



УДК: 336:005.334; 621.039.4

DOI: 10.26277/SECNRS.2025.118.4.002

© 2025. Все права защищены.

РАЗВИТИЕ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ РИСКОВ В КОНТЕКСТЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ВЫВОДУ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ БЛОКОВ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

Афанасьев И. А.* (iafanasiev@secnrs.ru),

Хохлов Д. А.* (khokhlov@secnrs.ru)

Статья поступила в редакцию 15 декабря 2025 г.

Аннотация

В статье рассматривается подход к разработке системы управления рисками «нерадиационного характера» при планировании и реализации проектов по выводу из эксплуатации блоков атомных станций. Актуальность вопросов управления рисками обоснована высокими темпами изменения социальных, экономических, геополитических и других условий в мире: неопределенности вносят все более значимый вклад во все виды деятельности в области использования атомной энергии, в том числе в вывод из эксплуатации блоков атомных станций, что требует разработки современных подходов к оценке рисков, а также адаптации существующих общепринятых методов управления рисками к деятельности в области использования атомной энергии.

Предложена концептуальная методика оценки рисков, ориентированная на деятельность по планированию, подготовке и осуществлению вывода из эксплуатации блоков атомных станций, а также отмечена ее применимость в целях регулирования безопасности вывода из эксплуатации блоков атомных станций.

► **Ключевые слова:** вывод из эксплуатации, атомная станция, регулирование безопасности, управление рисками, оценка рисков.

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

DEVELOPMENT OF RISK ASSESSMENT APPROACHES IN THE CONTEXT OF REGULATING THE SAFETY OF NUCLEAR POWER PLANT UNITS DECOMMISSIONING

Afanasev I. A.*,
Khokhlov D. A.*

The article was received by the editors' crew on December 15th, 2025.

Abstract

The article addresses approach to the development of the system of managing non radiation related risks for activities of planning and implementing nuclear power plant units decommissioning projects. The relevance of risk management issues is justified by the high rate of change in social, economic, geopolitical and other conditions worldwide: uncertainties are making an increasingly significant contribution to all types of activities in the field of atomic energy use, including the decommissioning of nuclear power plant units, which necessitates the development of modern approaches to risk assessment, as well as the adaptation of existing generally accepted risk management methods to activities in the field of atomic energy use.

A conceptual risk assessment methodology focused on the activities of planning, preparing and carrying out the decommissioning of nuclear power plant units is proposed, and also its applicability for the purposes of regulating the safety of nuclear power plant unit decommissioning is noted.

► **Keywords:** *decommissioning, nuclear power plant, safety regulation, risk management, risk assessment.*

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

Согласно положениям действующих российских федеральных норм и правил в области использования атомной энергии НП-091-14 [1], НП-012-16 [2] вывод из эксплуатации блоков атомных станций (АС) – деятельность, требующая тщательного планирования на всех предшествующих ему стадиях жизненного цикла (включая размещение, проектирование и сооружение). В силу взаимозависимости, сложности и уникальности работ, а также их ограниченности по времени, деятельность по выводу из эксплуатации блоков АС следует относить к проектной (согласно стандартам РМВОК v7 [3] и ГОСТ Р 54869-2011 [4]). Как показывает международный опыт, обобщенный в Аналитическом отчете [5], около 35–45 % всех расходов на вывод из эксплуатации ядерно- и радиационно опасных объектов (ЯРОО) составляют затраты на управление проектом, которые часто обусловлены возникновением рисков, как правило, связанных с экономическими, социальными, геополитическими, правовыми и другими факторами. Именно поэтому, в соответствии с положениями ISO 21500:2012 [6] и ГОСТ Р ИСО 21500-2014 [7], управление рисками – это неотъемлемая часть управления проектом. Актуальность управления рисками при реализации проектов в любых сферах деятельности признана во всем мире. В 2018–2019 гг. Международной организацией по стандартизации (ISO) были разработаны и опубликованы два международных стандарта – ISO 31000:2018 [8] и IEC 31010:2019 [9], на основе которых были разработаны национальные российские стандарты ГОСТ Р ИСО 31000-2019 [10] и ГОСТ Р 58771-2019 [11].

Значимость оценки рисков при управлении проектами в области использования атомной энергии признана также на международном уровне. По инициативе Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) в 2012 г. был создан «Международный проект по управлению рисками при выводе из эксплуатации» (International Project on Decommissioning Risk Management – DRiMa), участие в котором приняли более 70 специалистов по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии (ОИАЭ) и экспертов по управлению рисками со всего мира, включая Российскую Федерацию. По результатам проекта DRiMa в 2019 г. был опубликован отчет SRS № 97 [12], посвященный подходам к управлению рисками проектов по выводу из эксплуатации ядерных установок, с учетом положений [6]. В отчете SRS № 97 [12] отмечается, что управление рисками должно быть направлено на предотвращение и компенсирование

рисков, связанных с финансово-экономическими, организационными, социально-политическими факторами, в том числе «человеческим фактором», и другими внешними и внутренними факторами «нерадиационного характера», влияющими на проекты по выводу из эксплуатации (проектные риски). В мировом сообществе такие проектные риски относят к PESTLE-модели, включающей в себя следующие факторы, влияющие на проекты: политические (political), экономические (economic), социальные (social), технологические (technological), нормативно-правовые (legal) и экологические факторы / факторы окружающей среды (environmental factors). Следует отдельно отметить, что в настоящей статье не рассматриваются риски «радиационного характера», подлежащие учету в рамках вероятностного анализа безопасности [13].

Как следует из заключения, сделанного в отчете [12], осуществление всесторонней качественной оценки рисков при планировании вывода из эксплуатации ОИАЭ позволяет:

- определить потенциально возможные опасные события, которые могут возникнуть при выводе из эксплуатации ОИАЭ, и разработать соответствующие меры по их предотвращению и (или) реагированию на них, в том числе предусмотреть необходимые финансовые резервы для компенсации негативного эффекта;
- обеспечить принятие эффективных управленческих решений при выводе из эксплуатации ОИАЭ в условиях существующей неопределенности;
- повысить осведомленность персонала о негативных факторах, имеющих место при выполнении работ по выводу из эксплуатации ОИАЭ, и провести соответствующую подготовку персонала;
- обеспечить эффективное взаимодействие с заинтересованными сторонами и снизить их беспокойство в отношении опасного влияния работ по выводу из эксплуатации ОИАЭ на население и окружающую среду.

В отчете [12] также отмечено, что оценку рисков целесообразно выполнять в рамках деятельности по управлению проектом вывода из эксплуатации ОИАЭ в три основных этапа (рис. 1):

- 1) идентификация рисков (посредством анализа внешних и внутренних факторов, влияющих на проект);
- 2) анализ вероятности и последствий наступления рисков;
- 3) измерение и ранжирование рисков по степени влияния на реализацию проекта.

Кроме того, в 2023 г. МАГАТЭ был опубликован Технический отчет № NR-T-2.15 [14], согласно которому идентификацию, оценку и контроль проектных рисков, возможных при выводе из эксплуатации блоков АС, следует выполнять на всех стадиях жизненного цикла АС. По мнению экспертов МАГАТЭ, при управлении рисками проектов по выводу из эксплуатации АС особого внимания требуют такие аспекты, как:

- планируемое конечное состояние АС после вывода из эксплуатации;
- обращение с отходами, включая радиоактивные (РАО), и незагрязненными материалами;
- организационная структура, человеческие ресурсы и управление персоналом;
- финансовое обеспечение и управление затратами на вывод из эксплуатации;
- вариант вывода из эксплуатации АС и принятые технологические решения;
- нормативная правовая база, лицензирование и проверки;
- взаимодействие с подрядчиками и поставщиками;
- взаимодействие с общественностью и другими заинтересованными сторонами [14].

Как следует из [14], внедрять систему менеджмента рисков, возможных при выводе из эксплуатации АС, необходимо еще на стадии проектирования и поддерживать ее на всем жизненном цикле АС. При этом все потенциальные риски следует подразделять на «стратегические» (которые были определены при планировании вывода из эксплуатации)

и «операционные» (выявленные в ходе выполнения работ по выводу из эксплуатации). Результаты оценки рисков эксперты МАГАТЭ рекомендуют учитывать при планировании затрат на вывод из эксплуатации АС [14].

В последнее время необходимость создания и внедрения системы управления рисками в области использования атомной энергии признается и в Российской Федерации на государственном уровне. В соответствии с п. 13 Указа Президента Российской Федерации «Об утверждении основ государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу» [15], одними из основных направлений реализации указанной политики являются разработка и применение инновационных методов выявления рисков в области ядерной и радиационной безопасности и управления ими. Во исполнение положений Указа [15], в Госкорпорации «Росатом» применяется «Отраслевая система управления рисками», охватывающая преимущественно операционную деятельность Госкорпорации «Росатом», а также процессы проектирования, сооружения и эксплуатации ОИАЭ [16]. При этом система управления рисками при выводе из эксплуатации ОИАЭ в настоящее время в Госкорпорации «Росатом» только создается. Как упоминалось в статье [17], одной из приоритетных задач Госкорпорации «Росатом» в рамках обеспечения работ по выводу из эксплуатации ЯРОО является внедрение системы риск-менеджмента, под которой понимается процесс

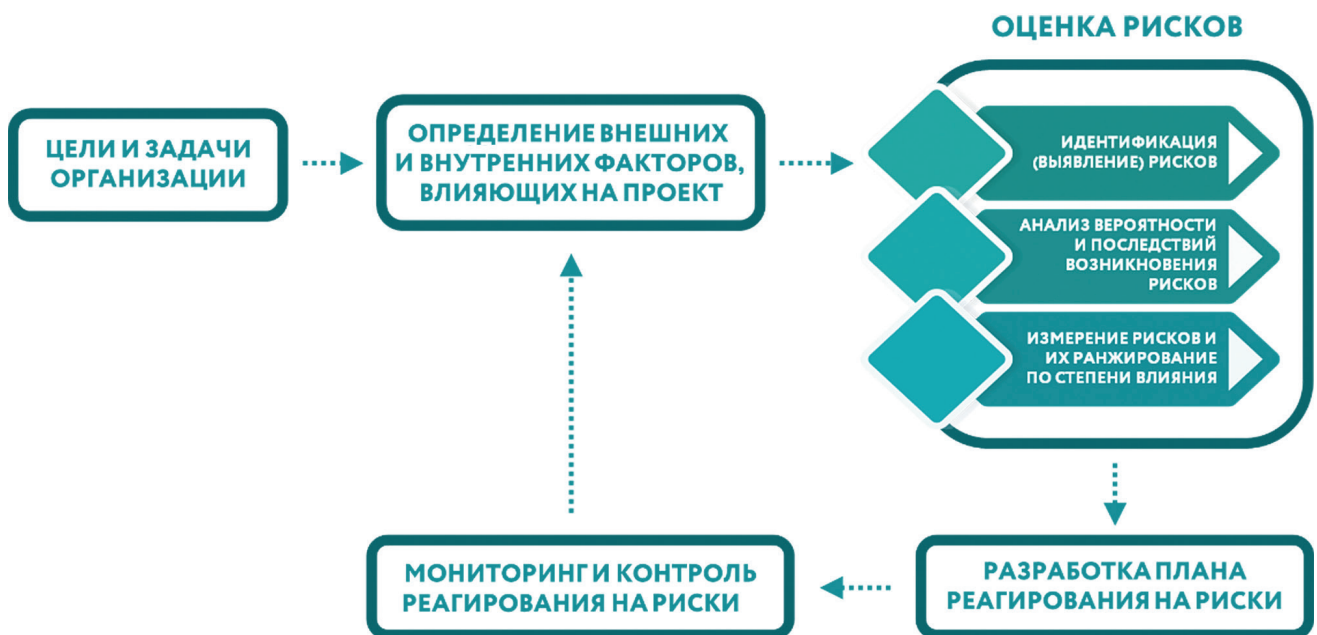


Рис. 1. Схема управления рисками (согласно ISO 31000:2018 [8], SRS № 97 [12])
 [Fig. 1. Risk management scheme (according to ISO 31000:2018 [8], SRS No. 97 [12])]

принятия и исполнения управленческих решений, направленных на снижение вероятности возникновения неблагоприятного результата при выводе из эксплуатации ЯРОО и минимизацию возможных потерь, вызванных его реализацией.

Согласно требованиям НП-091-14 [1] и НП-012-16 [2] планирование и подготовка к выводу из эксплуатации блока АС должны осуществляться в соответствии с концепцией вывода из эксплуатации блока АС, а также разработанными на ее основе программой и проектом (проектной документацией) вывода из эксплуатации блока АС. При этом аспекты управления рисками «нерадиационного характера» (экономическими, социальными, геополитическими и другими) в действующих федеральных нормах и правилах в области использования атомной энергии (НП-091-14 [1], НП-012-16 [2] и других), а также в руководствах по безопасности при использовании атомной энергии в настоящее время не затрагиваются. РБ-101-16 [18], посвященное применению риск-информативного метода при обосновании риск-информативных решений, не распространяется на риски, вызванные факторами «нерадиационного характера», подлежащими учету согласно ГОСТ Р ИСО 31000-2019 [10] и ГОСТ Р 58771-2019 [11].

Отсутствие системы управления рисками «нерадиационного характера», возможными при выводе из эксплуатации блоков АС, может оказать существенное влияние на планирование финансирования работ по их выводу из эксплуатации из средств специального резервного фонда. Так, например, в 2023 г. на «Стратегической сессии Госкорпорации «Росатом» по вопросам вывода из эксплуатации ЯРОО и обращения с объектами ядерного наследия» было отмечено, что к настоящему времени существует только приблизительная оценка общей стоимости вывода 35 блоков АС – более 2 трлн руб. [19]. Для выработки коллегиального решения по данному вопросу Госкорпорацией «Росатом» и АО «Концерн Росэнергоатом» совместно с государственными регулирующими органами была создана межведомственная группа, в задачи которой входят формирование методики расчета затрат на вывод из эксплуатации и оценка необходимости внесения изменений в нормативную правовую базу [19].

Недостаток финансовых резервов на вывод из эксплуатации блоков АС может послужить причиной значительного увеличения сроков завершения работ по приведению их в безопасное конечное состояние, установленное проектной документацией вывода

из эксплуатации блоков АС. Следовательно, это ведет к тому, что в течение длительного времени блоки АС будут потенциальным источником радиационной опасности, с учетом ограниченного ресурса их строительных конструкций, систем и оборудования. Отсутствие достаточного финансирования препятствует достижению заданного конечного состояния блока АС в ходе его вывода из эксплуатации и освобождению его от контроля органов государственного регулирования безопасности в соответствии с требованиями федеральных норм и правил в области использования атомной энергии.

Помимо неопределенности финансирования также остро стоит вопрос обращения с РАО, связанный, в том числе, с отсутствием пунктов захоронения для РАО 1 и 2 классов, накопленных на блоках АС в ходе их эксплуатации, а также недостаточным количеством пунктов захоронения для РАО, образующихся при выводе блоков АС из эксплуатации.

Кроме того, дополнительная проблема, связанная с выводом из эксплуатации ЯРОО, возникла в 2022 г. из-за введения зарубежных санкций в отношении Российской Федерации и ухода в связи с этим многих западных компаний с российского рынка. Например, уход европейских компаний, производящих роботизированные комплексы, предназначенные для работы в сложных и труднодоступных условиях, заставил пересмотреть некоторые проектные решения по выводу из эксплуатации объектов ядерного наследия на территории России и адаптировать их под доступные российские аналоги. В отдельных случаях понадобилась разработка новых организационно-технических решений, что заметно увеличивает сроки реализации проектов по выводу из эксплуатации и повышает затраты.

Опосредованное, но значительное влияние перечисленных выше рисков «нерадиационного характера» на безопасность при выводе из эксплуатации ЯРОО, можно было бы существенно снизить в случае своевременной оценки рисков и выработки организационно-технических мер по реагированию на них. Таким образом, представляется необходимым дополнение действующей в настоящее время в России нормативной правовой базы в области использования атомной энергии требованиями о необходимости оценки рисков «нерадиационного характера» при планировании вывода из эксплуатации блоков АС на стадиях их проектирования, сооружения и эксплуатации, а также о разработке плана реагирования на риски при подготовке к выводу из эксплуатации блоков АС после их окончательного останова.

Данное направление развития нормативной правовой базы по выводу из эксплуатации ОИАЭ было отмечено в качестве перспективного еще в 2022 г. в [20]. В связи с тем, что оценка рисков в первую очередь направлена на разработку мер по снижению вероятности возникновения рисков при выводе из эксплуатации блоков АС и смягчению возможных негативных последствий, вызванных их реализацией, наибольшую актуальность оценка рисков «нерадиационного характера» имеет при разработке концепции и программы вывода из эксплуатации блока АС как основных документов его планирования.

Разработка плана реагирования на риски становится наиболее актуальной при подготовке

к выводу из эксплуатации блока АС после его окончательного останова, а мониторинг и контроль его выполнения – непосредственно при реализации проекта по выводу из эксплуатации. Конкретные и детальные рекомендации по управлению рисками при планировании, подготовке и реализации вывода из эксплуатации блоков АС могут быть изложены в соответствующем руководстве по безопасности при использовании атомной энергии. Перспективная схема управления рисками представлена на рис. 2.

С целью выполнения этапа оценки рисков (рис. 2) могут применяться методы, указанные в [21], включая: контрольные листы (чек-листы), метод номинальной группы, метод опроса, а также анализ сценариев и другие. В табл. № 1 приведены результаты

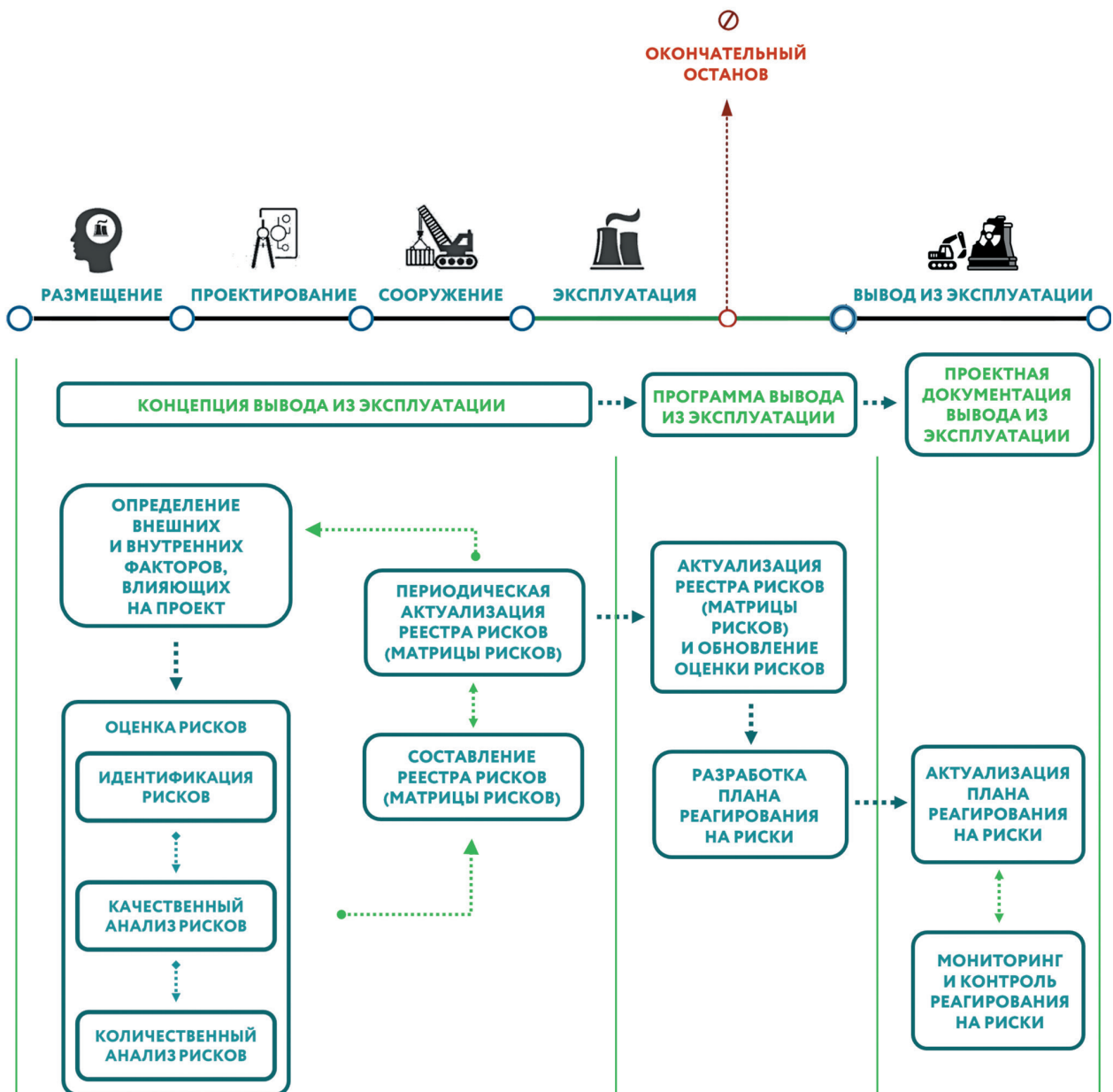


Рис. 2. Перспективная схема управления рисками «нерадиационного характера» при выводе из эксплуатации блоков атомных станций

[Fig. 2. Prospective framework for managing non-radiological risks in the nuclear power plant units decommissioning]

анализа применимости представленных в [21] методов для выполнения оценки рисков, возможных при выводе из эксплуатации блоков АС (включая их идентификацию, качественный и количественный анализы).

Следует отметить, что для целей определения внешних и внутренних факторов, влияющих на деятельность по выводу из эксплуатации блока АС, и идентификации рисков могут использоваться не только методы, изложенные в [21], но также дополнительно могут применяться генеративные нейросетевые модели.

Наиболее эффективно применение нейросетевых моделей совместно с методами, представленными в табл. № 1, например перекрестное использование нейросетей и методов SWIFT и ETA, позволяет генерировать множество вариантов развития событий, возможных при наступлении какого-либо риска. При идентификации рисков исключительно экспертными методами возможно упущение ряда негативных сценариев развития событий. Однако применение только нейросетевых моделей для идентификации рисков также нежелательно, так как многие модели в настоящее время могут допускать ошибки,

Таблица № 1

Результаты анализа применимости методов оценки рисков, установленных в [19], в отношении деятельности по выводу из эксплуатации блоков атомных станций
Results of the analysis of the applicability of risk assessment methods established in [19] for the nuclear power plant units decommissioning

№	Наименование метода оценки рисков	Оценка применимости (А – применим, NA – не применим)
1.	Мозговой штурм	А
2.	Структурированные или частично структурированные интервью	А
3.	Метод Дельфи	А
4.	Предварительный анализ опасностей (РНА)	А
5.	Анализ видов и последствий отказов (FMEA)	NA
6.	Исследование опасности и работоспособности (HAZOP)	NA
7.	Анализ опасностей и критических контрольных точек (НАССР)	NA
8.	Оценка токсикологического риска	NA
9.	Анализ сценариев методом «что, если» (SWIFT)	А
10.	Анализ сценариев	А
11.	Анализ воздействия на бизнес (BIA)	NA
12.	Анализ первопричины (RCA)	А
13.	Дерево неисправностей (FTA)	NA
14.	Дерево событий (ETA)	А
15.	Анализ уровней защиты (LOPA)	NA
16.	Анализ дерева решений	А
17.	Анализ человеческого фактора (HRA)	А
18.	Анализ «галстук-бабочка»	А
19.	Анализ скрытых дефектов (SA)	NA
20.	Марковский анализ	NA
21.	Моделирование по методу Монте-Карло	А
22.	Байесовский анализ и сети Байеса	А
23.	Кривые FN	NA
24.	Индексы риска	А
25.	Матрица последствий и вероятностей	А
26.	Анализ эффективности затрат (СВА)	А
27.	Мультикритериальный анализ решений (MCDA)	А

связанные с недостаточностью исходных данных или некорректным вводом запроса (промпта). Вследствие этого результаты исполнения запроса нейросетями требуют обязательной всесторонней экспертной проверки.

В целях определения применимости подхода, представленного на рис. 2, совместно с методами, указанными в табл. № 1, в отношении вывода из эксплуатации блоков АС авторами настоящей статьи была разработана соответствующая практико-ориентированная методика оценки рисков, имеющих место при реализации проектов по выводу их из эксплуатации. Разработанная методика оценки рисков схематично представлена на рис. 3.

В качестве исходных данных для разработки авторской методики, приведенной на рис. 3, рассматривалась гипотетическая модель блока АС с наиболее распространенной реакторной установкой типа ВВЭР-1000. Характеристики гипотетической модели блока АС приведены в табл. № 2.

Разработанная методика оценки рисков «нерадиационного характера» включает в себя четыре основных шага:

- 1) выявление внешних и внутренних факторов, влияющих на сроки или стоимость;
- 2) определение сценариев развития событий при наступлении факторов риска;

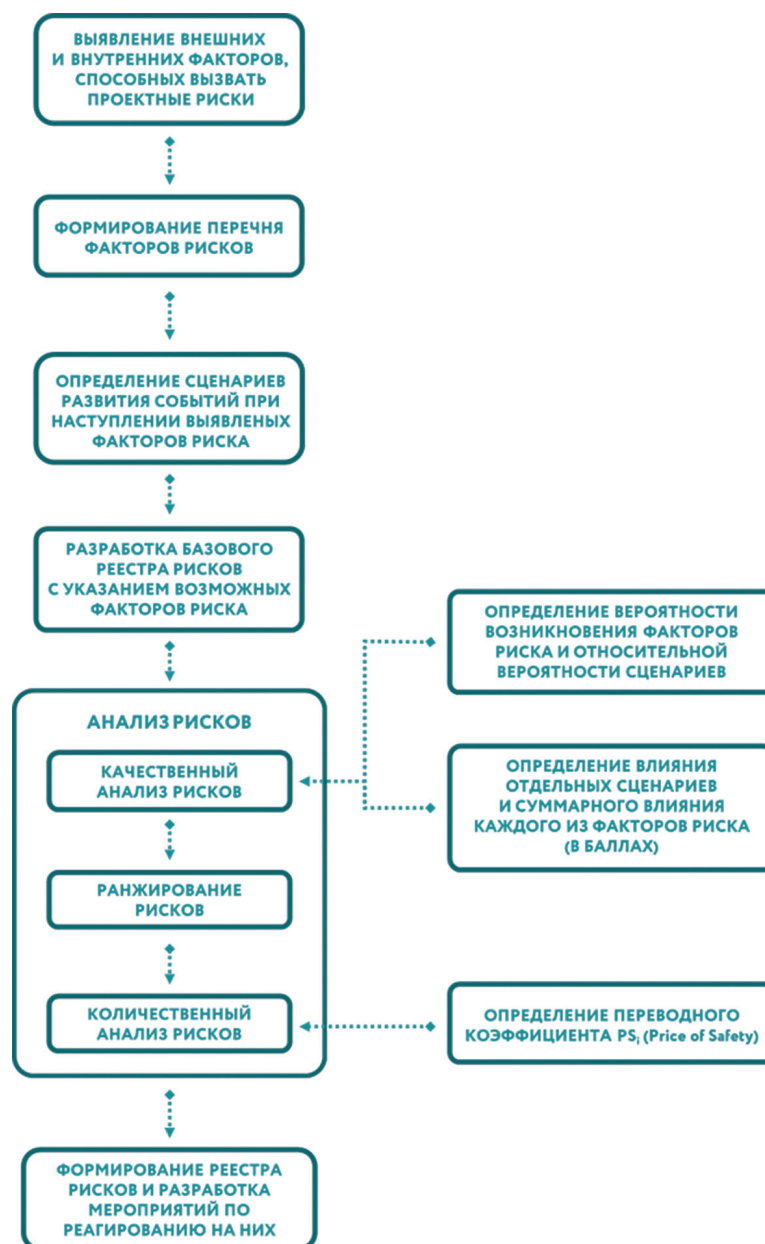


Рис. 3. Авторская методика оценки рисков «нерадиационного характера», возможных при выводе из эксплуатации блоков атомных станций
 [Fig. 3. Authors' methodology for assessing non-radiological risks that may arise during the nuclear power plant units decommissioning]

Таблица № 2

Характеристики гипотетической модели блока атомной станции, используемые при разработке методики оценки рисков проектов по выводу из эксплуатации блоков атомных станций
Characteristics of a hypothetical nuclear power plant unit model used in developing a methodology for assessing risks of nuclear power plant units decommissioning projects

№	Наименование характеристики гипотетической модели блока АС	Значение характеристики модели блока АС
1.	Тип реактора	ВВЭР-1000
2.	Электрическая мощность	1 000 МВт
3.	Год ввода в эксплуатацию	2000 г.
4.	Срок эксплуатации блока	60 лет
5.	Взаимосвязь с другими блоками АС	наличие общеблочных систем на 2 блока АС с реакторами одинакового типа ВВЭР-1000
6.	Общее количество блоков на площадке АС	4 (2 очереди по 2 одинаковых блока)
7.	Расстояние до ближайшей государственной границы	150 км
8.	Численность персонала АС	4 000 чел.
9.	Население в городе-спутнике	100 000 чел.
10.	Население в 30-километровой зоне АС	200 000 чел.
11.	Население в 50-километровой зоне АС	1 000 000 чел.
12.	Наличие железных дорог	1 железнодорожная ветка в 10 км от АС
13.	Наличие автомобильных дорог федерального значения	2 автомагистрали на расстоянии 25 км от АС
14.	Наличие водоемов	открытое море в 5 км от АС
15.	Наличие аэропорта	1 аэропорт в 50 км от АС
16.	Наличие нефте- и (или) газопровода	в 10 км от АС
17.	Наличие крупных промышленных объектов (фабрик, заводов и т. д.)	1 вагоностроительный завод в 40 км от АС, 1 сталелитейный завод в 50 км от АС
18.	Наличие альтернативных источников электроэнергии	2 ветровые электростанции мощностью 50 МВт в 100 км от АС
19.	Оценочная стоимость вывода из эксплуатации одного блока АС (базовый бюджет проекта)	\$2,5 млрд (цена 2025 г.)
20.	Оценочная среднегодовая стоимость эксплуатации одного блока АС, остановленного для вывода из эксплуатации (поддержание в безопасном состоянии)	\$55 млн/год (цена 2025 г.)
21.	Плановые сроки реализации проекта по выводу из эксплуатации одного блока АС	25 лет

3) качественный анализ выявленных рисков экспертным методом и их ранжирование по двум аспектам: влияние на сроки и стоимость реализации проекта;

4) количественный анализ рисков методом Монте-Карло с использованием переводного коэффициента, учитывающего стоимость задержки проекта.

В ходе идентификации рисков было определено 55 внешних и внутренних факторов риска, влияющих на реализацию проекта по выводу из эксплуатации блока АС, наиболее значимыми из которых являются (по результатам качественной экспертной оценки):

- преждевременный внеплановый окончательный останов блока АС;

- отсутствие пунктов захоронения для РАО, накопленных на блоке АС в ходе его эксплуатации, а также РАО, образующихся при выводе его из эксплуатации;

- изменение государственной политики в отношении обращения с РАО, образующимися при выводе из эксплуатации блоков АС;

- некорректное формирование резерва, предназначенного для целей вывода из эксплуатации блока АС и обращения с РАО, образующимися при выводе из эксплуатации;

- изменение национальных законов и иных нормативных правовых актов;

- введение зарубежных санкций в отношении эксплуатирующей организации;
- необходимость изменения варианта вывода из эксплуатации блока АС, связанная с изменением государственной политики или политическим решением.

В рамках количественной оценки по методу Монте-Карло также оценивалось совокупное влияние нескольких факторов риска на деятельность по выводу из эксплуатации блока АС (для расчета были взяты сценарии, соответствующие 21 наиболее значимому фактору риска). Результаты показали, что резервирование 77 % денежных средств от базового бюджета проекта по выводу из эксплуатации блока АС позволяет гарантированно покрыть 80 % потенциально возможных комбинаций рисков (рис. 4).

При этом наибольший вклад во влияние на проект оказывают риски, связанные с деятельностью по обращению с РАО (включая их захоронение), что согласуется с современной международной практикой.

Следует отметить, что, с точки зрения регулирования безопасности деятельности по выводу

из эксплуатации блоков АС, оценка рисков весьма показательна, так как позволяет определить аспекты, требующие повышенного внимания со стороны регулирующих органов, а также дает возможность эксплуатирующей организации заблаговременно разработать план компенсирующих мероприятий на случай реализации какого-либо риска, не допуская нарушения требований действующих федеральных норм и правил в области использования атомной энергии.

В заключение важно подчеркнуть, что представленный в статье анализ демонстрирует значительное (хоть и опосредованное) влияние рисков «нерадиационного характера» на безопасность при выводе из эксплуатации блоков АС. Предварительная оценка таких рисков, возможных при реализации проекта по выводу из эксплуатации блока АС, способствует обоснованному формированию нормативов отчислений и корректному формированию финансового резерва для целей его вывода из эксплуатации, а также содействует обеспечению безопасности при выполнении работ по выводу из эксплуатации и своевременному достижению заданного конечного состояния блока АС.



Рис. 4. Диаграмма распределения плотности вероятности отклонения стоимости проекта по выводу из эксплуатации блока АС от базового бюджета проекта с учетом рисков (для 21 фактора риска)
 [Fig. 4. Diagram of the probability density distribution of the deviation of the nuclear power plant unit decommissioning project cost from the baseline project budget, accounting for risks (for 21 risk factors)]

Литература

1. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Обеспечение безопасности при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии. Общие положения. НП-091-14: утв. приказом Ростехнадзора от 20.05.2014 № 216.
2. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции. НП-012-16: утв. приказом Ростехнадзора от 10.01.2017 № 5.
3. Стандарт управления проектом. Руководство к своду знаний по управлению проектом (PMBOK® Guide). 7-е издание. – США, Институт управления проектами, 2021.
4. ГОСТ Р 54869-2011. Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом. – М.: Стандартинформ, 2011. – 13 с.
5. Вывод из эксплуатации ядерно- и радиационно опасных объектов: рынки, финансово-экономические аспекты, стратегии ВЭ и перспективные технологии. Аналитический отчет. – М.: «Наука и инновации», 2021.
6. ISO 21500:2012. Guidance on Project Management / International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland, 2012.
7. ГОСТ Р ИСО 21500-2014. Руководство по проектному менеджменту. – М.: Стандартинформ, 2015. – 50 с.
8. ISO 31000:2018. Risk Management. Guidelines / International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland, 2018.
9. IEC 31010:2019. Risk Management. Risk Assessment Techniques / International Organization for Standardization & International Electrotechnical Commission. Geneva, Switzerland, 2019.
10. ГОСТ Р ИСО 31000-2019. Менеджмент риска. Принципы и руководство. – М.: Стандартинформ, 2020. – 19 с.
11. ГОСТ Р 58771-2019. Менеджмент риска. Технологии оценки риска. – М.: Стандартинформ, 2020. – 90 с.
12. Management of Project Risks in Decommissioning. Safety Reports Series No. 97 / International Atomic Energy Agency (IAEA). Vienna, Austria, 2019.
13. Ивочкин М. Ю., Берг Т. В., Бредова В. А., Максеев Р. Е., Любарский А. В., Самохин Г. И. Актуальные направления совершенствования нормативных требований к оценкам риска объектов использования атомной энергии // Ядерная и радиационная безопасность. 2022. № 4 (106). С. 19–28. DOI: 10.26277/SECNRS.2022.106.4.002.
14. Integrated Life Cycle Risk Management for New Nuclear Power Plants. Nuclear Energy Series No. NR-T-2.15 / International Atomic Energy Agency (IAEA). Vienna, Austria, 2023.
15. 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 13.10.2018 № 585.
16. Публичный отчет «Итоги деятельности Госкорпорации «Росатом» за 2022 год». – М.: Госкорпорация «Росатом», 2023. – 384 с.
17. Афанасьев И. А., Бочкарев В. В. О нормативном регулировании управления рисками при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии // Россия в XXI веке в условиях глобальных вызовов: проблемы управления рисками и обеспечения безопасности социально-экономических и социально-политических систем и природно-техногенных комплексов: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 26–27 апреля 2022 г. / Российская академия наук, Международный независимый эколого-политологический университет, Государственный университет управления. Том 1. – Москва: Государственный университет управления, 2022. – С. 126–130.
18. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии. Рекомендации по применению риск-информативного метода при обосновании риск-информативных решений, связанных с безопасностью блока атомной станции. РБ-101-16: утверждено приказом Ростехнадзора от 02.11.2016 № 458.
19. Анохин Д. Блок вопросов: сколько времени, сил и средств займет вывод АС из эксплуатации / Страна Росатом [Электронный ресурс]. – URL: <https://strana-rosatom.ru/2023/12/07/blok-voprosov-skolko-vremeni-sil-i-s> (дата обращения: 15.12.2025).
20. Бочкарев 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.

21. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2021. Надежность в технике. Методы оценки риска. – М.: Российский институт стандартизации, 2021. – 94 с.

References

1. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoi energii "Obespechenie bezopasnosti pri vyvode iz ehkspluatatsii ob'ektov ispol'zovaniya atomnoi ehnergii. Obshchie polozheniya" (NP-091-14) [Federal Norms and Rules in the Field of Nuclear Energy Use "Safety Assurance in the Decommissioning of Nuclear Facilities. General Provisions" (NP-091-14)]. 2014.
2. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoi energii "Pravila obespecheniya bezopasnosti pri vyvode iz ehkspluatatsii bloka atomnoi stantsii" (NP-012-16) [Federal Norms and Rules in the Field of Nuclear Energy Use "Safety Assurance Rules for the Decommissioning of a Nuclear Power Plant Unit" (NP-012-16)]. 2017.
3. Project Management Standard. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide), 7th Edition. Project Management Institute, USA, 2021.
4. GOST R 54869-2011. Proektnyi menedzhment. Trebovaniya k upravleniyu proektom [GOST R 54869-2011. Project Management. Project Management Requirements]. 2011.
5. Analiticheskii otchet "Vyvod iz ehkspluatatsii yaderno- i radiatsionno opasnykh ob'ektov: rynki, finansovo-ehkonomicheskie aspekty, strategii VEH i perspektivnye tekhnologii" [Analytical Report "Decommissioning of Nuclear and Radiation Hazardous Facilities: Markets, Financial and Economic Aspects, Decommissioning Strategies and Advanced Technologies"]. Moscow: "Science and Innovation", 2021.
6. ISO 21500:2012. Guidance on Project Management / International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland, 2012.
7. GOST R ISO 21500-2014. Rukovodstvo po proektnomu menedzhmentu [GOST R ISO 21500-2014. Guide to Project Management]. 2014.
8. ISO 31000:2018. Risk Management. Guidelines / International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland, 2018.
9. IEC 31010:2019. Risk Management. Risk Assessment Techniques / International Organization for Standardization & International Electrotechnical Commission. Geneva, Switzerland, 2019.
10. GOST R ISO 31000-2019. Menedzhment riska. Printsipy i rukovodstvo [GOST R ISO 31000-2019. Risk Management – Principles and Guidelines]. 2019.
11. GOST R 58771-2019. Menedzhment riska. Tekhnologii otsenki riska [GOST R 58771-2019. Risk Management – Risk Assessment Technologies]. 2019.
12. Management of Project Risks in Decommissioning, Safety Reports Series No. 97 / International Atomic Energy Agency (IAEA). Vienna, Austria, 2019.
13. Ivochkin M. Yu., Berg T. V., Bredova V. A., Makseev R. E., Lyubarsky A. V., Samokhin G. I. (2022). Aktual'nye napravleniya sovershenstvovaniya normativnykh trebovaniy k otsenkam riska ob'ektov ispol'zovaniya atomnoi ehnergii [Current Directions for Improving Regulatory Requirements for Risk Assessments of Nuclear Facilities]. Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety Journal, No. 4 (106), pp. 19–28. [in Russian]. DOI: 10.26277/SECNRS.2022.106.4.002.
14. Integrated Life Cycle Risk Management for New Nuclear Power Plants, Nuclear Energy Series No. NR T 2.15 / International Atomic Energy Agency (IAEA). Vienna, Austria, 2023.
15. Osnovy gosudarstvennoi politiki v oblasti obespecheniya yadernoi i radiatsionnoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii na period do 2025 goda i dal'neishuyu perspektivu [Foundations of State Policy in the Field of Ensuring Nuclear and Radiation Safety of the Russian Federation for the Period up to 2025 and Beyond]. 2018.
16. Publichnyi otchet "Itogi deyatelnosti Goskorporatsii "Rosatom" za 2022 god" [Public report "Results of the Activities of Rosatom State Corporation for 2022"]. Moscow: Rosatom State Corporation, 2023. 384 p.
17. Afanasyev I. A., Bochkarev V. V. (2022). O normativnom regulirovanii upravleniya riskami pri vyvode iz ehkspluatatsii ob'ektov ispol'zovaniya atomnoi ehnergii [On Regulation of Risk Management in the Nuclear Facilities Decommissioning]. Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Rossiya v XXI veke v usloviyakh global'nykh vyzovov: problemy upravleniya riskami i obespecheniya bezopasnosti sotsial'no-ehkonomicheskikh i sotsial'no-politicheskikh sistem i prirodno-tekhnogennykh kompleksov" – The All Russian Scientific and Practical Conference "Russia in the XXI Century amid Global Challenges: Issues of Risk Management and Ensuring Safety of Socio Economic and Socio Political Systems and Natural Technogenic Complexes" (Moscow, April 26–27, 2022): proceedings / Russian Academy of Sciences, International Independent University of Ecology and Politology, State University of Management. Volume 1. – Moscow: State University of Management. Pp. 126–130. [in Russian].

18. Rukovodstvo po bezopasnosti pri ispol'zovanii atomnoi ehnergii "Rekomendatsii po primeneniyu risk-informativnogo metoda pri obosnovanii risk-informativnykh reshenii, svyazannykh s bezopasnost'yu bloka atomnoi stantsii" (RB-101-16) [Safety guide in the field of atomic energy use "Recommendations on the Risk-Informed Approach Application in Justification of Risk-Informed Decisions Associated with a NPP Unit Safety" (RB-101-16)]. 2016.

19. Anokhin D. Blok voprosov: skol'ko vremeni, sil i sredstv zaimet vyvod AS iz ehkspluatatsii [The block of questions: how much time, effort and resources will it take to decommission the NPP]. Strana Rosatom. URL: <https://strana-rosatom.ru/2023/12/07/blok-voprosov-skolko-vremeni-sil-i-s> (reference date: 15.12.2025).

20. Bochkarev V. V., Shchadilov A. E., Afanasev I. A., Sharafutdinov R. B. (2022). Sostoyanie normativnogo regulirovaniya bezopasnosti pri vyvode iz ehkspluatatsii ob'ektov ispol'zovaniya atomnoi ehnergii [State of Regulatory Safety Framework for the Decommissioning of Nuclear Facilities]. *Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety Journal*, No. 4 (106), pp. 5–18. [in Russian]. DOI: 10.26277/SECNRS.2022.106.4.001.

21. GOST R ISO/IEC 31010-2021. Nadezhnost' v tekhnike. Metody otsenki riska [GOST R ISO/IEC 31010-2021. Dependability in Technics. Risk Assessment Methods]. 2021.

Сведения об авторах

Афанасьев Илья Александрович, начальник лаборатории поддержки нормативного регулирования при выводе из эксплуатации объектов атомной энергии отдела радиационной безопасности, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Красносельский, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

Хохлов Денис Андреевич, научный сотрудник лаборатории поддержки нормативного регулирования при выводе из эксплуатации объектов атомной энергии отдела радиационной безопасности, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Красносельский, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

Authors credentials

Afanasev Ilya Alexandrovich, Head of Laboratory for Support of Regulation of Nuclear Facilities Decommissioning of Radiation Safety Division, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8 bld. 5, Malaya Krasnoselskaya str., vn. ter. g. municipalnyi okrug Krasnoselskii, Moscow, 107140), e-mail: iafanasiev@secnrs.ru.

Khokhlov Denis Andreevich, Researcher of Laboratory for Support of Regulation of Nuclear Facilities Decommissioning of Radiation Safety Division, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8 bld. 5, Malaya Krasnoselskaya str., vn. ter. g. municipalnyi okrug Krasnoselskii, Moscow, 107140), e-mail: khokhlov@secnrs.ru.

Для цитирования

Афанасьев И. А., Хохлов Д. А. Развитие подходов к оценке рисков в контексте регулирования безопасности деятельности по выводу из эксплуатации блоков атомных станций // *Ядерная и радиационная безопасность*. 2025. № 4 (118). С. 18–30. DOI: 10.26277/SECNRS.2025.118.4.002.

For citation

Afanasev I. A., Khokhlov D. A. (2025). Razvitie podkhodov k otsenke riskov v kontekste regulirovaniya bezopasnosti deyatel'nosti po vyvodu iz ehkspluatatsii blokov atomnykh stantsii [Development of risk assessment approaches in the context of regulating the safety of nuclear power plant units decommissioning]. *Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety Journal*, No. 4 (118), pp. 18–30. [in Russian]. DOI: 10.26277/SECNRS.2025.118.4.002.