

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора Сподобаева Юрия Михайловича на диссертационную работу Перова Сергея Юрьевича **«Обоснование критериев оценки экспозиции электромагнитных полей радиочастотного диапазона для совершенствования гигиенического нормирования»**, представленную на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 14.02.04 – «Медицина труда»

Актуальность темы исследований

Соглашаясь с аргументацией автора актуальности диссертационных исследований, считаю важным отметить еще несколько аспектов.

Взрывообразное развитие телекоммуникационных сетей и систем привело как к количественным, так и качественным изменениям электромагнитного загрязнения окружающей среды. Это и активное расширение сетей сотовой связи, и освоение новых и перераспределение ранее используемых участков радиочастотного спектра, и появление новых электромагнитных сигналов и принципиально новых телекоммуникационных технологий, и интеграция телекоммуникационных систем и иных систем массового обслуживания.

Все это сопровождается организационной перестройкой телекоммуникационной инфраструктуры территорий - стремительно увеличивается количество операторов, обслуживающих одни и те же территории различными видами телекоммуникационных услуг. Изменения затронули как контролируемые условия, так и население.

Такие изменения телекоммуникационной инфраструктуры спровоцировало *концептуальный кризис* в обеспечении безопасности населения и производственного персонала от технологических электромагнитных полей.

Внешние результаты кризиса проявляются в неудовлетворительном качестве электромагнитной экспертизы, непонятной и постоянно меняющейся схеме применения нормативно-правовой базы, в привлечении к оценкам сложившихся и перспективных ситуаций специалистов, не обладающих соответствующими компетенциями, и многое другое. Все это поддерживает высокий уровень повсеместной социальной напряженности, сопровождающей развитие радиотелекоммуникационных сетей.

К числу основных причин и признаков кризиса относится состояние нормативно-методической базы электромагнитной безопасности России.

Длительное время в России обсуждается вопрос о критерии оценки электромагнитной безопасности. При этом стоит вопрос: «Что принять за критерий оценки электромаг-

нитной безопасности - ППЭ или SAR?». В международной практике гигиенического нормирования этот вопрос однозначно решен в пользу SAR.

Действующий в настоящее время для населения норматив на электромагнитные поля диапазона СВЧ 10 мкВт/см^2 установлен более полувека назад по результатам примитивных, если сравнивать с современными возможностями, исследований функциональных нарушений в организмах для монохроматического поля (частоты 3 ГГц). При этом норматив обобщен на диапазоны УВЧ, СВЧ и КВЧ, то есть он действует от 0,3 до 300 ГГц. Обратим внимание, что практически «на глазок» без обоснования норматив сформирован 100-кратной (20 дБ) корректировкой минимального уровня воздействия (Петров И.Р., 1970). Использование норматива, разработанного более полувека назад, представляется сомнительным и требует либо пересмотра, либо дополнительного обоснования.

И еще! В России практически не ведутся исследования по сочетанному и смешанному воздействию электромагнитных полей. Именно такой характер воздействия полей наблюдается сейчас на урбанизированных территориях. Как результат, мы имеем нормы для изолированного воздействия с последующим обобщением на многочастотное воздействие по энергетическим критериям. При этом полностью игнорируются исследования на основе численных методов электродинамического анализа анатомических моделей человека.

Можно и дальше продолжать перечень недостатков существующей в России нормативно-методической базы электромагнитной безопасности, однако уже понятно, что актуальность научно-исследовательских работ в области совершенствования и развития методов исследования, их разумного сочетания и использования для обоснования допустимых воздействий является весьма актуальным направлением.

Новизна исследования и полученных результатов

Новизна исследований диссертационной работы проявляется, прежде всего, в том, что в ней впервые в России разработана и применена к конкретным источникам излучений методология медико-биологических исследований влияния электромагнитных полей, включающая в себя не только экспериментальные исследования на животных, но и числовые исследования на плоских и антропометрических электродинамических моделях головы человека. Такой трехэтапный принцип комплексного использования взаимодополняющих методов изучения биологического действия электромагнитных полей позволяет обеспечить четкую постановку, верификацию и воспроизводимость результатов исследований, в том числе в целях совершенствования и международной гармонизации гигиенических нормативов.

При этом оригинальными представляются качественные и количественные характеристики поглощения электромагнитной энергии в гомогенных моделях головы человека при облучении моделью источника, имитирующей эксплуатационные режимы радиостанции метрового диапазона длин волн. Особое внимание уделено исследованиям показателей поглощения электромагнитной энергии областью глаз антропометрического фантома.

В работе сделана успешная попытка сравнительных исследований поглощения электромагнитной энергии на лабораторных животных экспериментальными методами и методами численного моделирования и анализа на анатомических моделях животных с детализацией по тканям организмов и вариации уровней экспозиции. Показана разнонаправленность биологических эффектов в зависимости от величины поглощенной электромагнитной энергии (экспозиции) метрового диапазона длин волн. Такие исследования соответствуют современным подходам к медико-биологическим проблемам.

Обоснованность и достоверность

Обоснованность и достоверность теоретических положений, выводов и заключений диссертаций не вызывает сомнений и подтверждается тем, что все они сопровождаются корректной постановкой и проведением как экспериментальных, так и численных исследований с привлечением современных методов электродинамического моделирования биологических объектов.

Такой подход обеспечивает взаимную верификацию результатов, которая достигается получением одних и тех же данных на различных объектах исследований - гомогенном плоском фантоме, гомогенном антропометрическом и числовых фантомах. Важным подтверждением достоверности является также хорошее соответствие результатов полученных для различных фантомов.

Практические результаты и выводы, наиболее важная их часть – оценка плотности электромагнитной энергии в объемах фантомов для различных условий облучения, хорошо согласуются с общефизическими представлениями.

Обоснованность и достоверность результатов, научных положений и выводов, полученных в диссертационных исследованиях, определяется также широким уровнем апробации работы при участии автора в нескольких десятках конференций, конгрессов, совещаний, симпозиумов, семинарах и школах. Эти мероприятия, как указано в автореферате, охватывают как Российский, так и Международный уровни.

Немаловажным фактом является то, что процент личного участия автора во всех этапах исследований от постановки задач до обработки результатов и подготовки публикаций достигает 80...95 %.

Значение для науки и практики

Полученные в диссертации результаты, несомненно, имеют большое значение для науки и практики. Это обусловлено, прежде всего, самим выбором области исследований - физическое и численное электродинамическое моделирование биологических объектов и проведение исследований воздействий на них электромагнитных полей.

Теоретическую значимость имеют очень обстоятельный обзор состояния проблемы по всем направлениям исследований, анализ и выбор методов решения задач, подходы и обоснование методологии проведения комплексных экспериментов, теоретический анализ результатов исследований.

Практическая ценность результатов диссертации основана на их привязке к конкретным источникам излучения - профессиональным радиостанциям метрового диапазона длин волн. Результаты внедрены в разработке Методического документа – МУК 4.3.2501-09 и двух Государственных стандартов – ГОСТ 12.4.305–2016 и ГОСТ 12.4.306–2016.

Кроме того, использованные в исследованиях стенды, установки, числовые модели, программы и фантомы могут быть адаптированы к похожим исследованиям электромагнитных воздействий, например, в других диапазонах длин волн.

Практическую ценность результатов диссертации подтверждает их применение в научных организациях и учебном процессе, что подтверждено соответствующими справками.

Работу Перова С.Ю., в которой впервые в России для медико-биологических исследований влияния электромагнитных полей предложен комплексный подход с использованием электродинамического моделирования источников и биообъектов, можно считать оригинальной научной работой. Несомненно, это является современным и перспективным направлением подобных исследований.

Оценка содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, выводов, списка цитируемой литературы и приложений. Работа изложена на 228 страницах машинописного текста, содержит 26 таблиц (из них 5 в приложении) и 45 рисунков. Библиографический указатель содержит 234 ссылки, из них 90 на русском языке, 144 на иностранных.

Во введении отражены все рекомендованные положения – актуальность исследования, цель и задачи работы, научная новизна и практическая значимость, положения, выносимые на защиту, данные об апробации работы.

В первой главе автором проведен обстоятельный аналитический обзор и анализ отечественных и зарубежных источников литературы, посвященных изучаемой проблеме – обоснованию методологии оценки экспозиции при облучении биологических объектов электромагнитными полями. Важно, что обзором охвачены не только медико-биологические аспекты, но и вопросы создания стендов и облучающих систем, а также электродинамических методов решения подобных задач и дозиметрии воздействий. Такой обзор позволил поставить четкую цель и сформулировать цепочку задач диссертационных исследований.

Во второй главе представлены и описаны направления исследований, суть которых состоит в трех этапах – численная дозиметрия, экспериментальная дозиметрия и исследования биологических эффектов на лабораторных животных. Для каждого этапа определены объекты исследований. Для численной и экспериментальной дозиметрии – это гомогенные плоские и антропометрический численные фантомы головы человека и анатомические численные фантомы лабораторных животных. Исследования биологических эффектов проводились на лабораторных животных. Были обоснованы усредненные макроскопические электродинамические параметры среды в гомогенных фантомах, а также детализированные электродинамические параметры тканей (более 40) анатомических фантомов. Выбор фантомов и их параметров определялся возможностями стендов и программного обеспечения исследований.

В третьей главе обсуждаются условия экспозиции и модели облучающих элементов стендов как физические, так и численные. Анализируются качественные и количественные параметры условий и рабочих зон облучения. Здесь необходимо было обсудить временные интервалы облучения, связав их со статистикой работы радиостанции на передаче.

В четвертой главе приводятся результаты численных исследований оценки экспозиции в различных условиях облучения выбранных разновидностей фантомов. Это касается и фантомов головы человека и численных фантомов животных. Выбранная ориентация животных в камере параллельно вектору напряженности электрического поля (согласованная по поляризации) соответствует максимальным уровням поглощения.

Некоторые вопросы возникают при анализе поглощения энергии отдельными органами животных в части численных значений УПМ желез и надпочечников. Если в других органах УПМ возрастает пропорционально квадрату увеличения напряженности поля, что

вполне объяснимо и понятно, то в железах эти соотношения нарушаются. Это может быть связано с крупной для этих органов воксельной разметкой фантомов.

Остальные представленные результаты наглядны и хорошо согласуются между собой и с общефизическими представлениями.

В пятой главе представлены результаты экспериментальных исследований на гомогенных плоском и антропометрическом фантомах головы. Источник излучения – реальная радиостанция. Все результаты логичны и объяснимы в пределах допущений и ограничений выбранных моделей и фантомов.

Оценивая сравнительные результаты численных и экспериментальных максимальных величин УПМ (рис.5.8), можно отметить уверенное превышение результатов расчетов над экспериментом на 10...15%, что обычно характерно для систематических ошибок. Аналогичный вывод можно сделать и по Таблице 5.4.

Сравнительные результаты численных и экспериментальных величин УПМ для одной и всей группы животных логичны и прогнозируемы (рис.5.12).

В шестой главе приводятся и детально обсуждаются результаты классических экспериментальных исследований на животных по ряду биологических и химических показателей некоторых видов тканей для различных уровней поля и временных показателей облучения.

В заключении и выводах дается развернутая характеристика результатам диссертационных исследований по поставленным в начале исследований задачам. Не следует забывать, что для этих исследований поставлена цель, на которую акцентировано внимание во введении. В этих разделах следовало акцентировать внимание на том, что поставленная цель достигнута.

В качестве замечания по структуре и наполнению разделов отмечу, что, на мой взгляд, в каждом из них должен быть параграф «Выводы по разделу», в котором кроме сформулированных в виде тезисов результатов были бы ссылки на публикации автора, в которых они представлены.

Основные результаты диссертации опубликованы в 101 научной работе, в том числе в 25 статьях в рецензируемых научных журналах, включенных в перечень ВАК Министерства образования и науки РФ, включая 19 работ по профилю специальности. Анализ публикационной активности по Science Index показывает, что у автора всего 39 публикаций в рецензируемых научных журналах, включенных в перечень ВАК., и это очень хороший показатель для соискателя.

Содержание диссертации соответствует специальности 14.02.04 - Медицина труда (см. п.4 Области исследований), а автореферат диссертации достаточно полно отражает её содержание.

Замечания по работе

1. Проведен значительный объем всех видов исследований. На основании этих исследований можно было рекомендовать какой-то первичный, временный, локальный или ориентировочный норматив, тем более, что в названии диссертации есть «совершенствование гигиенического нормирования». Чего не хватило?

2. Впервые, в России идет речь о введении в отечественные стандарты концепции УПМ. Хотелось бы видеть в обзоре анализ стандартов и рекомендаций по нормам на УПМ за рубежом!

3. В диссертационной работе исследуется очень сложная проблема – моделирование электромагнитной обстановки вблизи реальных антенн и в биологических объектах с учетом многих факторов; вводятся предположения и аппроксимации, на основе которых формулируются полезные для практики выводы. Почему в работе не рассматриваются предельные (наихудшие) случаи экспозиции человека электромагнитными полями, например, как полностью поглощающий объект вблизи рассматриваемого источника метрового диапазона длин волн?

4. Формула (5.4) на стр. 152 содержит ошибку.

5. Не учтен коэффициент отражения в пустой камере 0,161 (стр. 170), что может влиять на результаты сравнительного анализа расчетов и экспериментов.

6. Работа написана грамотным профессиональным языком с минимальным количеством ошибок и опечаток, поэтому жаль, что одна из немногих ошибок попала на титульный лист автореферата диссертации.

Заключение. Общая оценка работы

Диссертационная работа Перова Сергея Юрьевича «Обоснование критериев оценки экспозиции электромагнитных полей радиочастотного диапазона для совершенствования гигиенического нормирования», представляет собой самостоятельную законченную научно-исследовательскую работу, в которой содержится новое решение актуальной научной проблемы совершенствования и развития методов исследования, их сочетания и использования для обоснования допустимых воздействий электромагнитных полей антропогенного происхождения.

По своей актуальности, научной новизне, практической значимости диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 и 10 раздела II «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Правительством Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2016 № 335), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени доктора биологических наук по специальности 14.02.04 – «Медицина труда».

Официальный оппонент,
доктор технических наук,
профессор

Юрий Михайлович Сподобаев

02 марта 2017 года

Место работы и адрес:

ФГУП научно-исследовательский институт радио, Самарский филиал -
«Самарское отделение научно-исследовательского института радио».
443011, г. Самара, ул. Советской Армии, д. 217
Тел.: +7 (846) 993-86-15, +7-917-150-06-41
e-mail: spod@soniir.ru

Подпись доктор технических наук, профессора Ю.М. Сподобаева заверяю.

Начальник отдела кадров



О.И. Рогова