
**ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБЪЕКТОВ
АТОМНОЙ ОТРАСЛИ**

УДК 621.311.25.004.7

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕМОНТАЖА
ОБОРУДОВАНИЯ БЛОКОВ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ
С УЧЕТОМ НОРМАТИВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
ИХ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

© 2017 С.А. Томилин, А.И. Берела, Н.Н. Подрезов, А.Г. Федотов

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В работе рассмотрены вопросы проектирования работ по демонтажу оборудования блоков атомных станций с учетом действия нормативного регулирования процесса их вывода из эксплуатации.

Ключевые слова: вывод из эксплуатации, блок атомной станции, демонтажные работы, проект производства работ, нормативное регулирование.

Поступила в редакцию: 11.01.2017

Вывод из эксплуатации блоков атомных станций (АС) – заключительная стадия их жизненного цикла. Под выводом блока из эксплуатации [1,2] понимается процесс реализации комплекса мероприятий, осуществляемый после удаления ядерного топлива и ядерных материалов с блока АС, направленный на достижение заданного конечного состояния блока АС, исключающий использование его в качестве источника энергии и обеспечивающий безопасность работников (персонала), населения и окружающей среды. Это весьма сложный и дорогостоящий процесс, оценка его длительности по разным данным составляет до 70 лет и более, а стоимость достигает 10 – 12% стоимости выработанной блоком электроэнергии.

Вывод из эксплуатации блоков АС предусматривает проведение значительного объема работ (включая, организационные и проектировочные) по демонтажу оборудования, систем и металлоконструкций (далее по тексту – оборудования) [3–6].

До настоящего времени стадия вывода из эксплуатации энергоблоков АС преимущественно попадает под категорию «отложенные решения». Как следствие, реальный практический опыт по реализации технологических процессов демонтажа оборудования весьма ограничен. В то же время на протяжении достаточно длительного времени осуществляется разработка нормативной документации, регламентирующей правила и требования, предъявляемые к подготовке проектной документации в отношении вывода блоков АС из эксплуатации, в том числе, и проведения демонтажных работ.

В процессе разработки проектной документации должны быть решены задачи, связанные с поиском и выбором технических решений по проведению демонтажных работ (методов, способов и средств технологического обеспечения их реализации), соблюдением их безопасности (технической, пожарной и радиационной) и оптимизацией экономических показателей. При этом решения принимаются в рамках ресурсных ограничений (материальных, финансовых, людских, дозовых, временных и других).

В настоящей работе рассмотрены некоторые вопросы, связанные с особенностями проектирования работ по демонтажу оборудования с учетом нормативного регулирования вывода из эксплуатации блоков АС, представляемого действующей документацией Ростехнадзора, Санэпиднадзора и эксплуатирующей организации. Указанная нормативная документация разработана на базе действующих законов Российской Федерации в этой области и соответствующих рекомендаций МАГАТЭ.

Спецификой процесса вывода из эксплуатации жизненного цикла блоков АС, во многом определяющей особенностью проектирования технологических процессов демонтажа оборудования, является наличие остаточной радиоактивности (радиоактивного загрязнения и активации) части оборудования, строительных защитных конструкций, боксов и помещений.

Объективную информацию о техническом и радиационном состоянии блока получают по результатам комплексного инженерного и радиационного обследования (КИРО), являющегося необходимой и важнейшей информационной составляющей реализации заключительной стадии его жизненного цикла. Регламентная часть проведения КИРО определена [2] как «комплекс мероприятий, необходимых для разработки проекта вывода из эксплуатации блока АС и направленных на получение информации об инженерно-техническом состоянии зданий, сооружений, строительных конструкций и оборудования, а также о радиационной обстановке в помещениях и на площадке блока АС, объемном и поверхностном загрязнении радиоактивными веществами помещений, оборудования и площадки блока АС, качественном и количественном составе радиоактивных отходов на блоке АС».

Результаты КИРО используются непосредственно для проектирования технологических процессов демонтажа оборудования, а также определения объемов и классификации возникающих радиационных отходов, прогноза их изменения со временем выдержки, расчета дозовых нагрузок работников (персонала), прогноза изменения радиационной обстановки.

Поскольку технологические процессы демонтажа оборудования создаются на базе машиностроительных технологий (включая операции перемещения), то ведущую роль в их проектировании занимают специалисты этой отрасли, подготовленные также и в части ее экономических аспектов. Такие специалисты формируют из совокупности U технологических знаний пространство технологических решений первого отбора (рис. 1), соответствующих техническим параметрам и характеристикам демонтажных работ.

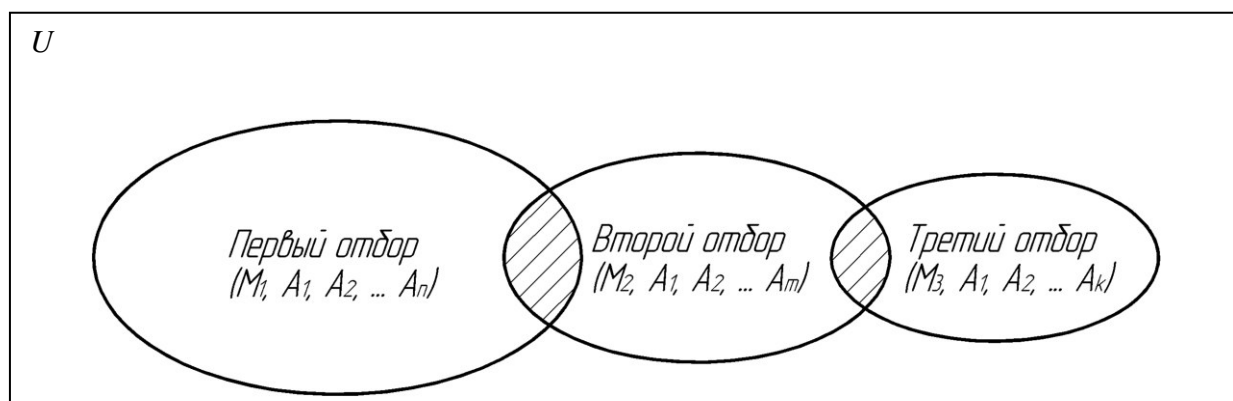


Рис. 1. – Пространства технологических решений ($n > m > k$)

Пространство решений первого отбора учитывает также строительно-архитектурные параметры: высотные отметки расположения оборудования, размеры

рабочих зон, в том числе зон перемещения демонтированных объектов, несущие способности строительных конструкций и др. Решения первого отбора не могут носить гипотетический характер, они формируются исходя из существующих технических и радиационных условий реализации проекта демонтажа оборудования.

Исходя из положений теории множеств известно, что пространство указанных технологических решений можно представить как множество объектов, между которыми имеются некоторые отношения, позволяющие решать задачи и достигать цели проектирования технологических процессов.

На основе собственных экономических знаний и во взаимодействии с консультантами по экономическим вопросам разработчик-технолог выполняет отбор рациональных технологических решений и формирует из них пространство второго отбора. Одновременно во втором отборе кроме фактора финансовых ресурсов задействованы известные на момент проектирования другие граничные ресурсные факторы – материальные, временные, людские (необходимого профессионального уровня). За границами отбора должны остаться самые затратные по ресурсам решения, для которых предполагается возможность альтернативных решений. Например, в операциях демонтажа оборудования в активных рабочих зонах целесообразно применение дистанционно управляемой техники вместо роботизированной. Оставшиеся во втором отборе технологические решения будут укладываться в рамки приемлемых ресурсных затрат, предусмотренных технико-экономическим обоснованием вывода блока АС из эксплуатации.

Окончательный набор проектных технологических решений, образующих пространство третьего отбора, определяется после тщательного анализа на соответствие требованиям радиационной безопасности, в том числе и возможности адаптации к этим требованиям. Для осуществления данного отбора привлекаются специалисты по радиационной безопасности. Требования, сформулированные в нормативной документации [7–10], должны быть уточнены «по месту» специальной инструкцией по радиационной безопасности работ по выводу из эксплуатации конкретного блока АС. В настоящее время инструкции по обеспечению радиационной безопасности в процессе эксплуатации действуют на всех блоках отечественных АС.

Следует ожидать, что в пограничных зонах между пространствами первого–второго и второго–третьего отборов будут находиться некоторые решения неявного характера, не попадающие при отборе под заключение типа «да»/«нет». Применение неявных решений потребует дополнительных обоснований, в том числе полученных, например, опытным путем.

Особенность перехода от пространства второго отбора технологических решений к пространству их третьего отбора заключается в необходимости учета действующей нормативной документации применительно к выводу из эксплуатации блоков АС. Подход такого рода необходим для технологов, занимающихся разработкой радиационно безопасных демонтажных технологий.

Нормативный документ федерального уровня НП 091-14 [7] и руководящий документ эксплуатирующей организации – АО «Концерн Росэнергоатом» РД ЭО 1.1.2.01.0013-2014 [8] задают общие и основные положения обеспечения безопасности вывода из эксплуатации блоков АС, которые необходимо соблюдать с первых шагов проектирования технологии демонтажа оборудования. В этом ряду находится и руководство по безопасности РБ 031-04 [9], которое задает общие требования к обеспечению безопасности вывода блока АС из эксплуатации еще на стадии его проектирования.

Нормативный документ СП ВЭ БАС-07 [10] – наиболее полный из принятых для регулирования радиационной безопасности в процессе вывода из эксплуатации блоков

АС. В нем прослеживается обеспечение радиационной безопасности на всех этапах вывода из эксплуатации. Данный нормативный документ разработан в целях реализации требований действующих в Российской Федерации норм радиационной безопасности НРБ-99, на основе и в развитие общих санитарных правил обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99/2010 и в дополнение к санитарным правилам проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-03) СанПиН 2.6.1.24-03.

Обеспечение радиационной безопасности при выводе блоков АС из эксплуатации считается достаточным, если техническими средствами и организационными мерами, предусмотренными проектом вывода из эксплуатации, обеспечивается не превышение основных пределов доз облучения персонала и населения и реализация основных принципов радиационной безопасности, установленных НРБ-99 и ОСПОРБ-99/2010.

Радиационная защита населения, проживающего в районе расположения выводимого из эксплуатации блока АС, и предотвращение радиоактивного загрязнения окружающей среды должны осуществляться в соответствии с требованиями СП АС-03.

Следует подчеркнуть, что большая часть правил и норм относится к организационным и организационно-техническим мероприятиям, сопровождающим работы по выводу из эксплуатации блоков АС, которые опираются на опыт эксплуатации блоков АС и применения в условиях эксплуатации соответствующих нормативных документов по радиационной безопасности. Наибольшую ценность имеет опыт проведения ремонтных работ – достаточно близких (в технологической части) демонтажным работам при выводе из эксплуатации блоков АС.

Данными правилами и нормами не определены конкретные технологические решения и процедуры их нахождения, но они способствуют их выбору в части возможности встраивания содержащихся в документе требований и рекомендаций в технологический процесс и соответственно в технологическую документацию демонтажных работ. В то же время они в полной мере должны быть отражены в проекте производства работ (ППР), который рассматривается как составная часть проекта вывода из эксплуатации блока АС. Именно в ППР представляются организационные и организационно-технические мероприятия как по обеспечению санитарно-радиационной безопасности, так и по другим видам безопасности работ (технической, пожарной, экологической). В разработке ППР участие специалистов-технологов является обязательным.

Приведем некоторые примеры использования правил обеспечения радиационной безопасности при выполнении демонтажных работ на загрязненном радионуклидами оборудовании и в работах по обращению с радиоактивными отходами в процессе демонтажа оборудования (таблица 1). Конкретно в технологической документации с этой целью разрабатывается карта подготовительной операции.

Таблица 1. – Мероприятия и процедуры обеспечения радиационной безопасности в технологических процессах демонтажа «загрязненного» оборудования и обращения с радиоактивными отходами демонтажа

<i>Формулировка правил и требований в документе СП ВЭ БАС-07</i>	<i>Процедуры, предусматриваемые в нормативной документации и включаемые в технологическую документацию</i>
1	2
Прогноз радиационной обстановки	Извлечение соответствующей информации из отчета КИРО Радиационный мониторинг рабочих зон демонтажных работ Радиационный контроль, осуществляемый по ситуации

Продолжение таблицы 1

1	2
<p>Планирование мероприятия по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения</p>	<p>Проведение работ по нарядам-допускам, определяющим допустимое время работы Приведение перечня средств индивидуальной защиты и условий его применения Своевременная замена спецодежды загрязненной выше допустимых значений Использование защитных экранов Обеспечение мер по предотвращению ингаляционного поступления радиоактивных аэрозолей при проведении термической резки и сварочных работ путем использования средств индивидуальной защиты и установок местного отсоса пыли-, газовыделений Указание схем перемещения персонала в рабочих зонах Инструктаж персонала Присутствие во время работ на рабочих местах только необходимого персонала Организация оперативного индивидуального дозиметрического контроля Применение переносных саншлюзов, организация санитарных барьеров и других мероприятий по ограничению распространения радиоактивных загрязнений из зоны проведения работ Стендовая (макетная) отработка персоналом демонтажных операций и другие возможные меры снижения доз облучения персонала при выполнении радиационно опасных работ Наличие комплекта специальной оснастки и приспособлений для комплексной механизации работ</p>
<p>Разработка схемы обращения с радиоактивными отходами</p>	<p>Запись об условиях и маршрутах перемещения демонтированного загрязненного оборудования в рабочих зонах, на территории блока и за ее границами (если таковое предусмотрено проектом вывода из эксплуатации) Мероприятия по подавлению сбросов и выбросов вторичных радиоактивных отходов, выделяющихся при демонтажных работах и др. Организация и проведение дезактивации демонтируемого оборудования, отдельных узлов и агрегатов по результатам предварительного и текущего радиационного контроля, а также технологического оборудования и инструмента, получившего радиоактивное загрязнение</p>

Такой подход позволяет создать технологический процесс, отвечающий требованиям данных документов, и будет способствовать его согласованию в службах, представляющих регулирующие органы.

В ППР, в частности, включаются также следующие положения СП ВЭ БАС-07 [10]:

– радиационно-опасные работы, при выполнении которых ожидаемые коллективные дозы превышают 0,5 чел.·Зв или 10 мЗв по эффективной индивидуальной дозе, должны выполняться по специальным программам обеспечения радиационной безопасности, разработанным администрацией АС и согласованным с органами Госсанэпиднадзора;

– для работ, при выполнении которых коллективные дозы облучения могут превысить 1,0 чел.·Зв или максимальная индивидуальная эффективная доза может превысить 15 мЗв, программа дополнительно должна быть согласована с

эксплуатирующей организацией.

Следует отметить, что в нормативно-технической документации ГК «Росатом» до последнего времени отсутствовал документ, устанавливающий для всех участников работ по выводу из эксплуатации блоков АС требования к составу, содержанию, порядку разработки ППР по демонтажу оборудования. Этот недостаток в настоящее время устранен введением стандарта организации СТО СРО-С 60542960 00065-2016 «Разработка проектов производства работ по демонтажу оборудования при выводе блоков АС из эксплуатации», подготовленный ООО «Центр технических компетенций атомной отрасли» и внесенный на утверждение Советом СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ».

В указанном документе рассмотрены структура и содержание ППР, степень детализации технологических решений, порядок разработки, согласования и утверждения проекта ППР, правила его оформления. В пояснительной записке ППР отражаются: основания, цели, задачи и исходные данные разработки ППР; необходимые подготовительные работы; технология выполняемых работ; обращение с РАО; обеспечение безопасности (прежде всего – радиационной); календарно-сетевое планирование работ; перечень документации, разрабатываемой в составе ППР; технические и экономические показатели; оценка и контроль качества.

В общем случае в графическую часть ППР рекомендуется включать:

- схемы блока АС с нанесением на нее рабочей зоны ППР, включая опасные, образуемые подвижными частями механизмов, зоны обслуживания подъемными сооружениями, линиями электропередач и другими факторами опасности;
- схемы разметки, строповки и складирования (штабелирования) демонтируемого оборудования и/или его фрагментов;
- схемы размещения подмостей, ограждений, переходов, лестниц, предупреждающих знаков и т.д.;
- схемы организации временного электроснабжения и вентиляции;
- схемы движения персонала к рабочей зоне с указанием мест его расстановки, отдыха, временных укрытий и т.п.;
- рабочие чертежи монтажных приспособлений, такелажной оснастки и т.д.

В приложениях к пояснительной записке должны быть приведены необходимые расчеты и обоснования, подтверждающие технико-экономические показатели ППР и, при наличии соответствующего требования заказчика или по инициативе организации-разработчика, визуальная модель (или выполняется интерактивное имитационное трехмерное моделирование) процесса производства монтажных работ (рис. 2). Применение визуальной модели существенно повышает конкурентоспособность ППР у потенциальных заказчиков.

Визуальная модель разрабатывается в соответствии с СТО СРО-П 60542948 00041-2015 «Объекты использования атомной энергии. Визуализация процессов управления строительством. Производственный анализ и контроль» и требованиями, приведенными в приложении Г СТО СРО-С 60542960 00065-2016.

В дополнение к представленному материалу, необходимо добавить, что анализу нормативного регулирования вывода из эксплуатации блоков АС и современных требований к разработке технологий и ППР монтажных работ необходимо уделять особое внимание при подготовке специалистов соответствующего направления. В частности есть необходимость в дополнении образовательного модуля, представленного в работе [12], новыми элементами и компетенциями.

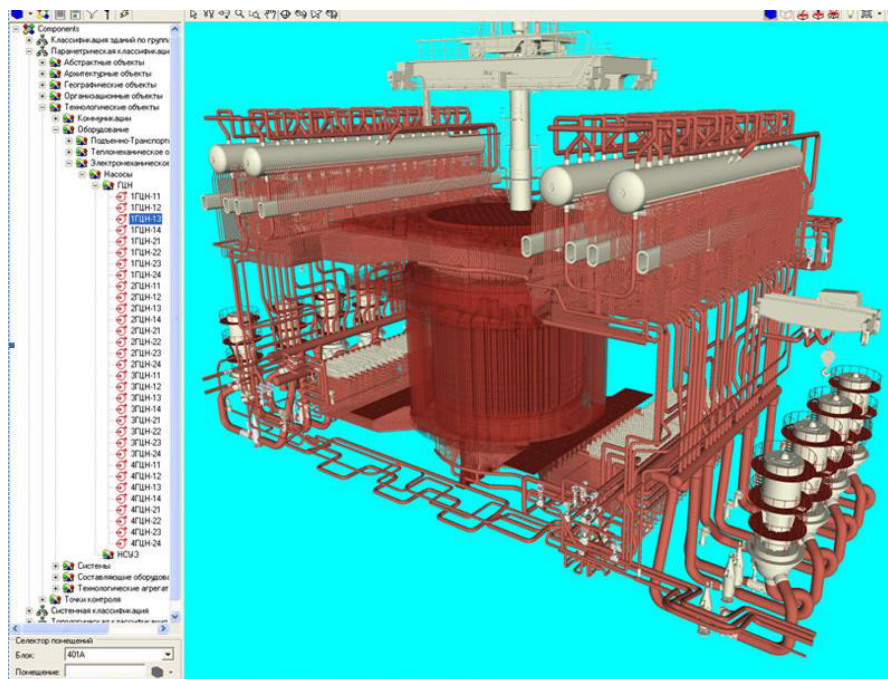


Рис. 2. – 3D-модель информационной системы базы данных вывода из эксплуатации реакторно-технологической части первого блока Ленинградской АЭС [11]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1) К настоящему времени обеспечена необходимая нормативная поддержка для разработки проектов работ по выводу из эксплуатации (в том числе и демонтажу оборудования) блоков АС.

2) Проекты производства работ по демонтажу оборудования выводимых из эксплуатации блоков АС должны отвечать требованиям СТО СРО-С 60542960 00065-2016 и другой рассмотренной в данной работе нормативно-технической документации, а технологические процессы и задействованные средства технологического оснащения – обеспечивать радиационную безопасность персонала, населения и окружающей среды на всех этапах его реализации.

3) Необходимую поддержку специалистам-технологам и конструкторам в процессе разработки технологических проектов и ППР по демонтажу оборудования выводимых из эксплуатации блоков АС обеспечивает взаимодействие со специалистами по радиационной безопасности в целях отбора технологических и конструктивных решений, отвечающих регламентированным отраслевым процедурам и мероприятиям.

4) Повсеместное внедрение визуализации процесса демонтажа или интерактивного имитационного трехмерного моделирования в значительной степени упростит внедрение и повысит качество проектов по проведению демонтажных работ на блоках АС.

5) При подготовке специалистов, занимающихся проектированием и организацией процессов вывода из эксплуатации блоков АС, необходимо дополнительно уделять внимание повышению их квалификационного уровня в области автоматизации проектирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. НП 012-99. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. «Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции [Текст]. – Госатомнадзор России, 1999.

2. ОПБ – 88/97 (НП-001-97; ПНАЭГ-01-011-97) Общие положения обеспечения безопасности атомных станций [Текст]. – Госатомнадзор России, 1998.
3. Берела, А.И. и др. Разработка технологических процессов демонтажа оборудования при выводе из эксплуатации атомных станций [Электронный ресурс] / А.И. Берела, А.Г. Федотов, С.А. Томилин, Б.К. Былкин // Инженерный вестник Дона. – 2013. – Т. 25. – №2(25). – С. 64. – Режим доступа: URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1734> – 11.01.2017.
4. Берела, А.И. и др. Адаптация технологии демонтажа оборудования выводимых из эксплуатации блоков АЭС к требованиям радиационной безопасности [Электронный ресурс] / А.И. Берела, Б.К. Былкин, С.А. Томилин, А.Г. Федотов // Инженерный вестник Дона. – 2014. – Т. 29. – №2. – С. 98. – Режим доступа: URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2416> – 11.01.2017.
5. Берела, А.И. и др. Технологическое оборудование, применяемое в работах по выводу из эксплуатации блоков АЭС [Текст] / А.И. Берела, А.Г. Федотов, С.А. Томилин // Глобальная ядерная безопасность. – 2013. – №1(6). – С. 58–66.
6. Берела, А.И. и др. Реализация процедур обеспечения радиационной безопасности в технологических процессах демонтажа оборудования при выводе блоков АЭС из эксплуатации [Электронный ресурс] / А.И. Берела, С.А. Томилин, А.Г. Федотов // Инженерный вестник Дона. – 2015. – Т. 33. – №1-1. – С. 25. – Режим доступа: URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2015/2766> – 11.01.2017.
7. НП 091-14. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. «Обеспечение безопасности при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии. Общие положения» [Текст]. – Федеральная служба по экологическому, техническому и атомному надзору, 2014.
8. РД ЭО 1.1.2.01.0013-2014. Подготовка и вывод из эксплуатации блока атомной станции. Основные положения [Текст]. – ОАО «Концерн Росэнергоатом», 2014.
9. РБ 031-04. Руководство по безопасности. «Состав и содержание отчета по обоснованию безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции» [Текст]. – Федеральная служба по атомному надзору, 2004.
10. СП 2.6.1.2205-07. Обеспечение радиационной безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции. Санитарные правила СП ВЭ БАС-07 [Текст]. – Санэпиднадзор России, 2007.
11. Перегуда, В. и др. Эффективность эксплуатации атомных станций [Электронный ресурс] / В. Перегуда, В. Шапошников, В. Кононов и др. // Энергетическая стратегия. – 2011. – Май. – С. 58–60. – Режим доступа: URL: http://neolant.ru/upload/neolant_EnS_3.pdf – 11.01.2017.
12. Берела, А.И. и др. Образовательный модуль для подготовки специалистов по производству демонтажных работ при выводе из эксплуатации блоков АЭС [Текст] / А.И. Берела, С.А. Томилин, А.Г. Федотов, И.А. Якубенко // Глобальная ядерная безопасность. – 2014. – №2(11). – С. 111–119.

REFERENCES

- [1] NP 012-99. Federalnye normy i pravila v oblasti ispolzovaniia atomnoi energii. «Pravila obespecheniia bezopasnosti pri vyvode iz ekspluatatsii bloka atomnoi stantsii [NP 012-99. Federal standards and rules of atomic energy use. “Rules of safety decommission of nuclear power plant”]. Gosatomnadzor Rossii [State atomic supervision of Russia], 1999. (in Russian)
- [2] ОПБ – 88/97 (НП-001-97; ПНАЭГ-01-011-97) Obshchie polozheniia obespecheniia bezopasnosti atomnykh stantsii [OPB – 88/97 (NP-001-97; PNAEG-01-011-97) General provisions safety of nuclear power plants]. Gosatomnadzor Rossii [State atomic supervision of Russia], 1998. (in Russian)
- [3] Berela A.I., Fedotov A.G., Tomilin S.A., Bylkin B.K. Razrabotka tekhnologicheskikh protsessov demontazha oborudovaniia pri vyvode iz ekspluatatsii atomnykh stantsii [Development of technological processes of dismantle of the equipment at nuclear power plants decommission]. Inzhenernyi vestnik Dona [Engineering bulletin of Don], 2013, Vol. 25, №2(25), ISSN 2073–8633, p. 64. Available at: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1734> (in Russian)
- [4] Berela A.I., Bylkin B.K., Tomilin S.A., Fedotov A.G. Adaptatsiia tekhnologii demontazha oborudovaniia vyvodimykh iz ekspluatatsii blokov AES k trebovaniiam radiatsionnoi bezopasnosti [Adaptation of technology of equipment dismantle of the NPP unit decommission to requirements of radiation safety]. Inzhenernyi vestnik Dona [Engineering bulletin of Don], 2014, Vol. 29, №2, ISSN 2073–8633, p. 98. Available at: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2416> (in Russian)

- [5] Berela A.I., Fedotov A.G., Tomilin S.A. Tekhnologicheskoe oborudovanie, primeniaemoe v rabotakh po vyvodu iz ekspluatatsii blokov AES [The processing equipment used in the NPP unit decommission]. Globalnaya yadernaya bezopasnost [Global nuclear safety], 2013, №1(6), ISSN 2305–414X, eISSN 2499-9733, pp. 58–66. (in Russian)
- [6] Berela A.I., Tomilin S.A., Fedotov A.G. Realizatsiia protsedur obespecheniia radiatsionnoi bezopasnosti v tekhnologicheskikh protsessakh demontazha oborudovaniia pri vyvode blokov AES iz ekspluatatsii [Implementation of procedures of ensuring radiation safety in technological processes of equipment dismantle at the NPP unit decommission], Inzhenernyi vestnik Dona [Engineering bulletin of Don], 2015, Vol. 33, №1–1, ISSN 2073–8633, pp. 25. Available at: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2015/2766> (in Russian)
- [7] NP 091-14. Federalnye normy i pravila v oblasti ispolzovaniia atomnoi energii. «Obespechenie bezopasnosti pri vyvode iz ekspluatatsii obiektov ispolzovaniia atomnoi energii. Obshchie polozheniia» [NP 091-14. Federal standards and rules of use of atomic energy. "Safety of decommission of subjects to use of atomic energy. General provisions"]. Federalnaia sluzhba po ekologicheskomu, tekhnicheskomu i atomnomu nadzoru [Federal service on ecological, technical and atomic supervision], 2014. (in Russian)
- [8] RD EO 1.1.2.01.0013-2014. Podgotovka i vyvod iz ekspluatatsii bloka atomnoi stantsii. Osnovnye polozheniia [RD EO 1.1.2.01.0013-2014. Preparation and decommission of nuclear power plant. Basic provisions]. OAO «Kontsern Rosenergoatom» [JSC Rosenergoatom Concern], 2014. (in Russian)
- [9] RB 031-04. Rukovodstvo po bezopasnosti. «Sostav i sodержanie otcheta po obosnovaniiu bezopasnosti pri vyvode iz ekspluatatsii bloka atomnoi stantsii» [RB 031-04. Safety Guide. "Composition and content of the report on the safety justification for nuclear power plant unit decommissioning"]. Federalnaia sluzhba po atomnomu nadzoru [Federal Atomic Supervision Service], 2004. (in Russian)
- [10] SP 2.6.1.2205-07. Obespechenie radiatsionnoi bezopasnosti pri vyvode iz ekspluatatsii bloka atomnoi stantsii. Sanitarnye pravila SP VE BAS-07 [SP 2.6.1.2205-07. Ensuring radiation safety during decommissioning of a nuclear power plant unit. Sanitary rules of the joint venture SR VE BAS-07]. Sanepidnadzor Rossii [Sanitary and Epidemic Control of Russia], 2007. (in Russian)
- [11] Pereguda V., Shaposhnikov V., Kononov V. etc. Effektivnost ekspluatatsii atomnykh stantsii [Efficiency of nuclear power plant operation]. Energeticheskaya strategiia [Energy Strategy], 2011, May. pp. 58–60. Available at: http://neolant.ru/upload/neolant_EnS_3.pdf – 11.01.2017. (in Russian)
- [12] Berela A.I., Tomilin S.A., Fedotov A.G., Iakubenko I.A. Obrazovatelnyi modul dlia podgotovki spetsialistov po proizvodstvu demontazhnykh rabot pri vyvode iz ekspluatatsii blokov AES [Educational module for the training of specialists in the production of dismantling work in the decommissioning of nuclear power units]. Globalnaia iadernaia bezopasnost [Global nuclear safety]. 2014, №2(11), ISSN 2305–414X, eISSN 2499-9733, pp. 111–119. (in Russian)

Design Features of Nuclear Power Plant Unit Equipment Dismantle Taking into Account Decommission Regulation Standard

S.A. Tomilin*, A.I. Berela**, N.N. Podrezov***, A.G. Fedotov****

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University "MEPhI",
Lenin St., 73/94, Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360*

e-mail: VITkafMPM@mephi.ru

** ORCID iD: 0000-0001-8661-8386*

WoS ResearcherID: G-3465-2017;

*** ORCID iD: 0000-0002-2314-9823*

WoS ResearcherID: G-3828-2017;

**** ORCID iD: 0000-0002-0314-2413*

WoS ResearcherID: G-3892-2017;

***** ORCID iD: 0000-0001-8522-1715*

WoS ResearcherID: G-3692-2017

Abstract – Questions of design features of nuclear power plant unit equipment dismantle taking into account regulation standard of decommission process are considered in the work.

Keywords: decommission, nuclear power plant unit, dismantling works, project of work production, regulation standard.