

УДК 623.46.620+61:623.8

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ПУНКТАХ БАЗИРОВАНИЯ КОРАБЛЕЙ С ЯДЕРНЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ

*В. В. Шатилов, В. М. Проститенко, Т. В. Савинова, В. О. Судакова, О. Е. Симакина,
А. В. Куликов*

Научно-исследовательский институт Кораблестроения и вооружения Военно-морского флота Военного учебно-научного центра Военно-морского флота «Военно-морская академия им. Н. Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, Россия

DEVELOPING THE LEGISLATIVE AND NORMATIVE CODE OF SECURING THE NUCLEAR SAFETY AT HARBORS OF SHIPS EQUIPPED WITH NUCLEAR POWER UNITS

*V. V. Shatilov, V. M. Prostittenko, T. V. Savinova, V. O. Sudakova, O. Ye. Simakina,
A. V. Kulikov*

Research Institute of Ship Building and Armament, N. G. Kuznetsov Navy Academy,
St. Petersburg, Russia

© Коллектив авторов, 2015 г.

В статье в дискуссионном плане представлены основные положения документа по контролю радиоактивного загрязнения внешней среды и внутреннего облучения личного состава в пунктах базирования кораблей с ЯЭУ, разработанного с учетом современных реалий.

Ключевые слова: радиационная безопасность, ядерные энергетические установки, контроль радиоактивного загрязнения, внешняя среда, внутреннее облучение.

The article presents for discussion the main provisions of a document, which has been drawn up with account of present-time conditions, specifying the measures of control of environmental pollution with radioactivity associated with the internal irradiation of crews at harbors of ships equipped with nuclear power stations.

Key words: radiation safety, nuclear power units, control of pollution with radioactivity, environment, internal irradiation.

Контроль радиоактивного загрязнения внешней среды и внутреннего облучения личного состава кораблей с ядерными энергетическими установками (ЯЭУ) в ВМФ уделяется особое внимание. Начиная с момента образования атомного подводного флота в конце 50-х годов прошлого столетия для специалистов издавались специальные санитарные правила, наставления и руководства, регламентирующие организацию и порядок контроля радиоактивного загрязнения внешней среды пунктов базирования кораблей с ЯЭУ и ближайших населенных пунктов [1].

Вопросы обеспечения радиологической защиты и радиационной безопасности при использовании ядерной энергии и источников ионизи-

рующего излучения регламентируются в первую очередь федеральными законами [2, 3]. Постановлениями правительства РФ [5], Нормами радиационной безопасности (НРБ-99/2009) [4], Основными санитарными правилами обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010) [6], а также различными санитарными правилами и нормами (Сан-ПиН).

В ВМФ ежедневно эксплуатируется большое количество источников ионизирующего излучения (ИИИ) и радиоактивных веществ (РВ). Так, например, только контрольных ИИИ к аппаратуре радиационного контроля насчитывается порядка 20 000 ед. Наиболее мощными и специфическими ИИИ и РВ для ВМФ яв-

ляются корабельные ЯЭУ — их по разным подсчетам около 90 ед.

На кораблях с ЯЭУ, как и на любом радиационном объекте, при нормальных условиях эксплуатации, а тем более при авариях, образуются радиоактивные отходы (РАО), которые являются потенциальными источниками радиоактивного загрязнения окружающей среды. По данным МАГАТЭ в Минобороны, накоплено:

— жидких РАО — $1,4 \times 10^4$ /м³ общей активностью $4,44 \times 10^{12}$ Бк;

— твердых РАО — $1,3 \times 10^4$ /м³ общей активностью $3,0 \times 10^{13}$ Бк;

— отработанного ядерного топлива 300 т общей активностью $5,6 \times 10^{18}$ Бк.

Необходимо помнить и о возможных авариях ЯЭУ. По проектным данным суммарная активность продуктов деления (с учетом «всплеска»), поступающих с теплоносителем первого контура в отсек ППУ, составляет $6,91 \times 10^5$ ГБк. За время нормализации радиационной обстановки (а это занимает две-три недели) следует ожидать поступления от 6 до 8 тонн твердых радиоактивных отходов с суммарной активностью от 20 до 30 ГБк.

Наконец, в медицинских учреждениях флотов эксплуатируется большое количество медицинских рентгеновских аппаратов, компьютерных томографов и флюорографических установок, требующих радиационного контроля.

С учетом этого и принимая во внимание современное оснащение радиобиологических лабораторий служб радиационной безопасности пунктов базирования, была предпринята попытка разработки новой редакции Руководства за радиоактивным загрязнением внешней среды и внутренним облучением личного состава ВМФ, обслуживающего корабли с ЯЭУ.

Настоящий документ развивает основные положения по контролю радиоактивности внешней среды, изложенные в Основных санитарных правилах обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010) и в Наставлении по обеспечению радиационной безопасности при эксплуатации кораблей ВМФ с ядерными энергетическими установками (НОРБ-ВМФ-2004).

Руководство предназначено для специалистов медицинской и служб РХБЗ флотов, служб радиационной безопасности и медицинских служб объединений (соединений) кораблей с ЯЭУ, центров Госсанэпиднадзора МО РФ (ЦГСН МО РФ).

Предлагаемая редакция документа включает в себя десять разделов и пять приложений.

Раздел «Нормативные ссылки» содержит перечень нормативно-правовых документов, на базе которого разработан настоящий документ.

В разделе «Термины и определения» даны основные понятия, используемые в данном Руководстве с учетом современных рекомендаций МКРЗ.

Основополагающим является четвертый раздел «Общие положения», в котором определены основные принципы организации контроля. На базе предложенных рекомендаций обеспечивается возможность разработки конкретных мероприятий контроля радиоактивного загрязнения внешней среды при нормальной эксплуатации кораблей с ЯЭУ и возможных авариях ЯЭУ в пунктах базирования.

При контроле радиоактивного загрязнения внешней среды оцениваются следующие объекты и места:

— природные объекты: атмосферный воздух, водоемы, акваторию, почвы и т. п. в пределах санитарно-защитной и зоны наблюдения пункта базирования кораблей с ЯЭУ;

— места работы лиц из персонала группы Б;
— казарменные городки (места проживания личного состава (населения), столовые, складские помещения и др.).

При контроле радиоактивного загрязнения внешней среды выполняется:

— контроль загрязнения объектов внешней среды радиоактивными веществами вследствие повседневной эксплуатации кораблей с ЯЭУ;

— контроль загрязнения объектов внешней среды радиоактивными веществами вследствие проведения потенциально опасных работ с радиоактивными веществами, выполняемыми в пункте базирования;

— контроль загрязнения объектов внешней среды радиоактивными веществами от внешних источников, в том числе глобального происхождения;

— контроль уровней внешнего излучения и загрязнением поверхностей объектов внешней среды, в том числе от технических средств, расположенных на территории (акватории) пункта базирования;

— контроль содержания радиоактивных веществ в выбросах и сбросах при штатной эксплуатации кораблей с ЯЭУ.

В этом же разделе документа представлены средние величины активности радионуклидов в объектах внешней среды пунктов базирования кораблей с ЯЭУ на Северном и Тихоокеан-

ском флотах за длительный период наблюдения (табл. 1).

В пятом разделе определены цель и задачи контроля радиоактивного загрязнения внешней среды в пунктах базирования.

Шестой раздел содержит информацию об источниках загрязнения, образующихся в пунктах базирования при штатной эксплуатации кораблей с ЯЭУ. Основными источниками радиоактивности объектов внешней среды являются

Таблица 1
Средние величины удельной (объемной) активности радионуклидов в отдельных объектах внешней среды

Объект внешней среды	Единица измерения	Средняя удельная (объемная) активность по бета-излучению	Удельная (объемная) активность радионуклидов		
			^{60}Co	^{90}Sr	^{137}Cs
Вода морская	Бк/л	0,18 (0,13–0,23)	$5,5 \times 10^{-3}$	$8,8 \times 10^{-3}$	$9,4 \times 10^{-3}$
Вода питьевая	Бк/л	0,08 (0,04–0,11)	$6,6 \times 10^{-3}$	$6,2 \times 10^{-3}$	$10,3 \times 10^{-3}$
Аэрозоли приземного слоя воздуха	Бк/м ³	$1,5 \times 10^{-3}$ (5×10^{-4} – $2,5 \times 10^{-3}$)	$6,65 \times 10^{-5}$	$1,85 \times 10^{-5}$	$3,3 \times 10^{-5}$
Атмосферные выпадения (осадки)	Бк/(м ² ×нед)	5,65 (5,0–6,3)	0,3	2,1	2,2
Водоросли морские	Бк/кг	343 (111–574)	1,49	4,1	2,6
Грунт морской (донные отложения)	Бк/кг	500 (260–740)	11,1	9,99	10,5
Бентосные морские организмы	Бк/кг	72,2 (37,0–107,4)	0,73	2,22	3,7
Почва	Бк/кг	500 (370–630)	4,44	9,99	6,62
Растительность наземная	Бк/кг	155 (37–272,6)	2,7	6,3	4

Основной целью контроля является получение и оценка информации по радиоэкологической обстановке при нормальной эксплуатации кораблей с ЯЭУ и радиационных авариях.

Задачами контроля радиоактивного загрязнения внешней среды в пунктах базирования кораблей с ЯЭУ являются:

— своевременное и полное выявление источников, причин и возможных путей распространения загрязнения;

— определение уровня и масштабов загрязнения;

— наблюдение за выпадением радионуклидов при радиационных авариях на объектах атомной энергетики;

— гигиеническая оценка радиоактивного загрязнения внешней среды;

— определение и оценка доз внешнего облучения и поступления радионуклидов в организм с воздухом, водой и продуктами питания;

— выработка предложений по локализации загрязнения и предотвращению дальнейшего его распространения;

— оценка эффективности мероприятий по предотвращению радиоактивного загрязнения внешней среды;

— разработка предложений по совершенствованию мероприятий, направленных на охрану внешней среды от радиоактивного загрязнения.

природные долгоживущие радионуклиды уранового и ториевого рядов, а также ^{40}K . В пунктах базирования кораблей с ЯЭУ при нормальных условиях эксплуатации их вклад может составлять до 98% от средней величины удельной (объемной) активности объектов внешней среды. Источниками техногенного радиоактивного загрязнения внешней среды в пунктах базирования кораблей с ЯЭУ могут быть радиоактивные отходы, образующиеся при эксплуатации реакторов, а также радионуклиды, выпавшие в виде глобальных, тропосферных или локальных осадков после испытательных ядерных взрывов и крупных радиационных аварий на объектах атомной энергетики.

Потенциально опасными в отношении возможного радиоактивного загрязнения внешней среды являются объекты, где проводятся работы по переснаряжению фильтров активности, сбору, временному хранению радиоактивных отходов, ремонту и дезактивации загрязненного оборудования и т. п. Поступление небольших количеств радиоактивных веществ (РВ) во внешнюю среду пунктов базирования кораблей с ЯЭУ в нормальных условиях эксплуатации возможно:

— при несанкционированных сбросах низкоактивных ($A_{об}$ до 10^3 кБк/кг) жидких радиоактивных отходов (ЖРО) из дренажных цистерн кораблей с ЯЭУ и береговых емкостей, предназначенных для сбора ЖРО;

— при повреждении корпусов плавучих емкостей для сбора ЖРО и цистерн судов специального назначения с ЖРО;

— при нарушении технологии отбора проб теплоносителя ЯЭУ;

— при проведении дезактивации корпусов кораблей с ЯЭУ, судов специального назначения и причалов, загрязненных РВ;

— при стравливании воздуха из баллонов системы вакуумирования, вентилировании помещений, в которых имеется радиоактивное загрязнение воздушной среды.

Поступление значительных количеств РВ во внешнюю среду, обуславливающих стойкое (от нескольких месяцев до нескольких лет) радиоактивное загрязнение территории и акватории возможно при крупных радиационных авариях. При радиационных авариях реакторов во внешнюю среду могут поступать радионуклиды практически всего «спектра» осколочного и коррозийного происхождения. Качественный (радионуклидный) состав техногенного загрязнения внешней среды в пунктах базирования кораблей с ЯЭУ при нормальной эксплуатации определяется радионуклидами, входящими в состав ЖРО, которые имеются в пунктах базирования кораблей с ЯЭУ.

Состав ЖРО зависит от степени разгерметизации оболочек тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ) ядерных реакторов, времени выдержки ЖРО в дренажных цистернах до выхода во внешнюю среду. Фактически по опыту многолетней практики контроля в объектах внешней среды пунктов базирования идентифицируются в основном следующие долгоживущие радионуклиды: ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{60}Co .

Локальные превышения мощности дозы гамма-излучения в пунктах базирования кораблей с ЯЭУ отмечаются на причалах и участках акватории, на расстоянии нескольких метров от реакторных отсеков, а также у контейнеров с твердыми радиоактивными отходами (ТРО) и емкостей с ЖРО. Появление нефиксированного радиоактивного загрязнения на поверхностях причалов, дорог, служебных помещений технической территории, а в некоторых случаях и жилых помещениях возможно при нарушениях правил и требований радиационной безопасности, санитарно-пропускного режима и радиационного контроля.

В седьмом разделе подробно излагается организация контроля радиоактивного загрязнения внешней среды.

Контроль радиоактивного загрязнения внешней среды в пунктах базирования кораблей с ЯЭУ осуществляется путем определения:

— объемной (удельной) активности радионуклидов в объектах внешней среды;

— дозовых нагрузок, обусловленных внешним облучением и поступлением радионуклидов в организм с воздухом, водой и рационом.

Определение активности радионуклидов проводится путем отбора и анализа проб объектов внешней среды.

Определение доз облучения личного состава и населения осуществляется расчетным способом (раздел 10 Руководства).

Контроль радиоактивного загрязнения внешней среды осуществляется для:

— своевременного обнаружения загрязнения и предотвращения поступления радионуклидов во внешнюю среду;

— получения оперативных данных для гигиенической оценки обстановки;

— оценки степени облучения личного состава и населения, возникшего под влиянием радиоактивного загрязнения внешней среды.

В зависимости от условий поступления радионуклидов во внешнюю среду и масштабов загрязнения контроль подразделяется на текущий, операционный или аварийный. Текущий контроль проводится в пункте базирования при нормальной эксплуатации кораблей с ЯЭУ. Операционный контроль проводится при выполнении радиационно опасных технологических операций (работ), которые могут сопровождаться радиоактивным загрязнением внешней среды. Аварийный контроль проводится в случаях радиационных аварий на кораблях с ЯЭУ. Кроме того, в разделе подробно указаны обязанности должностных лиц, отвечающих за организацию контроля.

В разделе представлен примерный объем контроля в повседневных условиях приведен в табл. 2.

В повседневных условиях при нормальной эксплуатации ЯЭУ и отсутствии радиационно-опасных работ устанавливается минимальный объем контроля. При этом обязательному контролю подлежат:

— морская вода (активность искусственных радионуклидов);

— приземный слой атмосферного воздуха (активность радионуклидов в аэрозолях и атмосферных осадках);

— питьевая вода (суммарная активность радионуклидов);

Таблица 2

Примерный объем текущего и операционного контроля радиоактивного загрязнения внешней среды

Внешняя среда	Объект контроля	Текущий контроль			Операционный контроль		
		место (точка) контроля	периодичность контроля	что определяется	дополнительное место (точка) контроля	периодичность контроля	что определяется
Морская акватория	2	3	4	5	6	7	8
	Вода морская	У причалов стоянок кораблей с ЯЭУ. У причалов стоянок спецсудов. У выходов специализации	Один раз в сутки	Суммарная объемная активность	В районе проведения работ	Не реже одного раза в сутки. При повышенной вероятности поступления радиоактивных отходов в акваторию немедленно	Суммарная объемная активность. При превышении КУ в 100 раз и более — гамма-спектрометрический анализ
	Водоросли морские, перифитон, бентосные организмы, донные отложения	У причалов стоянок кораблей с ЯЭУ. У причалов стоянок спецсудов. У выходов специализации	Один раз в год	Суммарная объемная активность	В районе загрязнения морской воды	При превышении КУ объемной активности морской воды в 10 раз	Суммарная удельная активность. При превышении КУ в 5 раз и более — гамма-спектрометрический анализ
Приземный слой атмосферного воздуха	Рыба морская	У причалов стоянок кораблей с ЯЭУ. У причалов стоянок спецсудов	Один раз в год	Суммарная объемная активность	В районе загрязнения морской воды	При превышении КУ объемной активности морской воды в 10 раз	Суммарная удельная активность. При превышении КУ в 5 раз и более — гамма-спектрометрический анализ
	Аэрозоли	У мест стационарного воздушного хозабора	Один раз в сутки	Суммарная объемная активность	В районе проведения работ	Один раз в сутки	Суммарная объемная активность. При превышении КУ в 100 раз и более — гамма-спектрометрический анализ
	Атмосферные выпадения (осадки)	У мест стоянок кораблей с ЯЭУ	Один раз в месяц	Суммарная удельная поверхностная активность	В районе проведения работ	Один раз в неделю	Суммарная удельная поверхностная активность. При повышении активности в 100 раз и более — гамма-спектрометрический анализ

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Территория	Поверхности	Техническая территория ЗРРБ. Казарменные, жилые городки	Не реже одного раза в неделю. Один раз в месяц	Мощность дозы гамма-излучения. Уровни бета-загрязнения	На ПРК. В сан-пропускнике, на дорогах и пешеходных дорожках в санитарно-защитной зоне, в жилых и служебных помещениях казарменного городка, плавбаз, плавказарм и т. д.	Не реже одного раза в сутки. При обнаружении загрязнения в «чистой» зоне ПРК немедленно.	Мощность дозы гамма-излучения. Уровни бета-загрязнения. При бета-загрязнении свыше 10 частиц/(см ² ·мин) — уровни снимаемого загрязнения.
	Почва	Санитарно-защитная зона. Зона наблюдения	Один раз в год	Суммарная удельная активность	В районе проведения работ	При обнаружении загрязнения поверхности	При сняемом загрязнении свыше 100 частиц/(см ² ·мин) гамма-спектрометрический анализ мазков с максимально возможной площади отбора.
Источники водоснабжения	Растительность	Санитарно-защитная зона. Зона наблюдения	Один раз в год	Суммарная удельная активность	В районе проведения работ	При превышении КУ удельной активности в 1,5 раза и более	Суммарная удельная активность. При превышении КУ в 5 раз и более — гамма-спектрометрический анализ
	Вода питьевая	Из водопровода	Один раз в месяц	Суммарная объемная активность	Из водопровода. Из источников водоснабжения	При подозрении на загрязнение	Суммарная объемная активность. При повышении КУ в 100 раз и более — гамма-спектрометрический анализ
	Продукты питания	По заявке	При сдаче (поступлении) на склад	Суммарная удельная активность	—	—	—

— территория (уровни излучения, загрязнения поверхностей объектов и сооружений).

При отборе проб внешней среды (водорослей, грунта, почвы, донных отложений, бентоса, растительности) следует стремиться к тому, чтобы отбирались они в одних и тех же местах контроля.

В восьмом разделе содержатся рекомендации по организации контроля над продуктами питания, которые максимально адаптированы к современным условиям.

Девятый раздел содержит рекомендации по оценке полученных результатов, учету и отчетности. В разделе также приводятся контрольные уровни, являющиеся отправной точкой для оценки результатов контроля.

В десятом разделе приводятся формулы для расчета доз внутреннего облучения личного состава и населения.

В Приложениях даются рекомендуемые формы по учету и регистрации данных и типовая форма годового отчета, а также необходимые справочные данные.

Первая редакция разработанного документа в настоящее время проходит этап согласования в учреждениях и организациях различной ведомственной принадлежности, в компетенцию которых входят вопросы обеспечения радиационной безопасности.

Введение в действие настоящего Руководства продиктовано необходимостью доведения до широкой аудитории новой и современной информации по вопросам обеспечения радиационной безопасности в пунктах базирования кораблей с ЯЭУ. Приглашаем всех заинтересованных специалистов принять участие в его обсуждении, в том числе на страницах журнала «Морская медицина».

Литература

1. Методические рекомендации по определению радиоактивного загрязнения внешней среды и содержания радионуклидов в организме человека, НИИПММ.— СПб., 1991.
2. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ, 1999 г.
3. Закон Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды», № 7-ФЗ, 2002 г.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009), СанПиН 2.6.1.2523-09.— М., 2009.— 99 с.
5. Постановление правительства Российской Федерации «Об утверждении Положения о государственной санитарно-эпидемиологической службе РФ и внесении изменений и дополнений в Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании», 30.06.98 г., № 680.
6. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010), СП 2.6.1.2612-10.— М., 2010.— 83 с.

Поступила в редакцию: 18.09.2015 г.

Контакт: Шатилов Вадим Викторович, тел.: 8 (921) 926-96-80.

Сведения об авторах:

Шатилов Вадим Викторович — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, доцент НИО-М научно-исследовательского института Кораблестроения и вооружения Военно-морского флота Военного учебно-научного центра Военно-морского флота «Военно-морская академия им. Н. Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, Рузовская ул., д. 10, тел.: 8 (921) 926-96-80;

Проститенко Владимир Михайлович — кандидат химических наук, научный сотрудник НИО-М научно-исследовательского института Кораблестроения и вооружения Военно-морского флота Военного учебно-научного центра Военно-морского флота «Военно-морская академия им. Н. Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, Рузовская ул., д. 10;

Савинова Татьяна Викторовна — научный сотрудник НИО-М научно-исследовательского института Кораблестроения и вооружения Военно-морского флота Военного учебно-научного центра Военно-морского флота «Военно-морская академия им. Н. Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, Рузовская ул., д. 10, тел.: 8 (904) 644-82-95;

Судакова Вероника Овидиевна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник НИО-М научно-исследовательского института Кораблестроения и вооружения Военно-морского флота Военного учебно-научного центра Военно-морского флота «Военно-морская академия им. Н. Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, Рузовская ул., д. 10, тел.: 8 (921) 637-70-95;

Симакина Ольга Евгеньевна — кандидат биологических наук, научный сотрудник НИО-М научно-исследовательского института Кораблестроения и вооружения Военно-морского флота Военного учебно-научного центра Военно-морского флота «Военно-морская академия им. Н. Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, Рузовская ул., д. 10, тел.: 8 (921) 860-85-05;

Куликов Алексей Владимирович — научный сотрудник НИО-М научно-исследовательского института Кораблестроения и вооружения Военно-морского флота Военного учебно-научного центра Военно-морского флота «Военно-морская академия им. Н. Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, Рузовская ул., д. 10, тел.: 8 (921) 091-88-46.