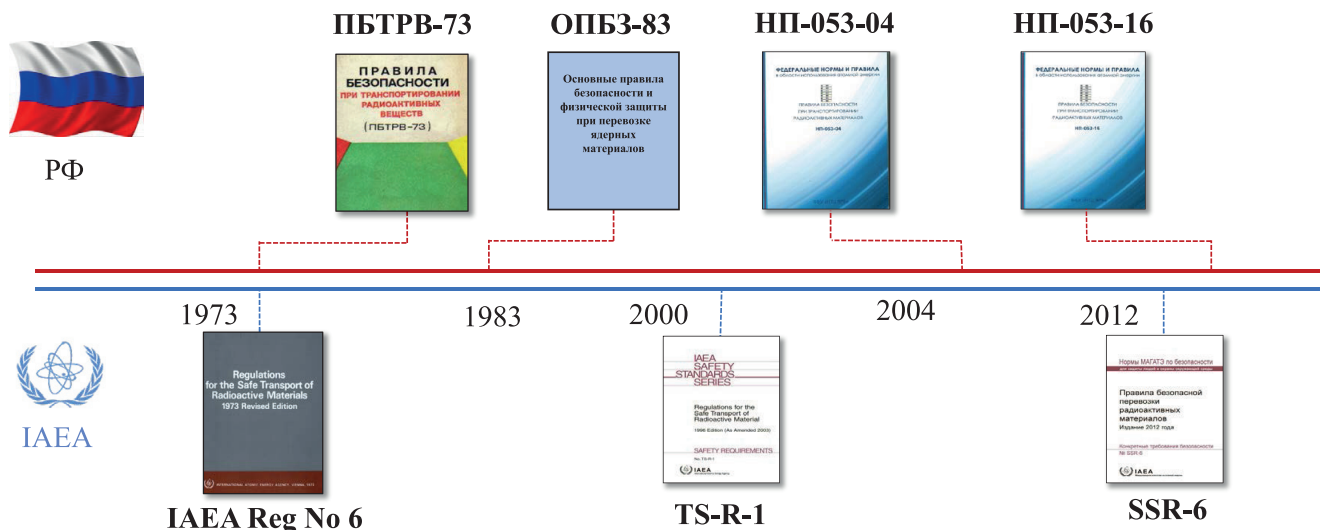


Рис. 1. Эволюция развития правил безопасности при транспортировании радиоактивных материалов [Fig. 1. Evolution of development of regulations for the safe transport of radioactive material]

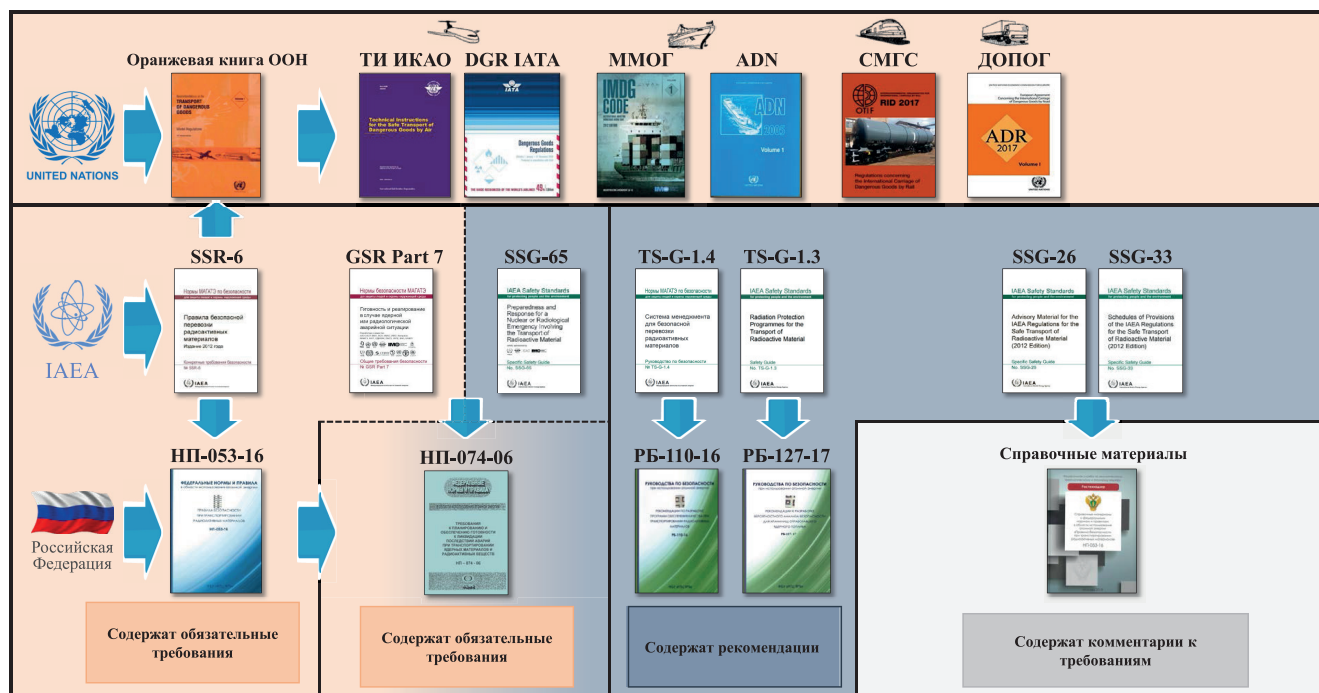


Рис. 2. Иллюстрация структуры нормативных документов в области безопасности транспортирования радиоактивных материалов [Fig. 2. Illustration of the structure of regulatory documents in the field of safe transport of radioactive material]

Необходимо отметить, что, несмотря на полноту и эффективность сформированной нормативной правовой базы в области безопасности транспортирования РМ, существует потребность в ее систематическом пересмотре и актуализации. Так, в 2018 г. проведен плановый пересмотр правил МАГАТЭ SSR-6 [19], по результатам которого некоторые положения претерпели существенные изменения, что требует соответствующего пересмотра НП-053-16 [22]. Подробный анализ данных изменений, их влияние на безопасность перевозок представлены в работе [23].

Регулирующая основа физической ядерной безопасности

Понятие «физическая ядерная безопасность», употребляемое в Российской Федерации в контексте глобальной безопасности [24], практически не используется в отечественных НД. Тем не менее концепция физической ядерной безопасности в полной мере реализована у нас посредством механизмов государственного управления использованием атомной энергии и государственного

регулирования безопасности при использовании атомной энергии. В первую очередь это относится к вопросам физической защиты, учета и контроля. Законодательно установлено, что физическая защита, учет и контроль являются самостоятельными видами деятельности в области использования атомной энергии и имеют в своей основе систему ФНП. Такие ФНП охватывают следующие тематические направления [17]:

- физическая защита ЯМ и ядерных установок на стационарных ядерных объектах и при транспортировании;
- физическая защита судов с ЯЭУ, включая ПЭБ;
- физическая защита РВ, РИ и РАО на радиационно опасных объектах;
- физическая защита РВ, РИ и РАО при транспортировании;
- учет и контроль ЯМ в системе учета и контроля ЯМ, учет и контроль РВ в системе учета и контроля РВ;
- обеспечение непрерывности учета и контроля ЯМ и РВ в зоне сопряжения указанных систем учета и контроля.

ФНП в области физической защиты, учета и контроля следуют основным принципам, заложенным в концепции физической ядерной безопасности [25]:

- оценка угрозы и использование ее характеристик в качестве проектной основы для построения систем физической защиты;
- дифференцированный подход в установлении категорий опасности и уровней мер физической защиты, учета и контроля;
- глубокоэшелонированная защита;
- культура безопасности;
- готовность к действиям в чрезвычайных ситуациях и др.

Система ФНП подкреплена набором РБ, разъясняющих наиболее сложные в методическом отношении вопросы, такие как анализ уязвимости, проведение и интерпретация результатов оценки эффективности систем физической защиты, методики проведения физической инвентаризации, категорирование последствий несанкционированных действий [17].

ФНП в сфере физической ядерной безопасности определяют фундамент всего регуляторного процесса физической безопасности, обеспечивают необходимую связь и непротиворечивость мер физической безопасности и ядерной и радиационной безопасности и в конечном счете играют определяющую роль в снижении до приемлемых

уровней рисков злонамеренных действий в отношении ядерного или радиационного объекта [26, 27].

К настоящему времени Ростехнадзором при научно-технической поддержке ФБУ «НТЦ ЯРБ» создана современная нормативная база, регламентирующая физическую защиту ядерных установок, РИ пунктов хранения, ЯМ и РВ, а также учет и контроль ЯМ и РВ. Разработана система РБ по методическим вопросам физической защиты, а также учета и контроля [17].

Совершенствование нормативной базы в сфере физической безопасности является одной из стратегических задач Ростехнадзора и ФБУ «НТЦ ЯРБ» и включает работы по следующим направлениям:

- выработка сбалансированного регулирующего подхода, основанного на оценке угрозы, учитывающего изменения в среде угроз и развитие технологий, привлекательных для потенциальных нарушителей, ориентирующего лицензиата на самостоятельный выбор оптимальных вариантов построения систем физической безопасности и обязывающий его предоставлять исчерпывающие обоснования достаточности предпринимаемых мер;
- всесторонний анализ и учет современных тенденций и передового опыта в развитии и построении нормативной базы, в первую очередь рекомендаций МАГАТЭ, а также опыта использования рекомендаций МАГАТЭ в практике национальных регуляторов [28], более полное «перенесение» требований технического и технологического характера на стандарты, придание стандартам статуса обязательных путем ссылок на них в ФНП;
- обеспечение в ФНП интерфейса физической безопасности и ядерной и радиационной безопасности, а также интерфейса требований физической безопасности, устанавливаемых Ростехнадзором, с нормативными требованиями иных компетентных организаций по вопросам, смежным с физической безопасностью, таким, например, как вопросы компьютерной безопасности [29] и вопросы технического оснащения средствами охраны;
- совершенствование структуры и содержания ФНП в поддержку развития методологии экспертной оценки обосновывающих материалов, включая развитие методов моделирования и методологии оценки текущей физической безопасности поднадзорных объектов по результатам надзора и самооценок поднадзорных организаций;
- продолжение работ по установлению критериев эффективности систем физической безопасности и совершенствованию методов анализа

и интерпретации результатов оценки эффективности систем физической защиты [30], впоследствии систем учета и контроля.

Регулирующая основа безопасности вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии

К настоящему времени разработана и поддерживается в актуальном состоянии структурированная система НД, которая охватывает все аспекты обеспечения безопасности при планировании, подготовке к выводу из эксплуатации и выводе из эксплуатации для всех ОИАЭ, состоящая из 13 ФНП и 16 РБ [17]. Основным документом, регламентирующим принципиальные положения по обеспечению безопасности при выводе из эксплуатации, является НП-091-14 «Обеспечение безопасности при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии. Общие положения». Специфические общие требования к выводу из эксплуатации содержатся в отдельных разделах ФНП, устанавливающих общие положения по обеспечению безопасности ОИАЭ (например: НП-001-15, НП-016-05), а также в ФНП, регламентирующих безопасность вывода из эксплуатации конкретных ОИАЭ (например: НП-007-17, НП-097-16) [17].

Действующие 16 РБ содержат рекомендации по планированию вывода из эксплуатации, выбору варианта вывода из эксплуатации и его обоснование, проведению комплексного инженерного и радиационного обследования и другие [17].

Регулирующая основа безопасности при выводе из эксплуатации ОИАЭ разработана с учетом рекомендуемого МАГАТЭ и Агентством по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития (АЯЭ ОЭСР) «сквозного» подхода к планированию вывода из эксплуатации, последовательно осуществляемого со стадий размещения и сооружения ОИАЭ и окончательно реализуемого на завершающих этапах эксплуатации ОИАЭ.

Дальнейшее развитие регулирующей основы планируется направить на совершенствование подходов к регулированию безопасности при выводе из эксплуатации объектов «ядерного наследия» с учетом их специфики, установление требований к составу и содержанию разделов проектной документации вывода из эксплуатации ОИАЭ, учет рисков при планировании вывода из эксплуатации ОИАЭ.

Регулирующая основа безопасности обращения с радиоактивными отходами

К выполнению работ по созданию нормативной основы регулирования безопасности при обращении с РАО Госатомнадзор России приступил совместно с другими ведомствами и ведущими организациями атомной отрасли в 1996 г. в рамках федеральной целевой программы «Обращение с радиоактивными отходами и отработавшими ядерными материалами, их утилизация и захоронение на 1996–2005 годы». В рамках создания концепции нормативного регулирования была разработана методология формирования структуры НД, сформулированы принципы формирования системы НД с использованием методов системного анализа и разработана ее структура, установлены основные требования к НД и их содержанию.

Разработанная методология легла в основу Концепции формирования структуры системы НД, регламентирующей обеспечение безопасности при обращении с радиоактивными отходами (Концепция), утвержденной постановлениями Госатомнадзора России от 05.11.1997 № 8 и Минздрава России от 05.01.1998 № 2. В Концепции предусматривалась разработка десяти ФНП, устанавливающих требования безопасности для всех основных этапов обращения с РАО от их образования до захоронения. Кроме того, предусматривалась разработка ряда РБ, в том числе восьми РБ, затрагивающих вопросы обращения с РАО для различных категорий ОИАЭ. Важно отметить, что в Концепции была предусмотрена необходимость установления критериев приемлемости РАО для захоронения, что в дальнейшем было закреплено на законодательном уровне. Большинство предусмотренных в Концепции НД было разработано и введено в действие в начале 2000-х гг. [31, 32].

Вступление в силу Федерального закона № 190-ФЗ [33], утверждение соответствующих подзаконных нормативных правовых актов в области использования атомной энергии и планов по созданию в Российской Федерации Единой государственной системы обращения с РАО, а также выполнение практических работ по ликвидации «ядерного наследия», накопленного в Российской Федерации, потребовали совершенствования нормативной основы регулирования безопасности при обращении с РАО.

В связи с этим в 2014–2015 гг. были актуализированы все ранее разработанные ФНП, регламентирующие безопасность при обращении с РАО.

При этом были системно учтены положения Федерального закона № 190-ФЗ [33], а также соответствующих подзаконных нормативных правовых актов, в том числе по классификации РАО в целях захоронения. Кроме того, были разработаны новые ФНП, регламентирующие установление критериев приемлемости РАО для захоронения, требования по обеспечению безопасности при обращении с особыми (неудаляемыми) РАО, включая требования к обеспечению безопасности пунктов размещения особых РАО и пунктов консервации особых РАО, а также требования к обоснованию безопасности пунктов хранения и пунктов захоронения твердых РАО [17].

К настоящему времени разработана и поддерживается в актуальном состоянии структурированная система НД, которая охватывает большинство аспектов обеспечения безопасности при обращении с РАО на ОИАЭ, включающая 18 ФНП и 20 РБ [17].

Действующие РБ содержат рекомендации по выполнению требований, установленных в ФНП, включая рекомендации по обоснованию безопасности пунктов глубинного захоронения жидких РАО, выполнению оценки безопасности при обращении с РАО, в том числе оценки долговременной безопасности пунктов захоронения РАО, рекомендации по разработке критериев приемлемости РАО для захоронения при проектировании пунктов захоронения РАО, порядку, объему, методам и средствам контроля РАО в целях подтверждения их соответствия критериям приемлемости для захоронения, формированию перечня радионуклидов, контролируемых в РАО, и применению метода радионуклидных соотношений для определения содержания сложнодетектируемых радионуклидов в РАО предприятий ЯТЦ, рекомендации по обеспечению безопасности при закрытии пунктов захоронения РАО, при выводе из эксплуатации (закрытии) хвостохранилищ, переводу пунктов размещения особых РАО в пункты консервации особых РАО и пункты захоронения РАО, разработке программ обеспечения качества при обращении с РАО [17].

В 2016 г. в ходе реализации государственной программы «Развитие промышленности и развитие ее конкурентоспособности» Президентом Российской Федерации был дан ряд поручений Правительству Российской Федерации, Госкорпорации «Росатом», Минпромторгу России, касающихся развития промышленности редких и редкоземельных металлов. В рамках выполнения

данных поручений особое внимание было уделено проблеме безопасного обращения с РАО от переработки редкометаллических руд планируемого к разработке Томторского месторождения, содержащих повышенные количества природных радионуклидов.

Проведенные в ФБУ «НТЦ ЯРБ» исследования показали схожесть отходов, полученных в результате добычи и переработки минерального и органического сырья, по химическому составу и удельным активностям содержащихся в них природных радионуклидов с отходами, полученными в результате добычи урановых руд, что позволило Госкорпорации «Росатом» и Ростехнадзору при активном участии специалистов ФБУ «НТЦ ЯРБ» разработать изменения в Федеральный закон № 190-ФЗ [34], вступившие в силу 21.12.2021, позволяющие размещение твердых РАО, образовавшихся при переработке редкометаллических руд, в пунктах хранения РАО, образовавшихся при добыче и переработке урановых руд, в ПАО «ППГХО». В настоящее время осуществляется внесение соответствующих изменений в серию ФНП, регулирующих обеспечение безопасности при обращении с РАО.

В ФБУ «НТЦ ЯРБ» проводится планомерная работа по поддержке Ростехнадзора в совершенствовании регулирующей основы по обеспечению безопасности при обращении с РАО, которая осуществляется с учетом положений международных нормативных правовых актов, ратифицированных Российской Федерацией, рекомендаций международных организаций в области использования атомной энергии, в работе которых принимает участие Российская Федерация.

Для дальнейшего совершенствования регулирующей основы безопасности при обращении с РАО и в связи с развитием новых методов кондиционирования РАО необходимо уточнить требования к переработке и кондиционированию РАО, в том числе в части, касающейся показателей качества получаемых компаундов и матриц.

Поскольку в перспективе планируется прекращение практики глубинного захоронения жидких РАО, своевременными являются разработка и установление требований безопасности к деятельности по закрытию пунктов глубинного захоронения жидких РАО, включая требования к используемым тампонажным материалам, а также к обеспечению мониторинга после закрытия данных пунктов захоронения.

Разработка руководств по безопасности при использовании атомной энергии

Наряду с перечисленными нормативными правовыми актами Ростехнадзор в соответствии с Федеральным законом № 170-ФЗ [3] разрабатывает, утверждает и вводит в действие РБ. При разработке РБ учитываются опыт применения ФНП, а также рекомендации международных организаций в области использования атомной энергии, в работе которых принимает участие Российская Федерация. В настоящее время действуют 139 РБ [17].

Осуществляется работа по поддержанию РБ в актуальном состоянии. За период с 2016 по 2021 гг. Ростехнадзором при научно-технической поддержке ФБУ «НТЦ ЯРБ» актуализировано более 90 РБ.

Необходимость систематического совершенствования РБ вызвана целым рядом факторов, в том числе:

- внесением изменений в ФНП и другие нормативные правовые акты Российской Федерации, затрагивающие вопросы использования атомной энергии;
- национальным и зарубежным опытом эксплуатации ОИАЭ с учетом выявленных нарушений, происшествий и аварий;
- развитием науки и техники, в том числе появлением новых материалов, методов и методик, совершенствованием технологий и технологических процессов.

Кроме того, РБ не реже чем один раз в пять лет после их утверждения подлежат анализу на соответствие их положений требованиям нормативных правовых актов Российской Федерации, а также рекомендациям международных организаций в области использования атомной энергии, в работе которых принимает участие Российская Федерация [35]. Данное требование нашло отражение в Стратегическом плане актуализации системы руководств по безопасности при использовании атомной энергии на период 2020–2025 гг. [36], которым предусмотрены мероприятия по анализу, пересмотру, внесению изменений и разработке РБ.

Регулирующая основа безопасности инновационных ядерных технологий

Развитие атомной энергетики и разработка инновационных ядерных технологий в Российской Федерации планируется и осуществляется на основании актов, принятых Президентом Российской Федерации и Правительством Российской Федерации [37–43].

Разработка и реализация новых реакторных технологий и установок, таких как реакторная установка на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем, малые модульные реакторы, высокотемпературные газоохлаждаемые реакторы, жидкосолевые реакторы с расплавами солей ЯМ, а также технологии термоядерного синтеза, связана с принципиально новыми проектными и конструкторскими решениями, применением новых конструкционных материалов.

Развитие термоядерных установок, в том числе гибридных систем и установок, предназначенных для исследования термоядерных реакций, а также сопутствующие их эксплуатации факторы опасности приводят к необходимости разработки новых подходов к нормативному регулированию безопасности. При этом в настоящий момент отсутствуют рекомендации международных организаций по подходам к регулированию безопасности установок термоядерного синтеза и экспериментальных установок для изучения термоядерных реакций. Кроме того, в действующей нормативной правовой базе Российской Федерации не в полной мере регламентированы вопросы обеспечения безопасности как существующих, так и перспективных термоядерных и гибридных систем [44].

В рамках федерального проекта «Разработка технологий управляемого термоядерного синтеза и инновационных плазменных технологий» Государственной программы Российской Федерации «Развитие атомного энергопромышленного комплекса» [42] предусмотрено развитие термоядерных и плазменных технологий для создания на их основе неисчерпаемых экологически чистых источников энергии, источников частиц и излучений различных назначений, мощных двигателей для космических аппаратов, инновационного оборудования для медицины, машиностроения, микроэлектроники и других наукоемких отраслей экономики. Необходимость разработки и реализации плана действий по совершенствованию и разработке НД актуальна для технологий в области термоядерной энергетики.

Для более эффективного использования природного урана на АС в мире реализуются проекты, направленные на организацию замкнутого ЯТЦ, в котором из ОЯТ извлекаются уран и плутоний для изготовления нового ядерного топлива. Российская Федерация удерживает в данном направлении лидирующие позиции за счет реализации Госкорпорацией «Росатом» ряда перспективных проектов, основным из которых является опытно-демонстрационный энергетический комплекс с реак-

тором со свинцовым теплоносителем БРЕСТ-ОД-300 в г. Северск Томской области. Специалистами АО «НИКИЭТ» и АО «Прорыв» совместно с Ростехнадзором и ФБУ «НТЦ ЯРБ» разработаны первоочередные НП-107-21 «Правила устройства и безопасной эксплуатации корпуса блока реакторного, оборудования, трубопроводов и внутрикорпусных устройств ядерной энергетической установки со свинцовым теплоносителем» и НП-108-21 «Требования к обоснованию прочности корпуса блока реакторного, оборудования, трубопроводов и внутрикорпусных устройств ядерной энергетической установки со свинцовым теплоносителем» [17].

Разрабатываются новые виды ядерного топлива, которые могут сохранять работоспособность в агрессивной среде свинцового теплоносителя. Госкорпорация «Росатом» также осваивает перспективные технологии производства ядерного топлива с использованием выделенного при переработке плутония (МОКС, РЕМИКС) и толерантного топлива, обладающего повышенными показателями надежности и сохранения целостности в случае аварий на АС.

Другим перспективным направлением развития технологий в области использования атомной энергии являются малые модульные реакторы, которые обладают более высокими показателями безопасности и надежности благодаря использованию пассивных систем безопасности и возможности сборки реакторной установки полностью в заводских условиях.

22 мая 2020 г. введены в эксплуатацию первые в мире малые модульные реакторы КЛТ-40С в составе ПЭБ «Академик Ломоносов». Это уникальный проект, основанный на российских атомных судовых технологиях, не имеющих аналогов в мире. Следует отметить, что успешная реализация проекта ПЭБ «Академик Ломоносов» обеспечена, в том числе, заблаговременной разработкой и утверждением в 2017–2018 гг. ряда ФНП [17], регламентирующих обеспечение безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами, на основании имеющегося уникального опыта регулирования безопасности судовых ядерных установок.

Следующим этапом в развитии технологий малых модульных реакторов является создание наземных АС малой мощности, которые наиболее актуальны для удаленных регионов Российской Федерации. Пилотный проект АС малой мощности на базе двух реакторов РИТМ-200 суммарной электрической мощностью 100 МВт планируется к сооружению в Якутии.

В настоящее время Ростехнадзор совместно с ФБУ «НТЦ ЯРБ» разрабатывает нормативную правовую базу с целью содействия созданию жидко-солевых реакторов, которые признаны на мировом уровне наиболее перспективным направлением развития реакторных технологий. В реакторах данного типа для получения энергии используется расплав ядерного топлива, отработавшего в других энергетических реакторах и непригодного к дальнейшему применению. Таким образом, реализация проектов с реакторами такого типа будет способствовать более эффективному использованию ядерного топлива, а также позволит решить ряд проблем переработки ОЯТ и получить дополнительную электроэнергию и высокопотенциальную тепловую энергию, которая в будущем может быть использована для эффективного производства водорода.

Следует отметить, что существуют также новые технологии в области использования атомной энергии, которые являются перспективными с точки зрения организации промышленного производства водорода, необходимого для развития водородной энергетики в Российской Федерации. К таким технологиям можно отнести как установки по производству водорода на действующих АС, так и технологии высокотемпературных реакторов с газовым охлаждением, которые в настоящее время не реализованы в Российской Федерации, но стремительно развиваются в Китае. При этом на сегодняшний день планы по совершенствованию нормативной правовой базы для реализации данных технологий не разработаны.

Разработка и реализация новых реакторных технологий, реакторных установок и новых видов ядерного топлива ставят перед Ростехнадзором новые задачи по нормативному регулированию, решение которых осуществляется, в том числе, с участием ФБУ «НТЦ ЯРБ».

Действующие требования по безопасности могут быть неприменимы в полной мере к перспективным технологиям в области использования атомной энергии и не учитывать специфические особенности и факторы опасности, свойственные инновационным реакторным технологиям.

Внесению изменений в НД должны предшествовать комплексные научно-исследовательские работы, включающие анализ технологических особенностей российских инновационных проектов, анализ международных подходов к регулированию и обеспечению безопасности аналогичных зарубежных проектов и оценку применимости и достаточности действующих НД к проектам, реализующим перспективные реакторные технологии.

Для оказания своевременной научно-технической поддержки Ростехнадзору специалистами ФБУ «НТЦ ЯРБ» проводятся комплексные научно-исследовательские работы, включая:

- анализ международной практики регулирования безопасности инновационных проектов;
- анализ особенностей зарубежных проектов, реализующих инновационные технологии;
- анализ имеющейся информации о перспективных российских технологиях, в том числе полученной в результате взаимодействия с проектировщиками;
- оценку применимости требований действующих НД к инновационным проектам;
- разработку предложений по внесению изменений в действующие и разработку новых нормативных правовых актов в области использования атомной энергии.

По результатам данной деятельности в ФБУ «НТЦ ЯРБ» совместно с проектными и конструкторскими организациями инновационных проектов разрабатываются проекты планов по совершенствованию нормативной правовой базы в области использования атомной энергии с целью учета особенностей перспективных технологий. Указанные планы разработаны по согласованию с Ростехнадзором, Госкорпорацией «Росатом» и другими организациями, задействованными в процессе реализации инновационных проектов в области использования атомной энергии. В настоящее время утверждены и реализуются следующие планы:

- План разработки (переработки, актуализации) и введения в действие нормативных документов, регламентирующих вопросы безопасности при реализации организациями Госкорпорации «Росатом» задачи по созданию реакторов на быстрых нейтронах с замкнутым ЯТЦ с установлением приоритетов и сроков их ввода в действие;
- Дорожная карта (план мероприятий) внесения изменений в ФНП и разработки документов по стандартизации по проекту АСММ с РУ РИТМ-200Н;
- План разработки (переработки, актуализации) нормативных документов, регламентирующих вопросы безопасности при проектировании, конструировании, изготовлении, испытаниях и эксплуатации тепловыделяющих сборок и их элементов ЯЭУ;
- План разработки (переработки, актуализации) нормативных документов, регламентирующих вопросы безопасности исследовательских ядерных установок с жидкосолевыми ядерными реакторами.

Заключение

Действующая в настоящее время регулирующая основа безопасности при использовании атомной энергии включает 105 ФНП [17], которые составляют регулирующую основу безопасности при использовании атомной энергии.

Существующая структура системы ФНП включает документы, устанавливающие основополагающие цели, принципы и общие требования по безопасности, а также документы, устанавливающие требования к размещению, проектированию (конструированию), эксплуатации и выводу из эксплуатации ОИАЭ, его систем и элементов, а также к физической защите ОИАЭ, учету и контролю ЯМ, РВ, РАО, обращению с РАО и транспортированию РМ.

Кроме того, по состоянию на текущий период действуют 139 РБ, структурированных по области распространения [17].

В целом количество и структура документов, регламентирующих безопасность в области использования атомной энергии, сопоставимо с количеством принятых документов МАГАТЭ [19]. Структура регулирующей основы безопасности при использовании атомной энергии построена аналогично принятой в настоящее время в МАГАТЭ [45].

Следует отметить, что в соответствии с принятыми Российской Федерацией конвенциями в области использования атомной энергии, перечень принятых МАГАТЭ документов и их состав не является догмой при принятии решений регулирующим органом о составе и перечне документов, регламентирующих безопасность при использовании атомной энергии. Вместе с тем участие на постоянной основе руководства Ростехнадзора в работе Комиссии по нормам безопасности МАГАТЭ, а также сотрудников ФБУ «НТЦ ЯРБ» практически во всех профильных комитетах по нормам безопасности МАГАТЭ позволяет не только отслеживать тенденции в развитии системы документов МАГАТЭ, но и принимать активное участие в разработке самих документов.

С целью учета опыта эксплуатации, международного опыта, новых достижений науки, техники и производства, опыта правоприменительной практики и изменений в законодательстве осуществляется периодический пересмотр и обновление НД в области использования атомной энергии, в том числе ФНП.

Так, в целях обеспечения поэтапного совершенствования нормативного правового регулирования в области использования атомной энергии весной 2021 г. в Ростехнадзоре был утвержден Стратегической план реализации Концепции совершенствования нормативно-правового регулирования безопасности и стандартизации в области использования атомной энергии на 2021–2031 гг. [46].

В ФБУ «НТЦ ЯРБ» проводится систематический анализ действующих ФНП с учетом результатов правоприменительной практики, уровня развития науки, техники и производства, а также рекомендаций документов МАГАТЭ. За период с 2016 по 2021 гг. проведен анализ порядка 50 ФНП, по результатам которого актуализировано около 45 документов. Дальнейшую актуализацию действующих и разработку новых ФНП целесообразно осуществлять с учетом следующих концептуальных подходов:

- однозначное определение области распространения устанавливаемых принципов, критериев и требований для исключения пробелов и дублирования регулирующих требований в ФНП;
- ограничение в составе ФНП требований к процедурам выполнения работ, относящихся к компетенции эксплуатирующей организации;
- реализация дифференцированного подхода по объему требований к объекту регулирования в зависимости от потенциальной опасности регламентируемого ОИАЭ;
- однозначная формулировка устанавливаемых требований: требования должны быть обоснованы, организационно и технически реализуемы, а их выполнение или несоблюдение возможно однозначно установить при проверке;
- постепенное исключение из состава ФНП частных требований к конструкции оборудования, трубопроводов по мере принятия национальных стандартов;
- применение единого унифицированного понятийного аппарата по типам ОИАЭ.

Термины и определения, применяемые в ФНП, являются важной составной частью НД, от их соответствия содержанию НД во многом зависит успешность его применения. Нельзя устанавливать термины

и определения в отрыве от НД. Это можно делать лишь в процессе их разработки. В 2004 г. в ФБУ «НТЦ ЯРБ» был издан глоссарий терминов и определений по ядерной и радиационной безопасности. В настоящее время актуальна его переработка с целью внесения новых терминов и определений, принятых за прошедший период с момента его издания.

Существующая регулирующая основа обеспечения безопасности с учетом необходимости ее поддержки и актуализации требует создания фонда ФНП – информационной системы мониторинга ФНП, обеспечивающей централизованный сбор, хранение, обработку и поиск данных, связанных с действующими ФНП, а также с организацией и ведением разработок проектов указанных актов (информационная система мониторинга ФНП).

При обеспечении государственного регулирования безопасности в области использования атомной энергии можно выделить несколько проблемных моментов:

- затруднена передача накопленного многолетнего опыта из поколения в поколение, поскольку полученные сведения не структурируются, располагаются в различных источниках, хранятся, в том числе, на бумажных носителях и нуждаются в систематизации (группировке по категориям и направлениям анализа);
- отсутствует единое информационное пространство, включающее всю совокупность данных, касающихся ФНП (в частности, проблем правоприменительной практики, результатов аналитических исследований), а также возможность оперативного доступа к нему (в том числе удаленного) широкого круга специалистов Ростехнадзора и атомной отрасли, включая быстрый поиск необходимых сведений.

Внедрение информационной системы мониторинга ФНП позволит решить ряд принципиальных задач, в том числе создать условия для выбора наиболее оптимальных вариантов решения вопросов, связанных с государственным регулированием безопасности в области использования атомной энергии, по результатам всестороннего анализа ФНП, проводимого в рамках систематической работы по актуализации обязательных требований.

Литература

1. О Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору: Постановление Правительства Российской Федерации от 30.07.2004 № 401.
2. Беззубцев В. С., Шарафутдинов Р. Б. О совершенствовании государственного регулирования ядерной и радиационной безопасности в условиях ускоренного развития атомной энергетики // Ядерная и радиационная безопасность. 2009. № 3 (53). С. 3–6.

3. Об использовании атомной энергии: Федер. закон от 21.11.1995 № 170-ФЗ.
4. Об утверждении Основ государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу: Указ Президента Российской Федерации от 13.10.2018 № 585.
5. К вопросу о применении дифференцированного (риск-ориентированного) подхода при регулировании безопасности в области использования атомной энергии. URL: <https://www.gosnadzor.ru/nuclear/K%20voprosu.pdf> (дата обращения: 17.06.2022).
6. Букринский А. М. Уроки нормирования ядерной и радиационной безопасности // Ядерная и радиационная безопасность. 2007. № 4 (46). С. 9–13.
7. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору: к 300-летию горного надзора России / под общ. ред. А. В. Алёшина. – М.: ЗАО «НТЦ ЯРБ». 2019. С. 229–250.
8. Гордон Б. Г., Калиберда И. В., Слуцкер В. П. О состоянии разработки федеральных норм и правил в области использования атомной энергии (по материалам коллегии Госатомнадзора России, состоявшейся 29 апреля 2002 г.) // Вестник Госатомнадзора. 2002. № 2 (21). С. 3–6.
9. Гордон Б. Г. О совершенствовании нормативных документов // Ядерная и радиационная безопасность. 2008. № 1 (47). С. 6–17.
10. Официальный сайт журнала «Ядерная и радиационная безопасность». URL: <https://nrs-journal.ru/> (дата обращения: 17.06.2022).
11. Официальный сайт Ростехнадзора. URL: <https://www.gosnadzor.ru/public/discussion/acts/> (дата обращения: 17.06.2022).
12. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях регулирования безопасности в области использования атомной энергии: Федер. закон от 30.11.2011 № 347-ФЗ.
13. Концепция совершенствования нормативного правового регулирования безопасности и стандартизации в области использования атомной энергии. URL: <https://www.gosnadzor.ru/nuclear/Концепция.doc> (дата обращения: 17.06.2022).
14. План реализации Концепции совершенствования нормативно-правового регулирования безопасности и стандартизации в области использования атомной энергии. URL: https://www.gosnadzor.ru/nuclear/План_реализации_Концепции.pdf (дата обращения: 17.06.2022).
15. Букринский А. М., Ланкин М. Ю., Шарафутдинов Р. Б., Мирошниченко М. И., Сидоренко В. А., Беркович В. М. О проекте обновленных Общих положений обеспечения безопасности АС // Ядерная и радиационная безопасность. 2015. № 1 (75). С. 8–11.
16. Беззубцев В. С., Хамаза А. А., Шарафутдинов Р. Б. Развитие нормативной базы, регламентирующей обеспечение безопасности в области использования атомной энергии // Ядерная и радиационная безопасность. 2013. № 3 (69). С. 3–10.
17. Перечень нормативных правовых актов и нормативных документов, относящихся к сфере деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. Раздел II «Государственное регулирование безопасности при использовании атомной энергии» (Перечень П-01-01-2021): утв. приказом Ростехнадзора от 04.02.2022 № 33.
18. Шарафутдинов Р. Б., Кислов А. И., Непейпиво М. А. О нормативном регулировании безопасности объектов ядерного топливного цикла // Ядерная и радиационная безопасность. 2008. № 4 (50). С. 21–23.
19. Официальный сайт МАГАТЭ. URL: <https://www.iaea.org/resources/safety-standards/search> (дата обращения: 17.06.2022).
20. Курындин А. В., Поляков Р. М., Позин А. В., Фелицын М. А., Шаповалов А. С., Шарафутдинов Р. Б. и др. Комплексный сравнительный анализ безопасности реализации открытого и замкнутого ядерных топливных циклов в Российской Федерации. Методология и результаты / Сер.: Труды НТЦ ЯРБ. – М.: ФБУ «НТЦ ЯРБ», 2021. – 59 с.: ил.
21. Соколов И. П., Шарафутдинов Р. Б. О системе требований федеральных норм и правил по предотвращению взрывоопасности объектов ядерного топливного цикла // Ядерная и радиационная безопасность. 2017. № 2 (84). С. 61–69.
22. Справочные материалы к федеральным нормам и правилам в области использования атомной энергии «Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов» (НП-053-16). – М.: ФБУ «НТЦ ЯРБ», 2019.

23. Курындин А. В., Киркин А. М., Синегрибов С. В., Новаков И. Г., Кислов А. И. О пересмотре норм безопасности МАГАТЭ «Правила безопасной перевозки радиоактивных материалов» SSR-6 // Ядерная и радиационная безопасность. 2020. № 2 (96). С. 3–9. DOI: 10.26277/SECNRS.2020.96.2.001.

24. Меморандум Российской Федерации о физической ядерной безопасности, 13 апреля 2010 г. URL: <http://www.kremlin.ru/supplement/520> (дата обращения: 17.06.2022).

25. Цель и основные элементы государственного режима физической ядерной безопасности, серия изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности, № 20. – МАГАТЭ, Вена, 2014.

26. Крупчатников Б. Н. О некоторых особенностях регулирования физической ядерной безопасности // Ядерная и радиационная безопасность. 2011. № 3 (61). С. 3–14.

27. Крупчатников Б. Н. О некоторых тенденциях регулирования физической ядерной безопасности // Ядерная и радиационная безопасность. 2018. № 1 (87). С. 3–9.

28. Крупчатников Б. Н. Об опыте комиссии по ядерному регулированию США в области кибербезопасности // Ядерная и радиационная безопасность. 2020. № 1 (95). С. 111–121.

29. Крупчатников Б. Н., Сазонов А. Д., Гареев М. Д. К вопросу об интерфейсе физической и компьютерной безопасности // Ядерная и радиационная безопасность. 2018. № 4 (90). С. 34–42.

30. Петровский Н. П., Пинчук Г. Н., Кузин В. В. Применение критериев эффективности в регулировании физической защиты объектов использования атомной энергии // Ядерная и радиационная безопасность. 2013. № 2 (68). С. 7–14.

31. Ковалев Е. Е., Хрущ В. Т., Чухин С. Г., Шарафутдинов Р. Б., Алпеев А. С. Концепция формирования структуры системы нормативных документов, регламентирующих обеспечение безопасности при обращении с радиоактивными отходами // Атомная энергия. 1998. № 4. Т. 84. Вып. 4. С. 369–378.

32. Шарафутдинов Р. Б. Системный подход к нормативному регулированию безопасности при обращении с радиоактивными отходами // Вестник Госатомнадзора России. 2002. № 1 (20). С. 19–32.

33. Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федер. закон от 11.07.2011 № 190-ФЗ.

34. О внесении изменения в статью 28 Федерального закона «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»: Федер. закон от 21.12.2021 № 421-ФЗ.

35. Об утверждении Правил подготовки руководств по безопасности при использовании атомной энергии в Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору: приказ Ростехнадзора от 25.06.2021 № 228.

36. Стратегический план актуализации системы руководств по безопасности при использовании атомной энергии на период 2020–2025 гг. Утвержден заместителем руководителя Ростехнадзора А. В. Ферапонтовым 25.12.2019. URL: https://www.gosnadzor.ru/nuclear/Стратегический_план_по_РБ.pdf (дата обращения: 17.06.2022).

37. Об утверждении Доктрины энергетической безопасности Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 13.05.2019 № 216.

38. О развитии техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии в Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 16.04.2020 № 270.

39. Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 09.06.2020 № 1523-р.

40. О Генеральной схеме размещения объектов электроэнергетики до 2035 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 09.06.2017 № 1209-р.

41. Об утверждении схемы территориального планирования Российской Федерации в области энергетики: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 01.08.2016 № 1634-р.

42. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие атомного энергопромышленного комплекса»: Постановление Правительства Российской Федерации от 02.06.2014 № 506-12.

43. О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года: Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2020 № 645.

44. Шарафутдинов Р. Б., Курындин А. В., Киркин А. М., Синегрибов С. В., Картова А. М. О необходимости совершенствования нормативной правовой базы в области использования атомной энергии

для регулирования безопасности термоядерных установок // Ядерная и радиационная безопасность. 2021. № 3 (101) – С. 5–15. DOI: 10.26277/SECNRS.2021.101.3.001.

45. Официальный сайт МАГАТЭ. URL: <http://ns-files.iaea.org/standards/safety-standards-wheel-poster.pdf> (дата обращения: 17.06.2022).

46. Стратегический план реализации концепции совершенствования нормативно-правового регулирования безопасности и стандартизации в области использования атомной энергии на 2021–2031 гг.: утв. заместителем руководителя Ростехнадзора А. В. Ферапонтовым 12.03.2021. URL: https://www.gosnadzor.ru/nuclear/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9%20%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%A4%D0%9D%D0%9F__.pdf (дата обращения: 17.06.2022).

References

1. Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii № 401 “O Federal'noi sluzhbe po ehkologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru” [Decree of the Government of the Russian Federation no. 401 “On the Federal environmental, industrial and nuclear supervision service of Russia”]. 2004.

2. Bezzubtsev V. S., Sharafutdinov R. B. O sovershenstvovanii gosudarstvennogo regulirovaniya yadernoi i radiatsionnoi bezopasnosti v usloviyakh uskorennoy razvitiya atomnoi ehnergetiki [About improvement of the state regulation of nuclear and radiation safety in conditions of accelerated nuclear power development]. *Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost'* – Nuclear and Radiation Safety, 2009, no. 3 (53), pp. 3–6 [in Russian].

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

4. Ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii № 585 “Ob utverzhdenii Osnov gosudarstvennoi politiki v oblasti obespecheniya yadernoi i radiatsionnoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii na period do 2025 goda i dal'neishuyu perspektivu” [Edict of the President of the Russian Federation no. 585 “About approval of the State policy framework of the Russian Federation for nuclear and radiation safety until 2025 and beyond”]. 2018.

5. K voprosu o primeneni differentsirovannogo (risk-orientirovannogo) podkhoda pri regulirovanii bezopasnosti v oblasti ispol'zovaniya atomnoi ehnergii [To the issue of adoption of the graded (risk-oriented) approach in regulation of safety in atomic energy use]. URL: <https://www.gosnadzor.ru/nuclear/K%20voprosu.pdf> (reference date: 17.06.2022).

6. Bukrinskiy A. M. Uroki normirovaniya yadernoi i radiatsionnoi bezopasnosti [Lessons for standardization of nuclear and radiation safety]. *Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost'* – Nuclear and Radiation Safety, 2007, no. 4 (46), pp. 9–13 [in Russian].

7. Aleshin A. V. (2019). Federal'naya sluzhba po ehkologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru: k 300-letiyu gornogo nadzora Rossii [Federal environmental, industrial and nuclear supervision service of Russia: to the 300-year anniversary of the mining supervision of Russia]. Moscow: ZAO «NTTS PB» [in Russian].

8. Gordon B. G., Kaliberda I. V., Slutsker V. P. O sostoyanii razrabotki federal'nykh norm i pravil v oblasti ispol'zovaniya atomnoi ehnergii (po materialam kollegii Gosatomnadzora Rossii, sostoyavsheysya 29 aprelya 2002 g.) [About status of development of the federal safety regulations and rules in the field of atomic energy use (based on the materials of Boards of Gosatomnadzor of Russia held on April 29, 2002)]. *Vestnik Gosatomnadzora – Vestnik of Gosatomnadzor of Russia*, 2002, no. 2 (21), pp. 3–6 [in Russian].

9. Gordon B. G. O sovershenstvovanii normativnykh dokumentov [About Improvement of Regulatory Documents]. *Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost'* – Nuclear and Radiation Safety, 2008, no. 1 (47), pp. 6–17 [in Russian].

10. Ofitsial'nyi sait zhurnala “Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost'” [Official website of “Nuclear and Radiation Safety Journal”]. URL: <https://nrs-journal.ru/> (reference date: 17.06.2022).

11. Ofitsial'nyi sait Rostekhnadzora [Official website of Rostekhnadzor]. URL: <https://www.gosnadzor.ru/public/discussion/acts/> (reference date: 17.06.2022).

12. Federal'nyi zakon № 347-FZ “O vnesenii izmenenii v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiiskoi Federatsii v tselyakh regulirovaniya bezopasnosti v oblasti ispol'zovaniya atomnoi ehnergii” [Federal law no. 347-FZ

“On amendments to certain legislative acts of the Russian Federation for the purposes of regulation of safety in the use of atomic energy”]. 2011.

13. Kontseptsiya sovershenstvovaniya normativnogo pravovogo regulirovaniya bezopasnosti i standartizatsii v oblasti ispol'zovaniya atomnoi ehnergii [Concept of improvement of safety and standardization regulatory environment in the use of atomic energy]. URL: <https://www.gosnadzor.ru/nuclear/Концепция.doc> (reference date: 17.06.2022).

14. Plan realizatsii Kontseptsii sovershenstvovaniya normativno-pravovogo regulirovaniya bezopasnosti i standartizatsii v oblasti ispol'zovaniya atomnoi ehnergii [Implementation plan of the Concept of improvement of safety and standardization regulatory environment in the use of atomic energy]. URL: <https://www.gosnadzor.ru/nuclear/План реализации Концепции.pdf> (reference date: 17.06.2022).

15. Bukrinskiy A. M., Lankin M. Yu., Sharafutdinov R. B., Miroschnichenko M. I., Sidorenko V. A., Berkovich V. M. O proekte obnovlennykh Obshchikh polozhenii obespecheniya bezopasnosti AS [About the draft of updated “General safety provisions for NPPs”]. *Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety*, 2015, no. 1 (75), pp. 8–11 [in Russian].

16. Bezzubtsev V. S., Khamaza A. A., Sharafutdinov R. B. Razvitie normativnoi bazy, reglamentiruyushchei obespechenie bezopasnosti v oblasti ispol'zovaniya atomnoi ehnergii [Development of the safety regulatory framework in the field of use of atomic energy]. *Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety*, 2013, no. 3 (69), pp. 3–10 [in Russian].

17. Perechen' normativnykh pravovykh aktov i normativnykh dokumentov, odnosyashchikhsya k sfere deyatel'nosti Federal'noi sluzhby po ehkologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru. Razdel II “Gosudarstvennoe regulirovanie bezopasnosti pri ispol'zovanii atomnoi ehnergii” (Perechen' P-01-01-2021) [List of regulatory legal acts and regulatory documents related to the activity of the federal environmental, industrial and nuclear supervision service of Russia. Section II “State safety regulation in atomic energy use” (List P-01-01-2021)]. 2022.

18. Sharafutdinov R. B., Kislov A. I., Nepepivo M. A. O normativnom regulirovanii bezopasnosti ob"ektov yadernogo toplivnogo tsikla [About legal regulation of safety for nuclear fuel cycle facilities]. *Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety*, 2008, no. 4 (50), pp. 21–23 [in Russian].

19. Ofitsial'nyi sait MAGATEH [Official website of the IAEA]. URL: <https://www.iaea.org/resources/safety-standards/search> (reference date: 17.06.2022).

20. Kuryndin A. V., Polyakov R. M., Ponizov A. V., Felitsyn M. A., Shapovalov A. S., Sharafutdinov R. B. et al. (2021). Kompleksnyi sravnitel'nyi analiz bezopasnosti realizatsii otkrytogo i zamknutogo yadernykh toplivnykh tsiklov v Rossiiskoi Federatsii. Metodologiya i rezul'taty [Comprehensive safety benchmarking for implementation of the open and closed nuclear fuel cycles in the Russian Federation. Methodology and findings]. Moscow: SEC NRS [in Russian].

21. Sokolov I. P., Sharafutdinov R. B. O sisteme trebovaniy federal'nykh norm i pravil po predotvrashcheniyu vzryvoopasnosti ob"ektov yadernogo toplivnogo tsikla [About federal requirements system for exception explosion hazards of nuclear fuel cycle facilities]. *Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety*, 2017, no. 2 (84), pp. 61–69 [in Russian].

22. Spravochnye materialy k federal'nym normam i pravilam v oblasti ispol'zovaniya atomnoi ehnergii “Pravila bezopasnosti pri transportirovanii radioaktivnykh materialov” (NP-053-16) [Reference materials to the federal safety regulations in the field of atomic energy use “Safety rules in transportation of radioactive materials” (NP-053-16)]. 2019.

23. Kuryndin A. V., Kirkin A. M., Sinigribov S. V., Novakov I. G., Kislov A. I. O peresmotre norm bezopasnosti MAGATEH “Pravila bezopasnoi perevozki radioaktivnykh materialov” SSR-6 [About revision of the IAEA safety standards “Regulations for the Safe transport of radioactive material” SSR-6]. *Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety*, 2020, no. 2 (96), pp. 3–9 [in Russian].

24. Memorandum Rossiiskoi Federatsii o fizicheskoi yadernoi bezopasnosti, 13 aprelya 2010 g. [Memorandum of the Russian Federation on nuclear security, April 13, 2010]. URL: <http://www.kremlin.ru/supplement/520> (reference date: 17.06.2022).

25. Tsel' i osnovnye ehlementy gosudarstvennogo rezhima fizicheskoi yadernoi bezopasnosti, seriya izdaniy MAGATEH po fizicheskoi yadernoi bezopasnosti, № 20 [Objective and essential elements of a state's nuclear security regime, IAEA Nuclear security series, no. 20]. IAEA, Vienna, 2014.

26. Krupchatnikov B. N. O nekotorykh osobennostyakh regulirovaniya fizicheskoi yadernoi bezopasnosti [On some features of nuclear security regulation]. *Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety*, 2011, no. 3 (61), pp. 3–14 [in Russian].
27. Krupchatnikov B. N. O nekotorykh tendentsiyakh regulirovaniya fizicheskoi yadernoi bezopasnosti [On some trends of nuclear security regulation]. *Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety*, 2018, no. 1 (87), pp. 3–9 [in Russian].
28. Krupchatnikov B. N. Ob opyte komissii po yadernomu regulirovaniyu SSHA v oblasti kiberbezopasnosti [U. S. nuclear regulatory commission experience in cyber security]. *Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety*, 2020, no. 1 (95), pp. 111–121 [in Russian].
29. Krupchatnikov B. N., Sazonov A. D., Gareev M. D. K voprosu ob interfeise fizicheskoi i komp'yuternoii bezopasnosti [To the issue of nuclear and cyber security interface]. *Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety*, 2018, no. 4 (90), pp. 34–42 [in Russian].
30. Petrovskiy N. P., Pinchuk G. N., Kuzin V. V. Primenenie kriteriev ehffektivnosti v regulirovanii fizicheskoi zashchity ob"ektov ispol'zovaniya atomnoi ehnergii [Effectiveness criteria application in the course of physical security regulation for nuclear facilities]. *Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety*, 2013, no. 2 (68), pp. 7–14 [in Russian].
31. Kovalev E. E., Khrusch V. T., Chukhin S. G., Sharafutdinov R. B., Alpeev A. S. Kontseptsiya formirovaniya struktury sistemy normativnykh dokumentov, reglamentiruyushchikh obespechenie bezopasnosti pri obrashchenii s radioaktivnymi otkhodami [Concept for shaping the structure of regulatory documents framework regulating safety in management of radioactive wastes]. *Atomnaya ehnergiya – Nuclear Energy*, 1998, no. 4, vol. 84, issue 4, pp. 369–378 [in Russian].
32. Sharafutdinov R. B. Sistemnyi podkhod k normativnomu regulirovaniyu bezopasnosti pri obrashchenii s radioaktivnymi otkhodami [System approach to safety regulation in management of radioactive wastes]. *Vestnik Gosatomnadzora Rossii – Vestnik of Gosatomnadzor of Russia*, 2002, no. 1 (20), pp. 19–32 [in Russian].
33. Federal'nyi zakon № 190-FZ “Ob obrashchenii s radioaktivnymi otkhodami i o vnesenii izmenenii v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiiskoi Federatsii” [Federal law no. 190-FZ “About management of radioactive wastes and amendments to certain legislative acts of the Russian Federation”]. 2011.
34. Federal'nyi zakon № 421-FZ “O vnesenii izmeneniya v stat'yu 28 Federal'nogo zakona “Ob obrashchenii s radioaktivnymi otkhodami i o vnesenii izmenenii v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiiskoi Federatsii” [Federal law no. 421-FZ “About amendments to the article 28 of the Federal law “About management of radioactive wastes and amendments to certain legislative acts of the Russian Federation”]. 2021.
35. Prikaz Rostekhnadzora № 228 “Ob utverzhdenii Pravil podgotovki rukovodstv po bezopasnosti pri ispol'zovanii atomnoi ehnergii v Federal'noi sluzhbe po ehkologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru” [Order of Rostekhnadzor no. 228 “About approval of Regulations for development of safety guides in atomic energy use of the Federal environmental, industrial and nuclear supervision service of Russia”]. 2021.
36. Strategicheskii plan aktualizatsii sistemy rukovodstv po bezopasnosti pri ispol'zovanii atomnoi ehnergii na period 2020–2025 gg. [Strategic plan for updating the framework of safety guides in atomic energy use for the period 2020–2025]. URL: https://www.gosnadzor.ru/nuclear/Стратегический_план_по_РБ.pdf (reference date: 17.06.2022).
37. Ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii № 216 “Ob utverzhdenii Doktriny ehnergeticheskoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii” [Edict of the President of the Russian Federation no. 216 “About approval of energy security Doctrine of the Russian Federation”]. 2019.
38. Ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii № 270 “O razvitii tekhniki, tekhnologii i nauchnykh issledovaniy v oblasti ispol'zovaniya atomnoi ehnergii v Rossiiskoi Federatsii” [Edict of the President of the Russian Federation no. 270 “About the development of technics, technologies and scientific research in the field of use of atomic energy in the Russian Federation”]. 2020.
39. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii № 1523-r “Ob utverzhdenii Ehnergeticheskoi strategii Rossiiskoi Federatsii na period do 2035 goda” [Edict of the Government of the Russian Federation no. 1523-r “About approval of the energy strategy of the Russian Federation until 2035”]. 2020.
40. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii № 1209-r “O General'noi skheme razmeshcheniya ob"ektov ehlektroehnergetiki do 2035 goda” [Edict of the Government of the Russian Federation no. 1209-r “About the General layout of power facilities until 2035”]. 2017.

41. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii № 1634-r "Ob utverzhdenii skhemy territorial'nogo planirovaniya Rossiiskoi Federatsii v oblasti ehnergetiki" [Edict of the Government of the Russian Federation no. 1634-r "About approval of territorial planning schemes of the Russian Federation in the field of energy"]. 2016.

42. Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii № 506-12 "Ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Rossiiskoi Federatsii "Razvitie atomnogo ehnergopromyshlennogo kompleksa" [Decree of the Government of the Russian Federation no. 506-12 "About approval of the state program of the Russian Federation "Development of nuclear power industry complex"]. 2014.

43. Ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii № 645 "O Strategii razvitiya Arkticheskoi zony Rossiiskoi Federatsii i obespecheniya natsional'noi bezopasnosti na period do 2035 goda" [Edict of the President of the Russian Federation no. 645 "About strategy for development of the Arctic zone of the Russian Federation and national security until 2035"]. 2020.

44. Sharafutdinov R. B., Kuryndin A. V., Kirkin A. M., Sinegribov S. V., Kartova A. M. O neobkhodimosti sovershenstvovaniya normativnoi pravovoi bazy v oblasti ispol'zovaniya atomnoi ehnergii dlya regulirovaniya bezopasnosti termoyadernykh ustanovok [On the necessity to improve the legal and regulatory framework in the field of use of atomic energy for safety regulation of thermonuclear facilities]. Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety, 2021, no. 3 (101), pp. 5–15 [in Russian].

45. Ofitsial'nyi sait MAGATEH [Official website of the IAEA]. URL: <http://ns-files.iaea.org/standards/safety-standards-wheel-poster.pdf> (reference date: 17.06.2022).

46. Strategicheskii plan realizatsii kontseptsii sovershenstvovaniya normativno-pravovogo regulirovaniya bezopasnosti i standartizatsii v oblasti ispol'zovaniya atomnoi ehnergii na 2021–2031 gg. [Strategic Plan for Implementation of Concept for Improvement of Legal and Regulatory Framework for Provision of Safety and Standardization in the Field of Use of Atomic Energy for the Period 2021–2031]. URL: https://www.gosnadzor.ru/nuclear/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9%20%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%A4%D0%9D%D0%9F__.pdf (reference date: 17.06.2022).

Сведения об авторах

Ферапонтов Алексей Викторович, заместитель руководителя, Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (105066, Москва, ул. А. Лукьянова, д. 4, стр. 1).

Хамаза Александр Александрович, директор, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

Шарафутдинов Рашет Борисович, заместитель директора, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

Боков Дмитрий Алексеевич, начальник Управления специальной безопасности, Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (105066, Москва, ул. А. Лукьянова, д. 4, стр. 1).

Кудрявцев Евгений Георгиевич, советник руководителя, Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (105066, Москва, ул. А. Лукьянова, д. 4, стр. 1).

Мирошниченко Михаил Иванович, главный инженер оценок и лицензирования атомных станций, Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (105066, Москва, ул. А. Лукьянова, д. 4, стр. 1).

Белоусов Алексей Валерьевич, начальник отдела организации разработки документов, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

Бочкарёв Валерий Вячеславович, начальник отдела радиационной безопасности, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

Гривизирский Виктор Анатольевич, советник, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

Крупчатников Борис Николаевич, консультант, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

Курьиндин Антон Владимирович, руководитель отделения общих проблем ядерной и радиационной безопасности, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

Орешников Сергей Михайлович, главный специалист отдела организации разработки документов, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

Понизов Антон Владимирович, начальник отдела безопасности предприятий топливного цикла, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

Authors credentials

Ferapontov Alexey Viktorovich, Deputy Chairman, Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service (4, building 1, Lukyanova str., Moscow, 105066), e-mail: A.Ferapontov@gosnadzor.gov.ru.

Khamaza Alexander Alexandrovich, Director, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, building 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: a.khamaza@secnrs.ru.

Sharafutdinov Rashet Borisovich, Deputy Director, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, building 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: charafoutdinov@secnrs.ru.

Bokov Dmitriy Alexeyevich, Head of Department of Special Security, Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service (4, building 1, Lukyanova str., Moscow, 105066), e-mail: D.Bokov@gosnadzor.gov.ru.

Kudryavtsev Evgeny Georgievich, Chairman Adviser, Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service (4, building 1, Lukyanova str., Moscow, 105066), e-mail: egkudryavtsev@gosnadzor.gov.ru.

Miroshnichenko Mikhail Ivanovich, Chief Engineer of Review and Licensing NPP, Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service (4, building 1, Lukyanova str., Moscow, 105066), e-mail: M.Miroshnichenko@gosnadzor.gov.ru.

Belousov Alexey Valerievich, Head of Drafting Regulations Division, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, building 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: belousov@secnrs.ru.

Bochkarev Valeriy Vyacheslavovich, Head of Radiation Safety Division, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8 building 5, Malaya Krasnoselskaya street, Moscow, 107140), e-mail: bochkarev@secnrs.ru.

Grivizirskiy Victor Anatolievich, Adviser, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, building 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: grivizirskiy@secnrs.ru.

Krupchatnikov Boris Nikolayevich, Consultant, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, building 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: krupchatnikov@secnrs.ru.

Kuryndin Anton Vladimirovich, Head of Nuclear and Radiation Safety Department, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, building 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: kuryndin@secnrs.ru.

Oreshnikov Sergey Mikhailovich, Chief Specialist of Drafting Regulations Division, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, building 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: oreshnikov@secnrs.ru.

Ponizov Anton Vladimirovich, Chief of Division for Safety of Fuel Cycle Facilities, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, building 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: ponizov@secnrs.ru.

Для цитирования

Ферапонтов А. В., Хамаза А. А., Шарафутдинов Р. Б., Боксов Д. А., Кудрявцев Е. Г., Мирошниченко М. И. и др. Создание и совершенствование регулирующей основы безопасности при использовании атомной энергии // Ядерная и радиационная безопасность. 2022. № 2 (104). С. 5–30. DOI: 10.26277/SECNRS.2022.104.2.001.

For citation

Ferapontov A. V., Khamaza A. A., Sharafutdinov R. B., Bokov D. A., Kudryavtsev E. G., Miroshnichenko M. I. et al. Establishment and enhancement of the safety regulatory framework in atomic energy use. Nuclear and Radiation Safety, 2022, no. 2 (104), pp. 5–30. DOI: 10.26277/SECNRS.2022.104.2.001 [in Russian].