

DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-6-402-407>

УДК 613.68:613.648.2

© Коллектив авторов, 2021

Никитина В.Н.¹, Ляшко Г.Г.¹, Калинина Н.И.¹, Дубровская Е.Н.¹, Вишневецкий А.М.², Разлетова А.Б.², Низкий Р.Я.²**Нормативно-методическое обеспечение контроля электромагнитных полей на судах**¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, ул. 2-я Советская, 4, Санкт-Петербург, Россия, 191036;²ФГУП «Крыловский государственный научный центр», Московское шоссе 44, г. Санкт-Петербург, Россия, 196158

Профессиональная деятельность моряков осуществляется в условиях сложной электромагнитной обстановки (ЭМО), которая формируется техническими средствами, конструкционными материалами, зависит от назначения плавсредства, архитектурных особенностей и классификации судна. На судах регистрируются статические электрические поля, постоянные магнитные и низкочастотные электрические и магнитные поля. Электромагнитные поля (ЭМП) радиочастотного диапазона создаются морскими радиоэлектронными средствами (РЭС), обеспечивающими связь, безопасность судоходства и эксплуатации, решение задач навигации. Согласно документам санитарного законодательства, контроль предельно допустимых уровней ЭМП, установленных для плавсредств и морских сооружений, на стадии проектирования судна осуществляется путём расчётного прогнозирования интенсивности электромагнитных полей, при вводе в эксплуатацию проводится инструментальный контроль уровней ЭМП. Современные автоматизированные суда различных типов и назначений оснащаются новыми техническими средствами, создающими электромагнитные поля в зонах пребывания экипажа, что делает актуальным совершенствование нормативно-методических документов в области обеспечения электромагнитной безопасности экипажа и пассажиров.

Цель исследования — разработать предложения по нормативно-методическому и аппаратному контролю за соблюдением предельно допустимых уровней электромагнитных полей на судах для обеспечения электромагнитной безопасности экипажа.

Обобщение материалов собственных исследований ЭМП на судах, систематизация источников электромагнитных полей. Анализ нормативных актов в области охраны и гигиены труда по защите экипажа от воздействия ЭМП, методических документов по расчётному прогнозированию и инструментальному определению уровней электромагнитных полей.

Исследование показало, что в помещениях судов и на открытых палубах создаются электромагнитные поля широкого диапазона частот. Внутри помещений наиболее существенным является воздействие на экипаж электрических и магнитных полей частотой 50 Гц, создаваемых электроэнергетическими системами судна. На открытых палубах (на рабочих местах и в зонах отдыха экипажа) актуальна защита экипажа от ЭМП антенн радиочастотного диапазона. Требуется разработка методов расчётного прогнозирования уровней ЭМП и совершенствование средств измерения электромагнитных полей на судах.

Наиболее распространёнными источниками ЭМП в зонах пребывания экипажа являются средства радиосвязи и радиолокации, судовые электроэнергетические системы. Актуальна задача разработки методического документа по расчётному прогнозированию уровней ЭМП в помещениях и на открытых палубах на стадии проектирования судов. Требуется разработка приборов — измерителей электромагнитных полей для инструментального контроля уровней ЭМП в реальных условиях эксплуатации судна.

Ключевые слова: суда; морские радиоэлектронные средства; источники электромагнитных полей; электромагнитная безопасность; нормативно-методические документы; гигиенические нормативы; средства измерения

Для цитирования: Никитина В.Н., Ляшко Г.Г., Калинина Н.И., Дубровская Е.Н., Вишневецкий А.М., Разлетова А.Б., Низкий Р.Я. Нормативно-методическое обеспечение контроля электромагнитных полей на судах. *Мед. труда и пром. экол.* 2021; 61(6): 402–407. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-6-402-407>

Для корреспонденции: Никитина Валентина Николаевна, зав. отделением изучения электромагнитных излучений ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», д-р мед. наук. E-mail: nikitina@s-znc.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 14.07.2021 / Дата принятия к печати: 20.07.2021 / Дата публикации: 07.08.2021

Valentina N. Nikitina¹, Galina G. Lyashko¹, Nina I. Kalinina¹, Ekaterina N. Dubrovskaya¹, Alexander M. Vishnevskiy², Anna B. Razletova², Roman Ya. Nizkiy²

Normative and methodological support of control of electromagnetic fields at the ships¹North-West Public Health Research Center, 4, 2-ya Sovetskaya Str., St. Petersburg, Russia, 191036;²Krylov State Research Centre, Moskovskoye highway, 44, St. Petersburg, Russia, 196158

The seafarers carried out the professional activity in a complex electromagnetic environment (EME), with technical means, structural materials, depending on the purpose of the watercraft, architectural features, and vessel classification.

There are static electric fields, permanent magnetic and low-frequency electric and magnetic fields on ships.

Marine radio-electronic means (REM) creates Electromagnetic fields (EMF) of the radio frequency range that provide communication, the safety of navigation and operation, and solving navigation problems. According to the documents of the sanitary legislation, specialists carry out control of the maximum permissible EMF levels for watercraft and marine structures at the design stage of the vessel by calculating the intensity of electromagnetic fields during commissioning, instrumental control of EMF levels.

There are new technical means in modern automated vessels of various types and purposes that create electromagnetic fields in the crew's stay zones, which makes it urgent to improve regulatory and methodological documents in the area of ensuring the electromagnetic safety of the team and passengers.

The study aims to develop proposals for regulatory, methodological, and hardware control over compliance with the maximum permissible levels of electromagnetic fields on ships to ensure the electromagnetic safety of the crew.

Generalization of materials of own research of EME on ships, systematization of sources of electromagnetic fields. Analysis of regulations in occupational safety and health for the protection of the crew from the effects of EME, methodological documents on the calculation forecasting, and instrumental determination of the levels of electromagnetic fields.

Experts have revealed that there are electromagnetic fields of a wide frequency range in the premises of ships and on open decks.

The study showed that electromagnetic fields of a wide frequency range are created in the premises of ships and on open decks. Indoors, the most significant is the impact on the crew of electric and magnetic fields with a frequency of 50 Hz created by the ship's electric power systems. In addition, on open decks (at workplaces and in crew recreation areas), the protection of the crew from EMF antennas of the radio frequency range is relevant. Therefore, it is necessary to develop methods for calculating the prediction of EMF levels and improve the means of measuring electromagnetic fields on ships.

The most common sources of EMF in the crew's stay areas are radio communication and radar facilities, ship's electric power systems. The task of developing a methodological document on the calculated prediction of EMF levels in rooms and on open decks at the design stage of ships is urgent. In addition, it is necessary to develop devices-meters of electromagnetic fields for instrumental monitoring of EMF levels in actual operating conditions of the vessel.

Keywords: ships; marine radio-electronic means; sources of electromagnetic fields; electromagnetic safety; regulatory and methodological documents; hygienic standards; measuring instruments

For citation: Nikitina V.N., Lyashko G.G., Kalinina N.I., Dubrovskaya E.N., Vishnevskiy A.M., Razletova A.B., Nizkiy R.Ya. Regulatory and methodological support for the control of electromagnetic fields on ships. *Med. truda i prom. ekol.* 2021; 61(6): 402–407. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-6-402-407>

For correspondence: Valentina N. Nikitina, the Head of the Department of the study of Electromagnetic Radiation, North-Western Scientific Center of Hygiene and Public Health, Dr. of Sci. (Med.). E-mail: nikitina@s-znc.ru

Information about the author: Nikitina V.N. <https://orcid.org/0000-0001-8314-2044>

Lyashko G.G. <https://orcid.org/0000-0002-4832-769X>

Kalinina N.I. <https://orcid.org/0000-0001-9475-0176>

Dubrovskaya E.N. <https://orcid.org/0000-0003-4235-378X>

Vishnevskiy A.M. <https://orcid.org/0000-0002-4795-0113>

Razletova A.B. <https://orcid.org/0000-0001-8019-8472>

Nizkiy R.Ya. <https://orcid.org/0000-0001-8019-253X>

Funding. The study had no funding.

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

Received: 14.07.2021 / Accepted: 20.07.2021 / Published: 07.08.2021

Введение. Развитие международной торговли в условиях глобализации экономики стимулирует развитие транспортной инфраструктуры всех стран мира. Судостроение способствует росту экономики, является одной из важнейших отраслей российской промышленности. Реализация программы строительства кораблей и судов в России на период до 2030 г. предусматривает дальнейшее развитие и структурную перестройку отрасли судостроения для выпуска современной гражданской морской техники, для обеспечения в российской экономике приоритетных сфер морской и водной деятельности: разведка, добыча, доставка углеводородного сырья континентального шельфа, освоение Северного морского пути, развитие морских и речных перевозок, добыча морских биоресурсов, исследования мирового океана. Наиболее перспективными для российского судостроения являются: газовозы для транспортировки сжиженного природного газа; крупнотоннажные танкеры ледового плавания; атомные ледоколы нового поколения; контейнеровозы; новые типы промысловых судов для добычи и переработки рыбы и биологических ресурсов; скоростные суда для использования на морских и внутренних линиях [1–3].

Перспективное гражданское судостроение включает разнообразную номенклатуру морских судов, оснащённых новыми, все более сложными техническими средствами, создающими электромагнитные поля в окружающем пространстве. Чрезвычайно важным является определение электромагнитной обстановки в помещениях судов в местах размещения технических средств и личного состава,

в оценке уровней, непосредственно воздействующих на них полей — вредных производственных факторов [4–7]. Вместе с тем, нельзя не отметить, что в настоящее время продолжает эксплуатироваться значительное число судов различного назначения, требующих обновления и реновации (замещения устаревших машин и оборудования новыми техническими средствами).

Санитарно-эпидемиологический надзор за источниками электромагнитных полей на судах включает гигиеническое нормирование электромагнитных полей и контроль соблюдения предельно допустимых уровней (ПДУ) фактора. Контроль соблюдения ПДУ ЭМП осуществляется путём расчётного прогнозирования уровней электромагнитных полей на стадии проектирования судна и инструментальными методами на этапе сдачи судна в эксплуатацию. Прогнозирование электромагнитной обстановки с последующей оценкой и обеспечением электромагнитной совместимости (ЭМС) радиотехнических средств и электромагнитной безопасности (ЭМБ) персонала, технических средств и опасных грузов является важной и неотъемлемой частью и содержанием работ при проектировании кораблей, судов, объектов и морских сооружений [8, 9]. В процессе эксплуатации морской техники выполняется производственный контроль и проводится специальная оценка условий труда экипажа.

Цель исследования — разработать предложения по нормативно-методическому и аппаратурному контролю за соблюдением предельно допустимых уровней электромагнитных полей на судах для обеспечения электромагнитной безопасности экипажа.

Материалы и методы. Обобщены результаты собственных исследований электромагнитных полей на судах. Собраны, обработаны и систематизированы сведения по техническим характеристикам отечественных и зарубежных морских радиоэлектронных средств и судового электрооборудования. Проанализированы нормативные акты и методические документы в области обеспечения электромагнитной безопасности экипажа. Выполнен анализ состояния аппаратного обеспечения инструментально-контроля уровней ЭМП на судах.

Результаты. Электромагнитная обстановка на судах. Профессиональная деятельность моряков осуществляется в условиях сложной электромагнитной обстановки, которая формируется техническими средствами, конструкционными строительными материалами, зависит от назначения, архитектурных особенностей и классификации судна. Во внутренних помещениях судов из-за большой ферромагнитной массы плавсредства происходит экранирование постоянного магнитного (геомагнитного) поля Земли и создаются гипогеомагнитные условия (ослабленное геомагнитное поле). Трансформация естественного электромагнитного фона в судовых помещениях является неблагоприятным фактором, воздействующим на здоровье моряков [10]. На судах регистрируются статические электрические поля, создаваемые электризующимися облицовочными и конструкционными материалами. Оборудование судовых электроэнергетических систем (ЭЭС), работающих на постоянном и переменном токе, создаёт соответственно постоянные магнитные поля и переменные магнитные и электрические поля.

Распространёнными источниками электромагнитных полей на судах являются современные морские радиоэлектронные средства, обеспечивающие связь, безопасность судоходства, решение задач навигации, предоставление необходимых объёмов информации, поиск и спасение при бедствии. Радиооборудование связи, которое устанавливается на современных судах, работает в диапазонах ПВ (1605,0–4000,0 кГц), ПВ/КВ (1605,0–27500,0) кГц, УКВ (156,0–174,0) МГц. Средства связи работают на антенны различных типов — штыревые, проволочные, антенны — мачты, которые создают электромагнитные излучения на открытых палубах и надстройках судов [11, 12].

Спутниковая связь основана на использовании в качестве ретрансляторов искусственных спутников Земли [13]. В соответствии с высотой орбит и использованием соответствующих спутников созданы геостационарные, среднеорбитальные и низкоорбитальные спутниковые системы связи, работающие в сверхвысокочастотном (СВЧ) диапазоне, и цифровые терминалы этих систем. В радиооборудовании глобальной морской системы связи при бедствии (ГМССБ) используются средства связи СВ, ПВ/КВ и УКВ диапазонов и системы спутниковой связи «Инмарсат» и «Коспас-Сарсат». Российские суда, эксплуатирующиеся в высоких широтах, оснащены станциями спутниковой связи «Гонец». На судах используются радиолокационные станции (РАС) различных модификаций, работающие в диапазонах 10,0 см — 3,0 ГГц (*S-band* диапазон) и 3,2 см — 9,3÷9,4 ГГц (*X-band* диапазон). Оснащение судна радиоэлектронными оборудованием зависит от района плавания.

Наши исследования свидетельствуют, что передатчики современных РЭС не создают в судовых помещениях электромагнитных полей радиочастотного диапазона, превышающих предельно допустимые уровни. Основным неблагоприятным фактором при эксплуатации судовых ра-

диоэлектронных средств является электромагнитное излучение (ЭМИ) антенн средств радиосвязи и радиолокации на открытых палубах судов, являющихся зонами отдыха, а на некоторых судах, в частности рыбопромыслового флота, и зоной работы экипажа. Уровни ЭМИ РЧ от антенн РЭС на открытых палубах зависят от технических характеристик источников, архитектуры судна, высот установки антенн. Самые высокие уровни ЭМП средств радиосвязи определяются на крыше мостика. От антенн РАС, согласно расчётным данным плотности потока энергии (ППЭ) СВЧ, повышенные уровни ЭМП определяются на корме и палубе бака некоторых судов. Из новых типовых источников электромагнитных полей можно выделить базовые станции беспроводной связи стандарта DECT и точки доступа Wi-Fi. Они отличаются небольшой мощностью по сравнению с другими судовыми РЭС, но для увеличения покрытия могут устанавливаться по всему судну.

Источником электромагнитных полей частотой 50 Гц на судах являются электроэнергетические системы. В работе ЭЭС используются системы переменного тока стандартной (промышленной) частоты 50 Гц и 400 Гц. По значению напряжения основной силовой сети применяются постоянный ток напряжением 6, 12, 24, 110, 220 В и переменный ток напряжением 6, 12, 24, 127, 220, 380 В. Энерговооружённость судна зависит от назначения судна и общей установленной мощности потребителей электроэнергии, от режимов потребления энергии. В состав электроэнергетической системы судна входят средства генерирования электроэнергии (двигатели, электрогенераторы); устройства преобразования электроэнергии; распределительные устройства (распределительные щиты, щиты отдельных потребителей, пульты управления); силовые сети; потребители электроэнергии; средства управления. На судах устанавливаются главные электростанции, общесудовые электростанции, аварийные электростанции. По установленной мощности судовые электростанции могут быть малой мощности 250–1500 кВт, средней мощности 1500–6000 кВт, большой мощности свыше 6000 кВт (на атомных ледоколах до 40–60 МВт).

На современных автоматизированных судах управление судовым энергетическим оборудованием осуществляется дистанционно операторами и энергетические отделения являются зонами эпизодического пребывания экипажа. Однако, на некоторых судах рабочие места судовых специалистов могут находиться непосредственно в энергетических отделениях судов.

Нормативные документы по обеспечению электромагнитной безопасности экипажа. К нормативным актам в области условий труда моряков относится Конвенция 2006 года о труде в морском судоходстве (ратифицирована Федеральным законом от 5 июня 2012 года № 56-ФЗ)¹. Согласно Конвенции условия труда и жизни на борту судна должны соответствовать требованиям, представленным в документе. Соблюдение требований международных актов о допустимых уровнях воздействия производственных рисков на борту судна, разработка и применение судовой политики и программ по безопасности и гигиене труда рассматриваются как выполнение

¹ Конвенция 2006 года о труде в морском судоходстве. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902116833/> (Дата обращения 18.02.2021).

² Федеральным законом от 5 июня 2012 года № 56-ФЗ «О ратификации Конвенции 2006 года о труде в морском судоходстве». Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902351138> (Дата обращения 18.02.2021).

требований Конвенции. В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 6 ноября 2013 г. № 996³, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека осуществляет обеспечение соблюдения требований Конвенции по обеспечению требований охраны и гигиены труда, управлению вопросами безопасности при воздействии шума, вибрации и других производственных факторов в рабочих и жилых помещениях.

В настоящее время гигиенические нормативы электромагнитных полей на плавсредствах и морских сооружениях представлены в СанПиН 1.2.3685-21⁴. СанПиН 2.5.2/2.2.4.1989-06 «Электромагнитные поля на плавательных средствах и морских сооружениях» утратили силу (Постановление Главного государственного санитарного врача от 16 октября 2020 г. № 30).

Предупредительный санитарный надзор при проектировании, строительстве и приёме в эксплуатацию судов осуществляется в соответствии со следующими действующими методическими указаниями, носящими рекомендательный характер: 2375-81⁵, МУ № 4258-87⁶, МУК 4.3.3214-14⁷.

МУ № 2375-81 предусматривают наличие в проектно-технической документации на судно расчётов и мероприятий по выполнению гигиенических нормативов, в том числе требования по расчёту ожидаемых уровней ЭМП, и мероприятий по защите от воздействия ЭМП. Изучение документа показывает, что требования к проектной документации по мероприятиям защиты от ЭМП устарели.

Методики расчёта и измерений плотности потока энергии судовых и береговых радиолокационных станций, представленные в МУ № 4258-87, требуют корректировки.

Методические указания МУК 4.3.3214-14 устанавливают условия и порядок измерения электромагнитных полей на рабочих местах, в жилых, служебных, общественных помещениях, зонах отдыха и других местах пребывания экипажа и пассажиров на морских судах, судах внутреннего водного транспорта всех типов и назначений, а также морских сооружений. В документе представлены методики измерения уровней, для которых установлены гигиенические нормативы. Указано, что определение плотности потока энергии от антенн РАС, при остановке которых

электромагнитное излучение блокируется, производится расчётным методом. Инструментальный контроль ППЭ РАС возможен только приборами, позволяющими измерять интенсивность излучения на проходе луча радиолокационной станции. В методических указаниях представлены требования к измерительной аппаратуре и условиям проведения измерений. Средства измерений должны соответствовать требованиям Федерального закона от 11.06.2008 № 102-ФЗ⁸, ГОСТ Р 51070-97⁹. Показатели точности измерений должны соответствовать Постановлению Правительства Российской Федерации от 16.11.2020 № 1847¹⁰. Инструментальный контроль осуществляется средствами измерения, включёнными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Для выполнения работ по обеспечению безопасных уровней воздействия ЭМП при проектировании суда и разработке мероприятий по защите экипажа был разработан и действует Руководящий документ судостроительной промышленности РФ SP 8713-93¹¹, определяющий расчётные методы оценки интенсивности ЭМП и методы измерений ЭМП при работе судовой аппаратуры радиосвязи и радиолокации. Представленные в документе расчётные методы оценки напряжённости электрической составляющей электромагнитного поля учитывают типы антенн и частотные диапазоны, в которых они работают. Методы расчёта плотности потока энергии ЭМП даны для радиолокационных станций и станций спутниковой связи. Документ разработан на основе технических характеристик РЭС и данных измерений уровней ЭМП на эксплуатируемых судах. За прошедший период характеристики судовых РЭС изменились, что не позволяет использовать РД в полном объёме. Действующий РД SP 8903-96¹² определяет последовательность работ по обеспечению защиты личного состава судов всех типов, а также прочих плавсредств, от ЭМП, создаваемых судовой аппаратурой радиосвязи и радиолокации в диапазоне частот от 300 кГц до 300 ГГц (от стадии проектирования до передачи судна в эксплуатацию).

Приказом Министерства труда и социального развития РФ от 18.05.2015 № 301н¹³ утверждены особенности специальной оценки условий труда на рабочих местах чле-

³ Постановление Правительства РФ от 6 ноября 2013 г. № 996 «О мерах по обеспечению выполнения обязательств Российской Федерации, вытекающих из Конвенции 2006 года о труде в морском судоходстве» Available at: <https://base.garant.ru/70497852/> (Дата обращения 18.02.2021).

⁴ СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и(или) безвредности для человека факторов среды». Available at: <https://base.garant.ru/70497852/> (Дата обращения 03.03.2021).

⁵ МУ 2375-81 «Методические указания по предупредительному санитарному надзору при проектировании, строительстве, переоборудовании и приеме в эксплуатацию судов морского, смешанного и внутреннего плавания СССР и других объектов и сооружений, приравненных к ним». Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200071966> (Дата обращения 18.02.2021).

⁶ МУ № 4258-87 «Методические указания по определению и гигиенической регламентации электромагнитных полей, создаваемых береговыми и судовыми радиолокационными станциями». Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200037559> (Дата обращения 18.02.2021).

⁷ МУК 4.3.3214-14 «Измерения и оценка электрических, магнитных и электромагнитных полей на судах и морских сооружениях». Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200037559> (Дата обращения 18.02.2021).

⁸ Федеральный закон от 11.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений». Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902107146> (Дата обращения 18.02.2021).

⁹ ГОСТ Р 51070-97 «Измерители напряжённости электрического и магнитного полей. Общие технические требования и методы испытаний». Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200026090> (Дата обращения 18.02.2021).

¹⁰ Постановление Правительства Российской Федерации от 16.11.2020 № 1847 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений». Available at: <http://docs.cntd.ru/document/566385039> (Дата обращения 18.02.2021).

¹¹ РД SP 8713-93 «Аппаратура радиосвязи и радиолокации. Методы оценки электромагнитных полей и средства защиты личного состава судов от облучения». СПб. 1993. 60 с.

¹² РД SP 8903-96 «Аппаратура радиосвязи и радиолокации. Порядок выполнения работ по защите личного состава судов от облучения электромагнитными полями». ЦНИИ «Лот». 1996. 7 с.

¹³ Приказ Министерства труда и социального развития от 18.05.2015 № 301н «Об утверждении особенностей проведения специальной оценки условий труда на рабочих местах членов экипажей морских судов, судов внутреннего плавания и рыбопромысловых судов». Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_180856/2ff7a8c72de3994f30496a0ccbb1ddafaddf518/ (Дата обращения 18.02.2021).

нов экипажей морских судов, судов внутреннего плавания и рыбопромысловых судов. В документе указано, что исследования и измерения производственных факторов проводятся в основных рабочих режимах оборудования и судна с учётом его типа и назначения.

Опыт проведения измерений ЭМП при основных режимах работы судового электрооборудования и анализ существующей базы приборов-измерителей ЭМП Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений показывает, что регистрация уровней электромагнитных полей затруднена из-за возможного искажения показаний прибора под влиянием вибрации. Измерения электромагнитных излучений, создаваемых РАС, возможны только при вращении антенны, т. к. при её остановке излучение снимается. В то же время приборы — измерители ЭМП могут регистрировать уровни излучения только при остановленной антенне. Таким образом, для гигиенической оценки ЭМП от антенн современных навигационных РАС и электрических и магнитных полей 50 Гц в судовых помещениях, определения защитных мероприятий от неблагоприятного воздействия ЭМП, в настоящее время требуется выполнение расчётного прогнозирования уровней ЭМП.

Обсуждение. Систематизация источников ЭМП показала, что в помещениях судов и на открытых палубах создаются электромагнитные поля широкого диапазона частот. Внутри помещений наиболее существенным является воздействие на экипаж судов электрических и магнитных полей частотой 50 Гц, создаваемых электроэнергетической системой судна. На открытых палубах (на рабочих местах и в зонах отдыха экипажа) электромагнитные поля радиочастот широкого спектра излучения создаются антенными системами современных радиоэлектронных средств радиосвязи и радиолокации. Техногенные электромагнитные поля на судах относятся к неустраняемым физическим факторам. Уровни ЭМП в зонах пребывания экипажа могут быть снижены конструкторскими и организационными решениями при размещении излучающего оборудования и рабочих мест экипажа. Эти вопросы должны решаться на стадии проектирования судов на ос-

новании данных расчётного прогнозирования электромагнитных полей как внутри судовых помещений, так и на открытых палубах с учётом их специфики. На основании данных расчётного прогнозирования и инструментального контроля уровня ЭМП, создаваемых антеннами средств радиосвязи и РАС, следует проводить мероприятия по защите экипажа — ограничение времени воздействия, установка предупреждающих знаков и табло. Наиболее актуален вопрос защиты экипажа от ЭМИ, создаваемых антеннами современных РАС [14–20].

Анализ методических документов по определению уровней ЭМП свидетельствует, что представленные в них методики расчёта уровней ЭМП от антенн средств радиосвязи и радиолокации на открытых палубах не учитывают технические характеристики современных радиоэлектронных средств, а также возможности современных расчётных методов и средств вычислительной техники. Прогнозирование ЭМП внутри судовых помещений вообще не рассматривается. Есть нерешённые вопросы инструментального контроля уровней ЭМП в реальных условиях эксплуатации судов. К ним относятся: влияние вибрации на средства измерения низкочастотных магнитных полей и отсутствие приборов — измерителей ЭМП радиочастот от вращающихся антенн радиолокационных станций.

Выводы:

1. Современные радиоэлектронные средства связи и радиолокации, судовые электроэнергетические системы являются распространёнными источниками техногенных ЭМП, воздействующих на экипаж.

2. Для эффективного решения вопросов защиты экипажа от воздействия техногенных ЭМП необходима разработка нормативно-методического документа по расчётному прогнозированию уровней ЭМП в судовых помещениях и на открытых палубах на стадии проектирования морской техники.

3. Актуальность разработки современных подходов к прогнозированию ЭМП на судах обусловлена невозможностью инструментальными методами контролировать уровни ЭМП в реальных условиях эксплуатации судна.

Список литературы

- Александров В.А. О реализации программы строительства кораблей и судов на период 2013–2030 гг. *Морской Вестник*. 2013; 2(11): 7–8.
- Абрамов А.В., Волостных В.В. Стратегия развития отечественного морского транспорта. *Вестник Забайкальского государственного университета*. 2019; 25(10): 112–9.
- Пономарева Т.Г. Роль судостроения и международных морских перевозок в развитии транспортной системы России в условиях глобализации мировых рынков. *Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия: экономическая*. 2014; 1: 234–43.
- Вишневский А.М., Городецкий Б.Н. Проблема обеспечения электромагнитной безопасности современных морских технических объектов. *Труды Крыловского государственного научного центра*. 2019; 1 (387): 143–54.
- Денисова Е.С., Буторина Н.В. Исследование вредных производственных факторов на рабочих местах плавсостава. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016; 8-4: 495–8.
- Корзун В.В., Маменко П.П. Электромагнитное поле судовых антенн и его влияние на здоровье членов экипажа. *Научный вісник Херсонської державної морської академії*. 2016; 14(1): 185–95.
- Кубасов Р.В., Лупачев В.В., Кубасова Е.Д. Медико-санитарные условия жизнедеятельности экипажа на борту морского судна (обзор литературы). *Медицина труда и промышленная экология*. 2016; 6: 43–6.
- Седов В.С., Лазарев Д.В. 40 лет в кораблестроении. Опыт проведения исследований и выполнения практических работ в области электромагнитной совместимости и электромагнитной безопасности на кораблях и судах. *Морское оборудование и технологии*. 2019; 3(20): 41–57.
- Лазарев Д.В., Горчакова Е.А. Научно-методическое обеспечение и аппаратно-программный комплекс оценки электромагнитной безопасности при функционировании объектов морской инфраструктуры. *Проблемы развития корабельного вооружения и судового радиоэлектронного оборудования*. 2012; 1: 27–38.
- Никитина В.Н., Каляда Т.В., Походзей А.В., Разлетова А.Б., Соколов Г.В. К вопросу реализации гигиенических требований к гипогеомагнитным условиям на судах. *Здоровье — основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения*. 2018; 13 (2): 912–20.

11. Устинов Ю.М., Припотнюк А.В., Кулинич А.И. Анализ современного состояния судовых средств связи и спасания. *Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова*. 2016; 2(36): 166–174. <https://doi.org/10.21821/2309-5180-2016-8-2-166-174>
12. Никитина В.Н., Ляшко Г.Г., Калинина Н.И. Анализ современного состояния электромагнитной безопасности экипажа на судах ледокольного флота. *Гигиена и санитария*. 2018; 12: 1210–14. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-12-1210-1214>
13. Маринич А.Н., Припотнюк А.В., Устинов Ю.М. Мониторинг судов на трассах северного морского пути с помощью спутниковых систем связи. *Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова*. 2016; 6 (40): 184–205.
14. Кубасов Р.В., Лупачев В.В., Кубасова Е.Д. Медико-санитарные условия жизнедеятельности экипажа на борту морского судна (обзор литературы). *Медицина труда и промышленная экология*. 2016; 6: 43–45.
15. Shinsuke Urushidani, Toshiki Kikuchi, Toshikazu Terasava, Yuji Sano. Analysis of background factors in marine accidents and incidents caused by watch-keeper drowsiness in Japan. *Актуальные проблемы транспортной медицины*. 2011; 26(4): 62–7.
16. Емельянов М.Д. Количественная оценка риска аварий морских судов. *Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства*. 2017; 46–47: 32–7.
17. Волостных В.В., Иванкович Т.С. Перспективы судостроения, программы и реалии. *Морской вестник*. 2012; 9(1): 93–4.
18. Богданов А.А., Воронов В.В. Социально-гигиенический мониторинг в военном кораблестроении. *Морская медицина*. 2015; 1(4): 40–4.
19. Мосягин И.Г., Попов А.М., Чирков Д.В. Морская доктрина России – в приоритете человек. *Морская медицина*. 2015; 1(3): 5–12.
20. Malka N. Halgamuge. Radio Hazard Safety Assessment for Marine Ship Transmitters: Measurements Using a New Data Collection Method and Comparison with ICNIRP and ARPANSA Limits. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2015; 12: 5338–5354. <https://doi.org/10.3390/ijerph120505338>

References

1. Aleksandrov V.L. On the implementation of the program for the construction of ships and vessels for the period 2013–2030. *Morskoy Vestnik*. 2013; 2(11): 7–8 (in Russian).
2. Abramov A.V., Volostnyh V.V. Strategy for the development of domestic maritime transport. *Vestnik Zabajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta*. 2019; 25(10): 112–9 (in Russian).
3. Ponomareva T.G. The role of shipbuilding and international maritime transport in the development of the Russian transport system in the context of the globalization of world markets. *Nauchnye trudy Doneckogo nacional'nogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: ekonomicheskaya*. 2014; 1: 234–43 (in Russian).
4. Vishnevskij A.M., Gorodeckij B.N. The problem of ensuring the electromagnetic safety of modern marine technical facilities. *Trudy Krylovskogo gosudarstvennogo nauchnogo centra*. 2019; 1(387): 143–54 (in Russian).
5. Denisova E.S., Butorina N.V. The study of harmful production factors in the workplaces of the crew. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij*. 2016; 8–4: 495–98 (in Russian).
6. Korzun V.V., Mamenko P.P. The electromagnetic field of ship antennas and its effect on the health of crew members. *Naukovij visnik Hersons'koi derzhavnoi mors'koi akademii*. 2016; 14(1): 185–95 (in Russian).
7. Kubasov R.V., Lupachev V.V., Kubasova E.D. Medical and sanitary conditions of the crew's life activity on board a sea vessel (literature review). *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2016; 6: 43–5 (in Russian).
8. Sedov V.S., Lazarev D.V. 40 years in shipbuilding. Experience in conducting research and performing practical work in the field of electromagnetic compatibility and electromagnetic safety on ships and vessels. *Morskoe oborudovanie i tekhnologii*. 2019; 3(20): 41–57 (in Russian).
9. Lazarev D.V., Gorchakova E.A. Scientific and methodological support and hardware and software complex for the assessment of electromagnetic safety in the operation of marine infrastructure facilities. *Problemy razvitiya korabel'nogo vooruzheniya i sudovogo radioelektronnogo oborudovaniya*. 2012; 1: 27–38 (in Russian).
10. Nikitina V.N., Kalada T.V., Pokhodzey L.V., Razletova A.B., Sokolov G.V. The issue of implementation of the hygienic requirements hypogeomagnetic conditions on ships. *Zdorov'e — osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ikh resheniya*: 2018; 13(2): 912–20 (in Russian).
11. Ustinov Ju.M., Pripotnjuk A.V., Kulnich A.I. Analysis of the current state of ship communications and rescue equipment. *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova*. 2016; 2(36): 166–74 (in Russian).
12. Nikitina V.N., Lyashko G.G., Kalina N.I. Analysis of the state of the current electromagnetic safety for crews of the icebreaking fleet vessel. *Gigiena i sanitariya*. 2018; 12: 1210–14 (in Russian).
13. Marinich A.N., Pripotnjuk A.V., Ustinov Ju.M. Monitoring of ships along the northern sea route using satellite communication systems. *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova*. 2016; 6(40): 184–205 (in Russian).
14. Kubasov R.V., Lupachev V.V., Kubasova E.D. Medical and sanitary conditions of the crew's life activity on board a sea vessel (literature review). *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2016; 6: 43–5 (in Russian).
15. Shinsuke Urushidani, Toshiki Kikuchi, Toshikazu Terasava, Yuji Sano. Analysis of background factors in marine accidents and incidents caused by watch-keeper drowsiness in Japan. *Aktual'nye problemy transportnoj mediciny*. 2011; 26(4): 62–7.
16. Emel'yanov M.D. Quantitative assessment of the risk of accidents of marine vessels. *Nauchno-tekhnicheskij sbornik Rossijskogo morskogo registra sudohodstva*. 2017; 46–47: 32–37 (in Russian).
17. Volostnyh V.V., Ivankovich T.S. Shipbuilding prospects, programs and realities. *Morskoy vestnik*. 2012; 9(1): 93–4 (in Russian).
18. Bogdanov A.A., Voronov V.V. Social and hygienic monitoring in military shipbuilding. *Morskaya medicina*. 2015; 1(4): 40–4 (in Russian).
19. Mosyagin I.G., Popov A.M., Chirkov D.V. The naval doctrine of Russia is a priority for the people. *Morskaya medicina*. 2015; 1(3): 5–12 (in Russian).
20. Malka N. Halgamuge. Radio Hazard Safety Assessment for Marine Ship Transmitters: Measurements Using a New Data Collection Method and Comparison with ICNIRP and ARPANSA Limits. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2015; 12: 5338–5354. <https://doi.org/10.3390/ijerph120505338>