

18. Автоматический расчет t-критерия Стьюдента (Ел. ресурс). Режим доступа: <http://www.psychol-ok.ru/statistics/student/>.
19. Guidelines for Community Noise- Geneva: WHO, 1999. – 141 с.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АКУСТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ТИПОВЫХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ
(ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АНАЛИЗА ВНУТРЕННИХ ИСТОЧНИКОВ ШУМА)**

Шумак О.В.

Проведен сравнительный анализ 5-ти типовых домов и 5-ти многоэтажных жилых комплексов. На основе натурных замеров, установлена достоверная зависимость снижения фоновых уровней шума от повышения этажности. С целью определения приоритетных источников внутреннего шума, параллельно применен метод оценки субъективных реакций жильцов. Установлено, что жители типовых домов более чувствительны к шуму, исходящему от встроенных и пристроенных объектов, а жители экспериментальных многоэтажных домов больше жалуются на шум инженерного оборудования, причем, с повышением этажности возрастает количество жалоб.

**THE COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF AN ACOUSTIC CONDITION
OF TYPICAL AND EXPERIMENTAL APARTMENT HOUSES
(BY RESULTS OF THE ANALYSIS OF INTERNAL SOURCES OF NOISE)**

O.V. Shymak

The comparative analysis 5 typical houses and 5 many-storied housing estates is carried out. On the basis of natural gaugings, authentic dependence of decrease in background noise levels on increase floors is established. For the purpose of definition of priority sources of internal noise, the method of an estimation of subjective reactions of tenants is in parallel applied. It is established that inhabitants of typical houses are more sensitive to the noise proceeding from built in and attached objects, and inhabitants of experimental many-storied houses complain of noise of the engineering equipment, and, the above a floor more, it is more than complaints.

**ИСТОЧНИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ ЭМП СВЧ-ДИАПАЗОНА
НА МОРСКОМ ФЛОТЕ И ОСОБЕННОСТИ
ЕГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ**

Войтенко А.М., Голубятников Н.И., Соленьий Е.А., Задерный И.А.

ГУ «Институт гигиены и медицинской экологии им. А.Н. Марзеева НАМНУ», г. Киев

Центральная санэпидстанция на водном транспорте

Электромагнитная биосфера земли определяется естественными и искусственными источниками электромагнитного излучения. К естественным источникам относится ЭМП космического, географического и биологического происхождения, среди которых микроволновое излучение свойственно прежде всего:

а) спектру одного излучения Солнца и галактик /10 МГц до 10 ГГц/ с интенсивностью излучения в спокойном состоянии от

10^{10} до 10^8 Вт/см² и усилением в десятки раз во время вспышек Солнца;

б) атмосферам, максимум интенсивности которых приходится на микроволны $\lambda=10$ кГц и убывает с частотой. Диапазон частот простирается от сотен герц до десятков мегагерц. Основной очаг атмосфериков – тропики с добавляемыми атмосфериками местных гроз.

Технический прогресс дал значительный толчок росту искусственных источников

электромагнитного излучения. Развитие радиотехники привело к широкому применению сверхвысоких частот /СВЧ/. Наиболее широкое применение СВЧ – электромагнитные волны получили в радионавигации, телевидении, радиосвязи. Освоению космоса способствует внедрение значительного количества СВЧ – техники. В медицину и быт вошла аппаратура, построенная на основе использования СВЧ. Получили применение установки, генерирующие и излучающие среднюю мощность СВЧ порядка долей мегаватт. Участок 30-1000 МГц занимает телевизионное вещание /всего 65 каналов/. Для радиолокационных станций отведены участки в диапазоне 137-3500 МГц [1].

Радиолокация явилась той областью, в которой нашли наибольшее применение СВЧ – электромагнитные волны, необходимые для определения местоположения удаленных предметов.

Интенсивность излучения от искусственных источников возросла в связи с увеличением их количественного применения и зависит в каждом источнике непосредственно от мощности их генераторов, количества энергии передаваемой на излучение, коэффициента направленного действия излучателей и расстояния до излучателей.

Основными источниками излучения СВЧ-энергии являются антенные системы.

Цель исследований: на современных морских судах радионавигация осуществляется с помощью различных типов радиолокаторов, работающих в диапазоне сверхвысоких частот. При работе радиолокаторов на судне, формируется электромагнитное поле /ЭМП/, создаваемое излучающими устройствами ЭМП, которые могут быть как в закрытых помещениях – «внутреннее поле, так и над открытыми палубами – внешнее поле.

Формированию внутреннего поля способствует утечка энергии через неплотности металлических экранов /стоек, кожухов/генераторов и гетеродинов, смотровые окна, жалюзи, вентиляционные отверстия, вводы кабелей, органы регулировки и управления, а также через неплотности фланцевых соединений фидерного тракта, волноводно-коаксильные переходы, места катодных выводов генерирующих приборов и вращаю-

щие соединения. Гетеродин приемника может излучать через приёмную систему или металлические шасси приемника, причем последнее может быть существенным, если размеры шасси менее или равны $\lambda/2$, где λ – длина волны гетеродина.

Внешнее ЭМП создается вращающимися антеннами радиолокаторов, которые расположены над палубами судна.

В однородной среде радиоволны СВЧ-диапазона распространяются прямолинейно. Распространяясь в свободном пространстве радиоволны обладают поперечной структурой при этом взаимосвязанные электрические и магнитные поля перпендикулярны друг другу и направлению распространения. Максимумы магнитной и электрической составляющих поля совпадают, $E = H 120 \pi$, где 120π имеет размерность Ом и носит название волнового сопротивления свободного пространства [1].

Распространение радиоволн в почве, растительности, организме человека зависит от двух характеризующих её параметров: диэлектрической проницаемости ϵ_a , Ф/м, и удельной электрической проводимости σ н/м. Обычно вместо абсолютной диэлектрической проницаемости применяют её относительное значение ϵ – безмерную величину. В диапазоне радиоволн эти параметры считаются независимыми. В вакууме $\epsilon = 1$, диэлектрике $\epsilon = \text{const}$, $\sigma = 0$. Скорость распространения волны в диэлектрике отличается от скорости её в вакууме [1]. В работе [1] сформированы следующие основные свойства радиоволн:

а) обе составляющие радиоволны /электрическая E и магнитная H / распространяются с одинаковой скоростью;

б) между электрическим и магнитным полями имеет место сдвиг фаз во времени и пространстве, в результате чего длина волны в полупроводящей среде /воде, почве, человеческом организме/ меньше длины волны в воздухе;

в) радиоволны в полупроводящей среде поглощаются с глубиной по экспоненциальному закону $e^{-\sigma h}$ и для сред, приближающихся по своим свойствам к проводникам, коэффициент поглощения радиоволны σ 1/м, принимает вид:

$$\sigma = 2\pi \sqrt{\frac{30\sigma}{\lambda}};$$

г) поглощение радиоволн тем больше, чем выше проводимость среды и короче длина волны.

Атмосфера по своему составу неоднородна: помимо электронов и ионов в ней находятся и нейтральные молекулы, сталкиваясь с которыми электроны отдают часть энергии, полученной от распространяющейся радиоволны. Этим и обусловлены потери её энергии.

На распространение радиоволн оказывает влияние и состояние полупроводящей среды – поверхности Земли, при этом радиоволны СВЧ-диапазона заметно поглощаются почвой и не отражаются от ионосферы [2,3].

Когда верхние слои воздуха оказываются сухими и нагретыми, а нижние – холодными и влажными возникает сверхрефракция, при которой радиоволны распространяются на большие расстояния вдоль поверхности Земли, получается атмосферный волновод. Это даёт возможность радиолокационными станциями обнаружить объект, находящийся за сотни морских миль. Дальность действия радиолокатора уменьшается, когда возникает субрефракция – с высотой уменьшается температура или увеличивается влажность. Траектории радиоволн /лепесток диаграммы направленности в данном случае, отклоняется от поверхности Земли [6,7] Диэлектрическая проницаемость и удельная электрическая проводимость морской воды Мирового океана, суши – в разных районах Земли, неодинакова и непостоянна, зависит от солёности воды, её температуры, состояния почвы.

Значительное влияние на распространение радиоволн оказывает характер рельефа Земли, расположенные на пути крупные предметы /здания, насаждения и др./. Для лесонасаждений – величина затуханий 15-25 дБ в сантиметровом диапазоне волн [1,2]. Натыкаясь на отражающие плоские поверхности возникает явление отражение электромагнитной волны. Это вызывает увеличение плотности потока мощности, а отсюда и возникает разница между рассчитанными уровнями ЭМП и инструментальными исследованиями, что важно при гигиениче-

ской сценке электромагнитной ситуации [3,4]. Когда на пути распространения СВЧ энергии между излучателем и точкой облучения выше линии прямой видимости находится какое-либо препятствие /дома, насаждение и др./, возникает явление ослабления, на величину коэффициента которого влияет относительное расположение точек излучения, приема и кромки препятствия, а также форма и свойства материала препятствия. Следовательно, анализ распределение ЭМП в реальных условиях /рельеф, застройка и др./по данным, полученным расчётным путем не всегда дает истинную электромагнитную ситуацию, поэтому необходимо уточнение инструментальными исследованиями распределение ЭМЭ [1,2,5].

На морском флоте наибольшее распространение получили импульсные радиолокаторы. В этих приборах создаются мощные, но очень кратковременные импульсы сверхвысокой частоты. Основными техническими параметрами радиолокаторов, определяющими величину ППЭ, являются: излучаемая импульсная мощность, направленность антенны, частота повторение и длительность импульсов, кроме того, на распределение ППЭ существенное влияние оказывает высота установки антенны над палубами.

Навигационные радиолокаторы работают в десяти- и трехсантиметровом диапазоне, дальность действия их при нормальных условиях распространения радиоволн свыше 50 миль.

Судовые и береговые радиолокационные станции /БРЛС/имеют антенны кругового обзора, следовательно, антенна и электронный луч последовательно "обегают" сектор за сектором вокруг все пространство.

При излучении радиоволн равномерно во всех направленных ПП энергии P_0 , облучающей объект, равна излучаемой мощности P_n в импульсе, деленной на площадь сферы $4\pi D^2$, в центре которой расположена РЛС:

$$P_0 = \frac{P_n}{4\pi D^2}.$$

Так, как РЛС имеет направленную антенну, то эта плотность увеличивается в G раз:

$$P_1 = \frac{P_n G}{4\pi D^2};$$

где, G – коэффициент направленного действия.

Важнейшей характеристикой антенны является острая диаграмма направленности, которая показывает пространственное распределение ЭМП на различных расстояниях от антенны. Она может иметь один или несколько главных лепестков, в каждом из которых существует направление максимальной интенсивности излучения, кроме того, могут иметь место боковые и задние лепестки [4,7].

Направленность излучения судовой антенны радиолокатора в вертикальной плоскости сравнительно небольшая, а максимальное излучение некоторых РЛ направлено ниже горизонта на некоторый угол ε_0 . Поэтому часть излучаемой энергии падает на поверхность палубы. Вследствие этого, рас-

пределения ЭМП над открытыми палубами определяется взаимодействием /интерференцией/ волн прямой и отраженной от палубы.

В современных РЛС мощность в импульсе достигает нескольких мегаватт, а средняя мощность / $P_{ср}$ / до 1 МВт [4,5].

Так как люди и излучающие устройства судов сосредоточены на ограниченной площади открытых палуб, возникает необходимость оценки уровня ЭМП как в зоне дальнего, так и ближнего излучаемого поля [3,4].

Граница между этими законами находится от антенны на расстоянии R , определяемом формулой:

$$R = \frac{2L^2}{\lambda},$$

где: L – наибольший размер антенны в м,
 λ – длина волны, м.

Распределение ЭМП в дальней зоне определяется направленностью излучения антенны в форме её диаграммы направленности /ДН/, равной

$$F^2(\theta\varphi) = \frac{P(\theta\varphi)}{P_m},$$

где, $\theta\varphi$ – углы в вертикальной и горизонтальной плоскостях;
 $P(\theta\varphi)$ – плотность потока энергии в направлении углов $\theta\varphi$;
 P_m – значение ППЭ в направлении максимального излучения.

В зоне ближнего излучаемого поля интерференция волн сглаживается, направленность излучения антенны выражена слабее:

$$F^2(\theta\varphi) = \frac{P(\theta\varphi)}{P_m} \times V_\theta \times V_\varphi,$$

где, V_θ, V_φ – коэффициенты, характеризующие степень уменьшения направленности антенн в вертикальной и горизонтальной плоскостях и зависят от расстояния до антенны. Чем расстояние ближе, тем величина коэффициента меньше.

В связи с тем, что судовые и береговые РЛ действуют в системе кругового обзора, режим облучения оказывается прерыви-

стым. Время воздействия ЭМП определяется равенством:

$$t_{возд.} = \frac{2\varphi_{0,5} \times t}{360},$$

где, $2\varphi_{0,5}$ – ширина характеристики направленности антенны в горизонтальной плоскости по половинному значению мощности, градусы;

t – общее время работы РЛ, минуты.

В зоне ближнего излучаемого поля время воздействия ЭМП увеличивается на из-за расширения диаграммы направленности антенны в горизонтальной плоскости величину коэффициента $B\varphi$ в горизонтальной плоскости:

$$t_{\text{возд.}} = \frac{2\varphi_{0,5} \times t}{360 \times B\varphi}.$$

Насыщенность флота радионавигационной аппаратурой увеличивается. В настоящее время для обеспечения безопасности швартовок крупных судов, в частности супертанкеров, начали применять доплеровские РЛС в целях бесперебойного судоходства на трудных форватерах и на подходах к порту в условиях плохой видимости. БРЛС установлены более чем в 60 зарубежных и отечественных портах [6]. Суда обеспечиваются двухдиапазонными РЛС, для улучшения безопасности мореплавания устанавливаются радиолокационные маяки – ответчики, частота излучения которого равна частоте передатчика судовой РЛС.

Современная насыщенность флота радионавигационной аппаратурой создает

значительные уровни ЭМЭ СВЧ диапазона в окружающей среде, воздействия которой на организм человека представляет опасность для его здоровья. Об этом свидетельствуют и данные исследований плотности потока энергии СВЧ излучении в зоне действия промышленных и бытовых СВЧ-установок [4,5].

Данные таблицы 1 также указывают на то обстоятельство, что в населенных местах, расположенных вблизи РЛС, уровни: СВЧ энергии могут достигать 10^2 - 10^4 мкВт/см², значительно превышая интенсивности поля регистрируемые в производственных условиях /при нормальной эксплуатации СВЧ источников/.

Таблица 1. Плотность потока энергии СВЧ излучений в зоне действия промышленных и бытовых СВЧ установок.

Источник излучений и характерные точки измерений	ППЭ мкВт/см ²	Примечание
Генераторы промышленных РЛС и средства связи:		
– в аппаратуре антенны	10^3 - 10^5	
– в луче на расстоянии 1-2 км	10^2 - 10^4	
– у неплотностей фидеров и шкафов с аппаратурой	1-100	
– радиорелейные линии СВЧ	10	

Выводы

Исходя из вышеизложенного, представляется возможным отметить, что в настоящее время имеется значительная насыщенность окружающей среды ЭМП источников искусственного происхождения, при этом наблюдается тенденция к количественному их увеличению и усилению их мощности на флоте. В связи с этим правомерно возникает проблема изучения распространения уровней ЭМЭ СВЧ-диапазона на судах и в местах размещения БРЛС с последующей разработкой гигиенических нормативов и рекомендаций по нормализации этого фактора на плавсредствах, в портах, а также на прилегающих к ним территориях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пирс Д.П. Почти все о волнах. Перевод с англ. – М., Мир, 1976. – С. 137-149.

2. Думанський Ю.Д., Сердюк А.М., Селезнев Б.Ю. Електромагнітне забруднення навколишнього середовища – сучасна гігієнічна проблема (підсумки та перспектива досліджень). Гиг. насел. мест. – К., – 2003. – Вып.41. – С. 195-204.
3. Минин Б. А. СВЧ и безопасность человека. – М. Сов. Радио, 1974., – 352 с.
4. Думанський Ю.Д. Томашевська Л.А. Берегові радіолокаційні системи морського флоту як джерело впливу електромагнітних випромінювань на населення. «Актуальные проблемы транспортной медицины» – 2005. – №1. – С. 83-84.
5. Євстафьев В.Н., Скиба А.В., Шеин С.В. Электромагнитные излучения на транспорте как гигиеническая проблема. Актуальные проблемы транспортной медицины. – 2005. – №1. – С. 85-90.
6. Потемкин А.Э. Радиоэлектроника в судовождении – М.: Транспорт, 1977, – 127 с.
7. Соловьев В.И., Новик Л.И., Морозов Н.Д. Связь на море. – Л.: Судостроение, 1980, – 223 с.

ДЖЕРЕЛА ВИПРОМІНЮВАННЯ ЕМП НЗВЧ-ДІАПАЗОНУ НА МОРСЬКОМУ ФЛОТІ І ОСОБЛИВОСТІ ПОШИРЕННЯ ЙОГО В НАВКОЛИШНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Войтенко А.М., Голубятников М.І., Сольоний Є.А., Задьорний І.О.

Авторами проведено науково-технічне дослідження джерел забруднення ЄМП НЗВЧ діапазону на морському транспорті. Визначені характерні особливості та основні параметри цих джерел, що визначають щільність потоку енергії ЄМП НЗВЧ діапазону.

THE SOURCES OF RADIATION OF ELECTRO-MAGNETIC FIELDS OF VHF-RANGE ON MARITIME FLEET AND PARTICULARS OF ITS SPREADING IN THE OUTER ENVIRONMENT

A.M. Voitenko, M.I. Golubyatnikov, Y.A. Soleony, I.O. Zadeorny

The authors have undertaken the scientific and technical research on the sources of EMF VHF range pollution on maritime fleet. Within the scope of this research the specific particulars and main parameters of those sources, which will determine density of energy flow of EMF VHF range.

УДК 613.155:54-128

ГІГІЄНІЧНІ ПРОБЛЕМИ ОПТИМІЗАЦІЇ ІОНІЗОВАНОСТІ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА ЖИТЛОВИХ І ГРОМАДСЬКИХ БУДИНКІВ

Коваленко О.В., Акіменко В.Я., Кулішов О.М.

Державна установа “Інститут гігієни та медичної екології імені О.М. Марзєєва НАМН України”, м. Київ

Актуальність. Іонізованість повітряного середовища житлових, громадських і промислових будинків признана гігієнічно значимим фактором, який потребує регламентації. Про це свідчать не тільки численні наукові публікації [1,2,3,4,5], але і діючі

нормативні документи не тільки в нашій країні [6], але і за кордоном [7]. Проте навіть поверховий аналіз публікацій в цій області показує, що до цього часу серед гігієністів відсутнє узгоджене наукове уявлення навіть стосовно поняття “аероіон”, не кажучи вже