

## ВЫВОД ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ АТОМНЫХ ЛЕДОКОЛОВ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ

К. Н. Куликов<sup>1</sup>, Р. А. Низамутдинов<sup>2</sup>, С. В. Лодочников<sup>2</sup>, А. П. Ермаков<sup>2</sup>,  
Е. Е. Цветков<sup>2</sup>, В. Г. Кузнецова<sup>2</sup>, А. Н. Малышкин<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт судостроения и морской арктической техники (Севмашвтуз), Северодвинск, Архангельская область

<sup>2</sup>АО «Научно-исследовательское проектно-технологическое бюро «Онега», Северодвинск, Архангельская область

<sup>3</sup>ФГУП «Атомфлот», Мурманск, Мурманская область

Статья поступила в редакцию 29 октября 2024 г.

*Статья рассматривает проблемы вывода из эксплуатации (ВЭ) атомных ледоколов в Арктическом регионе. Представлены основные сведения об их состоянии. Приведены основные подходы варианты ВЭ судов с ядерной энергетической установкой.*

**Ключевые слова:** вывод из эксплуатации, атомные ледоколы, объекты ядерного наследия, блок-упаковка, радиоактивные отходы, радиационная и ядерная безопасность.

В СССР и Российской Федерации создано три поколения гражданских атомных судов с ядерной энергетической установкой (ЯЭУ). С 1959 по 1991 год построено девять атомных ледоколов (АЛ) и один атомный лихтеровоз.

К 2010 году начался активный ВЭ судов атомного ледокольного флота (АЛФ) и выполнение первого этапа — их перевод в «холодный» отстой. Возраст таких судов с ЯЭУ составляет 30—35 лет.

На вооружении ВМФ СССР и России состояло пять надводных кораблей (НК) с ЯЭУ, два из которых в настоящее время находятся в процессе утилизации [1].

### Данные о состоянии атомных ледоколов

Существует пять проектов АЛ, которые находились или находятся в эксплуатации АЛФ

России: 92, 92М («Ленин»), 1052 («Арктика», «Сибирь»), 10580 («Таймыр», «Вайгач»), 10521 («50 лет Победы», «Россия», «Ямал», «Советский Союз»), 22220 («Арктика», «Сибирь», «Урал»). Первый в России АЛ, единственное судно проекта 92, 92М («Ленин»), выведен из эксплуатации и функционирует как музей. Проводится утилизация АЛ проекта 1052 («Арктика» и «Сибирь»), в то время как АЛ проекта 10521 («Россия») ожидает утилизации. В результате выполненных работ по утилизации в период 2016—2021 годов АЛ «Сибирь» достиг конечного состояния объекта, заданного проектной документацией ВЭ. Судно освобождено от радиационного контроля и исключено из всех реестров. Его корпусные конструкции утилизированы в качестве металлолома. График вывода из эксплуатации судов с ЯЭУ приведен на рис. 1.

## Вывод из эксплуатации ОИАЭ

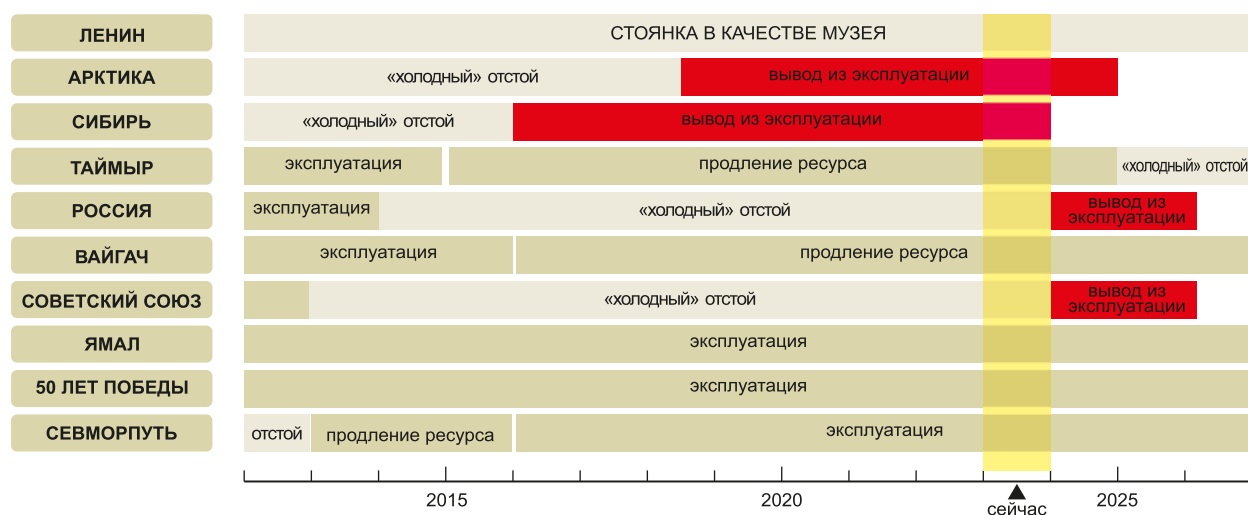


Рис. 1. График ВЭ судов с ЯЭУ

### Основные положения нормативных и программных документов по выводу из эксплуатации судов с ЯЭУ

При ВЭ судов с ЯЭУ должны выполняться требования Федеральных норм и правил в области использования атомной энергии [2], норм радиационной безопасности [3] и основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности [4], а также требования в части обращения с жидкими, твердыми и газообразными радиоактивными отходами (РАО), которые регулируются рядом документов [5]–[7].

Согласно этим требованиям, меры по обеспечению безопасности должны быть предприняты в ходе всего жизненного цикла судов с ЯЭУ, включая этапы проектирования, эксплуатации и ВЭ [2]. Данные меры направлены на выполнение принципов непревышения установленных доз облучения персонала и населения, нормативов допустимых выбросов и сбросов радиоактивных веществ (РВ), минимизации количества образующихся РАО, а также исключение повторного применения материалов, имеющих уровни радиоактивного излучения или содержащих РВ активностью выше установленных пределов.

В соответствии с Федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии [2] в проекте судна с ЯЭУ должна содержаться, в частности, и концепция его ВЭ с описанием различных вариантов, включающая возможные переходы от одного из них к другому.

Выбор предпочтительного варианта должен производиться с учетом следующих критериев:

- практической осуществимости;
- защищенности персонала и населения;
- безопасности окружающей среды;
- стоимости;

- длительности.

Оптимальный вариант ВЭ судов с ЯЭУ должен соответствовать следующим условиям:

- минимальному уровню радиационного воздействия на персонал, население и объекты окружающей среды;
- приведению РАО, включая демонтированные загрязненные конструкции, в безопасное для населения и объектов окружающей среды состояние;
- минимальной стоимости и продолжительности проведения работ по ВЭ, а также затратам на дальнейшее содержание блок-упаковок (БУ).

В 2013 году Госкорпорацией «Росатом» утверждена концепция [8], разработанная АО «НИПТБ «Онега». В рамках нее рассмотрены все возможные варианты ВЭ АЛ проекта 1052 с учетом технологических возможностей предприятий — исполнителей работ Арктического региона.

Согласно положениям концепции по утилизации судов с ЯЭУ [8] в России принята схема «отложенной» ликвидации, состоящая из следующих этапов:

- вывод из состава атомного флота;
- отстой;
- выгрузка отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) и обращение с ним;
- вырезка реакторного помещения;
- формирование неплавучего реакторного блока (РБл);
- формирование упаковок с твердыми радиоактивными отходами (ТРО);
- утилизация носовых и кормовых оконечностей корпусов;
- транспортирование ОЯТ и РАО.

Сформированный РБл подлежит длительной выдержке (около 70 лет).

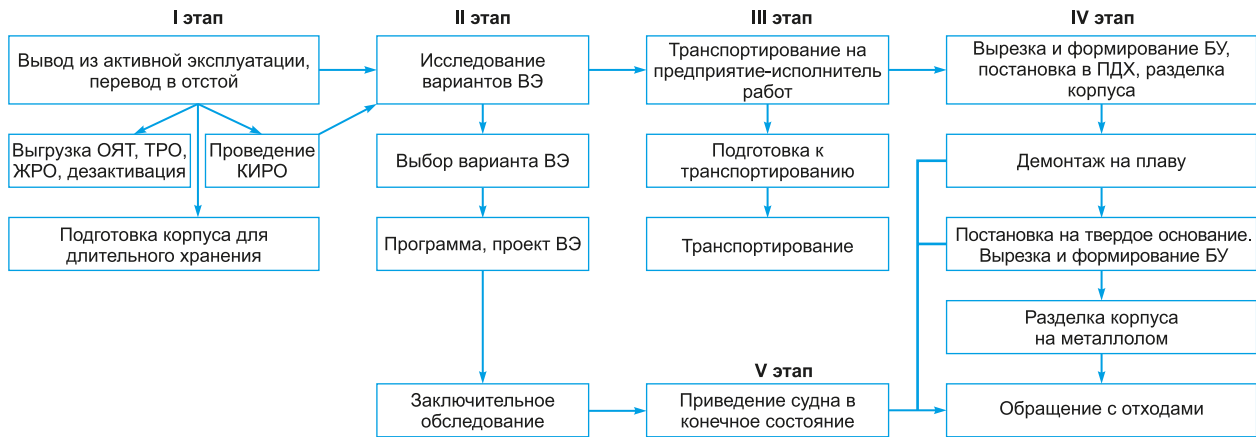


Рис. 2. Организационно-технологическая схема ВЭ судов с ЯЭУ

### Особенности ВЭ судов с ЯЭУ

Величина активности, локализация ее в материалах конструкций и оборудования, количество ТРО и жидких РАО (ЖРО), а также дозовые нагрузки на персонал зависят от принятых конструктивных решений и, соответственно, обуславливают различный подход к ВЭ.

По результатам анализа существующего опыта, технического состояния АЛ, наличия необходимой инфраструктуры и ресурсов в Арктическом регионе в концепции 2013 года [8] были определены следующие варианты формирования БУ по категориям:

- неплавучий блок (РБл), ограниченный поперечными водонепроницаемыми переборками и конструкциями защитного ограждения ЯЭУ (рис. 3);
- сформированный путем вырезки блока атомной паропроизводящей установки (АППУ) в составе бака железобетонной защиты (БЖВЗ);

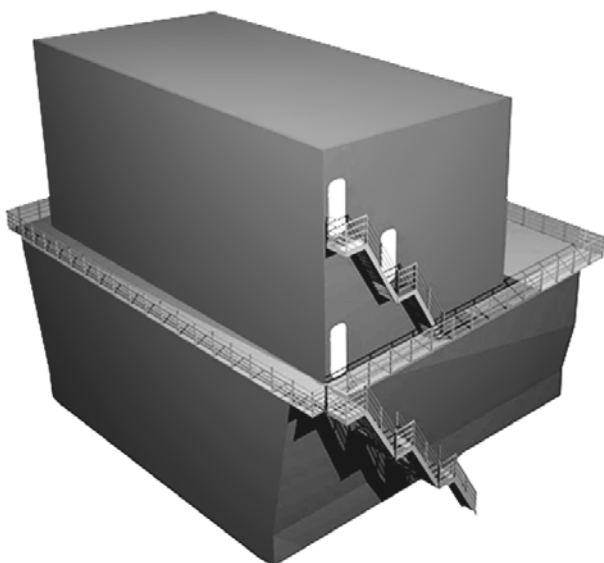


Рис. 3. Общий вид РБл АЛ по варианту 1 на примере проекта 1052

- сформированный посредством выгрузки АППУ из БЖВЗ и загрузки в специальный защитный контейнер;
- плавучий блок (ПРБл), ограниченный поперечными водонепроницаемыми переборками.

Организационно-технологическая схема ВЭ судов с ЯЭУ, в соответствии с концепцией 2013 года [8] и рядом других документов [5]–[7], представлена на рис. 2.

Массогабаритные характеристики РБл АЛ проекта 1052:

длина, м	17,5
ширина, м	15,5
высота, м	13
масса, т	2800

В 2016 году Госкорпорацией «Росатом» выполнен пересмотр концепции 2013 года, результатом которого стало утверждение ее новой версии (редакция 2016 года) [9].

В ней ВЭ судна с ЯЭУ осуществляется путем выгрузки оборудования АППУ с последующей загрузкой в сформированную БУ. Концепция допускает возможность приведения корпуса в радиационно безопасное состояние с последующей реализацией потенциальному потребителю.

### Опыт практической реализации технологии ВЭ атомных ледоколов проекта 1052

Опыт ВЭ судов с ЯЭУ связан прежде всего с АЛ проекта 1052 «Арктика» и «Сибирь».

Первый являлся головным судном серии данного проекта. Его строительство началось 3 июля 1971 года на Балтийском заводе в Ленинграде. Он был спущен на воду 26 декабря 1972 года, принят в эксплуатацию 25 апреля 1975 года. Судно находится в отстое с 2008 года, когда была произведена выгрузка ОЯТ.

АЛ «Сибирь» — советский атомный ледокол класса «Арктика». Он был построен на

## Вывод из эксплуатации ОИАЭ

Балтийском заводе в Ленинграде по проекту 1052, разработанному ЦКБ «Айсберг», и принят в эксплуатацию 28 декабря 1977 года. Начиная с 1993 года АЛ «Сибирь» законсервирован, из реакторов выгружено ОЯТ.

Принятая технология утилизации АЛ проекта 1052 была разработана АО «НИПТБ «Онега» с привлечением АО ЦКБ «Айсберг» и АО «ОКБМ Африкантов» в 2013 году и применена на АЛ «Сибирь» и «Арктика» в 2016–2022 годах.

В ходе его ВЭ была реализована комбинированная концепция, которая сочетала в себе немедленный и отложенный демонтаж. На предприятии-исполнителе была демонтирована часть конструкций и оборудования, АППУ выгрузили, а потом разместили в сформированную БУ (рис. 4). Ее характеристики, номенклатура оборудования и конструкций АЛ, загружаемых в БУ АППУ, приведены в табл. 1 и 2.

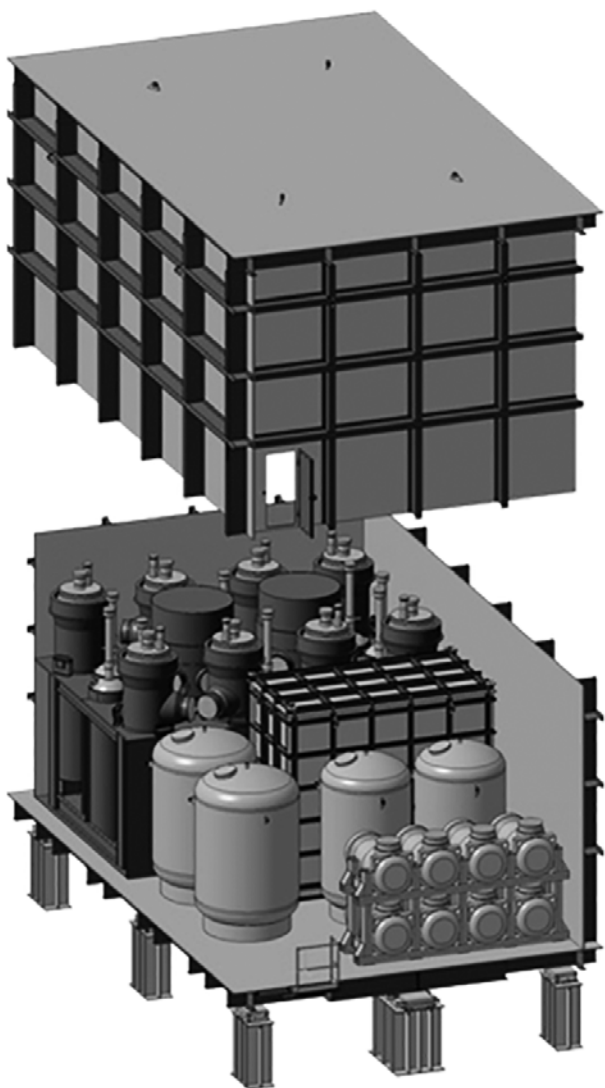


Рис. 4. Общий вид БУ АЛ проекта 1052

Таблица 1. Основные характеристики БУ АЛ проекта 1052

Наименование показателя	Значение
Грузоподъемность, т	600,0
Максимальная длина, м	16,32
Максимальная ширина, м	11,70
Максимальная высота, м	7,54
Масса, т	434,3

Таблица 2. Номенклатура оборудования и конструкций АЛ, загружаемых в БУ АППУ

Наименование оборудования (конструкции)	Количество, шт.	Масса, т
Парогенератор (ПГ-18Т)	8	185,3
Компенсатор объема	8	38,4
Фильтр осколочной активности первого контура (ФОА-1к)	2	8,3
Холодильник фильтра осколочной активности первого контура (ХФОА-1к)	2	8,7
Сборка циркуляционного насоса первого контура в гидрокамере	8	102,5
Циркуляционный насос расхолаживания	2	4,0
Реактор	2	144,2
Кессон реактора бака железобетонной защиты в сборе с нижними экранами	2	42,8
Переборка	4	3,5
Переборка секций 26–29	4	7,4
Платформа	1	0,1
Платформа	1	0,2
Экран над платформой	2	1,4
Экран над платформой	2	2,4
Монжус контурный	2	17,7
Монжус дренажный	2	8,3
Общая масса оборудования		575,3 т

После проведения работ по выводу ледоколов из эксплуатации было проведено заключительное радиационное обследование, результаты которого потребовали дальнейшей реализации концепции отложенного демонтажа.

Работы по ВЭ АЛ «Сибирь» продолжились на ФГУП «Атомфлот». Выполнены демонтаж и дезактивация конструкций, оборудования и систем, загрязненных РВ. Завершена дезактивация судовых помещений и обращение с образовавшимися РАО. Масса демонтированного оборудования — не менее 350 т.

На данный момент АЛ «Сибирь» выведен из эксплуатации и окончательно ликвидируется в

АО «10 СРЗ», АЛ «Арктика» ожидает завершения ВЭ на ФГУП «Атомфлот».

Опыт практической реализации технологии ВЭ АЛ проекта 1052:

- разборка реакторного оборудования выполнен по варианту поэлементного демонтажа;
- индивидуальные дозовые нагрузки персонала не превысили основные пределы доз для персонала группы А. Коллективная эффективная доза составила 0,612 чел.-Зв;
- стоимость дополнительного контракта на приведение судна в радиационно безопасное состояние — 250 млн руб.;
- срок реализации проекта вывода АЛ из эксплуатации, откорректированного согласно концепции (редакция 2016 года), составляет 1,5 года без учета подготовки производства, однако на практике он составил 5 лет. При этом для окончательной утилизации судна, согласно концепции (редакция 2016 года), потребовалась продажа судна для окончательной разделки. Продолжительность полной утилизации АЛ с формированием БУ по проекту, согласно концепции (редакция 2013 года), составляет 1,5 года без учета подготовки производства. На практике утилизация судна, согласно концепции (редакция 2013 года), не производилась.

### Особенности утилизации кораблей ВМФ

При разработке документации в обеспечении ВЭ судов с ЯЭУ учитывался опыт утилизации кораблей и судов ВМФ [10]–[12], которая проводится согласно основным положениям ГОСТ РВ 1901-008-2021 [13], а также требованиям в части обращения с ЖРО, ТРО и газообразными РАО (ГРО), которые регулируются СанПиН 2.6.1.2523-09 [3] и СП 2.6.1.2612 10 [4].

За основу данной процедуры принята концепция [14]. В соответствии с ней реакторные отсеки (помещения), в которых размещена АППУ утилизируемых АПЛ, надводных кораблей с ЯЭУ, как содержащие радиационно опасное оборудование, подлежат вырезке, специальной подготовке и постановке на долговременное хранение в региональном пункте долговременного хранения РО (ПДХ РО) для обеспечения их длительной выдержки (ориентировочно 70 лет после останова реактора).

В результате полученного опыта утилизации АПЛ для надводных кораблей (НК) с ЯЭУ были определены следующие варианты утилизации:

- поэлементный демонтаж оборудования АППУ из кессонов БЖВЗ и загрузка демонтированного оборудования в сформированную БУ,

соответствующую требованиям, предъявляемым к блокам, размещаемым в ПДХ РО;

- формирование ПРБл с положительной плавучестью из помещений АППУ путем вырезки отсека ППУ;
- формирование БУ путем выгрузки из помещений АППУ реакторной установки в составе БЖВЗ и формирование на твердом основании БУ, соответствующей требованиям, которые предъявлены к блокам, размещаемым в ПДХ РО «Устричный».

В Северо-Западном федеральном округе еще не проводились работы по утилизации НК с ЯЭУ, однако уже получен положительный опыт ликвидации большого атомного разведывательного корабля (БАРЗК) «Урал» в Дальневосточном федеральном округе в АО «30 СРЗ».

Массогабаритные характеристики БЖВЗ действующих НК с ЯЭУ не позволяют выгрузить их целиком ввиду отсутствия на предприятиях-исполнителях необходимого для этого кранового оборудования. Результатом работ, проведенных ранее силами АО «30 СРЗ», стали:

- выгрузка основного оборудования АППУ (реактор, парогенераторы, холодильники и ионообменные фильтры первого контура);
- его размещение в защитных комплектах (КЗР, КЗФ1к, транспортных контейнерах ПУЦ-2ЭЦ-СТ);
- формирование плавучего блока реакторного отсека (РО);
- постановка его на стапельное место № 2 в ПДХ РО «Устричный»;
- утилизация конструкций корпуса корабля.

Основные массогабаритные характеристики плавучего блока РО (рис. 5) при постановке на стапельное место № 2:

длина наибольшая, м	13,10
ширина наибольшая, м	29,50
высота борта наибольшая, м	8,70
высота от стапеля до ОП, м	2,25
масса, т	2 067

Массогабаритные характеристики защитных комплектов оборудования АППУ (рис. 6):

длина наибольшая, м	5,87
ширина наибольшая, м	7,59
высота наибольшая, м	6,50
высота от поверхности стапеля до поддона, м	1,88
масса, т	223

Для уменьшения занимаемой площади на стапельном месте № 2 и обеспечения перемещения БУ БАРЗК «Урал» на ПДХ было принято решение о формировании двух отдельных компактных упаковок из баков ЖВЗ и их постановка на долговременное хранение. Не вошедшие в состав БУ корпусные конструкции подлежали разделке и утилизации.

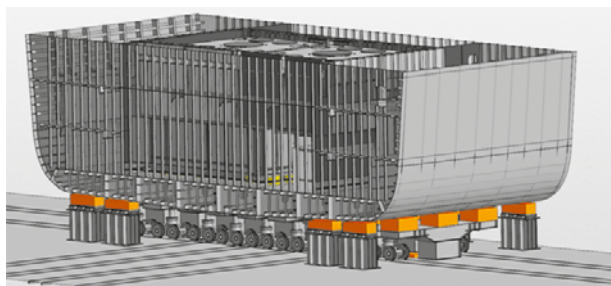


Рис. 5. Общий вид плавучего блока РО

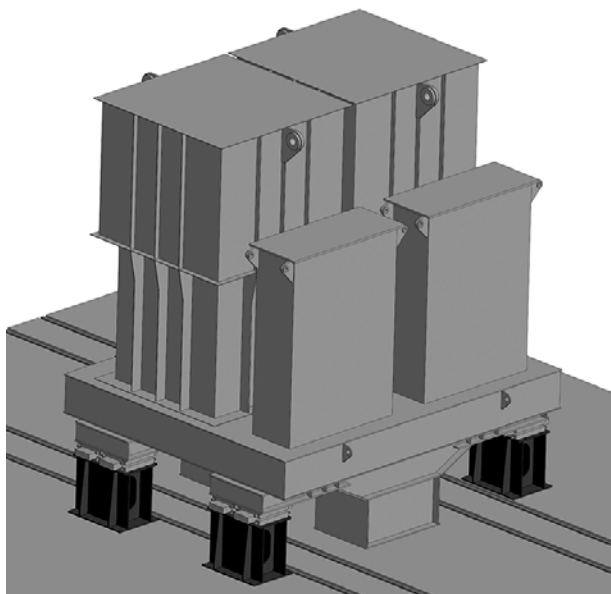


Рис. 6. Общий вид защитных комплектов оборудования АППУ

АО «НИПТБ «Онега» была разработана конструкторская и технологическая документация, в соответствии с которой работы проводились в несколько этапов:

- 1) разгрузка плавучего блока РО;
- 2) его перемещение на поперечные пути стальной площадки № 2;
- 3) монтаж подкреплений внутрикорпусных конструкций;
- 4) демонтаж корпусных конструкций под баками ЖВЗ и монтаж технологических опорных конструкций;
- 5) вырезка и поэтапное опускание баков ЖВЗ;
- 6) формирование БУ и их постановка на длительное хранение;
- 7) окончательная утилизация корпусных конструкций плавучего блока РО, не вошедших в состав БУ.

В результате работ были сформированы две БУ баков ЖВЗ, обладающие следующими массогабаритными характеристиками:

длина, м	6,60
ширина, м	6,00

высота (с опорами), м	7,00
масса, т	380

Технология, разработанная АО «НИПТБ «Онега», позволила предприятию — исполнителю работ без аренды грузоподъемного оборудования выгрузить баки ЖВЗ целиком и сформировать из них БУ, соответствующие требованиям длительного хранения (рис. 7).

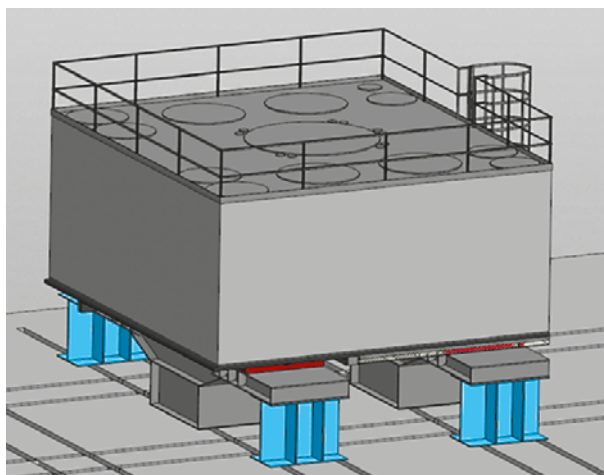


Рис. 7. Общий вид БУ БАРЗК «Урал»

### Заключение

В настоящее время проекты ВЭ объектов ядерного наследия находятся в стадии практической реализации.

Концепции утилизации и ВЭ судов и кораблей с ЯЭУ направлены на обеспечение радиационной безопасности, непревышение регламентируемых доз облучения персонала и населения, минимизацию количества и объема образующихся РАО. При выборе принципиальных решений учитываются технологические свойства существующей промышленной инфраструктуры, а также природные особенности Арктического региона.

Опыт вывода из эксплуатации должен быть учтен при проектировании новых средств освоения Арктики, использующих ядерную энергетику.

### Литература

1. Захарчев А. А. Итоги реализации федеральной целевой программы 2011—2020 гг. по комплексной утилизации АПЛ и реабилитации радиационно опасных объектов Северо-Запада России: Комплексная утилизация АПЛ. — URL: <http://nuclear-submarine-decommissioning.ru/node/1368> (дата обращения: 30.09.2021).
2. НП-037-11. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Правила безопасности при выводе из эксплуатации

судов и иных плавсредств с ядерными установками и радиационными источниками. — Москва, 2011. 10 с.

3. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). Санитарные правила и нормативы. — Москва, 2009. 119 с.

4. СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010). Санитарные правила и нормативы. — Москва, 2010. 94 с.

5. НП-019-15. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Сбор, переработка, хранение и кондиционирование жидких радиоактивных отходов. Требования безопасности. — Москва, 2015. 11 с.

6. НП-020-15. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Сбор, переработка, хранение и кондиционирование твердых радиоактивных отходов. Требования безопасности. — Москва, 2015. 6 с.

7. НП-021-15. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Обращение с газообразными радиоактивными отходами. Требования безопасности. — Москва, 2015. 5 с.

8. Концепция по утилизации судов с ядерными энергетическими установками и судов атомного технологического обслуживания (атомные ледоколы «Арктика», «Сибирь», плавтехбаза «Лотта»). Утв. приказом Госкорпорации «Росатом» от 11.01.2013 № 1/3-П.

9. Концепция утилизации судов с ядерными энергетическими установками (атомные ледоколы проекта 1052, 10521) и судов атомного

технологического обслуживания. Утв. приказом Госкорпорации «Росатом» от 13.01.2016 № 1/12-П. 10. Еременко В. В., Куликов К. Н., Добровенко С. В., Низамутдинов Р. А. Реализация инженерно-технических решений по утилизации судов атомного флота на Северо-Западе России. Journal of Water Resources and Ocean Science, — URL: <http://www.sciencepublishinggroup.com>, 2014.

11. Никитин В. С., Куликов К. Н. Участие АО «ОСК» в решении проблем утилизации АПЛ и других ядерно опасных объектов // Материалы 9-го информационного рабочего семинара «Итоги реализации федеральной целевой программы по комплексной утилизации АПЛ в период 2010–2020 гг. и результаты международного сотрудничества по повышению ядерной и радиационной безопасности на Северо-Западе России»: Комплексная утилизация АПЛ. — URL: <http://nuclear-submarine-decommissioning.ru/node/1368> (дата обращения: 30.09.2021).

12. Куликов К. Н., Лодочников С. В., Бородин М. В., Чертов А. Н. Аспекты утилизации надводных кораблей с ядерной энергетической установкой в Приморском крае // Труды Крыловского государственного научного центра. 2020. Т. 3. № 393. С. 121–132. DOI: 10.24937/2542-2324-2020-3-393-121-132.

13. ГОСТ РВ 1901-008-2021. Корабли и суда ВМФ. Утилизация. Основные положения. — М.: Российский институт стандартизации, 2022. 61 с.

14. Концепция комплексной утилизации атомных подводных лодок и надводных кораблей с атомными энергетическими установками. — Москва, Министерство РФ по атомной энергии, 2000.

## Информация об авторах

Куликов Константин Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Институт судостроения и морской арктической техники (Севмашвтуз) (164500, Архангельская обл., Северодвинск, ул. Капитана Воронина, д. 6), e-mail: [k.kulikov@narfi.ru](mailto:k.kulikov@narfi.ru).

Низамутдинов Ринат Айратович, заместитель главного инженера, Акционерное общество «Научно-исследовательское проектно-технологическое бюро «Онега» (164509, Архангельская обл., Северодвинск, пр-д Машиностроителей, д. 12), e-mail: [rinat@onegastar.ru](mailto:rinat@onegastar.ru).

Лодочников Сергей Витальевич, начальник отдела, Акционерное общество «Научно-исследовательское проектно-технологическое бюро «Онега» (164509, Архангельская обл., Северодвинск, пр-д Машиностроителей, д. 12), e-mail: [lodserg@onegastar.ru](mailto:lodserg@onegastar.ru).

Ермаков Андрей Петрович, заместитель начальника отдела, Акционерное общество «Научно-исследовательское проектно-технологическое бюро «Онега» (164509, Архангельская обл., Северодвинск, пр-д Машиностроителей, д. 12), e-mail: [ermakov@onegastar.ru](mailto:ermakov@onegastar.ru).

Цветков Евгений Евгеньевич, инженер-технолог (технолог) 1 категории, Акционерное общество «Научно-исследовательское проектно-технологическое бюро «Онега» (164509, Архангельская обл., Северодвинск, пр-д Машиностроителей, д. 12), e-mail: [cvetkov@onegastar.ru](mailto:cvetkov@onegastar.ru).

Кузнецова Варвара Геннадьевна, техник-технолог, Акционерное общество «Научно-исследовательское проектно-технологическое бюро «Онега» (164509, Архангельская обл., Северодвинск, пр-д Машиностроителей, д. 12), e-mail: [kuznetsova\\_w@onegastar.ru](mailto:kuznetsova_w@onegastar.ru).

Малышкин Александр Николаевич, ведущий специалист службы АППУ, утилизации и целевых программ, ФГУП «Атомфлот» (183038, Мурманская обл., г. о. Мурманск, тер. Мурманск-17, д. 1), e-mail: ANMalyshkin@rosatomflot.ru.

### Библиографическое описание статьи

Куликов К. Н., Низамутдинов Р. А., Лодочников С. В., Ермаков А. П., Цветков Е. Е., Кузнецова В. Г., Малышкин А. Н. Вывод из эксплуатации атомных ледоколов в Арктическом регионе // Радиоактивные отходы. 2025. № 1 (30). С. 27–35. DOI: 10.25283/2587-9707-2025-1-27-35.

## DISMANTLEMENT OF THE NUCLEAR-POWERED ICEBREAKERS IN THE ARCTIC REGION

Kulikov K. N.<sup>1</sup>, Nizamutdinov R. A.<sup>2</sup>, Lodochnikov S. V.<sup>2</sup>, Ermakov A. P.<sup>2</sup>,  
Tsvetkov E. E.<sup>2</sup>, Kuznetsova V. G.<sup>2</sup>, Malyshkin A. N.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Shipbuilding and Marine Arctic Engineering (Sevmashvtuz), Arkhangelsk region, Russia

<sup>2</sup>JSC NIPTB Onega, Severodvinsk, Arkhangelsk region, Russia

<sup>3</sup>FSUE Atomflot, Murmansk, Murmansk region, Russia

Article received on October 29, 2024

The article tackles the issue of the dismantlement of the nuclear-powered icebreakers in the Arctic region. It presents the basic approach to the problem and the main technologies used in the nuclear-powered ship dismantlement.

**Keywords:** ship dismantlement, nuclear-powered icebreakers, nuclear legacy facility, block package, nuclear safety, radiation safety, radioactive waste.

### References

1. Zaharchev A. A. *Itogi realizacii federal'noj celevoy programmy 2011–2020 gg. po kompleksnoj utilizacii APL i reabilitacii radiacionno opasnykh ob"ektov Severozapada Rossii: Kompleksnaya utilizaciya APL* [The results of the implementation of the 2011–2020 federal target program for the complex utilization of nuclear submarines and rehabilitation of radiation-hazardous facilities in the North-West Russia: Complex utilization of nuclear submarines]. – URL: <http://nuclear-submarine-decommissioning.ru/node/1368> (accessed on: 30.09.2021).

2. NP-037-11. *Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii. Pravila bezopasnosti pri vyvode iz ekspluatatsii sudov i inyh plavsredstv s yadernymi ustanovkami i radiacionnymi istochnikami* [Federal Norms and Rules for the Use of Atomic Energy. Rules on Safety Ensuring During Decommissioning of Ships and other Vessels with Nuclear Installations and Radiation Sources]. Moscow, 2011. 10 p.

3. SanPiN 2.6.1.2523-09. *Normy radiacionnoj bezopasnosti (NRB-99/2009). Sanitarnye pravila i normativy* [Radiation safety norms (NRB-99/2009). Sanitary rules]. Moscow, 2009. 119 p.

4. SP 2.6.1.2612-10. *Osnovnye sanitarnye pravila obespecheniya radiacionnoj bezopasnosti (OSPORB-99/2010).*

*Sanitarnye pravila i normativy* [Main sanitary rules for radiation safety (OSPORB 99/2010). Sanitary rules]. Moscow, 2010. 94 p.

5. NP-019-15. *Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii. Sbor, pererabotka, hranenie i kondicionirovanie zhidkih radioaktivnykh othodov. Trebovaniya bezopasnosti* [Federal Norms and Rules for the Use of Atomic Energy. Collection, Processing, Storage and Conditioning of Liquid Radioactive Waste. Safety Requirements]. Moscow, 2015. 11 p.

6. NP-020-15. *Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii. Sbor, pererabotka, hranenie i kondicionirovanie tverdykh radioaktivnykh othodov. Trebovaniya bezopasnosti* [Federal Norms and Rules for the Use of Atomic Energy. Collection, Processing, Storage and Conditioning of Solid Radioactive Waste. Safety Requirements]. Moscow, 2015. 6 p.

7. NP-021-15. *Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoj energii. Obrashchenie s gazoobraznymi radioaktivnymi othodami. Trebovaniya bezopasnosti* [Federal Norms and Rules for the Use of Atomic Energy. Management with Gaseous Radioactive Waste. Safety Requirements]. Moscow, 2015. 5 p.

8. *Koncepciya po utilizacii sudov s yadernymi energeticheskimi ustanovkami i sudov atomnogo tekhnologicheskogo obsluzhivaniya (atomnye ledokoly Arktika,*



*Sibir, plavtekhbaza Lotta*), *utverzhdennaya prikazom Goskorporacii "Rosatom" ot 11.01.2013 no. 1/3-P* [Concept of utilization of ships with nuclear power devices and ships of nuclear technologic service (nuclear ice-breakers Arktika, Sibir, PTB Lotta) approved by order of "Rosatom" Goscorporation on 11.01.2013 no. 1/3-P].

9. *Koncepciya utilizacii sudov s yadernymi energeticheskimi ustanovkami (atomnye ledokoly proekta 1052, 10521) i sudov atomnogo tekhnologicheskogo obsluzhivaniya*», *utverzhdena prikazom Goskorporacii "Rosatom" ot 13.01.2016 no. 1/12-P* [Concept of utilization of ships with nuclear power devices (nuclear ice-breakers 1052, 10521 projects) and ships of nuclear technologic service, approved by order of "Rosatom" Goscorporation on 13.01.2016 no. 1/12-P].

10. Eremenko V. V., Kulikov K. N., Dobrovenko S. V., Nizamutdinov R. A. *Realizaciya inzhenerno-tekhnicheskikh reshenij po utilizacii sudov atomnogo flota na Severo-zapade Rossii* [Implementation of engineering and technical solutions for the disposal of nuclear fleet vessels in the North-West Russia]. *Journal of Water Resources and Ocean Science*. — URL: <http://www.sciencepublishinggroup.com>, 2014.

11. Nikitin V. S., Kulikov K. N. *Uchastie AO «OSK» v reshenii problem utilizacii APL i drugih yadernykh opasnykh obyektov*. *Materialy 9-go informacionnogo rabocheho seminara "Itogi realizacii federal'noj celevoj programmy po kompleksnoj utilizacii APL v period 2011–2020 gg. i rezul'taty mezhdunarodnogo sotrudnichestva po povysheniyu yadernoj i*

*radiacionnoj bezopasnosti na Severo-zapade Rossii: Kompleksnaya utilizaciya APL*" [Participation of JSC "OSK" in solving the problems of utilization of nuclear submarines and other nuclear hazardous facilities. Materials of the 9<sup>th</sup> information workshop "The results of the implementation of the federal target program for the complex utilization of nuclear submarines during the period of 2011–2020 and the results of international cooperation to improve nuclear and radiation safety in the North-West Russia: Complex utilization of nuclear submarines"]. — URL: <http://nuclear-submarine-decommissioning.ru/node/1368> (accessed on: 30.09.2021).

12. Kulikov K. N., Lodochnikov S. V., Borodin M. V., Chertov A. N. *Aspekty utilizacii nadvodnykh korablej s yadernoj energeticheskoy ustanovkoj v Primorskom krae* [Scrapping of nuclear surface ships in the Primorsky kray]. *Trudy Krylovskogo gosudarstvennogo nauchnogo centra — Transactions of the Krylov State Research Centre*, 2020, vol. 3, no. 393, pp. 121–132. DOI: 10.24937/2542-2324-2020-3-393-121-132.

13. GOST RV 1901-008-2021. *Korabli i suda VMF. Utilizaciya. Osnovnye polozheniya* [Ships and vessels of the Navy. Disposal. The main provisions]. Moscow, Russian Standardization Institute Publ., 2022. 61 p.

14. *Koncepciya kompleksnoj utilizacii atomnykh podvodnykh lodok i nadvodnykh korablej s atomnymi energeticheskimi ustanovkami* [Concept of complex utilization of nuclear submarines and surface ships with nuclear energy devices]. Moscow, Ministry of Atomic Energy of the Russian Federation Publ., 2000.

### Information about the authors

*Kulikov Konstantin Nikolaevich*, Candidate of Technical Sciences, docent, Institute of Shipbuilding and Marine Arctic Engineering (Sevmashvtuz) (room 210, 6, Kapitan Voronin st., Severodvinsk, Arkhangelsk region, 164500, Russia), e-mail: [k.kulikov@narfi.ru](mailto:k.kulikov@narfi.ru).

*Nizamutdinov Rinat Ayratovich*, Deputy Chief Engineer, JSC NIPTB Onega (12, Mashinostroiteley passage, Severodvinsk, Arkhangelsk region, 164509, Russia), e-mail: [rinat@onegatar.ru](mailto:rinat@onegatar.ru).

*Lodochnikov Sergey Vitalievich*, head of department, JSC NIPTB Onega (12, Mashinostroiteley passage, Severodvinsk, Arkhangelsk region, 164509, Russia), e-mail: [lodserg@onegatar.ru](mailto:lodserg@onegatar.ru).

*Ermakov Andrey Petrovich*, Deputy Head of Department, JSC NIPTB Onega (12, Mashinostroiteley passage, Severodvinsk, Arkhangelsk region, 164509, Russia), e-mail: [ermakov@onegatar.ru](mailto:ermakov@onegatar.ru).

*Tsvetkov Evgeny Evgenievich*, engineer-technologist (technologist) 1st category, JSC NIPTB Onega (12, Mashinostroiteley passage, Severodvinsk, Arkhangelsk region, 164509, Russia), e-mail: [cvetkov@onegatar.ru](mailto:cvetkov@onegatar.ru).

*Kuznetsova Varvara Gennadievna*, process technician, JSC NIPTB Onega (12, Mashinostroiteley passage, Severodvinsk, Arkhangelsk region, 164509, Russia), e-mail: [kuznetsova\\_w@onegatar.ru](mailto:kuznetsova_w@onegatar.ru).

*Malyshkin Alexander Nikolaevich*, leading specialist of the nuclear power plant service, disposal and target programs, FSUE Atomflot (bldg. 1, Murmansk-17 territory, Murmansk urban district, Murmansk region, 183038, Russia), e-mail: [ANMalyshkin@rosatomflot.ru](mailto:ANMalyshkin@rosatomflot.ru).

### Bibliographic description

Kulikov K. N., Nizamutdinov R. A., Lodochnikov S. V., Ermakov A. P., Tsvetkov E. E., Kuznetsova V. G., Malyshkin A. N. Dismantlement of the Nuclear-Powered Icebreakers in the Arctic Region. *Radioactive Waste*, 2025, no. 1 (30), pp. 27–35. DOI: 10.25283/2587-9707-2025-1-27-35. (In Russian).