

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБЪЕКТОВ  
АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

УДК 621.311.25.004.7:658.8

**ВОЗМОЖНОСТИ ЛОГИСТИКИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ВЫВОДА ИЗ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ БЛОКОВ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ**

© 2019 А.И. Берела, С.А. Томилин, А.Г. Федотов

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

В представленной работе рассмотрены возможности применения логистики в проектировании и реализации производственного процесса вывода из эксплуатации блоков атомных электрических станций с целью повышения эффективности и безопасности проектных и практических решений по управлению материальными и сопутствующими им информационными потоками.

*Ключевые слова:* вывод из эксплуатации, блок атомной электрической станции, логистика, эффективность производственного процесса, радиационная безопасность.

Поступила в редакцию 30.04.2019

После доработки 16.05.2019

Принята к публикации 24.05.2019

Решение проблемы вывода из эксплуатации блоков атомных электрических станций (АЭС) в нашей стране переходит в практическую плоскость: уже разворачиваются работы на первой очереди Нововоронежской АЭС, интенсифицируется подготовка вывода из эксплуатации блоков первой очереди на Белоярской АЭС и далее – на останавливаемых после продления срока службы блоках Ленинградской, Кольской, Нововоронежской и Билибинской АЭС.

Как разработка проектов вывода из эксплуатации блоков АЭС, так и их реализация получают научно-исследовательскую, научно-практическую и нормативно-правовую поддержку в обосновании принимаемых организационно-управленческих, технических и технологических решений с обязательным условием их соответствия требованиям радиационной безопасности. Например, представляются сведения, соображения, требования и предложения, ценные для проблематики вывода из эксплуатации блоков АЭС в части производства демонтажных работ в соответствии:

- с нормативными, правовыми и концептуальными положениями, правилами, требованиями [1 – 5];
- с конструктивными и компоновочными решениями, примененными на блоках АЭС и влияющими на процесс вывода из эксплуатации [1 – 2, 3, 6];
- с радиационно-физическими факторами, определяющими специфику ведения демонтажных работ [1-7];
- с применяемыми методами и технологическими средствами дезактивации оборудования, зданий и сооружений [4-8];
- с возможностью применения промышленных и вновь разрабатываемых методов и технологических средств демонтажа оборудования, зданий и сооружений [1, 9-11];
- с условиями обеспечения радиационной безопасности [1-5, 7, 8];

- с технологией обращения с образующимися основными и вторичными отходами [1, 3, 4, 5, 10];
- с возможностью применения информационных технологий [1, 3, 6, 10, 11];
- с фактором обеспечения конкурентоспособности проектов демонтажных работ [11, 12].

Однако эффективность решений, принимаемых на основе этих соображений и предложений в увязке с имеющейся практикой вывода блоков АЭС из эксплуатации, может быть реальной только в условиях системного подхода к реализации процесса вывода из эксплуатации в целом. Такая систематизация в определенной мере может быть проведена в рамках логистического подхода, зарекомендовавшего себя в качестве современного инструмента управления в экономике, производстве, бизнесе [13, 14].

Представляют интерес вопросы адаптации процесса вывода из эксплуатации блока АЭС в логистические структуры и возможности поддержания его эффективности за счет использования правил, процедур и операций логистики. Эффективность оценивается экономическими показателями при безусловном обеспечении требований безопасности.

Каким образом можно представить производственный процесс вывода из эксплуатации, какие составляющие этого процесса должны быть встроены в логистику?

Рассматриваемый процесс попадает под понятие «производственный» по следующим признакам:

- задействованные в процессе вывода из эксплуатации объекты подвергаются технологическому переделу от начального состояния в виде подвергнувшегося эксплуатации оборудования, металлоконструкций, строительных конструкций в конечном состоянии в виде демонтированного оборудования и металлоконструкций, строительных элементов, крупных и мелких металлических и строительных фрагментов;
- в процессе вывода из эксплуатации генерируются вторичные отходы в виде радиоактивных отходов (РАО) от применения дезактивационных технологий;
- действуют материальные (транспортно-технологические) потоки в виде демонтированных объектов, направляемых из рабочих зон демонтажных работ в места временного складирования, на участки сортировки и переработки, на организованные площадки временного хранения, штатные и организованные хранилища длительного хранения, в региональные могильники (при наличии) для захоронения и на площадки складирования металлолома и строительных отходов;
- выполняются определенные требования по физическому состоянию и массогабаритным параметрам продукции (включая вторичные отходы), эти требования регламентируются нормативной документацией и в некоторой части условным потребителем (хранилищем отходов, могильником, металлургическим производством и др.);
- в транспортно-технологических потоках используется тара в виде транспортных и защитных контейнеров, поддонов, мягкой упаковки; часть продукции перемещается без укладки, навалом;
- процесс сопровождается информационным потоком, направленным как по ходу транспортно-технологического потока, так и обратно ему.

Имеются существенные отличия производственного процесса вывода из эксплуатации блоков АЭС от производства изделий в его обычном понимании:

- не используется производственная функция снабжения, нет закупок исходных материалов для производства изделий, т.е. отсутствует входной материалопоток в производственную систему;

– наблюдается смена приоритетов в оценке эффективности производства – экономические факторы в виде производительности и себестоимости работ идут вслед факторам их радиационной безопасности и обеспечения нормативных требований к продукции;

– в роли покупателя с его потребностями выступают организации, в том числе, эксплуатирующая блок АЭС, занимающиеся хранением и захоронением РАО, и организации-посредники, продающие отходы в виде металлолома;

– особое значение имеет учет транспортно-технологического материального потока радиоактивной продукции демонтажных работ, необходимо отслеживать объем этого потока, радиационное состояние объектов по ходу перемещения, их массогабаритные параметры;

– вспомогательное производство в виде участков переработки демонтированной радиоактивной продукции организационно и технологически сложное, сопоставимое или превосходящее по техническому уровню основное производство (демонтаж оборудования, металлоконструкций и строительных конструкций);

– в целом процесс вывода из эксплуатации находится в жестких по расположению и занимаемому пространству границах и ограниченному по длительности временному интервалу функционирования.

Чтобы понять возможности адаптации производственного процесса вывода блоков АЭС из эксплуатации в структуры и операции, присущие логистике, необходимо дать сжатое представление об этом сравнительно новом направлении в экономике с учетом представленных особенностей данного процесса как временно действующего и специфического по генерируемой продукции производства.

Прежде всего, в экономике под логистикой понимают научную и практическую деятельность, связанную с организацией, управлением и оптимизацией движения материальных и сопутствующих информационных потоков от источника сырья до потребителя [13, 14].

В процессе демонтажных работ в качестве источника сырья условно принимаются демонтируемые объекты и отсутствуют внешние сырьевые потоки.

Основные функциональные области логистики проявляются и в производственном процессе вывода блока АЭС из эксплуатации.

1. Транспортная логистика, управляющая материальными потоками, в полной мере отвечает условиям применения в транспортно-технологических потоках демонтируемых объектов на блоке АЭС.

2. Производственная логистика, в общем случае связанная с промышленным изготовлением продукции материального потребления и чаще всего функционирующая в пределах одного предприятия в рамках действующей в нем системы управления, в производственном процессе вывода из эксплуатации блока АЭС охватывает технологическую составляющую потока демонтируемых объектов при операциях демонтажа, переработки, кондиционирования.

3. Информационная логистика, базирующаяся на информационных технологиях и микропроцессорной технике, используется в процедурах управления во всех функциональных областях логистики, она поддержит необходимый уровень управления транспортно-технологическими потоками в производственном процессе вывода из эксплуатации блока АЭС и, кроме того, может быть использована для контроля движения радиоактивных демонтированных объектов.

4. Распределительная логистика, в общем случае решающая задачи реализации готовой продукции, в условиях производственного процесса вывода блока АЭС из эксплуатации будет функционировать в существенно отличающейся среде, особенности которой показаны выше.

Базисными функциями логистики в условиях рассматриваемого производственного процесса являются производство и частично сбыт, отсутствует такая базисная функция, как снабжение.

В качестве ключевых логистических функций следует выделить транспортировку и управление производственными процедурами. Присущая логистике ключевая функция поддержки стандартов обслуживания потребителей вытесняется нормативными требованиями к продукции демонтажных работ – радиоактивных отходам, материалам ограниченного и неограниченного применения. Другая ключевая функция – управление запасами исполняется ограниченно на стыке между демонтажными операциями и операциями переработки РАО, обеспечивая регулярность и темп выполнения последних.

В логистике процесс управления транспортировкой обычно предполагает принятие комплекса решений по выбору вида упаковки, транспорта, определению маршрутов и т.п. [13, 14]. В таком представлении данная ключевая функция логистики в целом соответствует производственному процессу вывода из эксплуатации блоков АЭС, однако необходимо учитывать влияние на данные решения фактора обеспечения радиационной безопасности.

Функция управления процедурами заказов в рассматриваемых в настоящей работе условиях действует факультативно и относится к сбыту материалов ограниченного и неограниченного применения и размещению РАО в региональных могильниках (в настоящее время отсутствующих).

С позиций логистики [13, 14] важность управления производственными процедурами (операционный менеджмент) в условиях вывода из эксплуатации блока АЭС заключается в наиболее эффективном (с точки зрения снижения затрат и обеспечения нормативных требований к продукции и радиационной безопасности) управлении потоками демонтируемых объектов в технологических процессах их демонтажа и последующей переработки. При этом большое значение имеют логистические задачи календарного планирования, минимизации уровня незавершенного производства, сокращения длительности производственного цикла и т.п. Задачи операционного менеджмента во многом решаются системами типа «оптимальные производственные технологии» и др.

Поддерживающие логистические функции в рассматриваемых условиях проявляются в виде операций и процедур [13, 14]:

- складирования;
- грузопереработки;
- защитной упаковки;
- информационно-компьютерной поддержки.

Складирование представляет собой функцию управления пространственным размещением объектов материалопотоков и предусматривает выполнение таких задач, как:

- определение числа, типа и дислокации складов (в широкой трактовке понятия);
- объема (площади) хранения продукции в промежуточном и готовом виде;
- проектирования зон транспортировки, сортировки, погрузки-разгрузки;
- выбор погрузочно-разгрузочного и другого складского оборудования и т.п.

Данная функция в полной мере соответствует производственному процессу вывода из эксплуатации блока АЭС.

Грузопереработка (обработка грузов) включает логистические операции перемещения промежуточной и (или) готовой продукции на складе, для чего проводится выбор соответствующего транспортного и погрузочно-разгрузочного оборудования, эти операции совмещаются с процедурами сортировки,

кондиционирования или комплектования грузов для выполнения последующей технологической переработки или подготовки к распределению между потребителями. Однако в условиях рассматриваемого производственного процесса масштабы реализации данной функции ограничены.

Особая роль в производственных условиях процесса вывода из эксплуатации принадлежит процедурам защитной упаковки, обеспечивающей радиационную безопасность обращения с РАО. В традиционных условиях защитная упаковка обеспечивает сохранность грузов, доставляемых потребителям различными видами транспорта. Применение стандартных типоразмерных рядов тары и упаковки позволяет значительно снизить логистические издержки за счет согласования с их массогабаритными параметрами технических характеристик транспортных средств, а также технологических параметров складских помещений и грузоперерабатывающего оборудования. Данные соображения остаются справедливыми и для рассматриваемых в настоящей работе условий, при этом первостепенное значение имеют радиационно-защитные характеристики упаковки РАО.

Как и в общепромышленных процессах производства и сбыта готовой продукции, когда возникают, так называемые, вторичные материальные ресурсы, состоящие из отходов производства (возвратных и невозвратных) и отходов производственного и личного потребления, в производственных условиях вывода блока АЭС из эксплуатации генерируются вторичные РАО в виде шлаков и шламов от дезактивационных операций и фильтров системы спецвентиляции.

Вторичные материальные ресурсы образуют специфические материальные потоки, управление которыми в настоящее время также можно отнести к объекту исследования логистики.

Современные логистические системы функционируют в условиях информационно-компьютерной поддержки процедур обращения с информацией по материальным и финансовым потокам, они позволяют внедрить автоматизацию документооборота, расширить возможности планирования, организации, регулирования, учета, контроля и анализа материальных потоков [13, 14].

Объем материального потока производственного процесса вывода из эксплуатации блока АЭС в существенно большей части состоит из демонтированных объектов, не имеющих радиоактивного загрязнения, и может регулироваться и организовываться в рамках уже ставших тривиальными операций и процедур логистики. Особый подход потребует в применении логистики к материальным потокам радиоактивно загрязненных объектов демонтажа, объем которых может составлять тысячи тонн.

В этом случае логистические операции и процедуры должны быть более развитыми в части использования результатов контроля меняющихся в ходе производственного процесса радиационных и массогабаритных параметров демонтированных объектов, их объема и количества, распределения по категориям активности. Полученные сведения важны не только для принятия логистических решений, но и для учета движения радиоактивных объектов (по количественным и качественным характеристикам) в производственном процессе. Таким образом, выделяется информационная функция логистического подхода, которая будет способствовать соблюдению требований радиационной безопасности выполняемых в производственном процессе работ.

Очевидно, что логистические процедуры и операции такого рода должны функционировать при соответствующей информационно-компьютерной поддержке с применением дистанционного контроля и современных способов маркировки объектов контроля. Определенную помощь в этом направлении может оказать использование

мерной упаковочной тары, заполняемой сортированными по категориям активности объектами демонтажных работ.

Поступательное развитие научных и научно-практических исследований в проблематике вывода из эксплуатации блоков АЭС может быть эффективно дополнено привлечением современного аппарата логистики – научной и практической деятельности, связанной с организацией и управлением движением материальных и сопутствующих им информационных потоков. Целесообразно использование информационной функции логистики в учете движения демонтированных радиационно-активных объектов, контроль которых в производственном процессе вывода из эксплуатации – обязательное условие обеспечения требований радиационной безопасности работ. Следует рекомендовать включение логистики в проектную документацию вывода из эксплуатации блоков АЭС.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Берела, А. И.* 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. – № 2 (25). – URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1734](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1734) (дата обращения: 20.03.2019).
2. *Томилин, С.А.* Особенности проектирования демонтажа оборудования блоков атомных станций с учетом нормативного регулирования их вывода из эксплуатации [Текст] / С.А. Томилин, А.И. Берела, Н.Н. Подрезов, А.Г. Федотов // Глобальная ядерная безопасность. – 2017. № 1 (22). – С. 59-67.
3. *Берела, А.И.* Постановка задач проектирования технологических процессов демонтажа основного оборудования при выводе из эксплуатации блоков АЭС с корпусными реакторами [Текст] / А.И. Берела, С.А. Томилин, А.Г. Федотов // В сборнике трудов научно-практической конференции БИТИ НИЯУ МИФИ : «Энергоэффективность и энергосбережение» – 2016. – С. 8-11.
4. СП 2.6.1.2205-07. Санитарные правила «Обеспечение радиационной безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции». – Москва, 2007.
5. НП-012-16. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции». – Москва : Федеральная служба по экологическому, техническому и атомному надзору, 2016.
6. *Берела, А.И.* Анализ и представление среды действия в системе проектирования технологии демонтажа оборудования при выводе из эксплуатации блока АЭС [Текст] / А.И. Берела, Б.К. Былкин, С.А. Томилин, А.Г. Федотов // Глобальная ядерная безопасность. – 2014. – № 1 (10). – С. 25-31.
7. *Берела, А.И.* 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. – № 2 (29). – URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n2y2014/2416](http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2014/2416) (дата обращения: 20.03.2019).
8. *Берела, А.И.* 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. – № 1 (33). – URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2015/2766](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2015/2766) (дата обращения: 12.02.2019).
9. *Берела, А.И.* 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.
10. *Берела, А.И.* Выбор значений параметров технологического процесса демонтажа оборудования блоков АЭС, выводимых из эксплуатации [Текст] / А. И. Берела, Б. К. Былкин, С.А. Томилин, А.Г. Федотов // Глобальная ядерная безопасность. – 2013. – № 3 (8). – С. 60-64.
11. *Берела, А.И.* Оптимизационные аспекты проектирования технологического процесса демонтажа оборудования при выводе из эксплуатации блока атомной станции [Текст] / А.И. Берела, Б.К. Былкин, В.А. Шапошников // Тяжелое машиностроение. – 2004. – № 6. – С. 9-14.
12. *Берела, А.И.* Основные принципы разработки конкурентоспособных проектов демонтажных работ при выводе из эксплуатации блоков атомных станций [Текст] /

- А. И. Берела, С.А. Томилин, А.Г. Федотов // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2015. – Т.5. – № 4 (26). – С. 191-195.
13. *Гаджинский, А.М.* Логистика: Учеб. [Текст] А.М. Гаджинский. – Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К<sup>о</sup>», 2009. – 484 с.
14. *Иванов, Ю.М.* Логистика [Текст] / М.Ю. Иванов, М.Б. Иванова. – Москва : РИОР, 2006. – 91 с.

## REFERENCES

- [1] Berela A.I., Fedotov A.G., Tomilin S.A., Bylkin B.K. Razrabotka texnologicheskix processov demontazha oborudovaniya pri vyvode iz e'kspluatscii atomny'x stancij [Development of Technological Processes for Dismantling Equipment during Decommissioning of Nuclear Power Plants]. *Inzhenerny'j vestnik Dona* [Engineering Herald of the Don]. 2013. №2 (25). URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1734](http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1734) (in Russian).
- [2] Tomilin S.A., Berela A.I., Podrezov N.N., Fedotov A.G. Osobennosti proektirovaniya demontazha oborudovaniya blokov atomny'x stancij s uchetom normativnogo regulirovaniya ix vyvoda iz e'kspluatscii [Features of the Design of Dismantling the Equipment of Nuclear Power Units, Taking into Account the Regulation of their Decommissioning]. *Global'naya yadernaya bezopasnost'* [Global Nuclear Safety]. 2017. № 1(22). P. 59-67 (in Russian).
- [3] Berela A.I., Tomilin S.A., Fedotov A.G. Postanovka zadach proektirovaniya texnologicheskix processov demontazha osnovnogo oborudovaniya pri vyvode iz e'kspluatscii blokov AE'S s korpusny'mi reaktorami [Setting the Tasks of Designing Technological Processes for Dismantling the Main Equipment during Decommissioning of NPP Units with Tank Reactors]. *V sbornike trudov nauchno-prakticheskoy konferencii BITI NIYaU MIFI: «E'nergoe'ffektivnost' i e'nergoberezhenie»* [Energy Efficiency and Energy Saving]. 2016. P. 8-11 (in Russian).
- [4] SP 2.6.1.2205-07. Sanitarny'e pravila «Obespechenie radiacionnoj bezopasnosti pri vyvode iz e'kspluatscii bloka atomnoj stancii» [Sanitary rules «Ensuring radiation safety during decommissioning of a nuclear power plant unit»]. Moscow. 2007 (in Russian).
- [5] NP-012-16. Federal'ny'e normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj e'nergii «Pravila obespecheniya bezopasnosti pri vyvode iz e'kspluatscii bloka atomnoj stancii» [Federal Rules and Regulations in the Field of Atomic Energy Use «Rules for Ensuring Safety during Decommissioning of a Nuclear Power Plant Unit»]. Moscow : Federal'naya sluzhba po e'kologicheskomu, texnicheskomu i atomnomu nadzoru [Federal Service for Environmental, Technical and Nuclear Supervision]. 2016 (in Russian).
- [6] Berela A.I., Bylkin B.K., Tomilin S.A., Fedotov A.G. Analiz i predstavlenie sredy` dejstviya v sisteme proektirovaniya texnologii demontazha oborudovaniya pri vyvode iz e'kspluatscii bloka AE'S [Analysis and Representation of the Environment of Action in the Design System of Equipment Dismantling Equipment during Decommissioning of the NPP Unit]. *Global'naya yadernaya bezopasnost'* [Global Nuclear Safety]. 2014. № 1(10). P. 25-31(in Russian).
- [7] Berela A.I., Bylkin B.K., Tomilin S.A., Fedotov A.G. Adaptaciya texnologii demontazha oborudovaniya vyvodimy'x iz e'kspluatscii blokov AE'S k trebovaniyam radiacionnoj bezopasnosti [Adaptation of the Technology of Dismantling the Equipment of Decommissioned NPP Units to the Requirements of Radiation Safety]. *Inzhenerny'j vestnik Dona* [Engineering Herald of the Don]. 2014. №2 (29). URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n2y2014/2416](http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2014/2416) (in Russian).
- [8] Berela A.I., Tomilin S.A., Fedotov A.G. Realizaciya procedur obespecheniya radiacionnoj bezopasnosti v texnologicheskix processax demontazha oborudovaniya pri vyvode blokov AE'S iz e'kspluatscii [Implementation of Procedures for Ensuring Radiation Safety in Technological Processes of Dismantling Equipment when Decommissioning NPP Units]. *Inzhenerny'j vestnik Dona* [Engineering Herald of the Don] (in Russian).
- [9] Berela A.I., Fedotov A.G., Tomilin S.A. Texnologicheskoe oborudovanie, primenyaemoe v rabotax po vyvodu iz e'kspluatscii blokov AE'S [Technological Equipment Used in the Decommissioning of NPP Units]. *Global'naya yadernaya bezopasnost'* [Global Nuclear Safety]. 2013. № 1(6). P. 58-66 (in Russian).
- [10] Berela A.I., Bylkin B.K., Tomilin S.A., Fedotov A.G. Vybor znachenij parametrov texnologicheskogo processa demontazha oborudovaniya blokov AE'S, vyvodimy'x iz e'kspluatscii [The Choice of the Values of the Parameters of the Technological Process of Dismantling the Equipment of NPP Units Decommissioned]. *Global'naya yadernaya bezopasnost'* [Global Nuclear Safety]. 2013. № 3(8). P. 60-64 (in Russian).
- [11] Berela A.I., Bylkin B.K., Shaposhnikov V.A. Optimizacionny'e aspekty` proektirovaniya texnologicheskogo processa demontazha oborudovaniya pri vyvode iz e'kspluatscii bloka atomnoj

- stancii [Optimization Aspects of the Design Process of Dismantling Equipment during Decommissioning of a Nuclear Power Plant Unit]. Tyazheloe mashinostroenie [Heavy Engineering]. 2004. №6. P. 9-14 (in Russian).
- [12] Berela A.I., Tomilin S.A., Fedotov A.G. Osnovny`e principy` razrabotki konkurentosposobny`x proektov demontazhny`x работ pri vy`vode iz e`kspluatacii blokov atomny`x stancij [Basic Principles for the Development of Competitive Dismantling Projects during Decommissioning of Nuclear Power Units]. Izvestiya Moskovskogo gosudarstvennogo texnicheskogo universiteta MAMI [News of Moscow State Technical University MAMI]. 2015. T.5. № 4 (26). P. 191-195 (in Russian).
- [13] Gadzhinskij, A.M. Logistika: Ucheb. [Logistics: Textbook]. Moscow : Izdatel`sko-torgovaya korporaciya «Dashkov i K<sup>o</sup>» [Dashkov and K<sup>o</sup> Publishing and Trade Corporation]. 2009. 484 p. (in Russian).
- [14] Ivanov M.Yu., Ivanova. Logistika: Ucheb. posobie [Logistics: Textbook manual]. Moscow : RIOR (in Russian).

### **Possibilities of Logistics in Ensuring Efficiency and Radiation Safety of Production Process of Nuclear Power Stations Unit Decommissioning**

**A.I. Berela<sup>1</sup>, S.A. Tomilin<sup>2</sup>, A.G.Fedotov<sup>3</sup>**

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

*<sup>1</sup>e-mail: berelaleks@yandex.ru*

*<sup>2</sup>ORCID ID: 0000-0001-8661-8386*

*WoS Researher ID: G-3465-2017*

*e-mail: SATomilin@mephi.ru*

*<sup>3</sup>e-mail: AGFedotov@mephi.ru*

**Abstract** – The paper considers the possibilities of applying logistics in the design and implementation of the decommissioning process of nuclear power plant units to improve the efficiency and safety of design and practical solutions for managing material and information flows.

*Keywords:* decommissioning, nuclear power plant unit, logistics, production process efficiency, radiation safety.