

УДК 621.318.4

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

© 2009 Н.Б. Рубцова¹, Ю.П. Пальцев¹, Л.В. Походзей¹, А.Ю. Токарский², М.Л. Леонов¹

¹ НИИ медицины труда РАМН

² Филиал ОАО «ФСК ЕЭС» - Магистральные электрические сети Центра
Статья получена 01.10.2009 г.

Кратко представлены данные о состоянии и перспективах обеспечения электромагнитной безопасности в России и за рубежом. Описаны различия в принятых критериях и подходах к нормированию. На основании анализа данных представлены возможности гармонизации отечественных и зарубежных нормативов. Представлены наиболее сложные вопросы обеспечения электромагнитной безопасности и пути их решения.

Ключевые слова: *электромагнитная безопасность, производственная и окружающая среда, нормирование*

Внедрение во все сферы деятельности человека новых источников электромагнитных полей (ЭМП) различных частотных диапазонов, средств мобильной сотовой, транкинговой и спутниковой связи, персональных компьютеров, разнообразной электробытовой техники, новых диагностических и лечебных аппаратов приводит к усложнению электромагнитной обстановки как на рабочих местах, так и в местах проживания населения. Причем уровни ЭМП в бытовых условиях, а также в детских, учебных и лечебных учреждениях становятся соизмеримыми с профессиональными. Реальная экспозиция во внепроизводственных условиях (на открытой территории городов, в транспорте, жилых помещениях и пр.) неуклонно возрастает, приводя к увеличению числа лиц, подвергающихся воздействию ЭМП. Особую актуальность приобретают вопросы сочетанного действия ЭМП с другими факторами окружающей среды, такими как, например, шум, создаваемый различными транспортными средствами, в первую очередь, авиационный. К факторам электромагнитной природы, потенциально опасным для здоровья человека, относят гипогеомагнитное поле, постоянные электрические и магнитные поля, переменные электромагнитные поля в диапазоне частот от 1 Гц до 300 ГГц, в котором особо выделяют ЭМП частоты 50 Гц (ЭМП ПЧ) и электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ – от 10 кГц до 20 ГГц).

Обеспечение сохранения здоровья как работающих, так и населения осуществляется путем гигиенической регламентации ЭМП. Традиционно гигиенические нормативы ЭМП в России разрабатываются, как правило, на основании комплексных гигиенических, клинко-физиологических, эпидемиологических и экспериментальных исследований. Гигиенические исследования ставят своей целью определение интенсивностных и временных параметров ЭМП в реальных производственных или внепроизводственных условиях; клинко-физиологические – направлены на выявление нарушений в состоянии здоровья и физиологических функций человека; эпидемиологические – на выявление отдаленных последствий воздействия фактора; экспериментальные – на изучение особенностей и характера биологического действия ЭМП. Однако основной вклад в обоснование гигиенических нормативов ЭМП вносят экспериментальные исследования. Исходя из этого, в РФ действуют гигиенические регламенты производственных воздействий для гипогеомагнитных условий, постоянных электрических и магнитных полей, ЭМП ПЧ и ЭМП в диапазоне частот 10 кГц-300 ГГц, и для таких особых случаев, как ЭМП, создаваемые ультраширокополосными импульсами.

Результаты гигиенической оценки уровней ЭМП на рабочих местах в соответствии с действующими гигиеническими нормативами являются основой определения класса вредности и опасности условий труда по электромагнитному фактору. Действующие в настоящее время гигиенические регламенты ЭМП для населения охватывают электростатическое поле, ЭМП частотой 50 Гц, ЭМП радиочастот в диапазоне 30 кГц-300 МГц. Самостоятельные гигиенические нормативы, регламентирующие уровни ЭМП, создаваемые аппаратами сухопутной подвижной радиосвязи и ПЭВМ, распространены на все категории лиц. Вместе с тем ЭМП, создаваемые электроэнергетическими, теле- и радиопередающими объектами, системами сухопутной подвижной радиосвязи и пр. все же остаются фактором риска

Рубцова Нина Борисовна, доктор биологических наук, заведующая отделом. E-mail: rubtsovanb@yandex.ru
Пальцев Юрий Петрович, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник
Походзей Лариса Васильевна, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник
Токарский Андрей Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, главный специалист Филиала «ФСК ЕЭС» - МЭС Центра.
Леонов Михаил Львович, врач клинического отдела

потери здоровья. При этом для лиц, профессионально связанных с обслуживанием и эксплуатацией этих объектов их можно рассматривать как фактор осознанного риска, для других категорий

работающих и для населения – как фактор вынужденного риска; а использование приборов, являющихся источником ЭМП можно считать фактором произвольного (добровольного) риска.

Таблица 1. Гигиенические регламенты производственных воздействий ЭМП: Российская Федерация и международные

Частотный диапазон	Российская Федерация				ICNIRP; Directive 2004/40/EC, контролируемые уровни		
	напряженность электрического поля	напряженность магнитного поля, магнитная индукция	плотность потока энергии	энергетическая экспозиция	напряженность электрического поля	напряженность магнитного поля, магнитная индукция	плотность потока энергии
постоянное поле	20-60 кВ/м 9.0-1.0 ч за рабочий день	10-30 мТл (локальное воздействие. 15-50 мТл) *				200 мТл	
50 Гц	5-25 кВ/м*	0,1-2,0 мТл (локальное воздействие 0,8-6,4 мТл) *			10 кВ/м	0,5 мТл	
≥10-30 кГц	500 В/м (max. 1000 В/м)*	50,0 (max. 100 А/м) *			610 В/м	24,4 А/м	
≥0,03-3,0 МГц	50., В/м (max. 500 В/м) *	5,0 А/м (max.50 А/м) *		20000 (В/м) ² .ч; 200 (А/м) ² .ч	20000 (В/м) ² .ч; 200 (А/м) ² .ч	24,4-0,53 А/м **	
≥3-30 МГц	29,6 В/м(max. 300 V/m) *			7000 (В/м) ² .ч	203-61 В/м **	0,53-0,16 А/м **	
≥30-50 МГц	10,0 В/м (max. 80 В/м) *	0,3 А/м (max. 3,0 А/м) *		800 (В/м) ² .ч; 0.72 (А/м) ² .ч	61 В/м	0,16 А/м	10 W/m ² (1 mW/m ²)
≥50-300 МГц	10,0 В/м (max. 80 В/м) *			800 (В/м) ² .ч	61 В/м	0,16 А/м	10 W/m ² (1 mW/m ²)
≥300 МГц - 300 ГГц			25,0 μW/cm ² (max. 1000 μW/cm ²)	200 (мкВт/см ²) .ч	61-137 В/м **	0,16-0,36 А/м **	10-50 W/m ² (1-5 mW/m ²) **

Примечание: * - в зависимости от времени; ** - в зависимости от частоты

Рассмотрение этих вопросов имеет крайне высокую актуальность особенно в связи с международной оценкой отдельных частотных диапазонов и режимов генерации ЭМП как потенциально опасных. Так, магнитное поле промышленной частоты отнесено к потенциальным канцерогенам, что привело к рекомендации к введению предупредительного принципа (“precautionary principle”) их гигиенического нормирования для населения. Анализ потенциальной опасности пользования средствами сухопутной подвижной радиосвязи, особенно детьми, также является

чрезвычайно важным. В то же время сохраняются значительные различия в значениях ПДУ производственных и внепроизводственных воздействий ЭМП между РФ и западными странами, что связано с принципиальными отличиями в подходах к нормированию, применению различных критериев оценки (“basic restriction” “reference levels”, SAR, ППЭ, ЭЭ). Главным отличием является то, что в РФ в основу нормирования положен принцип определения порога неблагоприятного действия ЭМП хронических воздействий, тогда как в основу зарубежных регламентов

положен принцип определения порога вредного действия острых экспозиций фактора. В РФ гигиенические нормативы разработаны для дискретных частотных диапазонов, тогда как международные имеют «сплошной характер» (табл.1 и 2). Возможным путем реализации подходов к гармонизации нормативов производственных и

внепроизводственных воздействий ЭМП в РФ и за рубежом может быть наряду с сохранением уже действующих в РФ гигиенических нормативов ЭМП (для отнормированных в РФ частотных диапазонов и режимов генерации ЭМП) для частотных диапазонов (или составляющих ЭМП), а также режимов.

Таблица 2. Гигиенические регламенты производственных воздействий ЭМП: Российская Федерация и международные

Частотный диапазон	Российская Федерация			ICNIRP; Directive 2004/40/EC, контролируемые уровни		
	напряженность электрического поля	напряженность магнитного поля, магнитная индукция	плотность потока энергии	напряженность электрического поля	напряженность магнитного поля, магнитная индукция	плотность потока энергии
постоянное поле	15 кВ/м				40 мТл	
50 Гц	0,5 кВ/м (max..20 кВ/м)	5 мкТл (макс.100 мкТл)		5 кВ/м (max..20 кВ/м)	0,5 мТл (max.5,0 мТл) «предупредительный принцип»	
20-22 кГц	500 В/м	500 В/м		87 В/м	5 А/м	
30-300 кГц	25 В/м	-	-	87 В/м	5-0,73/f А/м	
3-30 МГц	10 В/м	-	-	87/f - 28 В/м	0,73/f-0,0037 А/м	
30-300 МГц	3 В/м *	-	-	28	0,0037 А/м	20 Вт/м ² (0,2 мВт/м ²)
0,3-3,0 МГц	15 В/м	-	-	87-87/f В/м	0,73/f А/м	
3-30 МГц	10 В/м	-	-	87/f - 28 В/м	0,73/f-0,0037 А/м	
30-300 МГц	3 В/м *	-	-	28	0,0037 А/м	20 Вт/м ² (0,2 мВт/м ²)
0.3-300 ГГц	-	-	10 мкВт/см ² 25 мкВт/см ² **	1.375f – 61 В/м	0,0037f – 0,16 А/м	f/200-1,0 мВт/м ²

Примечание: * - кроме средств радио и телевизионного вещания (диапазон частот 48,5 -108; 174- 230 МГц); ** - для случаев облучения от антенн, работающих в режиме кругового обзора или сканирования.

Возможным путем реализации подходов к гармонизации гигиенических нормативов производственных и внепроизводственных воздействий ЭМП в РФ и за рубежом может быть наряду с сохранением уже действующих в РФ гигиенических нормативов ЭМП (для отнормированных в РФ частотных диапазонов и режимов генерации ЭМП) для частотных диапазонов (или составляющих ЭМП), а также режимов генерации, в которых в РФ отсутствуют гигиенические нормативы, принятие в качестве временных гигиенических регламентов в соответствии с рекомендациями ICNIRP. Особую сложность представляет собой обеспечение электромагнитной безопасности ЭМП, создаваемых аппаратами сотовой связи (табл. 3).

Сравнение отечественных и зарубежных нормативов показывает, что если для всего диапазона сотовой связи (450, 900 и 1800 МГц)

принятый у нас норматив для пользователей составляет 100 мкВт/см², то в соответствии со стандартом ENV 50166-2, для диапазона 450 МГц он равен – 225 мкВт/см², 900 МГц – 450 мкВт/см², 1800 МГц – 900 мкВт/см². Это несколько противоречит особенностям максимумов поглощения в соответствии с соизмеримостью размера объекта (головы, а не человека в целом) с длиной волны излучения. Единственным путем решения этого вопроса представляется дальнейшее проведение исследований зависимости характера биологического действия модулированных ЭМИ, характерных для систем сотовой связи, с целью определения возможности реализации принципа защиты временем для условий воздействия достаточно мощного источника модулированных ЭМП вблизи головы человека (структур головного мозга, глаза).

Таблица 3. Предельно допустимые уровни ЭМП от аппаратов мобильной связи для населения

Диапазон частот, МГц	СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03	ENV 50166 – 2			
	ППЭ, мкВт/см ²	SAR, Вт/кг	ППЭ, мкВт/см ²	среднекв. значение E, В/м	среднекв. значение H, А/м
450	100	2,0	225	29,2	0,08
900	100	2,0	450	45,0	0,11
1800	100	2,0	900	60,0	0,15

Примечание: средняя SAR определяется для любого 6-мин промежутка

Не менее важной проблемой является обеспечение необходимости снижения уровней МП, создаваемых постоянно действующими источниками, размещенными как внутри, так и вне жилых и общественных зданий, в т.ч. на селитебной территории. При этом следует упомянуть, что решение вопросов экранирования источников МП ПЧ или мест проживания населения традиционными методами (применение материалов с высокой μ) для протяженных источников, таких как воздушные и кабельные линии электропередачи, практически невозможно. В связи с этим представлялась необходимой разработка новых принципов снижения (экранирования) МП, создаваемых ВЛ на селитебной территории.

В качестве перспективных разработок, направленных на обеспечение сохранения здоровья человека в условиях воздействия ЭМП ПЧ могут быть рассмотрены:

- антенный метод снижения уровней электромагнитного излучения коронного разряда на ВЛ СВН;
- экранирование электрических полей ВЛ СВН с помощью пассивных, активных и резонансных тросовых экранов;
- экранирование магнитных полей ВЛ СВН с помощью пассивных, активных и резонансных направленных контурных экранов;

- электромагнитные экраны для снижения уровней напряженности магнитного поля электрических реакторами без ферромагнитного сердечника;

- конструкции электрических реакторов без ферромагнитного сердечника со сниженными уровнями напряженности магнитного поля, создаваемого ими в окружающем пространстве.

Выводы: анализ основных проблем обеспечения электромагнитной безопасности работающих и населения свидетельствует о том, что первоочередную важность представляют решение следующих задач:

1. Совершенствование действующих гигиенических регламентов ЭМП, исходя из дозоэффективных зависимостей их влияния на организм.
2. Разработка научно-обоснованных гигиенических регламентов для ЭМП от новых источников и режимов генерации.
3. Разработка дифференцированных ПДУ ЭМП в зависимости от степени профессиональной связи с воздействием фактора и с учетом сочетанного влияния комплекса физических факторов производственной и окружающей среды.
4. Совершенствование принципов и методов контроля ЭМП.
5. Совершенствование методов и средств защиты от ЭМП различных частотных диапазонов.

OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL ELECTROMAGNETIC SAFETY MAINTENANCE: PROBLEMS AND PROSPECTS

N.B. Rubtsova¹, Yu.P. Paltsev¹, L.V. Pokhodzey¹, A.Yu. Tokarskiy², M.L. Leonov¹

¹ Institute of Occupational Health RAMS

² Federal Network Company Branch "Main Power Networks of the Center"

Electromagnetic safety maintenance state and prospects in Russian Federation and abroad are presented briefly. Differences in criteria and approach to hygienic safety are shown. By analyses of data of home and foreign hygienic standards harmonization possibilities are shown. Most difficult problems of electromagnetic safety maintenance and main directions of its solving are presented.

Key words: *electromagnetic safety, occupational and environmental medium, normalization*

Nina Rubtsova, Doctor of Biology, Head of the Department.

E-mail: rubtsovanb@yandex.ru

Yuri Paltsev, Doctor of Medicine, Professor, Chief Research Fellow

Larisa Pokhodzey, Doctor of Medicine, Principal Research Fellow

Andrei Tokarskiy, Candidate of Technical Sciences, Associate

Professor, Chief Specialist of JSC Federal Network Company

Branch "Main Power Networks of the Center"

Mishael Leonov, Doctor at Clinic Department