

УДК [621.039+621.311.24:621.039]:614.876(470+571)

КУЗНЕЦОВ Владимир Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры океанотехники и энергетических установок института судостроения и морской арктической техники (Севмашвтуз) филиала САФУ имени М.В. Ломоносова в г. Северодвинске. Автор 150 научных работ, в т. ч. 16 монографий и 6 учебных пособий

ШИНГАРКИН Максим Андреевич, российский общественный деятель, правозащитник, эколог, эксперт в области радиационной, экологической и промышленной безопасности, депутат Государственной думы Федерального собрания Российской Федерации 6-го созыва

ХВОСТОВА Марина Сергеевна, кандидат географических наук, доцент кафедры океанотехники и энергетических установок института судостроения и морской арктической техники (Севмашвтуз) филиала САФУ имени М.В. Ломоносова в г. Северодвинске. Автор 40 научных публикаций, в т. ч. одного учебного пособия

КОНЦЕПЦИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫВОДЕ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ АТОМНОГО НАСЛЕДИЯ¹

В статье рассмотрены концептуальные вопросы обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации объектов, использующих атомную энергию, таких как атомные электростанции, предприятия ядерно-топливного цикла, атомные суда и суда атомного технологического обслуживания. Изложены основные положения и рассмотрена реализация федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года». Обозначены основные факторы, оказывающие влияние на выбор национальной концепции вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии, а также на обеспечение ядерной, радиационной и экологической безопасности персонала, населения и окружающей среды при выводе из эксплуатации объектов использования ядерной энергии. Делается вывод, что ключевыми вопросами обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии являются вопросы обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом. Разработка технологий в области переработки отработавшего ядерного топлива и радиоактивных отходов, демонтажа и дезактивации радиационно опасных объектов позволит обеспечить ликвидацию длительно хранимых видов отработавшего ядерного топлива и накопленных радиоактивных отходов, а также сохранить технологическое лидерство.

¹ Статья подготовлена в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации № 218 от 9 апреля 2010 года «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений, государственных научных учреждений, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства».

© Кузнецов В.М., Хвостова М.С., Шингаркин М.А., 2014

Ключевые слова: вывод из эксплуатации, атомные электростанции, радиоактивные отходы, отработавшее ядерное топливо, ядерная безопасность, радиационная безопасность.

Практическое обеспечение ядерной, радиационной и экологической безопасности имеет принципиальную особенность. В отличие от других видов аварий, например, пожаров, при ведении горных работ или аварий на гидротехнических сооружениях, ядерные и радиационные аварии зачастую оцениваются государственными органами и обществом не только как чрезвычайная ситуация, но и как основание для рассмотрения вопроса о прекращении ведения такого вида деятельности в принципе. В истории ядерной и радиационной безопасности имеется много примеров национального или регионального масштаба, когда аварии и нарушения стали причиной корректировки национальных планов [1]. Это отказ США от переработки отработавшего ядерного топлива после аварии на АЭС Тримайл Айленд (1979 год), отказ Франции от реализации программы развития энергетики на быстрых реакторах после нарушений в работе реактора «Суперфеникс», отказ Италии, Бельгии, Германии, Швейцарии от атомной энергетики после аварий на Чернобыльской АЭС и АЭС Фукусима.

В соответствии с принятыми в международной практике подходами и действующим законодательством основная ответственность за обеспечение безопасности при использовании атомной энергии возлагается на эксплуатирующие организации. В целом эта задача успешно решается. Последнее десятилетие характеризуется удовлетворительными показателями уровня безопасности при эксплуатации объектов, использующих атомную энергию. На российских АЭС не зафиксировано ни одного серьезного нарушения безопасности, классифицируемого выше минимального уровня по международной шкале ИНЕС. Не было серьезных инцидентов и в других сферах применения атомной энергии, притом что общее число организаций, использующих ядерные технологии и источники ионизирующих излучений, превышает 5 тыс. Однако важный блок работ

в сфере обеспечения ядерной и радиационной безопасности, который возложен на органы государственного управления использованием атомной энергии, органы государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии, субъекты Российской Федерации и органы местного самоуправления, не всегда выполнялся на должном уровне.

Во-первых, это обеспечение безопасности ядерно и радиационно опасных объектов, созданных в рамках прошлых оборонных и иных программ, а также накопленных радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива. Вплоть до 2007 года эта проблема практически не решалась.

Во-вторых, это функционирование единой государственной и территориальных систем контроля радиационной обстановки и аварийного реагирования, медико-санитарное и информационное обеспечение, организация межведомственной координации деятельности сил аварийного реагирования на государственном и субъектном уровнях и др. Вплоть до середины прошлого десятилетия ситуация в данных областях характеризовалась повышенной уязвимостью не только для реальных аварий на объектах атомного энергопромышленного комплекса, но и слухов о них.

Масштабное решение проблем, накопленных в результате реализации атомного проекта и отложенных решений в атомной энергетике, началось в 2008 году в рамках реализации федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года» (далее ФЦП ЯРБ). В концепции данной программы было отмечено, что в Российской Федерации фактически отсутствовал эффективный подход к решению имеющихся проблем. Значительные усилия были предприняты только в отношении утилизации атомных подводных лодок. Также обращалось внимание, что в последние 15–20 лет ведущими ядерными государствами (США, Великобрита-

ния) начали осуществляться масштабные государственные программы по ликвидации наследия гонки вооружений, в т. ч. по выводу из эксплуатации ядерно и радиационно опасных объектов и реабилитации радиационно загрязненных территорий. Объемы финансирования этих программ, рассчитанных на 40–50 лет, превышают 10 млрд долл. в год.

В Российской Федерации развертывание работ по объектам ядерного наследия, хотя и было осуществлено с определенным запаздыванием в сравнении с аналогичными программами США и Великобритании, оказалось крайне своевременным.

В ходе выполнения мероприятий первого этапа ФЦП ЯРБ (2008–2010 годы) удалось ликвидировать наиболее значимые ядерные и радиационные риски, связанные с существованием объектов, созданных в начальный период реализации ядерных оборонных программ на ОАО «ПО «Маяк»», ОАО «ГХК» и ОАО «СХК». В целом обеспечено выполнение целевых показателей программы, в т. ч. ликвидировано 10 ядерно и радиационно опасных объектов, реабилитировано 200 тыс. м² радиационно загрязненных территорий, подготовлено к выводу из эксплуатации 74 ядерно и радиационно опасных объекта.

Инвентаризация объектов ядерного наследия позволила определиться с его основными количественными характеристиками, в т. ч. продолжительности и стоимости работ. Решение проблем с накопленными радиоактивными отходами, например, может потребовать до 30 лет и финансирования объемом около 400 млрд р. Сюда включено извлечение и захоронение около 200 тыс. т твердых радиоактивных отходов, консервация пунктов размещения удаляемых отходов (в т. ч. свыше 70 млн т радиоактивных отходов), отверждение около 100 тыс. м³ накопленных жидких радиоактивных отходов и сохранение в безопасном состоянии 400 млн м³ жидких радиоактивных отходов. В части организации безопасного обращения с накопленным отработавшим ядерным топливом проблема может быть решена в более короткие сроки и потребует финан-

сирования в сопоставимых размерах. Также оценено текущее состояние безопасности объектов ядерного наследия и стоимость работ по их выводу из эксплуатации. Общее количество крупных объектов ядерного наследия оценивается в 400 единиц. Например, в настоящее время Российская Федерация имеет 9 атомных ледоколов и один атомный лихтеровоз, из них три атомных ледокола уже выведены из состава действующего флота: а/л «Ленин» установлен у причала морского вокзала г. Мурманска, в нем открыт музей; а/л «Сибирь» и «Арктика» находятся в «эксплуатационном резерве» в ожидании окончательной утилизации. Еще четыре атомных ледокола будут выведены из эксплуатации до 2020 года в связи с полной выработкой ресурса. Кроме этого, уже выведены из эксплуатации суда атомного технологического обслуживания (АТО): плавтехбазы (ПТБ) «Лепсе» и «Володарский», своей очереди ожидает ПТБ «Лотта» [2]. В ряде случаев была установлена необходимость увеличения сроков и резкого (в разы) повышения стоимости работ по отдельным объектам, в т. ч. расположенным в Москве (например, по плутониевому корпусу ОАО «ВНИИНМ имени А.А. Бочвара»). В целом становится возможным переход от поиска путей решения задач по наиболее опасным объектам к их практическому решению. Например, в части вывода из эксплуатации промышленных уран-графитовых реакторов уже возможна постановка задачи вывода в 2016 году одного реактора, а к 2020 году – выход на серийные работы по 18 остальным.

В этот же период резко возрастет количество объектов, по которым будут реализованы важные этапы работ по выводу и подготовке к выводу из эксплуатации (перевод в ядерно безопасное состояние, в режим долговременной выдержки под наблюдением и т. д.).

В 2008–2010 годах особое внимание уделялось созданию современных систем обращения с радиоактивными отходами, отработавшим ядерным топливом и выводу объектов из эксплуатации, исключая дальнейшее накопления проблем. При этом было выявлено, что в области обращения с радиоактивными от-

ходами и отработавшим ядерным топливом необходима существенная корректировка стратегии с ориентацией ее на захоронение отходов и переработку ядерного топлива. Предусмотренное строительство пунктов хранения радиоактивных отходов (на этапе формирования ФЦП ЯРБ и начальном периоде ее реализации государственный заказчик – Росстрой) является менее эффективным решением в сравнении с их захоронением. С 11 июля 2011 года действует закон «Об обращении с радиоактивными отходами», предусматривающий обязательность захоронения. Законопроект «Об обращении с отработавшим ядерным топливом» в 2013 году должен быть представлен на межведомственное согласование. В соответствии с этими законодательными актами уже в период до 2015 года все работы по обращению с вновь образующимися радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом будут финансово обеспечиваться средствами организаций, в результате деятельности которых они образовались.

Дальнейшее развитие атомного энергетического промышленного комплекса требует в качестве обязательного условия решения проблемы завершающих стадий топливного цикла. Создание соответствующих современных систем облегчит решение накопленных проблем и повысит эффективность функционирования атомного энергопромышленного комплекса России в целом, а также снизит риски возникновения инцидентов и аварий со значимыми последствиями для окружающей среды и здоровья населения.

В период до 2020 года предстоит реализовать комплекс мероприятий по созданию системы пунктов захоронения радиоактивных отходов, осуществить блок работ по развитию опытно-демонстрационного центра по переработке отработавшего ядерного топлива и принять решение о промышленной переработке. Это обеспечивало бы возможность переработки и захоронения не только вновь образующихся, но и ранее накопленных отработавшего ядерного топлива и радиоактивных отходов.

В области вывода из эксплуатации необходимо сформировать систему, обеспечивающую развертывание серийных работ с применением эффективных технологий и компетенций. К 2020 году планируется вывести из эксплуатации и ликвидировать 118 объектов ядерного наследия [3].

В целом реализация мероприятий программы позволит в существенной степени (примерно на 40 % в сравнении с 2005 годом) снизить бремя ядерного наследия и обеспечит поддержку развития атомного энергопромышленного комплекса за счет внедрения прогрессивных технологических и системных решений по завершающим стадиям топливного цикла. Одновременно будут созданы предпосылки для роста экспорта услуг в области завершающих стадий ядерного топливного цикла.

На период до 2030 года прогнозируется решение 70–80 % накопленных ранее проблем, что в целом соответствует реализуемому в ведущих ядерных державах (США, Великобритании) подходу.

Концептуальным документом, определяющим на федеральном уровне цели, приоритетные направления, основные принципы и задачи государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации, являются «Основы государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2010 года и дальнейшую перспективу», утвержденные Президентом Российской Федерации 4 декабря 2003 года. В последующие годы президентом Российской Федерации и Правительством Российской Федерации был принят ряд директивных и концептуальных документов, уточняющих приоритеты государственной политики в сфере реализации программы по обеспечению ядерной и радиационной безопасности объектов использования атомной энергии. В 2005 году Российской Федерацией была ратифицирована «Объединенная конвенция о безопасности обращения с отработавшим ядерным топливом и безопасности обращения с радиоактивными отходами», которая также задала определенные

приоритеты в области обращения с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами.

Программой развития атомной отрасли Российской Федерации, утвержденной президентом Российской Федерации, определено, что обеспечение ядерной и радиационной безопасности соответствует приоритетным задачам социально-экономического развития и является одной из важнейших составляющих национальной безопасности Российской Федерации.

Основными направлениями обеспечения ядерной и радиационной безопасности являются безопасное функционирование объектов использования атомной энергии на всех этапах их жизненного цикла и развитие государственных систем управления и регулирования в данной сфере деятельности.

Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации также определяет соблюдение стандартов гарантированной безопасности и режима нераспространения как принципиальные условия развития российского атомного энергопромышленного комплекса. Основные показатели, характеризующие достижение предусмотренных концепцией целей развития российского атомного энергопромышленного комплекса, в т. ч. по установленной мощности объектов атомной энергетики, созданию энергоблоков малой и средней мощности, экспорту оборудования и технологий в 2020 году, не могут быть достигнуты без гарантированного обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

Основной целью является комплексное решение проблем обеспечения ядерной и радиационной безопасности в Российской Федерации, связанных с обращением с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами, выводом из эксплуатации ядерно и радиационно опасных объектов, совершенствованием систем, необходимых для обеспечения и контроля ядерной и радиационной безопасности.

Для достижения этой цели необходимо:
1) создать современные системы обращения с отработавшим ядерным топливом, радиоактивными отходами и вывода из эксплуатации,

исключающие перекаладывание накапливаемых проблем на последующие поколения; 2) решить не менее 40 % накопленных ранее проблем и обеспечить технологическое лидерство; 3) обеспечить 95-процентное покрытие территорий, находящихся в зонах потенциальной опасности, современными системами мониторинга, аварийного реагирования и медико-санитарного обеспечения.

Решение указанных задач будет достаточным для достижения цели в целом и будет соответствовать государственной политике ведущих ядерных держав (США, Великобритании, Франции, Китая).

В качестве показателей достижения цели и решения задач по ликвидации ядерного наследия предусмотрено использование усовершенствованной системы показателей федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года». Уточнение отдельных показателей связано с повышением их адекватности, точности, объективности, достоверности и однозначности практики их применения.

Кроме этого, вводятся новые показатели, характеризующие темпы инновационного развития и технологического лидерства, в частности, по разработке промышленных технологий переработки ранее не перерабатываемых типов отработавшего ядерного топлива и по количеству патентов.

Состав показателей позволяет полностью охарактеризовать степень решенности задач и достижения целей.

К основным ожидаемым конечным результатам относятся:

1. *В области обращения с отработавшим ядерным топливом* – создание объектов инфраструктуры обращения с отработавшим ядерным топливом, обеспечивающей безопасное транспортирование, централизованное хранение или переработку. За счет развертывания работ по транспортированию накопленного во временных хранилищах (на АЭС и в исследовательских центрах) отработавшего ядерного топлива на переработку или в централизованные долговременные хранилища

количество отработавшего ядерного топлива, находящегося на временном хранении, будет снижено более чем на 50 %. При этом инфраструктура должна обеспечить прием как ранее накопленного и находящегося в федеральной собственности отработавшего ядерного топлива, так и вновь образующегося в результате деятельности юридических лиц. В последнем случае все издержки должны будут покрываться его собственником. Успешная реализация мероприятий в период до 2020 года позволяет прогнозировать полную разгрузку к 2030 году ранее накопленного на АЭС и в исследовательских центрах отработавшего ядерного топлива и переработку его значительной доли (до 30 %).

2. *В области обращения с радиоактивными отходами* – создание системы пунктов захоронения радиоактивных отходов, обеспечивающей прием вновь образующихся и ранее накопленных радиоактивных отходов. В результате развертывания работ по захоронению накопленных во временных хранилищах (на промышленных предприятиях, АЭС и в исследовательских центрах) радиоактивных отходов их количество уменьшится на 30 %. В случаях, когда удаление радиоактивных отходов из мест их размещения не оправданно, будут выполнены работы по их консервации с целью обеспечения долгосрочной экологической безопасности (40 % объектов). Успешная реализация мероприятий в период до 2020 года позволяет прогнозировать к 2030 году консервацию 95 % пунктов размещения особых радиоактивных отходов и функционирование системы пунктов захоронения радиоактивных отходов в режиме превышения объемов захоронения над объ-

емами их образования, в т. ч. и по значениям активности.

3. *В области вывода из эксплуатации и ликвидации ядерно и радиационно опасных объектов и реабилитации территорий* – вывод из эксплуатации или полная ликвидация 118 ядерно и радиационно опасных объектов. Площадь нуждающихся в реабилитации радиоактивно загрязненных территорий будет уменьшена в 2 раза. В этом случае на период до 2030 года прогнозируется существенное превышение темпов вывода из эксплуатации над темпами ввода новых объектов и реабилитация всех радиоактивно загрязненных территорий.

Создание технологий в области переработки отработавшего ядерного топлива и радиоактивных отходов, демонтажа и дезактивации радиационно опасных объектов позволит обеспечить ликвидацию длительно хранимых видов отработавшего ядерного топлива и накопленных радиоактивных отходов, а также технологическое лидерство.

Современные системы контроля радиационной обстановки, аварийного реагирования и медико-санитарного обеспечения будут покрывать более 95 % территорий Российской Федерации, находящихся в зонах потенциального радиационного риска. В последующий период предстоит довести этот показатель до 100 % и поддерживать работоспособность систем.

Одновременно с введением обязательных требований по завершающим стадиям ядерного топливного цикла будет сформирован спрос на услуги и внутренний рынок в этой области, который станет основным механизмом повышения эффективности и технологического лидерства.

Список литературы

1. Кузнецов В.М. Радиационное наследие холодной войны. Опыт историко-научного исследования. М., 2006. 720 с.
2. Кузнецов В.М., Чеченов Х.Д. Российская и мировая атомная энергетика. М., 2008. 764 с.
3. Кузнецов В.М., Чеченов Х.Д., Никитин В.С. Экологическая безопасность объектов использования атомной энергии. М., 2010. 851 с.

References

1. Kuznetsov V.M. *Radiatsionnoe nasledie kholodnoy voyny. Opyt istoriko-nauchnogo issledovaniya* [Radiation Legacy of the Cold War. Experience of a Historical and Scientific Research]. Moscow, 2006. 720 p.
2. Kuznetsov V.M., Chechenov Kh.D. *Rossiyskaya i mirovaya atomnaya energetika* [Nuclear Energy in Russia and the Rest of the World]. Moscow, 2008. 764 p.
3. Kuznetsov V.M., Chechenov Kh.D., Nikitin V.S. *Ekologicheskaya bezopasnost' ob'ektov ispol'zovaniya atomnoy energii* [Environmental Safety of Nuclear Facilities]. Moscow, 2010. 851 p.

Kuznetsov Vladimir Mikhailovich

Institute of Shipbuilding and Arctic Marine Engineering,
Severodvinsk Branch of Northern (Arctic) Federal University
named after M.V. Lomonosov (Severodvinsk, Russia)

Khvostova Marina Sergeevna

Institute of Shipbuilding and Arctic Marine Engineering,
Severodvinsk Branch of Northern (Arctic) Federal University
named after M.V. Lomonosov (Severodvinsk, Russia)

Shingarkin Maksim Andreevich

State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation (Moscow, Russia)

SAFETY CONCEPT AT NUCLEAR LEGACY DECOMMISSIONING

The paper dwells on conceptual issues of safety at decommissioning of such nuclear facilities as nuclear power plants, nuclear fuel cycle enterprises, nuclear-powered vessels and submarine service ships. It reports on the basic provisions and implementation of the Federal target program "Ensuring Nuclear and Radiation Safety for 2008 and for the Period till 2015". Major factors affecting the choice of the national concept of nuclear facilities decommissioning are considered. Key aspects having influence on ensuring nuclear, radiation and environmental safety of the personnel, population and nature at decommissioning are revealed. We come to the conclusion that key safety issues at nuclear decommissioning concern radioactive waste and spent fuel management. New technologies for spent fuel and radioactive waste reprocessing, as well as for dismantling and decontamination of hazardous radioactive objects will help to manage the long-term stored types of spent fuel and accumulated radioactive waste and to retain leadership in the sphere of technology.

Keywords: *decommissioning, nuclear power plants, radioactive waste, spent fuel, nuclear and radiation safety.*

Контактная информация:

Кузнецов Владимир Михайлович

адрес: 164500, Архангельская обл., г. Северодвинск, ул. Воронина, д. 6;

e-mail: kuznetsov1956@mail.ru

Хвостова Марина Сергеевна

адрес: 164500, Архангельская обл., г. Северодвинск, ул. Воронина, д. 6;

e-mail: marinakhvostova@list.ru

Шингаркин Максим Андреевич

адрес: 103265, Москва, ул. Охотный ряд, д. 1;

e-mail: waterkeeper_pr@mail.ru

Рецензент – *Киселёв Г.П.*, доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией экологической радиологии Института экологических проблем Севера Уральского отделения РАН (г. Архангельск)