

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 —  $1,4 \times 10^4$  /м<sup>3</sup> общей активностью  $4,44 \times 10^{12}$  Бк;

— твердых РАО —  $1,3 \times 10^4$  /м<sup>3</sup> 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 |                       |                       |
|----------------------------------|--------------------------|---|--|-----------------------|-----------------------|
|                                  |                          |   | $^{60}\text{Co}$                             | $^{90}\text{Sr}$      | $^{137}\text{Cs}$     |
| 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 <sup>3</sup>        | $1,5 \times 10^{-3}$<br>( $5 \times 10^{-4}$ – $2,5 \times 10^{-3}$ ) | $6,65 \times 10^{-5}$                        | $1,85 \times 10^{-5}$ | $3,3 \times 10^{-5}$  |
| Атмосферные выпадения (осадки)   | Бк/(м <sup>2</sup> ×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  $^{40}\text{K}$ . 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:  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{60}\text{Co}$ .

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.<br>У причалов стоянок спецсудов.<br>У выходов специализации | Один раз в сутки       | Суммарная объемная активность               | В районе проведения работ             | Не реже одного раза в сутки.<br>При повышенной вероятности поступления радиоактивных отходов в акваторию немедленно | Суммарная объемная активность.<br>При превышении КУ в 100 раз и более — гамма-спектрометрический анализ                      |
|                                     | Водоросли морские, перифитон, бентосные организмы, донные отложения | У причалов стоянок кораблей с ЯЭУ.<br>У причалов стоянок спецсудов.<br>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.<br>При превышении КУ в 5 раз и более — гамма-спектрометрический анализ                        |
| Приземный слой атмосферного воздуха | Рыба морская  | У причалов стоянок кораблей с ЯЭУ.<br>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.<br>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.<br>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.<br>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 <sup>2</sup> ·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 <sup>2</sup> ·мин) гамма-спектрометрический анализ мазков с максимально возможной площади отбора. Суммарная удельная активность. При превышении КУ в 5 раз и более — гамма-спектрометрический анализ |
| 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.