

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 621.324: 621.396.1.019.4

ВОПРОСЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ БПЛА

Д.В. Лучин, Д.В. Филиппов
ООО «КВАДРО КОД», г. Самара

Ключевые слова: электромагнитная безопасность, электромагнитная обстановка, радиоэлектронная борьба, передающий радиотехнический объект.

Развитие технологий, использующих электромагнитное поле (ЭМП) радиочастотного диапазона, стало ведущим трендом последних десяти лет, обусловленным постиндустриальным характером современной экономики, её «цифровизацией» и необходимостью беспроводной передачи данных для большого количества потребителей [1].

К антропогенным источникам ЭМП радиочастот до последнего времени относились передающие радиотехнические объекты (теле- и радиочастоты, базовые станции подвижной (сотовой) радиосвязи, радиорелейные станции, наземные станции спутниковой связи). Большая часть этого оборудования эксплуатируется и вблизи крупных городов, и в районах с высокой плотностью населения, и непосредственно в жилых домах, и на рабочих местах.

В современных реалиях частыми являются случаи, когда к перечисленным источникам как на гражданских, так и на военных объектах добавляется достаточно мощное излучение радиоэлектронных средств противодействия БПЛА (далее для краткости – средства РЭБ), обеспечивающих безопасность предприятий и объектов, которое негативно влияет на состояние электромагнитной обстановки как на самом объекте размещения, так и на прилегающей к нему территории.

Как показывает практика, число объектов, оснащаемых средствами РЭБ, особенно объектов критической инфраструктуры (объекты ТЭК, аэропорты, объекты электроэнергетики, предприятия промышленности, военные объекты и т.д.), неуклонно растет. Также наблюдается тенденция размещения средств РЭБ в крупных населенных пунктах, например, на административных и жилых зданиях высокой этажности.

На протяжении многих десятков лет известно, что организм человека чувствителен даже к небольшим уровням ЭМП.

Для того, чтобы акцентировать внимание на негативном воздействии электромагнитных полей, введены в обращение такие термины, как «электромагнитное загрязнение» и «электросмог». При этом нельзя упускать из виду тот факт, что электромагнитные поля воздействуют практически на все население, включая детей и подростков, причем это воздействия в большинстве случаев оказывается постоянным и круглосуточным [2].

Еще большему негативному воздействию ЭМП радиочастотного диапазона (ЭМП РЧ), особенно в диапазоне выше 30 МГц, подвержены работники различных предприятий, чья профессиональная деятельность связана с эксплуатацией и обслуживанием излучающих радиосредств и объектов (обслуживающий персонал) [3].

С учетом обозначенной в начале доклада тенденции проблема обеспечения электромагнитной безопасности различных категорий населения приобретает еще большую актуальность, а в качестве ее специфических аспектов можно указать следующие:

- зачастую, как места установки средств РЭБ на объектах, так и их энергетические характеристики выбираются произвольно (оперативно);
- монтаж и ввод в эксплуатацию средств РЭБ производится без проведения необходимого объема проектных работ, в рамках которых в соответствии с действующими нормативными документами Российской Федерации обязательно должна производиться экспертиза таких объектов с точки зрения охраны окружающей среды и электромагнитной безопасности.

В этих условиях могут возникать ситуации, когда уровни воздействия ЭМП как на обычное население, так и на персонал, связанный с обслуживанием и эксплуатацией оборудования РЭБ, повышаются и могут в ряде случаев превысить предельно-допустимые значения, что приводит к возникновению проблемы электромагнитной безопасности, которую требуется решать.

В Российской Федерации для перечисленных выше категорий людей разработаны и введены в действие следующие нормативные документы определяющие гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических средств – Санитарные правила и нормативы (СанПиН):

- СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов» (СанПиН 2.1.8/2.2.4.2302-07 Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов. Изменения N 1);
- СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи»;
- СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях».

В этих документах в качестве сведений, подлежащих включению в санитарно-эпидемиологическое заключение на размещение ПРТО, являются расчетные значения уровней ЭМП, создаваемые передающими радиотехническими средствами объекта.

В докладе, также рассматриваются вопросы автоматизации расчетов уровней ЭМП, создаваемые передающими радиотехническими средствами различного назначения, включая средства РЭБ, как самостоятельной комплексной задачи.

Основу процесса расчетного прогнозирования уровней ЭМП составляют методики определения уровней электромагнитных полей, создаваемых техническими средствами, различными как по диапазонам рабочих частот, так и по своему функциональному назначению [5 – 8].

С точки зрения методик средства РЭБ могут быть отнесены к категории радиосвязных средств, работающих в основном в диапазонах, ОВЧ (30 МГц...300 МГц) УВЧ (300 МГц...3 ГГц) и СВЧ (3 ГГц...300 ГГц).

Оценка воздействия ЭМП на операторов РЭБ в этих диапазонах, осуществляется по энергетической экспозиции.

Энергетическая экспозиция в диапазоне частот $27 \leq f < 300$ МГц ($\mathcal{E}\mathcal{E}_E$) рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}\mathcal{E}_E = E^2 \cdot T, \text{ (В/м)}^2 \cdot \text{ч} , \quad (1)$$

где T – время воздействия (час.).

Энергетическая экспозиция в диапазоне частот $300 \leq f \leq 2400$ МГц ($\mathcal{E}\mathcal{E}_{\text{ППЭ}}$) рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}\mathcal{E}_{\text{ППЭ}} = \text{ППЭ} \cdot T, \text{ (мкВт/см}^2\text{)} \cdot \text{ч}. \quad (2)$$

Оценка воздействия ЭМП на другие категории населения осуществляется:

- в диапазоне частот 30 кГц – 300 МГц по эффективным значениям напряженности электрического поля (E), В/м;

- в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц по средним значениям плотности потока энергии (ППЭ), мкВт/см².

Основными исходными данными для расчета уровней напряженности электрического поля и ППЭ, создаваемых передающими техническими средствами РЭБ являются [5]:

- рабочая частота;
- мощность передатчика;
- ДН антенны в горизонтальной и вертикальной плоскостях;
- значение коэффициента усиления антенны;
- высота установки передающей антенны относительно поверхности земли.

В докладе приводятся перечисленные технические характеристики типового оборудования РЭБ, взятые из открытых источников.

Для перечисленных характеристик приведены результаты расчетов санитарно-защитной зоны (СЗЗ), зон ограничения на разных высотах (ЗО), а также результаты расчетов энергетической экспозиции.

Показано, что в ряде случаев, на объектах, оснащенных средствами РЭБ, расположенных на небольших высотах или вблизи зданий, по результатам расчетного прогнозирования проблема обеспечения электромагнитной безопасности существует и, соответственно, требуется выполнение необходимых организационно-технических мероприятий по ее устранению.

В заключение следует отметить, что настоящий доклад освещает актуальный аспект проблемы обеспечения электромагнитной безопасности, который возник относительно недавно в связи с необходимостью оперативного применения средств РЭБ для защиты различных объектов.

И нет никаких сомнений, что данная проблема в самое ближайшее время будет также находиться под пристальным вниманием со стороны органов Минздрава и Роспотребнадзора РФ.

Список использованных источников

1. Григорьев О.А., Гошин М.Е., Прокофьева А.В., Алексеева В.А. Особенности национальной политики, определяющей подходы к гигиеническому нормированию электромагнитного поля радиочастот в различных странах // Гигиена и санитария, 2019., №98(11). – С.1184 – 1190.

2. Степанов А.Н., Степанова И.П. Электромагнитная безопасность: учеб. Пособие /-3-е изд., перераб. и доп. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», -2013.-262 с.

3. Пальцев Ю.П., Походзей Л.В., Рубцова Н.Б., Перов С.Ю., Белая О.В. Современные принципы и средства защиты работников от неблагоприятного воздействия электромагнитных полей радиочастотного диапазона // Гигиена и санитария, 2017., №96(5). – С.451 – 455.

4. Порядок подготовки и оформления санитарно-эпидемио-логических заключений на передающие радиотехнические объекты: Методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. — 14 с.

5. Определение уровней электромагнитного поля, создаваемого излучающими техническими средствами телевидения, ЧМ радиовещания и базовых станций сухопутной подвижной радиосвязи: Методические указания. МУК 4.3.4.3.3830 – 22. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. – 31 с.

6. Определение плотности потока энергии электромагнитного поля в местах размещения радиосредств, работающих в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц. Методические указания. МУК 4.3.3921-23. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. – 55 с.

7. Определение уровней электромагнитного поля, границ санитарно-защитной зоны и зон ограничения застройки в местах размещения передающих средств радиовещания и радиосвязи кило-, гекто- и декаметрового диапазонов: Методические указания. МУК 4.3.044–96 М., Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России, 1996.

8. Методические указания по определению уровней электромагнитного поля средств управления воздушным движением гражданской авиации ВЧ-, ОВЧ-, УВЧ-

и СВЧ-диапазонов / Сост. М.Г. Шандала, Ю.Д. Думанский, Д.С. Иванов и др. М., Минздрав СССР, 1988. 44 с.

Лучин Дмитрий Вячеславович, к.т.н., зам. ген. директора по науке, ООО «КВАДРО КОД», dmyl@4code.ru.

Филиппов Дмитрий Викторович, к.т.н., начальник научно-технического центра программно-аппаратных комплексов, ООО «КВАДРО КОД», fdv@4code.ru.

УДК: 620.179.162

КОМПЛЕКСИРОВАННЫЕ СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЖИДКОСТЕЙ В РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКАХ

С.А. Борминский

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Ключевые слова: комплексный контроль, уровень жидкости, вязкость, плотность.

В современной науке и технике процесс получения достоверной информации об объекте исследований является фундаментальной основой для построения адекватных математических моделей, контроля технологических процессов и принятия ответственных управленческих решений. Традиционно сложившийся подход к измерениям зачастую характеризуется фрагментарностью: регистрация одного или нескольких параметров производится изолированно, в различные моменты времени и, нередко, с использованием разнородных по своим метрологическим характеристикам средств измерений. Такой подход, будучи приемлемым для решения узких прикладных задач, демонстрирует свою ограниченность при исследовании сложных динамических систем, где параметры находятся в тесной функциональной или корреляционной зависимости. Одним из вариантов комплексированных измерений является контроль уровня, плотности и вязкости жидких сред, в том числе в процессе хранения с расслоением на фракции.

При расположении акустического датчика непосредственно в жидкости на дне резервуара появляется возможность контролировать жидкость послойно. В случае волноводного распространения с установленными реперными отражателями (рис. 1) для n -ного слоя многослойной жидкости получены выражения для плотности и вязкости:

$$\rho_n = \frac{1}{c_n(2p^* - 2)} (Z_{m2} + Z_{m2}p^* - Z_{m1} - Z_{m1}p^* + \\ + \sqrt{Z_{m1}^2 p^{*2} + 2Z_{m1}p^* + Z_{m1}^2 + 2Z_{m1}Z_{m2}p^{*2} - 12Z_{m1}Z_{m2}p^* + 2Z_{m1}Z_{m2} + Z_{m2}^2 p^{*2} + 2Z_{m2}^2 p^* + Z_{m2}^2}) ,$$