

А.В. Симаков¹, Д.В. Арефьева², Ю.В. Абрамов¹, Н.Л. Проскурякова¹, И.А. Кемский³, А.А. Шаяхметова²

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛА ПРИ УТИЛИЗАЦИИ КОРАБЛЕЙ С ЯДЕРНЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ И СУДОВ АТОМНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

¹Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва.²Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины ФМБА России, Санкт-Петербург,³Межрегиональное управление № 120 ФМБА России, Мурманская обл., Снежногорск

Контактное лицо: Юрий Викторович Абрамов: abramov-1948@yandex.ru

РЕФЕРАТ

Цель: Анализ проблемы совершенствования нормативно-методического обеспечения радиационной безопасности при проведении работ по утилизации судов атомного флота.

Материалы и методы: Приведены сведения о разработанных нормативно-методических документах, содержащих санитарно-гигиенические и организационные требования по надзору за обеспечением радиационной безопасности при проведении работ по утилизации атомных подводных лодок, судов атомного технологического обслуживания и надводных кораблей с ядерной энергетической установкой, а также при хранении реакторных отсеков утилизируемых атомных подводных лодок и блок-упаковок судов атомного технологического обслуживания.

Результаты: На основании проведенных исследований была разработана комплексная система нормативно-методического, санитарно-гигиенического и медицинского обеспечения сохранения здоровья и снижения уровня заболеваемости персонала, участвующего в работах по выводу из эксплуатации и последующей утилизации атомных объектов морской техники.

Заключение: Разработанные документы направлены на дальнейшее совершенствование нормативно-правового и методического обеспечения прав граждан на безопасные условия труда, охрану здоровья и социальную защиту

Ключевые слова: атомные подводные лодки, надводные корабли с ядерными энергетическими установками, вывод из эксплуатации, утилизация, радиационная обстановка, нормативная документация

Для цитирования: Симаков А.В., Арефьева Д.В., Абрамов Ю.В., Проскурякова Н.Л., Кемский И.А., Шаяхметова А.А. Совершенствование нормативного обеспечения радиационной безопасности персонала при утилизации кораблей с ядерными энергетическими установками и судов атомного технологического обслуживания // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2021. Т. 66. № 4. С.37–41.

DOI: 10.12737/1024-6177-2021-66-4-37-41

Введение

Указом Президента Российской Федерации от 13 декабря 2018 г. № 585 «Основы государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу» определено, что в Российской Федерации, наряду с другими объектами, обеспечивается ядерная и радиационная безопасность объектов, эксплуатация которых по функциональному назначению прекращена и которые находятся на стадиях вывода из эксплуатации, захоронения, утилизации. При этом одним из основных направлений реализации государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности определено совершенствование нормативно-правовой базы.

В рамках реализации постановления Правительства РФ от 28.09.2011 № 801-26 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие атомного энергопромышленного комплекса» разработана и реализована подпрограмма «Промышленная утилизация атомных подводных лодок, надводных кораблей с ядерной энергетической установкой, судов атомного технологического обслуживания и реабилитация радиационно-опасных объектов на 2011–2015 годы и на период до 2020 года», которая вошла в Федеральную целевую программу (ФЦП) «Промышленная утилизация вооружения и военной техники ядерного комплекса на 2011–2015 годы и на период до 2020 года», призванная решить задачи и проблемы, касающиеся ликвидации ядерного наследия, в частности вывода их эксплуатации и утилизации атомных подводных лодок (АПЛ), судов атомного технологического обслуживания (АТО), над-

водных кораблей (НК) с ядерными энергетическими установками (ЯЭУ) и объектов обслуживающей инфраструктуры.

Спектр вопросов, возникших при реализации данной Программы, повлек за собой необходимость разработки нормативных и методических документов, регламентирующих требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при проведении работ по выводу из эксплуатации и утилизации АПЛ, НК с ЯЭУ и судов АТО.

В связи с выработкой технического ресурса и необходимостью выполнения со стороны Российской Федерации обязательств по международным соглашениям в конце прошлого столетия начался вывод из эксплуатации АПЛ, НК с ЯЭУ, судов АТО, осуществляющих техническое обслуживание судов с ЯЭУ и обеспечивающих перезарядку реакторов, обращение с ядерным топливом и радиоактивными отходами.

В советский период было построено 249 атомных подводных лодок, 201 из них выведены из состава военно-морского флота (ВМФ). В 1998 г. Правительством РФ государственным заказчиком-координатором работ по комплексной утилизации АПЛ был определен Минатом России (в настоящий момент ГК «Росатом»). Минобороны России было освобождено от данных функций (постановление Правительства РФ от 28.05.98 г. № 518).

Основные проблемы, существующие при обеспечении радиационной безопасности процессов вывода из эксплуатации и утилизации кораблей с ядерными энергетическими установками и судов АТО, обусловлены:

– большим количеством выведенных из эксплуатации объектов (АПЛ – около 200 единиц);

- слабо развитой инфраструктурой для вывода надводных и подводных кораблей из эксплуатации;
- необходимостью приведения пунктов хранения ОЯТ и РАО в соответствие требованиям «Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности» (СП 2.6.1.2612-10);

- отсутствием достоверной информации о состоянии и объемах хранящихся в пунктах хранения ОЯТ и РАО.

В рамках выполнения ФЦП «Промышленная утилизация атомных подводных лодок, надводных кораблей с ядерной энергетической установкой, судов атомного технологического обслуживания и реабилитация радиационно-опасных объектов на 2011–2015 годы и на период до 2020 года» специалистами Федерального медицинского биофизического центра имени А.И. Бурназяна ФМБА России и Научно-исследовательского института промышленной и морской медицины ФМБА России были проведены исследования по изучению и оценке радиационной обстановки и условий труда персонала на следующих объектах, задействованных в процессах утилизации АПЛ, НК с ЯЭУ и судов АТО:

- на объектах СевРАО и ДальРАО, бывших береговых технических базах ВМФ;
- в пунктах долговременного хранения реакторных отсеков утилизированных атомных подводных лодок и блок-упаковок судов атомного технологического обслуживания;
- на судоремонтных заводах, осуществляющих комплекс работ по утилизации АПЛ, НК с ЯЭУ и судов атомного технологического обслуживания.

Целью выполненных исследований являлось совершенствование и актуализация существующей нормативно-методической базы медико-гигиенического обеспечения работ по утилизации АПЛ, судов атомного технологического обслуживания, надводных кораблей с ядерными энергетическими установками и объектов обслуживающей инфраструктуры.

Результаты и обсуждение

Совершенствование нормативно-методической базы обеспечения безопасности работ по выводу из эксплуатации береговых технических баз

Бывшие береговые базы технического обслуживания АПЛ (две в Мурманской области и две на Дальнем Востоке) были реорганизованы в два предприятия в системе ГК «Росатом»: «Северное федеральное предприятие по обращению с радиоактивными отходами» (СевРАО), расположенное в губе Андреева (Филиал № 1) и в бухте Гремиха (Филиал № 2) в Мурманской области, и «Дальневосточное федеральное предприятие по обращению с радиоактивными отходами» (ДальРАО) в районе бухты Сысоева (Приморский край) и г. Вилучинск (п-ов Камчатка).

Наиболее неблагоприятная радиационная обстановка сложилась на территории пункта временного хранения (ПВХ) отработанного ядерного топлива (ОЯТ) в губе Андреева, созданного в 60-е годы для обеспечения эксплуатации АПЛ. ПВХ осуществлял прием и хранение свежего и ОЯТ, твердых и жидких радиоактивных отходов, образовавшихся при эксплуатации АПЛ и атомных ледоколов. С 1993 г. функционирование данного ПВХ по приему ОЯТ и радиоактивных отходов было прекращено, отправка ОЯТ и радиоактивных отходов (РАО) на переработку не производилась, в результате чего на объекте были накоплены значительные объемы твердых и жидких РАО. Работы по обращению с ОЯТ и РАО на период исследований (2005–2007 гг.) осуществлялись в нестандартных условиях [1], которые в общем виде включали в себя:

- недостаточный объем информации о радиационно-гигиеническом и физическом состоянии ОЯТ;
- вынужденное размещение ОЯТ в сооружениях, не предназначенных для этих целей;
- наличие на территории ПВХ и в производственных зданиях повышенных уровней содержания радионуклидов и внешнего гамма-излучения;
- аварийное состояние строительных конструкций ряда зданий и сооружений;
- отсутствие достаточного количества квалифицированного персонала;
- уникальный характер проектируемых технологий и оборудования по обращению с ОЯТ и РАО.

Кроме этого, за время эксплуатации береговых технических баз ВМФ технологии обращения с источниками ионизирующих излучений существенно отошли от проектных [2], что вызвало необходимость проводить реабилитационные работы данных объектов с учетом реально сложившейся на тот период времени радиационной обстановки. Для решения данной задачи на основании анализа проектных документов по реабилитации территории объектов СевРАО и ДальРАО, результатов радиационного контроля, проводимого службой радиационной безопасности предприятий, и на основании материалов собственных исследований были разработаны и внедрены:

1. Руководство Р-ГТП СевРАО-07 «Гигиенические требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при проектировании и организации работ с ОЯТ и РАО в Филиале № 1 СевРАО», в котором содержатся санитарно-гигиенические и организационные требования к проектированию технологических зданий и объектов инфраструктуры, необходимых для осуществления безопасного хранения, транспортирования и вывоза радиоактивных веществ и ядерных материалов;
2. Руководство Р 2.6.1.065–2012 «Обеспечение радиационной безопасности и оптимизации защиты персонала СевРАО и ДальРАО при обращении с ОЯТ и РАО» (Р-СевРАО-ДальРАО-12). Руководство содержит санитарно-гигиенические и организационные требования по обеспечению радиационной безопасности персонала при планировании и проведении работ по вывозу ОЯТ, хранению РАО и экологической реабилитации ПВХ, расположенных на территории СевРАО и ДальРАО. В Руководстве учтены результаты работ по нормализации радиационной обстановки и изменения в инфраструктуре на объектах СевРАО.

Совершенствование нормативно-методической базы обеспечения безопасности

при долговременном хранении реакторных отсеков утилизированных АПЛ и блок-упаковок судов АТО

Ускорение темпов утилизации АПЛ, выведенных из состава ВМФ, в соответствии с Концепцией национальной безопасности Российской Федерации (Указ Президента РФ от 10.01.2000 № 24) отнесено к приоритетной деятельности государства в экологической сфере [3].

В настоящее время создана инфраструктура для хранения реакторных блоков утилизированных АПЛ и блок-упаковок судов АТО, построены пункты долговременного хранения реакторных отсеков на Дальнем Востоке (пункт долговременного хранения реакторных отсеков (РО) «Устричный») и в Северо-Западном регионе (пункт долговременного хранения «Сайда»).

Реакторный блок (РБ) представляет собой герметичную упаковку, которая включает либо РО АПЛ с двумя смежными отсеками, либо один РО. РБ формируется

при проведении работ по утилизации АПЛ и предназначен для транспортирования и последующего хранения.

Блок-упаковка представляет собой герметичную упаковку, сформированную в процессе утилизации судна атомного технологического обслуживания и подготовленную к долговременному хранению на твердом основании. Блок-упаковка содержит вырезанную из корпуса судна часть с находящимся в ней радиоактивным содержимым – оборудованием и конструкциями корабля, дополнительно загруженными твердыми радиоактивными отходами.

В Дальневосточном регионе в настоящее время разделка АПЛ и формирование трёхотсечных блоков реакторных отсеков осуществляется на территории «Дальневосточного завода «Звезда», расположенного в городе Большой Камень Приморского края. Временное хранение на плаву трёхотсечного РБ, разделка его на одноотсечный блок и последующее хранение одноотсечного блока производятся на территории пункта долговременного хранения реакторных блоков Центра по обращению с радиоактивными отходами – отделение Фокино Дальневосточного центра по обращению с радиоактивными отходами, расположенного в бухте Разбойник ЗАТО Фокино Приморского края (рис. 1, 2).

На основании исследования радиационной обстановки в местах «сухого» хранения реакторных блоков утилизируемых АПЛ и долговременного хранения блок-упаковок судов АТО на территории ДВЦ «ДальРАО» и СЗЦ «СевРАО», были разработаны и внедрены:

1. Руководство Р 2.6.5.083-2015 «Обеспечение радиационной безопасности при хранении реакторных блоков утилизируемых атомных подводных лодок».
2. Методические указания МУ 2.6.5.044-2020 «Обеспечение радиационной безопасности персонала при долговременном хранении реакторных отсеков утилизируемых атомных подводных лодок и блок-упаковок судов атомного технологического обслуживания».

Данные документы регламентируют санитарно-гигиенические и организационные требования по обеспечению радиационной безопасности персонала при долговременном хранении реакторных отсеков утилизиру-

ванных АПЛ и блок-упаковок судов АТО и предназначены для эксплуатирующих организаций, а также для использования органами исполнительной власти, уполномоченными осуществлять федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

Совершенствование нормативно-методической базы обеспечения безопасности при проведении работ по утилизации АПЛ, НК с ЯЭУ и судов АТО

Жизненный цикл любого судна после его эксплуатации завершается утилизацией. Утилизация НК с ЯЭУ, АПЛ и судов АТО включает в себя совокупность организационно-технологических мероприятий по выводу их из состава флота, выгрузке отработанного ядерного топлива и/или радиоактивных отходов, отправке их на переработку, хранение и/или захоронение, резке и переработке корпусных конструкций и оборудования корабля и пр.

Основными проблемами утилизации перечисленных судов в настоящее время являются отсутствие опыта проведения подобных работ, а также дефицит необходимой нормативной, проектной и технологической документации для обеспечения процесса утилизации.

Отличительными особенностями утилизации надводных кораблей, по сравнению с АПЛ, являются:

- необходимость демонтажа на плаву чистого оборудования, расположенного на верхней палубе и выше, а также внутри чистых помещений;
- необходимость демонтажа на плаву оборудования и металлоконструкций, расположенных на верхней палубе надводного корабля и выше, имеющих радиоактивные загрязнения, и передача их в хранилище ТРО;
- необходимость разделки на фрагменты металлоконструкций и оборудования помещений контролируемой зоны (рис. 3);
- возможность вырезки РО и разделки чистых оконечностей корабля на крупные секции только в доках, соответствующих габаритам и доковому весу утилизируемых надводных кораблей (рис. 4);
- более сложный комплекс работ по вырезке РО, связанный со значительными размерами РО.

Основными технологическими процессами, влияющими на условия труда персонала, являются работы по формированию блоков РО утилизируемых АПЛ, при этом наиболее опасными из них те работы, которые проводятся на этапах перед установкой биологической защиты на блок РО.

Значения мощности амбиентного эквивалента дозы от наружной поверхности блоков РО в некоторых точках превышали установленные нормативы до 10 раз, при



Рис.1. «Сухое» хранение реакторных отсеков АПЛ
Fig.1. "Dry" storage of nuclear submarine reactor compartments



Рис.2. Хранение реакторных отсеков АПЛ «на плаву»
Fig.2. Storage of nuclear submarine reactor compartments "afloat"

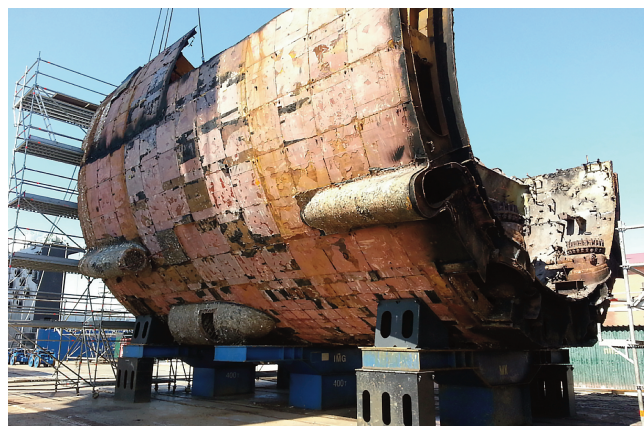


Рис.3. Фрагментация корпуса АПЛ
Fig.3. Fragmentation of the submarine hull



Рис.3 Фрагментация корпуса АПЛ
Fig. 3 Fragmentation of the submarine hull

этом загрязнения поверхностей альфа- и бета-излучателями не зафиксировано. Индивидуальные эффективные дозы облучения персонала формируются за счет радиационного воздействия от закрытых источников гамма-излучения (РО утилизируемых АПЛ), основным дозоформирующим радионуклидом является ^{137}Cs [4].

Наибольшие значения индивидуальной эффективной годовой дозы облучения (до 10,2 мЗв/год) были зарегистрированы у категорий персонала, принимающих участие в работах по разделке блоков реакторных отсеков, демонтажу легкого корпуса, а также в подготовке блока реакторных отсеков к дополнительной герметизации.

На основании исследования радиационной обстановки и условий труда персонала на судоремонтных заводах, осуществляющих комплекс работ по утилизации АПЛ, НК с ЯЭУ и судов АТО, были разработаны и внедрены:

1. Руководство Р 2.6.5.064-16 «Радиационно-гигиенические требования к утилизации судов атомно-технологического обслуживания»;
2. Методические указания МУ 2.6.5.064 – 2017 «Гигиенические и медицинские требования к обеспечению безопасных условий труда при утилизации надводных кораблей с ядерной энергетической установкой и судов атомного технологического обслуживания»;
3. Методические рекомендации МР 11.065–2017 «Совершенствование медицинского обеспечения работников предприятий, осуществляющих утилизацию атомных подводных лодок и судов АТО»;
4. Методические указания МУ 2.6.5.043–2019 «Требования к радиационному контролю при проведении работ по утилизации АПЛ, надводных кораблей с ядерной энергетической установкой и судов АТО»;
5. Руководство Р 2.6.5.042–2019 «Обеспечение радиационной безопасности персонала при утилизации надводных кораблей с ядерной энергетической установкой».

Итоговым документом, объединяющим обязательные гигиенические и организационные требования по обеспечению современного уровня радиационной безопасности персонала при проведении работ по утилизации АПЛ, НК с ЯЭУ и судов АТО, является разработанный в 2020 г. на завершающем этапе работ по ФЦП «Промышленная утилизация вооружения и военной техники ядерного комплекса на 2011–2015 годы и на период до 2020 года» проект санитарных правил «Обеспечение радиационной безопасности персонала при утилизации атомных подводных лодок, надводных кораблей с ядерными энергетическими установками и судов атомного технологического обслуживания», выход которых запла-

нирован на 2021 г. Проект санитарных правил разработан в соответствии с поручением Председателя Правительства Российской Федерации (№ ДМ-П 36-4534 от 03.06.2019 г.) о реализации механизма «регуляторной гильотины», основной целью которого в области санитарно-эпидемиологического благополучия и обеспечения радиационной безопасности является анализ действующих нормативно-правовых актов с целью исключения имеющихся противоречий и введения только тех требований, несоблюдение которых приводит к негативным последствиям для здоровья персонала радиационных объектов.

Проект санитарных правил содержит санитарно-гигиенические требования:

- к проектной документации по утилизации АПЛ, НК с ЯЭУ и судов АТО;
- к предприятию-исполнителю работ по утилизации АПЛ, НК с ЯЭУ, судов АТО;
- к проведению работ по утилизации АПЛ, НК с ЯЭУ и судов АТО;
- к обращению с материалами и изделиями, загрязненными радионуклидами;
- к обеспечению радиационной безопасности при обращении с радиоактивными отходами;
- к радиационному контролю;
- к обеспечению радиационной безопасности в случае возникновения радиационной аварии;
- к мероприятиям по охране окружающей среды.

С введением разработанных Санитарных правил практически будет завершено создание комплексной системы нормативно-методического, санитарно-гигиенического и медицинского обеспечения сохранения здоровья и снижения уровня заболеваемости персонала, участвующего в работах по утилизации атомных объектов морской техники.

Заключение

Одним из основных направлений реализации государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности определено совершенствование нормативно-правовой базы.

В ходе выполнения ФЦП «Промышленная утилизация вооружения и военной техники ядерного комплекса на 2011–2015 годы и на период до 2020 года» специалистами Федерального медицинского биофизического центра имени А.И. Бурназяна ФМБА России и Научно-исследовательского института промышленной и морской медицины ФМБА России были проведены исследования по изучению и оценке радиационной обстановки и условий труда персонала на объектах, задействованных в процессах утилизации АПЛ, НК с ЯЭУ и судов АТО.

На основании проведенных исследований была разработана комплексная система нормативно-методического, санитарно-гигиенического и медицинского обеспечения сохранения здоровья и снижения уровня заболеваемости персонала, участвующего в работах по выводу из эксплуатации и последующей утилизации атомных объектов морской техники.

Разработанные нормативно-методические документы содержат санитарно-гигиенические и организационные требования по надзору за обеспечением радиационной безопасности при проведении работ по утилизации АПЛ, судов АТО и НК с ЯЭУ и хранении реакторных отсеков утилизируемых АПЛ и блок-упаковок судов АТО и направлены на дальнейшее совершенствование нормативно-правового и методического обеспечения прав граждан на безопасные условия труда, охрану здоровья и социальную защиту.

Enhancing the Regulatory Support of Occupational Radiation Protection during Decommissioning and Dismantling of Ships with Nuclear Power Installations and Nuclear Service Vessels

A.V. Simakov¹, D.V. Arefeva², Y.V. Abramov¹, N.L. Proskuryakova¹, I.A. Kemskiy³, A.A. Shayahmetova²

¹A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia

²Scientific Research Institute of Industrial and Marine Medicine Saint-Petersburg, Russia

³Inter-Regional Management No 120 (IRM-120), Snezhnogorsk, Murmansk Region, Russia

Contact person: Yuri Viktorovich Abramov: abramov-1948@yandex.ru

ABSTRACT

Results: Information is provided on the developed regulatory and methodological documents including health physics and organizational requirements for the radiation safety and protection supervision in the course of work on decommissioning and dismantling of nuclear submarines, nuclear service ships and surface vessels with nuclear installations, as well as during storage of reactor compartments of decommissioned nuclear submarines and block packs of nuclear service ships.

Conclusion: The developed documents are aimed at further improving the regulatory legal and methodological support of citizens' rights to safe working conditions, health protection and social protection.

Key words: nuclear submarines, surface ships with nuclear installations, decommissioning, dismantling, radiation situation, normative documents

For citation: Simakov AV, Arefeva DV, Abramov YV, Proskuryakova NL, Kemskiy IA, Shayahmetova AA. Enhancing the Regulatory Support of Occupational Radiation Protection during Decommissioning and Dismantling of Ships with Nuclear Power Installations and Nuclear Service Vessels. Medical Radiology and Radiation Safety 2021;66(4):37-41.

DOI: 10.12737/1024-6177-2021-66-4-37-41

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Симаков А.В., Кочетков О.А., Абрамов Ю.В., Васюхно В.П., Нетеча М.Е. Проблемы обеспечения радиационной безопасности в нестандартных условиях. // В сб. Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы обеспечения радиационной безопасности населения». С-Петербург: 2006. С. 71–73.
2. Simakov AV, Kocetkov OA, Abramov YV. Special Features of Operation of SNF and RW Sites of Temporary Storage at Sevrao Facilities № 1 and № 2. // In. Internat. Conf. «Radioecology and Environmental Radioactivity». Bergen, Norway, 2008. P. 75–77.
3. Иойрыш А.И., Козодубов А.А., Маркаров В.Г., Терентьев В.Г., Чопорняк А.Б. Нормативное правовое обеспечение безопасности при выводе из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов атомного флота России. М.: Наука, 2008. 204 с.
4. Иванченко А.В., Натха С.В., Шаяхметова А.А., Арефьева Д.В. Исследование факторов, влияющих на формирование радиационной обстановки при утилизации атомных объектов морской техники. // Радиационная гигиена. 2013. Т. 6, № 4. С. 19–22

REFERENCES

1. Simakov AV, Kochetkov OA, Abramov YV, Vasuchno VP, Netecha ME. Problems in Radiation Safety Assuring Under Abnormal Conditions. In Internat. Sci. Pract. Conf. "Current Challenges in Public Radiation Protection" St.-Petersburg, 2006: 71-73. (In Russian).
2. Simakov AV, Kocetkov OA, Abramov YV. Special Features of Operation of SNF and RW Sites of Temporary Storage at Sevrao Facilities № 1 and № 2. In. Internat. Conf. «Radioecology and Environmental Radioactivity». Bergen, Norway, 2008:75-77.
3. Ioyrysh AI, Kozodubov AA, Markarov BG, Chopornyak AB. Regulatory and Legal Support of Safety during Decommissioning of Nuclear and Radiation Hazardous Facilities of the Russian Nuclear Fleet. Moscow, Nauka Publ, 2008. 204 p. (In Russian).
4. Ivanchenko AV, Natha SV, Shayahmetova AA, Arefeva DV. Investigation of Factors Impacting on the Radiation Situation Generation During the Decommissioning and Dismantling of Nuclear Marine Technological Vessels Radiation Hygiene. 2013.6(4):19-22 (In Russian).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.

Поступила: 23.12.2020. Принята к публикации: 20.01.2021.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study had no sponsorship.

Contribution. Article was prepared with equal participation of the authors.

Article received: 23.12.2020. Accepted for publication: 20.01.2021.