

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В ОТДЕЛЕНИЯХ МАГНИТНО-  
РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В РФ И ЗА РУБЕЖОМ**

*Л.В. Походзей, Е.А. Руднева, Ю.П. Пальцев, Н.Н. Курьеров*

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова»,  
Москва, Россия, [lapokhodzey@yandex.ru](mailto:lapokhodzey@yandex.ru)

Резюме. Расширение сфер использования магнитно-резонансной томографии, увеличивает число медицинского и технического персонала, подвергающегося риску воздействия ЭМП на рабочем месте. Действующие отечественные и зарубежные гигиенические нормативные документы, определяющие контролируемые показатели, допустимые уровни воздействия, методы контроля нуждаются в корректировках, требующих проведение дополнительных исследований.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, электромагнитные поля, профессиональный риск, гигиенические регламенты

**PRESENT STATE OF ELECTROMAGNETIC FIELDS HYGIENIC EVALUATION  
IN THE MAGNETIC RESONANCE IMAGING DEPARTMENTS  
IN THE RUSSIAN FEDERATION AND ABROAD**

*L.V. Pokhodzey, E.A. Rudneva, Y.P. Paltsev, N.N. Kurerov*  
FSBSI “Izmerov Research Institute of Occupational Health“,  
Moscow, Russia, [lapokhodzey@yandex.ru](mailto:lapokhodzey@yandex.ru)

Abstract: The increasing use of MRI equipment increases the number of medical and technical personnel at risk of exposure to EMF on workplace. Existing domestic and foreign hygienic regulatory documents defining controlled indicators, permissible exposure levels, control methods need adjustments that require additional research.

Keywords: magnetic resonance imaging, electromagnetic fields, occupational risk, hygienic regulations

*Введение.* Интенсивное развитие технологии и совершенствование компьютерной техники привели к появлению и внедрению в медицинскую практику целого ряда принципиально новых неинвазивных методов исследования. К их числу относится магнитно-резонансная томография (МРТ-графия), в основе которой лежит явление ядерно-магнитного резонанса. В настоящее время во всем мире используется более 35 тысяч магнитно-резонансных томографов (МРТ) и ежегодно проводится около 60 миллионов сканирований. В условиях модернизации здравоохранения в РФ МРТ активно устанавливаются в больницах и поликлиниках государственного подчинения, коммерческих клиниках и центрах, научно-исследовательских институтах медицинского профиля. Все это приводит к быстрому увеличению числа медицинского и технического персонала, подвергающегося новым рискам для здоровья.

*Цель работы.* Сравнительный анализ современного состояния отечественного и зарубежного гигиенического нормирования и оценки электромагнитных факторов, создаваемых МРТ на рабочих местах персонала, для определения направлений дальнейших научных исследований в плане снижения профессиональных рисков.

*Результаты.* К настоящему времени в нашей стране проведены лишь единичные исследования, посвященные изучению условий труда персонала отделений МРТ и их влияния на здоровье [1, 2]. В них показано, что врачи, средний медицинский и технический персонал в разной степени подвергаются воздействию комплекса факторов рабочей среды и трудового процесса, в первую очередь постоянного магнитного поля (ПМП) и шума, создаваемого самим томографом при сканировании и устройствами климат-контроля, а также повышенной тяжести и напряженности труда. Выявлено развитие астенического синдрома и изменение показателей гемодинамики.

За рубежом этой проблеме посвящено значительно большее количество работ, в которых подчеркивается сложность электромагнитной обстановки в отделениях МРТ, необходимость ее углубленного комплексного исследования, разработки адекватных методов контроля и оценки, изучения риска здоровью [2]. В исследованиях состояния здоровья работников и пациентов, подвергающихся воздействию факторов, связанных непосредственно с технологией МРТ, отмечается влияние перемещения сотрудников в неоднородном магнитном поле рассеяния ( $\text{dB}/\text{dx}$ ), а также изменения магнитного поля во времени ( $\text{dB}/\text{dt}$ ) на появление физиологических эффектов, вызываемых возникновением электрических токов в тканях тела человека [3]. Выделены основные наиболее специфические субъективные симптомы, вызываемые воздействием ЭМП у операторов МРТ, такие как головокружение, тошнота, шум в голове, магнитофосфены и металлический вкус во рту [4].

В РФ гигиеническая оценка ПМП на рабочих местах в отделениях МРТ осуществляется в соответствии с СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах». ПДУ ПМП установлены для условий общего (на все тело) и локального (кисти рук, предплечье) воздействия с учетом его продолжительности за смену. При времени пребывания от 1 до 8 часов ПДУ магнитной индукции для общего воздействия на все тело составляет  $10 \text{ мТл}$ . В условиях локального воздействия при времени контакта до 10 минут ПДУ магнитной индукции составляет  $50 \text{ мТл}$ .

За рубежом также действует ряд документов, регламентирующих воздействие ЭМП на рабочих местах, в том числе в отделениях МРТ. Международная комиссия по защите от неионизирующих излучений (ICNIRP) в Руководстве 2009 года «Руководящие принципы по предотвращению воздействия постоянных магнитных полей» установила ПДУ ПМП для профессионального общего и локального воздействия, 2 Тл и 8 Тл, соответственно, для населения – 400 мТл.

Директива № 2013/35/ЕС Европейского парламента и Совета Европейского Союза устанавливает величины предельно допустимых воздействий (ELVs) плотности магнитного потока во внешнем магнитном поле от 0 до 1 Гц (2 Тл - для нормальных рабочих условий, 8 Тл – для локального воздействия), а также для ряда показателей, не имеющих аналогов в гигиеническом нормировании РФ, а именно электрических полей, индуцированных в организме человека в результате воздействия изменяющихся во времени электрических и магнитных полей, величин их рабочих уровней (ALs).

В стандарте ICNIRP «Medical magnetic resonance (MR) procedures: protection of patients» (2004) также определены ПДУ воздействия ПМП на пациентов и сотрудников: для нормальных рабочих условий – 4 Тл, для контролируемых рабочих условий – 8 Тл.

Для предотвращения непреднамеренного вредного воздействия на людей с имплантированными электронными медицинскими устройствами и имплантатами, содержащими ферромагнитные материалы, величина индукции ПМП не должна превышать 0,5 мТл (ИЕС, 2002).

*Обсуждение.* Проведенный анализ нормативно-методической документации показал, что установленные в РФ гигиенические нормативы ПМП на два порядка более жесткие, чем за рубежом, поскольку в их основу положены результаты изучения хронического действия фактора (установление порога вредного действия) с учетом отдаленных последствий. Однако, в отличие от международной практики, ряд электромагнитных факторов, создаваемых при эксплуатации МРТ на рабочем месте персонала, до настоящего времени в РФ не контролировались и не регламентировались (пространственные и временные градиенты, низкочастотные магнитные поля от градиентных катушек, высокочастотные магнитные поля от РЧ-катушек). В настоящее время необходимость учета всего этого комплекса с детальным анализом физических характеристик ЭМП для адекватной оценки их профессионального воздействия не вызывает сомнений [6], а проблема гармонизации в области гигиенического нормирования и оценки ЭМП стоит очень остро.

Первые шаги в этом направлении уже сделаны. Современные отечественные и зарубежные средства измерения позволяют провести подобные комплексные исследования с углубленным анализом интенсивностно-временных и частотных параметров ЭМП, а обоснованные нами ПДУ ЭМП в диапазоне частот 3 Гц - 30 кГц на рабочих местах (проект находится на утверждении в Роспотребнадзоре) – выполнить их гигиеническую оценку. Проведенные нами пилотные исследования низкочастотных магнитных полей от градиентных катушек, воздействию которых может подвергаться персонал, находясь во время обследования пациента в непосредственной близости от томографа, позволили выявить их широкополосность (КНЧ, СНЧ, ИНЧ, ОНЧ) и сложную (импульсную) форму сигналов. Для их гигиенической оценки адекватными контролируемыми параметрами могут являться, по-видимому, пиковые и среднеквадратичные (корректированные) величины магнитной индукции, как интегральные за определенные периоды времени, так и измеренные с различными постоянными времени [7].

*Заключение.* В настоящее время в Российской Федерации существует настоятельная необходимость проведения углубленных гигиенических исследований всего комплекса электромагнитных факторов ЭМП в отделениях МРТ для определения адекватных нормируемых параметров, которые будут использованы для разработки новых методик их инструментального контроля и гигиенической оценки, обоснования практически реализуемых профилактических мероприятий, направленных на снижение профессионального риска здоровью работников.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Мокоян Б.О. Гигиенические особенности труда медицинского персонала, работающего с магнитно-резонансными томографами. *Мед. труда и пром. экол.* 2012; 3: 34-36.
2. Егорова А.М., Мокоян Б.О., Луценко Л.А. Некоторые аспекты выявления факторов

**Доклад на Всероссийской конференции  
«Актуальные проблемы радиобиологии и гигиены неионизирующих излучений»  
12-13 ноября 2019 года, Москва, [www.bioemf.ru](http://www.bioemf.ru)**

риска здоровью медицинского персонала при работе с магнитно-резонансными томографами. *Мед. труда и пром. экол.* 2017; 2: 34-37.

3. SCENIHR (2015) Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF). <https://doi.org/10.2772/75635>.

4. G Zanotti, A Modenese, G Bravo, G Arcangeli et c. Subjective symptoms in magnetic resonance imaging operators: preliminary results of an italian study. *Journal of Occupational & Environmental Medicine.* 2018; 75 (2): 422-423.

5. Stuart Crozier, Hua Wang, Adnan Trakic, Feng Liu Exposure of workers to pulsed gradients in MRI. *J. Magn. Reson. Imaging* 2007;26:1236–1254. © 2007 Wiley–Liss, Inc. <https://doi.org/10.1002/jmri.21162>.

6. McRobbie D.W. Occupational exposure in MRI. *Br J Radiol.* 2012 Apr; 85(1012): 293–312.

7. Походзей Л.В., Руднева Е.А., Пальцев Ю.П. Исследование спектральных характеристик низкочастотных магнитных полей при различных режимах работы МРТ. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; Т.59. 9: 727-728.