

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора биологических наук, профессора Чуян Елены Николаевны на диссертационную работу Белой Ольги Викторовны по теме «Научное обоснование современных методов оценки экспозиции электромагнитных полей в ближней зоне (в диапазоне частот 0,3 - 3,0 ГГц)», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 14.02.04 - Медицина труда

Актуальность темы исследования

Естественный электромагнитный фон Земли является необходимым, эволюционно сложившимся условием для нормальной жизнедеятельности биологических систем. Однако уровень электромагнитных полей (ЭМП) искусственного антропогенного происхождения, напряженность которых уже превышает напряженность естественных ЭМП на несколько порядков и неуклонно повышается в ходе научно-технического прогресса, выходит за пределы адаптационных способностей организма. Это вызвано интенсивным развитием средств радиосвязи и радиолокации, телевидения, применением приборов и технологий, излучающих ЭМП широкого диапазона частот, которые приобрели значение экологического фактора, оказывающего хроническое воздействие на экосистемы и население. С учетом этого крайне важна перспективная оценка возможного неблагоприятного влияния электромагнитного воздействия на здоровье населения, а также обоснование организационных мероприятий, направленных на предупреждение значимого вреда для здоровья населения в целом, а также вызванных этим отрицательных последствий для экономики страны. Наличие недоработанных санитарно-эпидемиологических правил и норм, устанавливающих критерии безопасности по неионизирующим излучениям, только потенцирует проблему.

Существенный вклад в электромагнитное облучение человека вносят ЭМП радиочастотного диапазона (ЭМП РЧ), в частности мобильных средств связи. Проблема оценки биологического действия ЭМП РЧ планомерно разрабатывается с конца 40-х гг. XX века, а результаты исследований положены в основу, как гигиенических регламентов электромагнитной

безопасности человека, так и различных направлений медицинского использования, в т.ч. в физиотерапии. На протяжении более 15 – 20 лет население широко использует мобильную связь. За это время проведено большое количество различных исследований, как доказывающих риск влияния мобильной связи на здоровье населения, так и отрицающих его. Поэтому в настоящее время эта проблема вызывает все больший интерес, в первую очередь, в связи с возможностью неблагоприятного влияния ЭМП РЧ от современных источников, особенно в условиях ближней зоны излучения.

Современные условия воздействия ЭМП РЧ на человека, в особенности от мобильных устройств персональной связи, в значительной степени характеризуются сравнительно низкими интенсивностями и хроническим облучением. Однако до сих пор в отношении ЭМП РЧ низких интенсивностей, воздействие которых не сопровождается заметным нагревом биологических тканей, нет общепризнанного понимания механизмов биологического действия фактора, несмотря на значительное количество данных о разнообразии наблюдаемых ответных реакций со стороны живых организмов и их систем. Полученные различными авторами данные о негативном влиянии электромагнитного поля на здоровье человека и животных не дают однозначного ответа.

Следовательно, в области электромагнитобиологии мы сталкиваемся с типичной научной ситуацией, когда применение на практике новых идей опережает понимание механизмов биологического действия физического фактора, лежащего в их основе. Этот факт придает высокую важность корректной научной оценке влияния на здоровье ЭМП РЧ для научного обоснования и доработки санитарно-эпидемиологических правил и норм.

Таким образом, изучение биоэффектов низкоинтенсивных ЭМП РЧ в настоящее время приобрело особую актуальность. Практическая значимость решения такой задачи очевидна для гигиены неионизирующих излучений, медицины, производства. Все это указывает на необходимость дальнейшего изучения биологических эффектов фактора в современных условиях

экспозиции ЭМП РЧ, особенно в условиях воздействия в ближней зоне. Основным способом решения данной научно-практической задачи могут являться эксперименты на лабораторных животных и использование результатов для экстраполированного прогнозирования влияния ЭМП РЧ на здоровье человека.

В связи с этим тема диссертационной работы Белой О.В., посвященная научному обоснованию современных методов оценки экспозиции электромагнитных полей радиочастотного диапазона в ближней зоне, является чрезвычайно актуальной.

Новизна исследований и полученных результатов

Представленные в работе исследования и полученные в ходе их выполнения результаты направлены на решение проблемы совершенствования методов гигиенической оценки ЭМП РЧ в ближней зоне источника, для чего диссертантом обоснована и предложена расчетная модель перехода и сопоставления различных условий экспозиции животных и человека. Разработанный подход представляется новым решением актуальной научно-практической проблемы. Особое внимание заслуживают сформулированные в работе принципы и критерии оценки эквивалентности условий экспозиции ЭМП РЧ в ближней и дальней зонах источника, которые являются оригинальным совмещением положений теории о биологически эквивалентном времени действия фактора, дозиметрических критериев и представлений о кумулятивном биологическом действии ЭМП. Таким образом, предложенное автором решение учитывает, как принципы отечественной школы гигиенического нормирования электромагнитных полей и биофизические механизмы ЭМП, так и некоторые критерии международных стандартов электромагнитной безопасности, что может быть использовано для разработки единого подхода к оценке биологического действия фактора.

Выполненные автором исследования проводились с применением методов математического моделирования (численная дозиметрия) и с использованием современных численных моделей животных и человека.

Представляется актуальным дальнейшее внедрение подобных методов в практику экспериментальных исследований по изучению биологического действия ЭМП РЧ, где особенно важным аспектом являются количественная и качественная оценка взаимодействия фактора с биологическим объектом.

Обсуждение вопросов влияния ЭМП на системы организма человека требует, прежде всего, определения условий проникновения электромагнитных излучений в организм, определения структур-мишеней электромагнитных воздействий.

Изучение функционального состояния организма при действии неспецифических раздражителей, в том числе электромагнитной природы, показывает, что одним из наиболее доступных и объективных показателей адаптационных реакций организма является функциональное состояние центральной нервной системы. Это связано с тем, что целый ряд экспериментов, проведенных в острых и хронических опытах на животных, продемонстрировал влияние ЭМП РЧ на морфофункциональное состояние различных элементов нервной системы: нервных клеток, рецепторов, афферентных волокон периферических нервов и различных отделов головного мозга.

Выбор системы крови в качестве объекта исследования также не случаен, поскольку кровь, во-первых, одна из наиболее важных тканей, обеспечивающих интеграцию различных органов и клеток в единый, гармонически функционирующий организм, во-вторых, чутко реагирует на любые нарушения нормального функционирования физиологических систем организма, а также на различные внешние воздействия, а, в-третьих, играет решающую роль в неспецифических и специфических реакциях защиты организма, влияя на его резистентность и реактивность. Поэтому анализ крови лежит в основе диагностики многих патологических изменений организма.

В связи с этим полученные данные вносят существенный вклад в понимание механизма действия низкоинтенсивных ЭМП радиочастотного диапазона, т.к. наряду с оценкой прямых биоэффектов учитывают вопросы

распределения и поглощения энергии ЭМП внутри биообъекта, что позволяет не только сопоставлять возможные биологические эффекты воздействия фактора в ближней и дальней зонах на животных и человека, но и прогнозировать вероятность развития функциональных изменений в состоянии центральной нервной системы и системы крови, в первую очередь, реагирующими на воздействие факторов электромагнитной природы. В то же время сведения об изменениях интегративной деятельности центральной нервной системы и системы крови под влиянием ЭМП РЧ весьма немногочисленны и противоречивы и поэтому представленные в работе результаты экспериментальных исследований направлены на решение важной фундаментальной проблемы – выявлению механизмов биологического действия низкоинтенсивных ЭМП РЧ.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Сформулированные в диссертационной работе положения и выводы представляются научно обоснованными и достоверными, т.к. они основаны на достаточно большом количестве данных, полученных с помощью современных теоретических и экспериментальных методов исследований, и прошли убедительную апробацию на различных уровнях.

В теоретической части исследования проводилась оценки поглощения электромагнитной энергии в биологических объектах как в условиях ближней, так и дальней зонах источника ЭМП РЧ с использованием расчетных методов дозиметрии, интегрированных в специализированном программном обеспечении. Экспериментальная часть исследований включала проведение измерений уровней электрической и магнитной составляющих ЭМП РЧ в ближней зоне типового источника с использованием миниатюрных изотропных измерителей и автоматизированной системы позиционирования, а также проведение экспериментов на лабораторных крысах с оценкой поведенческих и гематологических параметров общепринятыми методами. Обработка данных проводилась признанными статистическими методами.

Основные материалы диссертационной работы опубликованы в достаточном объеме в научных отечественных и зарубежных изданиях, неоднократно доложены на международных и отечественных научно-практических форумах. Кроме того, материалы исследований использованы при подготовке межгосударственных ГОСТ на общие требования и методы контроля комплекта экранирующего для защиты персонала от электромагнитных полей радиочастотного диапазона, проекта Методических рекомендаций «Гигиенические подходы к контролю электромагнитных полей радиочастотного диапазона, создаваемых базовыми станциями сухопутной подвижной радиосвязи», направленного на утверждение в Роспотребнадзор РФ. Материалы диссертационного исследования используются также в рамках курса лекций повышения квалификации «Методы контроля факторов производственной среды и трудового процесса. СОУТ».

Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа написана доступным русским языком, построена по общепринятой схеме, включая введение, 4 главы, заключение, выводы, список сокращений и обозначений, список литературы, снабжена иллюстрациями и таблицами. Главы исследований содержат краткие вводные и заключительные части, логически связующие текст работы между собой. В диссертационной работе было использовано 125 источников, в том числе 44 русскоязычных и 81 иностранный. Общий объем диссертации составляет 128 с. Основное содержание диссертации представлено в автореферате, изложенного на 24 с.

В первой главе представлен детальный анализ опубликованных в отечественных и зарубежных изданиях данных о критериях и подходах к гигиенической оценке воздействия фактора, данных исследований о биологическом действии ЭМП РЧ на показатели общего состояния организма, функционального состояния центральной нервной системы, гематологические и иммунологические показатели. Отдельный подраздел аналитического обзора посвящен задачам и методам дозиметрии электромагнитных полей, где также

представлены данные исследований по оценке условий экспозиции человека в ближней зоне источника с использованием показателей поглощения энергии. Кроме того, в первой главе работы рассмотрены возможности применения критериев поглощенной энергии применительно к вопросу оценки эквивалентности условий воздействия фактора на различные живые организмы. Особого внимания заслуживает то, что автор представил детальный анализ большого числа современных англоязычных публикаций, что позволило дополнительно обосновать актуальность представленной работы.

Вторая глава содержит постановку задач исследования, включающих оценку уровней фактора в ближней зоне источника, проведение математического моделирования условий воздействия фактора на животных и человека, проведение экспериментальных исследований по оценке поведенческих и гематологических показателей организма лабораторных животных и разработку модели прогнозирования отдельных биологических эффектов. Представлено подробное описание используемых в работе параметров и методов с указанием объема выполненных исследований.

Третья глава диссертации содержит результаты исследований по изучению различных параметров воздействия фактора на биологические объекты в ближней зоне источника ЭМП и полученных эффектов, где представлены табличные данные, рисунки и графики. Разработанные модели антенны – источника ЭМП РЧ – были верифицированы по результатам лабораторных измерений напряженности электрической и магнитной составляющих ЭМП вблизи источника и использованы для оценки распределения и количества поглощенной энергии в теле крысы и человека. Значения УПМ, рассчитанные в органах и тканях животного, были на порядок выше, чем у человека, но не превышали порог теплового действия. При экспериментальном облучении лабораторных животных, в первую очередь, наблюдалось достоверное снижение ориентировочно-исследовательской активности животных на 10 день экспозиции, которое не сохранялось на 20

день эксперимента. Полученные данные свидетельствует как о чувствительности ЦНС животных к воздействию ЭМП используемых параметров в указанные сроки, так и об адаптационных изменениях, что подтверждается, в свою очередь, достоверными изменениями показателей белой крови на 10 день эксперимента.

В четверной главе проведено обобщение данных экспериментов и теоретических расчетов на основе обоснованной и разработанной модели эквивалентности условий воздействия фактора. Используемые принципы основаны на равенстве значений поглощения энергии в отдельных органах (системах) организма животных и человека, что значимо для перехода между условиями облучения ЭМП РЧ в ближней и дальней зонах одного и того же биологического объекта, с учетом времени воздействия фактора при сопоставлении условий воздействия фактора на человека и животное. Последовательно описаны предложенные формулы и данные расчетов эквивалентных уровней воздействия. Хочется отметить, что предложенная модель является существенной ступенью в решение проблемы экстраполяции данных, полученных в эксперименте на животных, на человека.

Автореферат диссертации достаточно полно отражает ее содержание.

Оценивая в целом диссертационную работу положительно, следует остановиться на некоторых вопросах и замечаниях, которые нуждаются в дополнительных комментариях:

1. В настоящее время является доказанным тот факт, что существует вариабельность индивидуальной чувствительности человека и животных к действию факторов электромагнитной природы. В литературе неоднократно описана ведущая роль ЦНС в развитии биоэффектов ЭМП РЧ нетепловой интенсивности и показана их зависимость от исходного фонового уровня функционирования. При нормальном функционировании организма и отсутствии дополнительных нагрузок фон во многом определяется индивидуальными (в том числе, типологическими) особенностями биообъекта. При этом реакция животных на эти факторы

может быть даже противоположной, а усредненные данные либо демонстрируют отсутствие достоверного эффекта, либо позволяют выявить лишь основные тенденции, но нивелируют индивидуальные различия. Проведение экспериментов без учета индивидуально-типологических особенностей биообъектов является одной из причин невоспроизводимости результатов магнитобиологических исследований. В связи с этим большое значение приобретает предварительная оценка типологических особенностей ЦНС экспериментальных животных. Одним из объективных методов, позволяющих выделить индивидуальные различия между животными и сформировать однородные экспериментальные группы, является тест «открытого поля», который был использован в диссертационном исследовании. Хотелось бы уточнить, Ваши эксперименты проводились с учетом индивидуально-типологических особенностей животных или нет?

2. В экспериментальных исследованиях показано, что облучение ЭМП РЧ в ближней зоне вызывает наиболее значимые и выраженные изменения функционального состояния ЦНС (по показателю ориентировочно-исследовательской активности) и цитоморфологическим параметрам системы крови лабораторных животных (снижение содержания и лейкоцитов и лимфоцитов), имеющие адапционно-компенсаторный характер, при уровне воздействия, соответствующем пятикратному превышению ПДУ, установленному для аппаратов сотовой связи, они были менее выражены и проявлялись в более поздние сроки. Однако в работе не определялись типы адапционных реакций животных под влиянием неспецифического раздражителя (ЭМП РЧ), хотя это можно сделать на основании сигнального показателя общих неспецифических адапционных реакций организма (НАРО) – лейкоцитарной формулы (по Л.Х. Гаркави с савт., 1998). На основании результатов, полученных Вами в экспериментальном исследовании, можно заключить, что в системе крови у животных на воздействие ЭМП РЧ формируются ответные реакции

определенного типа: при I уровне интенсивности ЭМП РЧ на 10-й день – реакция спокойной активации, а на 20-й – реакция повышенной активации, тогда как при II уровне интенсивности ЭМП РЧ на 10-й день – реакция тренировки, а на 20-й – реакция спокойной активации, которые носят физиологический адаптационный характер, а переход от одного типа реакции к другому зависит как от силы, так и от длительности воздействующего фактора.

3. Тест «открытого поля», помимо двигательной и исследовательской активности, позволяет выявить изменение эмоциональной реактивности животных. В частности, значительное увеличение уровня локомоций в сочетании с возрастанием частоты дефекаций и уринаций может быть расценено как проявление эмоциональной реакции тревожности, напротив, снижение двигательной активности на фоне увеличения частоты дефекаций свидетельствует о развитии эмоциональной реакции страха. Считаю, что диссертационное исследование только бы выиграло, если бы были описаны изменения эмоциональной реактивности животных, что послужило бы дополнительным критерием типа адаптационных реакций, развивающихся при действии ЭМП РЧ.
4. Исследования показали, что многократное повторение облучения, так же как и длительное непрерывное воздействие вызывает стойкие функциональные сдвиги различных систем организма человека и животных, свидетельствующие о кумуляции биологических эффектов ЭМП. Как Вы полагаете, можно ли прогнозировать возможное развитие исследуемых биологических эффектов со стороны организма лабораторных крыс при более продолжительном воздействии тех же уровней ЭМП РЧ?
5. Возможно ли применение предложенного Вами подхода для условий ослабления ЭМП ниже ПДУ, например, экранирования?

Выраженные замечания не уменьшают значимость и научную ценность работы и не влияют на ее позитивную оценку.

Заключение

Диссертационную работу Белой Ольги Викторовны «Научное обоснование современных методов оценки экспозиции электромагнитных полей в ближней зоне (в диапазоне частот 0,3 - 3,0 ГГц)», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 14.02.04 - Медицина труда, можно считать самостоятельным завершённым научно-квалификационным трудом, предлагающим новое решение важной научной и практической задачи медицины труда по обеспечению сохранения здоровья человека в условиях воздействия электромагнитных полей. Диссертационная работа соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 01.10.2018 № 1168), и ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата биологических наук по специальности 14.02.04 - Медицина труда.

02.04.2019

Заведующая кафедрой физиологии человека и животных и биофизики факультета биологии и химии Таврической академии (СП) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»
доктор биологических наук, профессор



Чуян Елена Николаевна

Адрес места работы: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Таврическая академия (СП), проспект Академика Вернадского, 4, г. Симферополь, Республика Крым, 295007, телефон (3652)60-84-98, e-mail: cf_university@mail.ru