

УДК: 621.039.009, 351.824.11

DOI: 10.26277/SECNRS.2022.106.4.001

© 2022. Все права защищены.

СОСТОЯНИЕ НОРМАТИВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫВОДЕ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

Бочкарёв В. В.* (bochkarev@secnrs.ru),
Щадилов А. Е.* (schadilov@secnrs.ru),
Афанасьев И. А.* (iafanasyev@secnrs.ru),
Шарафутдинов Р. Б.* (charafoutdinov@secnrs.ru)

Статья поступила в редакцию 10 ноября 2022 г.

Аннотация

К наиболее актуальным задачам в области использования атомной энергии в Российской Федерации относятся вывод из эксплуатации существующих объектов «ядерного наследия», а также надлежащее планирование и подготовка к выводу из эксплуатации проектируемых и эксплуатируемых в настоящее время объектов использования атомной энергии. С целью эффективного государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии (в том числе при планировании, подготовке и непосредственной реализации вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии) в Российской Федерации создана структурированная система законодательных и нормативных правовых актов.

Особое место в этой системе занимают федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии, которые устанавливают требования к обеспечению безопасности при выводе из эксплуатации различных категорий объектов использования атомной энергии, в том числе путем последовательного «сквозного» планирования их вывода из эксплуатации на протяжении всего жизненного цикла таких объектов. Подход к регулированию безопасности при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии, лежащий в основе действующих федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, соответствует современным международным стандартам и рекомендациям Международного агентства по атомной энергии. При этом существует ряд перспективных направлений развития законодательной и нормативной базы по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии.

► **Ключевые слова:** регулирование безопасности, федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии, вывод из эксплуатации объектов использования атомной энергии, «сквозное» планирование.

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

CURRENT STATE OF THE SAFETY REGULATION DURING NUCLEAR FACILITIES DECOMMISSIONING

Bochkarev V. V.*,
Schadilov A. E.*; Ph. D.,
Afanasev I. A.*,
Sharafutdinov R. B.*; Ph. D.

Article is received on November 10, 2022

Abstract

Decommissioning of the existing “nuclear legacy” facilities as well as proper planning and preparation for the decommissioning of currently designed and operated nuclear facilities are among the most topical tasks in the field of atomic energy use in the Russian Federation. The structured system of legislative and regulatory legal acts has been established in the Russian Federation for the purpose of effective state safety regulation in atomic energy use (including planning, preparation and implementation of the nuclear facilities decommissioning). The federal rules and regulations in the field of atomic energy use hold a special place in the mentioned system. They are approved by Rostekhnadzor and establish requirements to ensure safety in the course of decommissioning of various categories of nuclear facilities, particularly through “end-to-end” planning of their decommissioning throughout the entire life cycle of such facilities. The approach to safety regulation during nuclear facilities decommissioning underlying the modern federal rules and regulations in the field of atomic energy use, complies with modern international standards and recommendations of the International Atomic Energy Agency. At the same time, there is a number of perspective directions for the development of legislative and regulatory framework for nuclear facilities decommissioning.

► **Keywords:** *safety regulation, federal rules and regulations in the field of atomic energy use, nuclear facilities decommissioning, “end-to-end” planning.*

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

Введение

Создание в 1942 г. советского атомного проекта положило начало широкомасштабным работам в области использования атомной энергии. Менее чем за 15 лет в СССР была создана инфраструктура, необходимая для развития советской атомной промышленности – открыт ряд промышленных комбинатов и предприятий, таких как: ФГУП «ПО «Маяк», ФЯО ФГУП «Горно-химический комбинат», АО «Сибирский химический комбинат» и др. [1]. В 1954 г. отечественную атомную отрасль пополнила первая в мире атомная электростанция в г. Обнинск, что дало толчок к динамичному развитию атомной электроэнергетики. Высокие темпы роста отечественной атомной отрасли в 40–50-е гг. XX века в большинстве своем обусловлены «гонкой вооружений», характеризовавшейся ускоренным наращиванием ядерного военного потенциала и незначительным вниманием к вопросам последующего вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии (ОИАЭ). Приоритет быстрого достижения цели, отсутствие практического опыта, апробированных технологий, налаженной системы государственного регулирования безопасности в области использования атомной энергии, а также незнание возможных последствий привели к многочисленным техническим и экологическим проблемам, которые теперь принято называть «ядерным наследием» [1].

К середине 2000-х гг. число остановленных, но не выведенных из эксплуатации объектов «ядерного наследия» составляло более 285, включая блоки атомных станций (АС), промышленные уран-графитовые реакторы, исследовательские установки и др. [2]. Необходимо отметить, что ускоренное развитие атомной промышленности также привело к образованию хвостохранилищ и загрязненных водоемов, представляющих опасность для населения и окружающей среды, таких как озера: Кызылташ, Татыш, Карачай и др. [1]. В настоящее время общее число расположенных в Российской Федерации объектов «ядерного наследия» достигает 2 000 [3], а количество накопленных радиоактивных отходов (РАО) превышает 1 млрд. м³ [4]. Ситуация осложняется тем, что проектный срок эксплуатации многих объектов «ядерного наследия» истек, а ресурс оборудования, инженерных систем и строительных конструкций близок к исчерпанию [1]. Немаловажно, что многие объекты «ядерного наследия» расположены в густонаселенных городских районах, в том числе в Москве и Санкт-Петербурге [1].

По состоянию на 2022 г. общее число окончательно остановленных ядерно- и радиационно опасных объектов (ЯРОО) в Российской Федерации составляет более 400 [5], в числе которых 9 блоков АС с реакторными установками типа ВВЭР, АМБ, РБМК, ЭГП-6 [6]. В ближайшие 10 лет планируется остановить еще порядка 600 объектов [5], включая 10 энергоблоков с реакторами РБМК-1000, ЭГП-6, БН-600 [6]. При этом именно блоки АС являются наиболее сложными для вывода из эксплуатации ОИАЭ, так как значительный объем элементов и металлоконструкций блоков АС длительное время подвергался нейтронному облучению и к настоящему времени имеет высокую наведенную активность. Как отмечено в [7], при демонтаже оборудования и зданий одного блока АС образуются тысячи тонн загрязненных радионуклидами материалов: около 100 000 т бетона, 5 000 т стали и 500 т других (несгораемых) радиоактивных материалов.

Колоссальный масштаб проблемы признан на высшем государственном уровне, что подтверждается созданием в 2006 г. федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года» (ФЦП ЯРБ-1), послужившей базой для комплексного решения проблем «ядерного наследия» [2]. Основными задачами ФЦП ЯРБ-1 являлись: снижение риска масштабных аварий на объектах «ядерного наследия», приведение их в стабильное контролируемое состояние, формирование законодательной и нормативной базы в области обращения с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ) и РАО, а также в области вывода из эксплуатации ЯРОО [2]. Логическим продолжением ФЦП ЯРБ-1 стала федеральная целевая программа «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 годы и на период до 2030 года» (ФЦП ЯРБ-2), действующая в настоящее время [2]. Одними из важнейших задач ФЦП ЯРБ-2 являются вывод из эксплуатации 350 ЯРОО и реабилитация не менее 4 259 тыс. м³ радиационно загрязненных территорий с захоронением более 176 тыс. м³ РАО [2]. В соответствии с Основами государственной политики [8] обеспечение вывода из эксплуатации объектов «ядерного наследия» включено в число первоочередных задач по обеспечению ядерной и радиационной безопасности.

Под термином «Вывод из эксплуатации» в международной практике принято понимать административные и технические мероприятия, выполняемые на завершающей стадии жизненного цикла ОИАЭ (рис. 1) с целью частичного или полного снятия с него мер регулирующего контроля [9]. Мероприятия,

выполняемые на данной стадии, представляют собой комплекс разнопрофильных работ, характеризующихся, как правило, их взаимным влиянием, привлечением значительных материально-технических ресурсов, образованием большого количества РАО, а также потенциальной радиационной опасностью для персонала, населения и окружающей среды [10]. При этом ситуация осложняется еще и тем, что многие ОИАЭ имеют собственную уникальную историю эксплуатации и присущие только им инженерно-технические особенности. В связи с этим одними из важнейших задач, актуальных не только для объектов «ядерного наследия», но и для вновь вводимых в эксплуатацию ОИАЭ, являются надлежащее планирование и подготовка к выводу из эксплуатации на всех стадиях их жизненного цикла, предшествующих выводу из эксплуатации. Заблаговременное детальное планирование вывода из эксплуатации ОИАЭ дает возможность в будущем избежать множества проблем, присущих объектам «ядерного наследия».

Вследствие наличия большого количества радиационно опасных и инженерно-технических факторов при выполнении работ по подготовке к выводу и по выводу ОИАЭ из эксплуатации, необходим тщательный контроль и надзор со стороны государства за обеспечением безопасности персонала, населения и окружающей среды.

Структура федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, устанавливающих требования к выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии в Российской Федерации

В соответствии с положениями Федерального закона № 170-ФЗ [11] и Постановления

Правительства Российской Федерации от 03.07.2006 № 412 [12] одним из ключевых органов государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии является Ростехнадзор. С целью эффективного функционирования системы государственного регулирования безопасности при выводе из эксплуатации ОИАЭ Ростехнадзором разработана структурированная система федеральных норм и правил в области использования атомной энергии (ФНП) [13], включающая в себя 3 основных уровня (рис. 2):

- ФНП, содержащие общие положения по обеспечению безопасности при выводе из эксплуатации всех категорий ОИАЭ (НП-091-14 [14]);
- ФНП, содержащие общие положения по обеспечению безопасности конкретных категорий ОИАЭ, в том числе АС (НП-001-15 [14]), объектов ядерного топливного цикла (ЯТЦ) (НП-016-05 [14]), судов с ядерными установками (ЯУ) (НП-022-17 [14]), исследовательских ЯУ (НП-033-11 [14]), радиационных источников (НП-038-16 [14]), космических аппаратов с ядерными реакторами (НП-101-17 [14]);
- ФНП, устанавливающие требования безопасности при выводе из эксплуатации конкретных категорий ОИАЭ, в том числе промышленных уран-графитовых реакторов (НП-007-17 [14]), блоков АС (НП-012-16 [14]), исследовательских ЯУ (НП-028-16 [14]), судов с ЯУ и радиационными источниками (НП-037-11 [14]), ЯУ ЯТЦ (НП-057-17 [14]), пунктов хранения РАО (НП-097-16 [14]).

Разделение ФНП на 3 уровня обусловлено, в первую очередь, двумя основными факторами: принципиальными техническими особенностями различных категорий ОИАЭ, а также спецификой конкретных видов деятельности в области использования атомной энергии, требующими разработки соответствующих требований безопасности.



Рис. 1. Схема жизненного цикла большинства объектов использования атомной энергии [Fig. 1. Scheme of the most nuclear facilities lifecycle]



Рис. 2. Иерархическая структура федеральных норм и правил в области использования атомной энергии и руководств по безопасности при использовании атомной энергии по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии
 [Fig. 2. Hierarchical structure of the federal rules and regulations and safety guides in the field of atomic energy use on the nuclear facilities decommissioning]

В дополнение к перечисленным ФНП действуют 16 руководств по безопасности при использовании атомной энергии (РБ), содержащих рекомендации (разъяснения) по соблюдению требований ФНП в части вывода из эксплуатации ОИАЭ, из которых 7 введены в действие за последние 5 лет и охватывают основные аспекты планирования и подготовки к выводу из эксплуатации ОИАЭ, такие как:

- разработка концепции вывода из эксплуатации ОИАЭ (РБ-008-21 [15]);
- разработка программы вывода из эксплуатации блока АС (РБ-013-22 [15]);
- выбор варианта вывода из эксплуатации ОИАЭ и его обоснование (РБ-153-18 [15]);
- проведение комплексного инженерного и радиационного обследования ОИАЭ при подготовке его к выводу из эксплуатации (РБ-159-19 [15], РБ-160-19 [15]);
- учет изменения условий эксплуатации систем и элементов остановленного объекта ЯТЦ при определении возможности сокращения объема их технического обслуживания (РБ-144-18 [15]);
- планирование и обоснование сокращения объема технического обслуживания, вывода из эксплуатации отдельных систем и элементов, изменения числа оперативного персонала блока АС, остановленного для вывода из эксплуатации (РБ-158-19 [15]).

Таким образом, действующая система нормативных документов Ростехнадзора охватывает все аспекты обеспечения безопасности при планировании,

подготовке и выводе из эксплуатации ОИАЭ и включает 13 ФНП [14] 16 РБ [15].

Однако регулирование безопасности при выводе из эксплуатации различных категорий ОИАЭ не ограничивается только указанными выше ФНП и РБ. Действуют также и другие ФНП и РБ, охватывающие вопросы учета и контроля ядерных материалов и радиоактивных веществ, физической защиты, обеспечения качества, аварийной готовности, обращения с РАО и др., требования которых необходимо учитывать при планировании, подготовке и осуществлении вывода из эксплуатации ОИАЭ (рис. 3).

В соответствии со ст. 6 Федерального закона № 170-ФЗ [11] действующие в настоящее время ФНП разработаны и периодически пересматриваются с учетом рекомендаций международных организаций в области использования атомной энергии, в работе которых принимает участие Российская Федерация. Одной из таких организаций является Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ), основные рекомендации которого по вопросам вывода из эксплуатации ОИАЭ представлены в документах GSR Part 6 [9], SSG-47 [16] и SSG-49 [17].

Действующие в Российской Федерации ФНП по выводу из эксплуатации ОИАЭ разработаны с учетом положений МАГАТЭ о «сквозном» планировании вывода из эксплуатации, последовательно осуществляемом от стадий размещения, проектирования и сооружения ОИАЭ и окончательно реализуемом при завершении стадии эксплуатации

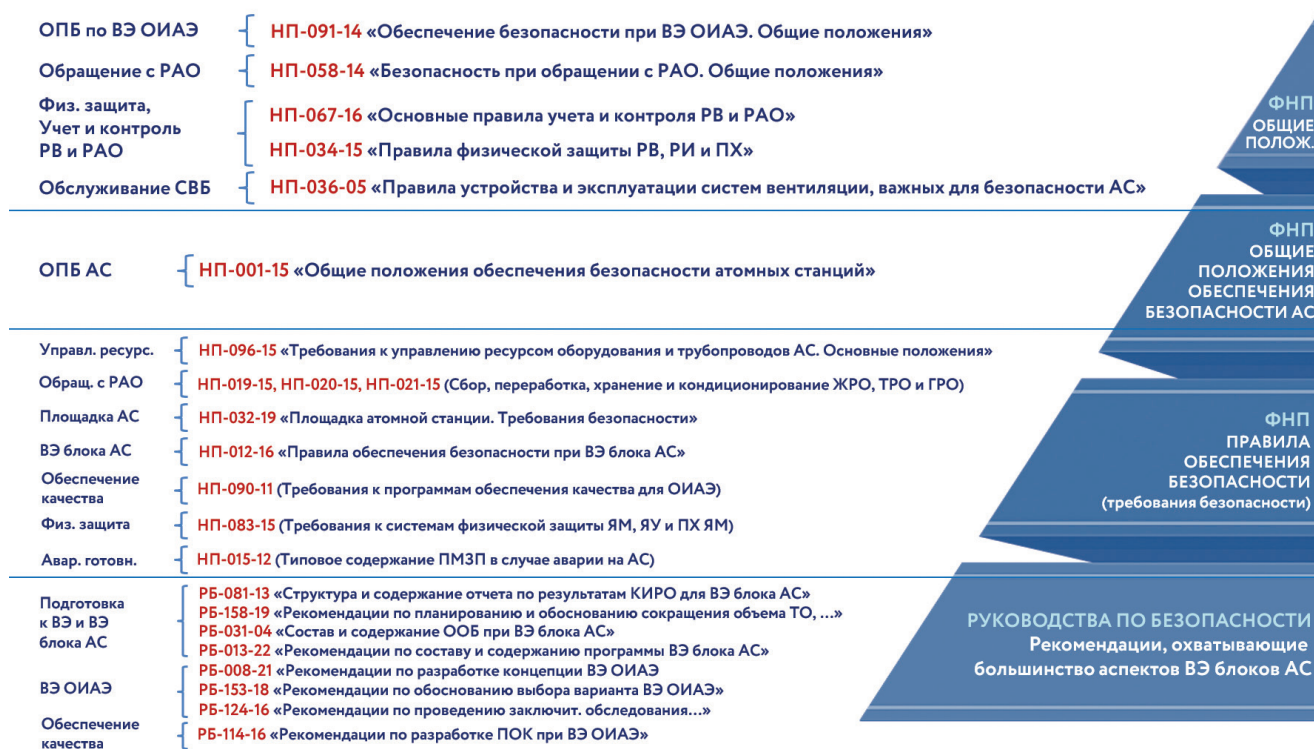


Рис. 3. Структура федеральных норм и правил в области использования атомной энергии и руководств по безопасности при использовании атомной энергии по выводу из эксплуатации (на примере блоков атомной станции)

[Fig. 3. Structure of the federal rules and regulations and safety guides on the nuclear facilities decommissioning (for nuclear power plants units as an example)]

(рис. 4). Так, в проектной документации на сооружение ОИАЭ должна содержаться концепция вывода из эксплуатации – документ, устанавливающий общий порядок и меры по обеспечению безопасности при выводе из эксплуатации конкретного ОИАЭ. По мере «взросления» ОИАЭ (перехода на новые этапы его жизненного цикла) концепция актуализируется и в результате преобразуется в программу вывода из эксплуатации и проектную документацию/проект вывода из эксплуатации (ПД ВЭ). Также с целью надлежащего планирования вывода из эксплуатации ОИАЭ и обеспечения безопасности при непосредственной его реализации эксплуатирующими организациями должна создаваться и поддерживаться в актуальном состоянии база данных по выводу из эксплуатации, в которую на всех стадиях жизненного цикла ОИАЭ должна вноситься любая информация, имеющая значение для предстоящего вывода из эксплуатации ОИАЭ. В частности, как отмечается в [7], сведения о радиоактивной загрязненности помещений и оборудования, наведенной активности оборудования, конструкционных и защитных материалов являются основными при планировании и выполнении работ по выводу из эксплуатации остановленных блоков АС,

что в целом актуально и для других категорий ОИАЭ. Указанные данные позволяют оценить объем образующихся РАО, дозовые нагрузки на персонал, обоснованно выбрать вариант вывода из эксплуатации ОИАЭ, а также оценить стоимость предстоящих работ.

В поддержку принципа «сквозного» планирования вывода из эксплуатации ОИАЭ и в целях содействия соблюдению требований ФНП в 2021 г. вступило в силу РБ-008-21 «Рекомендации по разработке концепции вывода из эксплуатации объекта использования атомной энергии» [15], включающее в себя рекомендации по разработке концепции вывода из эксплуатации ОИАЭ на ранних стадиях его жизненного цикла, в том числе в части:

- учета в концепции вывода из эксплуатации проектных решений, направленных на обеспечение безопасного вывода из эксплуатации ОИАЭ;
- формирования перечня информации, важной для обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации ОИАЭ, подлежащей включению в базу данных по выводу из эксплуатации ОИАЭ;
- представления в концепции вывода из эксплуатации выбранного варианта вывода из эксплуатации ОИАЭ и обоснования его выбора;

- разработки в составе концепции вывода из эксплуатации плана подготовки к выводу из эксплуатации ОИАЭ, содержащего описание основных мероприятий и работ по подготовке к выводу из эксплуатации ОИАЭ, осуществляемых при его эксплуатации, а также непосредственно во время действия лицензии на вывод из эксплуатации ОИАЭ;
- включения в концепцию вывода из эксплуатации описания предварительных организационных

мероприятий и технических решений по переработке и удалению РАО, а также обращению с материалами, не относящимися к РАО и др.

Принятый в Российской Федерации подход к планированию вывода из эксплуатации ОИАЭ в целом аналогичен подходу МАГАТЭ, а действующие ФНП и РБ разработаны с учетом рекомендаций МАГАТЭ к обеспечению безопасности при выводе ОИАЭ из эксплуатации (рис. 5).

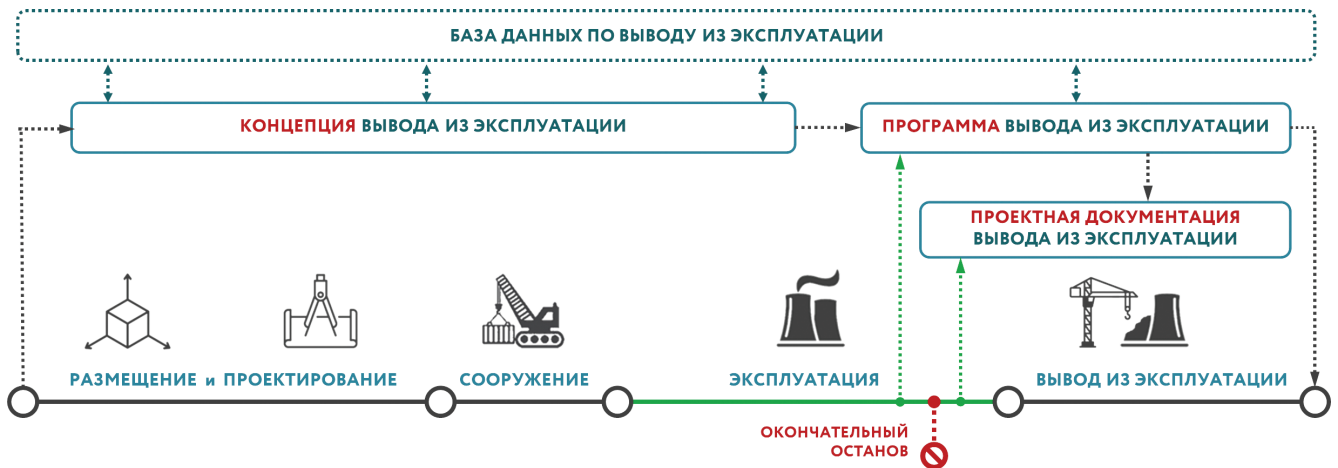


Рис. 4. Схема «сквозного» планирования вывода из эксплуатации объекта использования атомной энергии [Fig. 4. Scheme of the “end-to-end” planning of the nuclear facilities decommissioning]

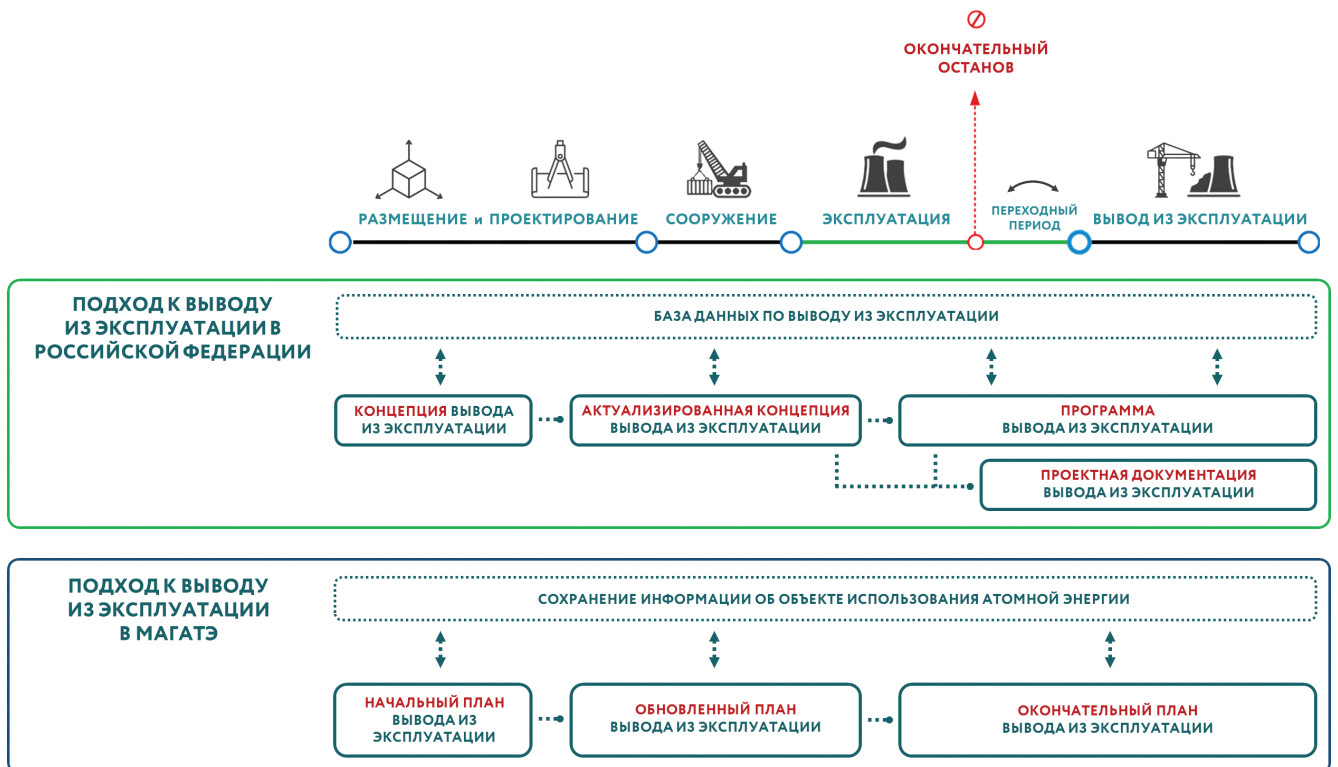


Рис. 5. Сравнение подхода к планированию вывода из эксплуатации объекта использования атомной энергии, принятого в Российской Федерации и рекомендуемого МАГАТЭ [Fig. 5. Approaches to the decommissioning planning approved in the Russian Federation and recommended by the IAEA]

Перспективные направления развития российской нормативной правовой базы по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии

Несмотря на принятую в Российской Федерации всесторонне развитую систему государственного регулирования безопасности при выводе из эксплуатации ОИАЭ, разработанную на основе самых современных международных подходов и рекомендаций МАГАТЭ, в настоящее время остается открытым ряд важных вопросов.

Как было сказано выше, концепция и база данных по выводу из эксплуатации должны поддерживаться в актуальном состоянии на всем протяжении жизненного цикла ОИАЭ с целью разработки на их основе программы и проектной документации вывода из эксплуатации – важнейших документов, определяющих весь процесс вывода из эксплуатации. Важно отметить, что требования к разработке проектной документации вывода из эксплуатации устанавливаются не только ФНП, но и Градостроительным кодексом Российской Федерации [18], положениями соответствующих нормативных правовых актов Правительства Российской Федерации, а также санитарными правилами и нормативами (например, ОСПОРБ-99/2010 [19] и др.). При этом требования к составу и содержанию разделов проектной документации в настоящее время содержатся только в Положении, утвержденном Постановлением Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 № 87 [20] (далее – Положение). Однако следует отметить, что Положение [20] разработано в отношении сооружаемых, реконструируемых и подлежащих капитальному ремонту объектов капитального строительства и не учитывает специфику вывода из эксплуатации ОИАЭ. Также в 2019 г. Правительством Российской Федерации утверждены «Требования к составу и содержанию проекта организации работ по сносу объекта капитального строительства» [21], которые целесообразно учитывать не при разработке проектной документации вывода из эксплуатации ОИАЭ, а при разработке программы вывода из эксплуатации, являющейся также организационно-техническим документом (как и проект организации работ). Требования к проектной документации вывода из эксплуатации ОИАЭ, установленные в ФНП (НП-091-14, НП-012-16, НП-057-17) [14], направлены преимущественно на обеспечение радиационной безопасности и не охватывают в полной мере аспекты промышлен-

ной безопасности, а также не определяют состав и конкретное содержание разделов проектной документации вывода из эксплуатации ОИАЭ. При этом, в соответствии с требованиями ст. 48 п. 12 Градостроительного кодекса [18], состав и содержание проектной документации определяются Правительством Российской Федерации. Таким образом, представляются целесообразными разработка и утверждение отдельного постановления Правительства Российской Федерации о составе и содержании разделов проектной документации вывода из эксплуатации ОИАЭ, учитывающего специфику работ на радиационно опасных объектах.

Кроме того, в соответствии с требованиями ст. 57.5 Градостроительного кодекса [18], при проектировании и эксплуатации объекта капитального строительства должны быть обеспечены формирование и ведение информационной модели объекта, включающей в себя сведения, документы и материалы, входящие в состав проектной документации, а также трехмерную цифровую модель объекта. Правила формирования и ведения информационной модели, а также состав сведений, документов и материалов, включаемых в модель, определены Правительством Российской Федерации [22]. Применительно к ОИАЭ информационную модель объекта, требуемую Градостроительным кодексом [18], целесообразно рассматривать в качестве аналога цифровой инженерно-радиационной модели ОИАЭ (далее – ЦИРМ), являющейся частью базы данных по выводу из эксплуатации ОИАЭ. Целесообразность разработки ЦИРМ впервые была обозначена в 2019 г. в РБ-159-19 [15] и РБ-160-19 [15], содержащих рекомендации по организации и проведению комплексного инженерного и радиационного обследования ОИАЭ. Актуальность разработки ЦИРМ также была отмечена в работе [23]. При этом к настоящему времени отсутствуют какие-либо нормативные правовые акты, устанавливающие требования к разработке ЦИРМ при выводе из эксплуатации ОИАЭ и учитывающие аспекты обеспечения радиационной безопасности. Правила формирования и ведения информационной модели, утвержденные Правительством Российской Федерации [22], также не отражают специфику эксплуатации и вывода из эксплуатации радиационно опасных объектов. Таким образом, предпочтительно издание соответствующих ФНП и РБ, содержащих требования и рекомендации по разработке ЦИРМ.

Особого внимания при планировании и подготовке к выводу из эксплуатации ОИАЭ требует обеспечение безопасности ОИАЭ во время «переходного

периода» – временного интервала между окончательным остановом ОИАЭ и началом работ по его выводу из эксплуатации (рис. 1). Согласно положениям действующих ФНП [14] указанный период является частью стадии эксплуатации ОИАЭ. Тем самым к окончательно остановленному ОИАЭ предъявляются требования безопасности, аналогичные требованиям к эксплуатируемым ОИАЭ, не учитывающие особенности эксплуатации остановленного ОИАЭ и зачастую представляющиеся излишними. С целью учета специфики эксплуатации окончательно остановленных ОИАЭ целесообразно установление для всех категорий ОИАЭ требования о разработке эксплуатационной конфигурации ОИАЭ, остановленного для вывода из эксплуатации, – технического документа, содержащего информацию о составе (изменениях в составе, а также взаимосвязях) и назначении систем (элементов) ОИАЭ на этапе его эксплуатации после окончательного останова. Указанное требование было установлено в 2016 г. в НП-012-16 [14] для блоков АС, что позволило накопить достаточный опыт правоприменительной практики, отражающий необходимость разработки эксплуатационной конфигурации для остановленных ОИАЭ всех категорий, а также целесообразность установления требований к ее структуре и содержанию.

Несомненно, существенная часть работ по выводу из эксплуатации ОИАЭ и по подготовке его к выводу из эксплуатации, в том числе во время «переходного периода», сопровождается образованием значительных объемов материалов, содержащих радионуклиды. На текущий момент вопросы отнесения таких материалов к РАО регулируются Постановлением Правительства Российской Федерации [24]. Однако существующие требования по обеспечению безопасности при обращении с очень низкоактивными РАО и другими материалами с повышенным содержанием радионуклидов на практике зачастую оказываются экономически нецелесообразными или труднореализуемыми. Актуальность проблемы безопасного и экономически оправданного обращения с промышленными отходами, содержащими техногенные радионуклиды, неоднократно была отмечена российскими специалистами [25], в том числе в ходе ежегодных научно-технических семинаров при обсуждении вопросов вывода из эксплуатации ОИАЭ [26]. Тем самым совершенствование нормативной правовой базы в части обращения с очень низкоактивными РАО и материалами с повышенным содержанием радионуклидов, образующихся при выводе из эксплуатации ОИАЭ, на сегодняшний день остается актуальной задачей.

Заключение

В заключение важно обозначить еще одно перспективное направление развития системы государственного регулирования безопасности при выводе из эксплуатации ОИАЭ – управление рисками при реализации проектов по выводу из эксплуатации. В последнее время необходимость создания и внедрения системы управления рисками в области использования атомной энергии признается на международном уровне. Так, по инициативе МАГАТЭ в 2012 г. был создан Международный проект по управлению рисками при выводе из эксплуатации (International Project on Decommissioning Risk Management – DRiMa), объединивший более 70 специалистов по выводу из эксплуатации ОИАЭ и экспертов по управлению рисками со всего мира, в том числе из Российской Федерации. Результатом деятельности проекта DRiMa стало опубликование в 2019 г. отчета МАГАТЭ SRS No. 97 “Management of Project Risks in Decommissioning” [27], посвященного передовым подходам к управлению рисками при реализации проектов по выводу из эксплуатации ОИАЭ. В отчете SRS No. 97 [27] отмечается, что управление рисками при выводе из эксплуатации ОИАЭ направлено на предотвращение и компенсирование рисков, связанных с организационными, финансово-экономическими, социально-политическими и другими внешними и внутренними факторами, влияющими на реализацию проекта по выводу из эксплуатации ОИАЭ. Важно подчеркнуть, что необходимость создания и внедрения системы управления рисками в области использования атомной энергии признается и в Российской Федерации. В соответствии с п. 13 Указа Президента Российской Федерации [8] одними из основных направлений реализации государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности являются разработка и применение инновационных методов выявления рисков в области ядерной и радиационной безопасности и управления ими. Однако в действующих ФНП и РБ аспекты управления рисками при выводе из эксплуатации ОИАЭ не затрагиваются. Следует отметить, что в качестве аналога оценки рисков может ошибочно рассматриваться анализ несоответствий ОИАЭ требованиям ФНП, однако он не учитывает влияние экономических факторов внешней среды, человеческий фактор и другие аспекты, подлежащие учету в соответствии с ГОСТ Р ИСО 31000-2019 [28] и ГОСТ Р 58771-2019 [29]. Тем самым представляется целесообразным совершенствование действующей нормативной правовой базы в области

использования атомной энергии в части управления рисками при планировании, подготовке и реализации вывода из эксплуатации ОИАЭ.

Таким образом, в Российской Федерации создана и поддерживается всеобъемлющая система законодательных и нормативных правовых актов, направленная на обеспечение эффективного регулирования безопасности при планировании, подготовке и реализации вывода из эксплуатации ОИАЭ, учитывающая признанные на международном

уровне подходы к безопасному выводу из эксплуатации. Тем не менее ряд вопросов, отмеченных в настоящей статье, требует тщательной проработки и соответствующего анализа действующей нормативной правовой базы в области использования атомной энергии, а также ее периодического пересмотра по мере накопления опыта, возникновения новых технологий, развития отечественных и международных подходов к выводу из эксплуатации ОИАЭ.

Литература

1. Проблемы ядерного наследия и пути их решения / Под общ. ред. Е. В. Евстратова, А. М. Агапова, Н. П. Лаврова, Л. А. Большова, И. И. Линге. Т. 1. – М.: ОАО «ЭНЕРГОПРОМАНАЛИТИКА», 2012. 356 с.
2. Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 годы и на период до 2030 года: Федер. целевая программа // Официальный интернет-сайт ФЦП ЯРБ-2. URL: <http://фцп-яrb2030.рф> (дата обращения: 01.11.2022).
3. Комаров Е. А. Итоги реализации отраслевой Концепции вывода из эксплуатации ядерно- и радиационно опасных объектов: доклад (Госкорпорация «Росатом») // Отраслевой семинар по ВЭ ЯРОО (3 декабря 2019 г.). Санкт-Петербург, 2019.
4. Итоги деятельности Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» за 2020 год: публичный годовой отчет. М.: Госкорпорация «Росатом». 2020. – 451 с.
5. Дерябин С. А. Планирование работ по ВЭ в рамках ФЦП ЯРБ-2: доклад (Госкорпорация «Росатом») // XI Российская научная конференция «Радиационная защита и радиационная безопасность в ядерных технологиях» (26–29 октября 2021 г.). М., 2021.
6. Атомные станции России // Официальный интернет-сайт АО «Концерн Росэнергоатом». URL: <https://www.rosenergoatom.ru> (дата обращения: 01.11.2022).
7. Былкин Б. К., Енговатов И. А. Вывод из эксплуатации реакторных установок: монография / Б. К. Былкин, И. А. Енговатов. – М.: МГСУ, 2014. – 228 с.
8. Основы государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу: утв. Указом Президента Российской Федерации от 13 октября 2018 г. № 585.
9. Decommissioning of facilities. IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 6, IAEA, Vienna, 2014.
10. Концепция вывода из эксплуатации ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения: утв. генеральным директором Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» С. В. Кириенко, 2014.
11. Об использовании атомной энергии: Федер. закон от 21.11.1995 № 170-ФЗ.
12. О федеральных органах исполнительной власти и уполномоченных организациях, осуществляющих государственное управление использованием атомной энергии и государственное регулирование безопасности при использовании атомной энергии: Постановление Правительства Российской Федерации от 03.07.2006 № 412.
13. О Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору: Постановление Правительства Российской Федерации от 30.07.2004 № 401.
14. Перечень действующих федеральных норм и правил в области использования атомной энергии // Официальный интернет-сайт ФБУ «НТЦ ЯРБ». URL: <https://www.secnrs.ru/science/development/fnp/> (дата обращения: 01.11.2022).
15. Перечень действующих руководств по безопасности при использовании атомной энергии // Официальный интернет-сайт ФБУ «НТЦ ЯРБ». URL: <https://www.secnrs.ru/science/development/rb/> (дата обращения: 01.11.2022).
16. Decommissioning of Nuclear Power Plants, Research Reactors and Other Nuclear Fuel Cycle Facilities. IAEA Specific Safety Guide No. SSG-47, IAEA, Vienna, 2018.

17. Decommissioning of Medical, Industrial and Research Facilities. IAEA Specific Safety Guide No. SSG-49, IAEA, Vienna, 2019.

18. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ.

19. Санитарные правила и нормативы СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010): утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 26.04.2010 № 40.

20. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию: Постановление Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 № 87.

21. Об утверждении требований к составу и содержанию проекта организации работ по сносу объекта капитального строительства: Постановление Правительства Российской Федерации от 26.04.2019 № 509.

22. Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов, а также о внесении изменения в пункт 6 Положения о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства: Постановление Правительства Российской Федерации от 15.09.2020 № 1431.

23. Лужецкий А. В., Невров Ю. В., Ведерникова М. В., Иванов А. Ю., Линге Ин. И. и др. О создании интегральной информационной модели для определения стратегии развития промышленного комплекса по обращению с радиоактивными отходами ФГУП «РАДОН» // Радиоактивные отходы. 2020. № 1 (10). С. 101–112. DOI: 10.25283/2587-9707-2020-1-101-112.

24. О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов: Постановление Правительства Российской Федерации от 19.10.2012 № 1069.

25. Иванов Е. А., Шаров Д. А., Демьяненко М. В., Шарафутдинов Р. Б., Курьиндин А. В. О некоторых проблемах обращения с промышленными отходами, содержащими техногенные радионуклиды // Ядерная и радиационная безопасность. 2019. № 3 (93). С. 1–11. DOI: 10.26277/SECNRS.2019.93.3.001.

26. Проблемы переработки и кондиционирования радиоактивных отходов // Пятый научно-технический семинар (20–24 июня 2022 г.): сб. докладов / Научно-техническое издание. Санкт-Петербург, 2022. 126 с. ISBN 978-5-906580-12-2.

27. Management of Project Risks in Decommissioning. Safety Reports Series No. 97 (STI/PUB/1839), IAEA, Vienna, 2019.

28. Национальный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р ИСО 31000-2019. Менеджмент риска. Принципы и руководство: утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10.12.2019 № 1379-ст.

29. Национальный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р 58771-2019. Менеджмент риска. Технологии оценки риска: утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17.12.2019 № 1405-ст.

References

1. Evstratov E. V., Agapov A. M., Laverov N. P., Bolshov L. A., Linge I. I. (Eds). (2012). Problemy yadernogo naslediya i puti ikh resheniya [Nuclear legacy problems and the solutions]. Moscow: JSC “EHNERGOPROMANALITIKA”, 356 p. Vol. 1. [in Russian].

2. Obespechenie yadernoi i radiatsionnoi bezopasnosti na 2016–2020 gody i na period do 2030 goda: Feder. tselevaya programma [Federal Target Program “Ensuring nuclear and radiation safety for 2016–2020 and for the period up to 2030”]. Ofitsial'nyi internet-sait FTSP YARB-2 – Official website of the FTP NRS-2. URL: <http://фцп-ярб2030.рф> (reference date: 01.11.2022).

3. Komarov E. A. (2019). Itogi realizatsii otraslevoi Kontseptsii vyvoda iz ehkspluatatsii yadernoi i radiatsionno opasnykh ob"ektov: doklad (Goskorporatsiya “Rosatom”) [Report “Results of implementation of the industry Concept for decommissioning of nuclear and radiation hazardous facilities” (State Corporation ROSATOM)]. Otraslevoi seminar po VEH YAROO (3 dekabrya, 2019 g.) – Industry seminar on the decommissioning of NRHF (December 3, 2019). St. Petersburg, 2019. [in Russian].

4. Itogi deyatelnosti Gosudarstvennoi korporatsii po atomnoi ehnergii “Rosatom” za 2020 god: publichnyi godovoi otchet [Public annual report “Results of activities of the State Atomic Energy Corporation ROSATOM for 2020”]. Moscow: State Corporation ROSATOM. 2020. 451 p.

5. Deryabin S. A. (2021). Planirovanie rabot po VEH v ramkakh FTSP YARB-2: doklad (Goskorporatsiya “Rosatom”) [Report “Decommissioning work planning within the framework of FTP NRS-2” (State Corporation ROSATOM)]. XI Rossiiskaya nauchnaya konferentsiya “Radiatsionnaya zashchita i radiatsionnaya bezopasnost' v yadernykh tekhnologiyakh” (26–29 oktyabrya 2021 g.) – XI Russian Scientific Conference “Radiation Protection and Radiation Safety in Nuclear Technologies” (October 26–29, 2021). Moscow, 2021. [in Russian].

6. Atomnye stantsii Rossii [Nuclear power plants of Russia]. Ofitsial'nyi internet-sait AO “Kontsern Rosehnergoatom” – Official website of Rosenergoatom Concern JSC. URL: <https://www.rosenergoatom.ru> (reference date: 01.11.2022).

7. Bylkin B. K., Engovatov I. A. (2014). Vyvod iz ehkspluatatsii reaktornykh ustanovok: monografiya [Decommissioning of reactor facilities: monograph]. Moscow: MGSU, 2014. 228 p.

8. Osnovy gosudarstvennoi politiki v oblasti obespecheniya yadernoi i radiatsionnoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii na period do 2025 goda i dal'neishuyu perspektivu: utv. Ukazom Prezidenta Rossiiskoi Federatsii ot 13 oktyabrya 2018 g. No. 585 [Fundamentals of the state policy in the field of ensuring nuclear and radiation safety of the Russian Federation for the period up to 2025 and beyond, approved by Decree of the President of the Russian Federation, October 13, 2018, No. 585]. 2018.

9. Decommissioning of facilities. IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 6, IAEA, Vienna, 2014.

10. Kontseptsiya vyvoda iz ehkspluatatsii yadernykh ustanovok, radiatsionnykh istochnikov i punktov khraneniya: utv. general'nym direktorom Gosudarstvennoi korporatsii po atomnoi ehnergii “Rosatom” S. V. Kirienko [The concept of decommissioning of nuclear installations, radiation sources and storage facilities, approved by the Director General of the State Corporation ROSATOM S. V. Kirienko]. 2014.

11. Ob ispol'zovanii atomnoi ehnergii: Feder. zakon ot 21.11.1995 No. 170-FZ [The Federal Law No. 170-FZ “On the use of atomic energy”, November 21, 1995]. 1995.

12. O federal'nykh organakh ispolnitel'noi vlasti i upolnomochennykh organizatsiyakh, osushchestvlyayushchikh gosudarstvennoe upravlenie ispol'zovaniem atomnoi ehnergii i gosudarstvennoe regulirovanie bezopasnosti pri ispol'zovanii atomnoi ehnergii: Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 03.07.2006 No. 412 [Decree of the Government of the Russian Federation No. 412 “On federal executive bodies and authorized organizations exercising state management of the use of atomic energy and state regulation of safety in the use of atomic energy”, July 3, 2006]. 2006.

13. O Federal'noi sluzhbe po ehkologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru: Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 30.07.2004 No. 401 [Decree of the Government of the Russian Federation No. 401 “On the Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service”, July 30, 2004]. 2004.

14. Perechen' deistvuyushchikh federal'nykh norm i pravil v oblasti ispol'zovaniya atomnoi ehnergii [List of current federal rules and regulations in the field of atomic energy use]. Ofitsial'nyi internet-sait FBU “NTTS YARB” – Official website of SEC NRS. URL: <https://www.secncrs.ru/science/development/fnp/> (reference date: 01.11.2022).

15. Perechen' deistvuyushchikh rukovodstv po bezopasnosti pri ispol'zovanii atomnoi ehnergii [List of current safety guides in the field of atomic energy use]. Ofitsial'nyi internet-sait FBU “NTTS YARB” – Official website of SEC NRS. URL: <https://www.secncrs.ru/science/development/rb/> (reference date: 01.11.2022).

16. Decommissioning of Nuclear Power Plants, Research Reactors and Other Nuclear Fuel Cycle Facilities. IAEA Specific Safety Guide No. SSG-47, IAEA, Vienna, 2018.

17. Decommissioning of Medical, Industrial and Research Facilities. IAEA Specific Safety Guide No. SSG-49, IAEA, Vienna, 2019.

18. Gradostroitel'nyi kodeks Rossiiskoi Federatsii ot 29.12.2004 No. 190-FZ [The city planning code of the Russian Federation No. 190-FZ, December 29, 2004]. 2004.

19. Sanitarnye pravila i normativy SP 2.6.1.2612-10. Osnovnye sanitarnye pravila obespecheniya radiatsionnoi bezopasnosti (OSPORB-99/2010): utv. Postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Rossiiskoi Federatsii ot 26.04.2010 No. 40 [Sanitary rules and regulations SP 2.6.1.2612-10 “Basic sanitary rules for ensuring radiation safety (OSPORB-99/2010)”. Approved by the Decree of the Chief state sanitary doctor of the Russian Federation No. 40, April 26, 2010]. 2010.

20. O sostave razdelov proektnoi dokumentatsii i trebovaniyakh k ikh sodержaniyu: Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 16.02.2008 No. 87 [Decree of the Government of the Russian Federation No. 87 “On composition of project documentation parts and requirements for its content”, February 16, 2008]. 2008.

21. Ob utverzhdenii trebovanii k sostavu i sodержaniyu proekta organizatsii rabot po snosu ob'ekta kapital'nogo stroitel'stva: Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 26.04.2019 No. 509 [Decree of the Government of the Russian Federation No. 509 “On approval of the requirements for composition and content of the project for organization of work on demolition of a capital construction object”, April 26, 2019]. 2019.

22. Ob utverzhdenii Pravil formirovaniya i vedeniya informatsionnoi modeli ob'ekta kapital'nogo stroitel'stva, sostava svedenii, dokumentov i materialov, vklyuchaemykh v informatsionnuyu model' ob'ekta kapital'nogo stroitel'stva i predstavlyaemykh v forme ehlektronnykh dokumentov, i trebovanii k formatam ukazannykh ehlektronnykh dokumentov, a takzhe o vnesenii izmeneniya v punkt 6 Polozheniya o vypolnenii inzhenernykh izyskaniy dlya podgotovki proektnoi dokumentatsii, stroitel'stva, rekonstruktsii ob'ektov kapital'nogo stroitel'stva: Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 15.09.2020 No. 1431 [Decree of the Government of the Russian Federation No. 1431 “On approval of the Rules for formation and maintenance of an information model of a capital construction object, composition of information, documents and materials included in the information model of a capital construction object and submitted in the form of electronic documents, and requirements for the formats of these electronic documents, as well as on amendments to paragraph 6 of the Regulations on the implementation of engineering surveys for preparation of the project documentation, construction, reconstruction of capital construction objects”, September 15, 2020]. 2020.

23. Luzhetsky A. V., Nevrov Yu. V., Vedernikova M. V., Ivanov A. Yu., Linge In. I., et al. O sozdaniy integral'noi informatsionnoi modeli dlya opredeleniya strategii razvitiya promyshlennogo kompleksa po obrashcheniyu s radioaktivnymi otkhodami FGUP “RADON” [On the creation of the integral information model to determine the strategy for the development of the industrial complex for the radioactive waste management FSUE “RADON”]. Radioaktivnye otkhody – Radioactive waste, 2020, No. 1 (10), pp. 101–112. [in Russian]. DOI: 10.25283/2587-9707-2020-1-101-112.

24. O kriteriyakh otneseniya tverdykh, zhidkikh i gazoobraznykh otkhodov k radioaktivnym otkhodam, kriteriyakh otneseniya radioaktivnykh otkhodov k osobym radioaktivnym otkhodam i k udalyaemym radioaktivnym otkhodam i kriteriyakh klassifikatsii udalyaemykh radioaktivnykh otkhodov: Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 19.10.2012 No. 1069 [Decree of the Government of the Russian Federation No. 1069 “On the criteria for classifying solid, liquid and gaseous waste as radioactive waste, the criteria for classifying radioactive waste as special radioactive waste and disposable radioactive waste, and the criteria for classifying radioactive waste as disposed waste”, October 19, 2012]. 2012.

25. Ivanov E. A., Sharov D. A., Demyanenko M. V., Sharafutdinov R. B., Kuryndin A. V. O nekotorykh problemakh obrashcheniya s promyshlennymi otkhodami, sodержashchimi tekhnogennye radionuklidy [On some problems of the management of industrial waste containing technogenic radionuclides]. Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety Journal, 2019, No. 3 (93), pp. 1–11. [in Russian]. DOI: 10.26277/SECNRS.2019.93.3.001.

26. Problemy pererabotki i konditsionirovaniya radioaktivnykh otkhodov [Problems of processing and conditioning of radioactive waste]. Pyaty nauchno-tekhnicheskii seminar (20–24 iyunya 2022 g.) – The Fifth scientific and technical seminar (June 20–24, 2022). Book of reports. Scientific and technical edition. St. Petersburg, 2022. 126 p. [in Russian]. ISBN 978-5-906580-12-2.

27. Management of Project Risks in Decommissioning. Safety Reports Series No. 97 (STI/PUB/1839), IAEA, Vienna, 2019.

28. Natsional'nyi standart Rossiiskoi Federatsii. GOST R ISO 31000-2019. Menedzhment riska. Printsipy i rukovodstvo: utv. prikazom Federal'nogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii ot 10.12.2019 No. 1379-st [GOST R ISO 31000-2019. Risk management. Principles and guideline. National standard of the Russian Federation. Approved by order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology No. 1379-st, December 10, 2019]. 2019.

29. Natsional'nyi standart Rossiiskoi Federatsii. GOST R 58771-2019. Menedzhment riska. Tekhnologii otsenki riska: utverzhden prikazom Federal'nogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii ot 17.12.2019 No. 1405-st [GOST R 58771-2019. Risk management. Risk assessment technologies. National standard of the Russian Federation. Approved by order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology No. 1405-st, December 17, 2019]. 2019.

Сведения об авторах

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).

Щадилов Анатолий Евгеньевич, заместитель начальника отдела радиационной безопасности, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

Афанасьев Илья Александрович, научный сотрудник отдела радиационной безопасности, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

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

Authors credentials

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

Schadilov Anatoliy Evgenevich, Deputy Head of Radiation Safety Division, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, bld. 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: schadilov@secnrs.ru.

Afanasev Ilya Alexandrovich, Researcher of Radiation Safety Division, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, bld. 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: iafanasiev@secnrs.ru.

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

Для цитирования

Бочкарёв В. В., Щадилов А. Е., Афанасьев И. А., Шарафутдинов Р. Б. Состояние нормативного регулирования безопасности при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии // Ядерная и радиационная безопасность. 2022. № 4 (106). С. 5–18. DOI: 10.26277/SECNRS.2022.106.4.001.

For citation

Bochkarev V. V., Schadilov A. E., Afanasev I. A., Sharafutdinov R. B. Current state of the safety regulation during nuclear facilities decommissioning. Nuclear and Radiation Safety Journal, 2022, no. 4 (106), pp. 5–18. [in Russian]. DOI: 10.26277/SECNRS.2022.106.4.001.

