

ЕЖЕГОДНИК 2008
Российского Национального
Комитета по защите от
неионизирующих излучений

ANNUAL BOOK - 2008
Russian National Committee on
Non-Ionizing Radiation Protection

Москва 2008

ББК 28.071; 32.86-01
Е 36

ISBN 5-9900350-1-2

Ежегодник Российского Национального Комитета по защите от неионизирующих излучений за 2008 год // Сборник трудов. М.: Изд-во АЛЛАНА, 2008. — 154 с.

Пятое издание Ежегодника Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений (РНКЗНИ) включает статьи, подготовленные членами РНКЗНИ и приглашенными авторами в 2007-8 годах. Издание выпускается согласно решению РНКЗНИ от 18 декабря 2002 г. Материалы, представленные авторами не редактировались и их точка зрения на проблему сохранена.

Ответственный за выпуск: Григорьев О.А., заместитель Председателя Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений.

Финансовая и организационная поддержка издания:
Центр Электромагнитной Безопасности, +7(499)193-0187, www.tesla.ru,
cems@mail.ru.

РНКЗНИ выражает глубокую благодарность Виктории Алексеевой за помощь в подготовке издания к печати.

Дизайн обложки Антон Меркулов ©

© Авторы статей, 2008

© Российский национальный комитет по защите от неионизирующих излучений, 2008

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
ЦЕНТРА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ/CENTRE FOR
ELECTROMAGNETIC SAFETY TESTING LABORATORY**

Испытательная лаборатория Центра электромагнитной безопасности, аккредитованная в Системе аккредитации лабораторий государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации (аттестат аккредитации № ГСЭН.РУ.ЦОА.213), предлагает:

- Научно-исследовательские работы в области радиобиологии и гигиены населения при воздействии излучения
- Санитарно-эпидемиологические исследования электромагнитной обстановки в диапазоне частот 0-40 ГГц на территориях и в помещениях зданий и сооружений в целях последующей санитарно-эпидемиологической и/или экологической оценки, в т.ч. в местах размещения воздушных линий электропередачи и других объектов системы производства, передачи и распределения электрической энергии, передающих радиотехнических объектов (телекоммуникационных и радиосвязных станций, базовых станций системы подвижной радиосвязи, радиоспектральные станции и т.п.). Разработка проектной документации
- Санитарно-эпидемиологические исследования электромагнитной обстановки на поставках и в различных местах пользования в различных отраслях промышленности. Выбор средств и методов нормализации электромагнитной и акустической обстановки
- Санитарно-эпидемиологические испытания товаров народного потребления (электромагнитное поле в диапазоне частот 0-40 ГГц) при проведении санитарно-эпидемиологической экспертизы в рамках процедуры получения санитарно-эпидемиологического заключения на продукцию
- Экспертиза средств защиты от биологического действия электромагнитного поля

Testing Laboratory of the Center for Electromagnetic Safety (CEMS) accredited with compliance to the requirements of ISO/IEC 17025 "General requirements for the competence of testing and calibration laboratories" standard (the Certificate GSPN.RU.TsOA.213 of accreditation in Laboratories' accreditation System of the State sanitary and epidemiologic service of the Russian Federation) offers:

- Research activities in the area of EMF radiobiology and hygiene
- The independent hygienic and ecological expertise of the electromagnetic situation near different facilities, including mobile communication base stations, TV and radio transmitters, redies, transformer substations, electric power lines and other facilities in the frequency range 0-40 GHz
- Instrumental monitoring of electromagnetic and air ion situation
- Comprehensive instrumental monitoring of physical factors at workplaces, development of reference and information materials, personnel training on occupational safety rules and on hygiene and hygiene
- Development and implementation of technical and organizational measures to protect from EMF biological effects
- Expertise of efficiency of EMF protection means

Россия, 123182, г. Москва,
ул. Живописная, д. 46
Телефон/факс: +7 (499) 193-0187
Электронная почта: CEMS@mail.ru

46, Zhivopisnaya Street,
123182, Moscow, Russia
Tel./fax: +7 (499) 193-0187
E-mail: CEMS@mail.ru

<http://www.tesla.ru>

Оглавление

Российскому Национальному комитету по защите от неионизирующих излучений 10 лет <i>Председатель Российской Научной Комиссии по радиационной защите академик РАМН А.Ф.Цыб</i>	6
К десятилетию Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений <i>Григорьев Ю.Г.</i>	7
Юбилей Н.Б.Рубцовой	13
Юбилей В.Я. Ицкова	15
Health based standards and precautionary measures in EMF <i>Repacholi Mike</i>	17
Стандарты, обеспечивающие здоровье, и предупредительные меры для электромагнитного поля <i>Репачоли Майкл</i>	36
Современные проблемы электромагнитной радиобиологии. Ближайшие и отдаленные задачи <i>Григорьев Ю.Г.</i>	60
Новое в гигиенической регламентации внепроизводственных воздействий магнитного поля промышленной частоты 50 Гц <i>Меркулов А.В., Григорьев О.А., Рубцова Н.Б.</i>	67
New hygienic standard for the power frequency (50 HZ) magnetic field general public exposure <i>Oleg A. Grigoriev, Nina B. Rubtsova, Anton V. Merkulov</i>	67
Проблемы в оценке рисков при воздействии микроволн мобильной радиосвязи <i>Беляев И.И. Григорьев Ю.Г.</i>	83

Problems in assessment of risks from exposures to microwaves of mobile communication <i>Igor Belyaev, Yury Grigoriev</i>	95
Актуальные вопросы обеспечения электромагнитной безопасности современных беспроводных средств связи типа WI-FI и Bluetooth. Перспективы развития. <i>Рубцова Н.Б., Перов С.Ю., Готовский М.Ю.</i>	101
Эколого-технические проблемы развития сетей сотовой связи <i>М. Мореханова, С.Ревзин, И.Родвикова, А.Сомов</i>	114
Ecologically technical problems of the development of the net of mobile connection <i>Morehanova M., Revzin S., Rodvikova I, Rogacheva S., Somov A.</i>	114

Приложения

Решение РНКЗНИ "Дети и мобильные телефоны: под угрозой здоровье будущих поколений"	124
Состав РНКЗНИ	126

РОССИЙСКОМУ НАЦИОНАЛЬНОМУ КОМИТЕТУ ПО ЗАЩИТЕ ОТ НЕИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ 10 ЛЕТ

Российский национальный комитет по защите от неионизирующих излучений образован как комитет Российской научной комиссии по радиационной защите в январе 1997 года. В течение 10 лет своей деятельности Комитет выполняет задачу научного обеспечения комплексного решения проблем защиты от неионизирующих излучений населения России и биосистем окружающей среды. К настоящему времени Комитет определился в статусе единственного в России постоянно действующего научного форума, объединившего наиболее крупных специалистов - радиобиологов, гигиенистов, физиков и других специальностей в области биологического действия неионизирующих излучений. В Комитете ведется научный анализ целого ряда проблем: воздействия электромагнитных полей (ЭМП) и его нормирования, оценки поглощенных доз, биологического действия импульсного электромагнитного поля, экстраполяции результатов, полученных в экспериментах на животных, на человека, разработки научных программ, в том числе по оценке опасности ЭМП мобильной связи для населения России и др. Активная позиция Комитета в решении наиболее актуальных проблем в данной области заслуживает высокой оценки. Издание Комитетом «Ежегодника», организация и проведение международных конференций с участием ведущих ученых стран Европы и США, постоянный контакт со СМИ являются важной формой открытой научной дискуссии, а также информирования научной общественности и населения о достижениях и задачах в области защиты от неионизирующего излучения.

Комплекс нерешенных еще проблем (создание нормативной базы, изучение механизма биологического действия ЭМП радиочастотного диапазона малых интенсивностей, оценка опасности ЭМП мобильных телефонов для населения, включая детей и подростков, и т.д.) оставляет обширное поле для дальнейшей плодотворной деятельности Комитета.

Искренние поздравления ученым Комитета по защите от неионизирующих излучений с 10-летним юбилеем и пожелания дальнейших творческих успехов.

**Председатель
Российской Научной Комиссии по Радиационной защите
академик РАМН А.Ф.ЦЫБ**

К ДЕСЯТИЛЕТИЮ РОССИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО КОМИТЕТА ПО ЗАЩИТЕ ОТ НЕИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Председатель РНКЗНИ профессор Григорьев Ю.Г.

Российский национальный Комитет по защите от неионизирующего излучения (РНКЗНИ) был образован 28 января 1997 года. Комитет руководствуется в своей деятельности «Положением» о его работе, утвержденным председателем РНКРЗ академиком А.Ф. Цыбом. Основными целями Комитета являются разработка концепции по обеспечению комплексного решения проблем защиты от неионизирующих излучений населения России и биосистем окружающей среды.

Комитет сформирован из ученых и специалистов высшей квалификации в области обеспечения безопасности человека и биобъектов окружающей среды от неионизирующих излучений. В состав Комитета входит 34 его члена. Необходимо специально отметить, что члены Комитета представляют различные научные и административные структуры Москвы, Санкт-Петербурга, Обнинска, Саратова, Самары, Нижнего Новгорода, Московской области и Министерства обороны РФ. Таким образом, Комитет принимая решения или обсуждая ту или иную проблему учитывает сложившуюся ситуацию в различных районах России.

Члены Комитета представляют крупные научные центры, институты и инстанции Министерства здравоохранения и социального развития РФ, Академии наук и Академии медицинских наук России, Министерства обороны РФ:

- ГНЦ-Институт биофизики ФМБА России;
- Научно-исследовательский Институт медицины труда РАМН;
- ГНЦ-Институт медико-биологических проблем РАН;
- Медицинский радиологический научный центр РАМН;
- НИИ механики и физики Саратовского Государственного университета;
- Институт общей физики РАН;
- Самарский НИИ радио;
- Центр электромагнитной безопасности;
- Поволжский институт информатики, радиотехники и связи;
- Санкт-Петербургский Государственный Морской технический университет;
- ГНЦ РФ ВНИИ физико-технических и радиотехнических измерений;
- СКБ «РИАП»;
- Институт биофизики клетки РАН;

- Научно исследовательский испытательный Центр радиационной безопасности космических объектов ФМБА России;
- Центр Госсанэпиднадзора Управления делами Президента РФ;
- Московское управление Роспотребнадзора;
- Центральный научно-исследовательский институт МО РФ;
- Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины МО РФ.

Важно, что Комитет является уже на протяжении всех десяти лет единственным постоянно действующим научным форумом, объединивших наиболее крупных специалистов радиобиологов, гигиенистов, физиков и других специальностей в области биологического действия неионизирующих излучений. Каждое заседание Комитета – это встреча профильных специалистов, возможность всесторонне обсудить практически любую проблему, поддерживать и расширять научные и личные контакты.

Уже на протяжении десяти лет Комитет уделяет большое внимание оценке опасности для населения ЭМП различных элементов мобильной связи, разработке соответствующих нормативов, профилактическим мероприятиям, подготовке информационных материалов для населения, обращая особое внимание на детский контингент. Было принято два решения о необходимости ограничения пользоваться сотовыми телефонами детьми и подростками (2001 и 2004 гг.). Точка зрения Комитета по этому вопросу нашла отражения в отечественных Санитарных нормах и международных публикациях.

В соответствии с «Положением» о РНКЗНИ о внесении в соответствующие министерства и ведомства предложений о поддержке перспективных работ, был подготовлен ряд писем в аппарат Президента, в правительственные органы, в профильные министерства, в Думу и в Совет Федерации, мэру Москвы, Председателю Высшего совета партии «Единая Россия» о поддержке научной программы по оценке опасности ЭМП мобильной связи для населения России. Во всех ответах был сформулирован вывод о необходимости проведения исследований по оценке влияния ЭМП мобильной связи на здоровье населения, включая детей, при полном отсутствии в этих ответах предложений о путях реального финансирования этих исследований. Таким образом, наш Комитет, как и научные форумы и правительственные органы подавляющего числа стран мира, понимают чрезвычайность ситуации. Однако различие в том, что за рубежом финансируют эти исследования как Правительства и его структуры, так и промышленность мобильной связи, а в России такое финансирование отсутствует уже более 20 лет. Мы уверены, что «гроза» будет и «грянет

гром», но проблема в том, что может повториться ситуация, которая была после взрыва на ЧАЭС: уже будет поздно!

В соответствии с решением Комитета было подготовлено обращение в ведущие институты и университеты страны с вопросом готовы ли они участвовать в исследованиях по проблеме «Электромагнитная безопасность населения» и сформулировать свое мнение о необходимости подготовки Национальной программы. На все наши запросы мы получили положительные ответы, но продвижение программы с соответствующим финансированием встречает непреодолимые трудности.

Были многократно сделаны попытки получить финансовую поддержку от операторов мобильной связи России и от представительств международных производителей продукции мобильной связи. Мы, как правило, встречаем понимание о необходимости финансовой поддержки планируемых исследований в России от этих структур, однако на пути решения этой проблемы пока возникают различные препятствия.

Учитывая необходимость участие Комитета в формировании системы правовых мер, согласно «Положению», было обращено внимание Министра по антимонопольной политике и поддержки предпринимателей на отсутствие в документах, которые сопровождают сотовый телефон при его продаже, ссылки на отечественный СанПиН. Однако ситуация остается прежней.

В плане участия в научно-методической разработке базовых концепций защиты от неионизирующих излучений человека и биосистем окружающей среды, за прошедшее десятилетие был проведен ряд заседаний, посвященных методологии нормирования ЭМП, рассмотрению новых материалов о биоэффектах ЭМП 50 Гц. Были обсуждены подходы к оценке биологического действия импульсного электромагнитного поля и его нормирования. Многократно обсуждалась проблема поглощенных доз и точка зрения отечественных специалистов к SAR, вопросы переноса результатов, полученных в экспериментах на животных на человека, проблема электромагнитной безопасности военного труда. Были обсужден ряд предлагаемых научных программ, включая программу Российско-французского эксперимента. Большое внимание уделяется теоретическим вопросам. Были обсуждены подходы к нормированию ЭМП с учетом механизма нетеплового действия, возможности кумулятивного действия и др. Не осталась в стороне проблема магнитотерапии и использования сложных режимов воздействия ЭМП РЧ в клинике.

Комитет обсудил и сформулировал свои рекомендации по предлагаемым нормативам по гипогеомагнитным полям, по санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям, по проекту нормативов для системы сухопутной подвижной радиосвязи, по нормированию ЭМП от источников, расположенных на морском флоте, проблемы проф-

патологии, методологию нормирования на Международной космической станции. Это только небольшой перечень вопросов, которые были рассмотрены на заседаниях Комитета по проблеме стандартизации.

Члены Комитета активно участвовали в работе Консультативного Комитета ВОЗ в рамках Международной программы «ЭМП и здоровье», во многих международных научных форумах. Члены Комитета ведут научную переписку со многими зарубежными учеными и научными организациями, пропагандируя и отстаивая отечественную методологию нормирования ЭМП РЧ и концепцию электромагнитной безопасности населения России. Многочисленные дискуссии о гармонизации стандартов ЭМП, привели к принятию Комитетом двух решений о невозможности отказа от российских нормативов и принятию зарубежных стандартов, отличающихся по ПДУ до двух порядков, прежде всего, в связи с различными методологическими подходами к определению ПДУ.

По инициативе Комитета и при непосредственном его участии были организованы и проведены шесть международных конференции в Москве и Санкт-Петербурге с участием ведущих ученых стран Европы и США.

Систематически члены Комитета получают информацию о работе международных организаций, о последних публикациях за рубежом, о различных точках зрения ведущих зарубежных ученых на проблему опасности ЭМП для населения.

Комитет обсудил на своем заседании многочисленные предложения об использовании нетрадиционных методов защиты от ЭМП сотовых телефонов и оформил свое отрицательное мнение в соответствующем решении.

Было издано несколько номеров «ЕЖЕГОДНИКА» Комитета. Каждый член Комитета может довести свое кредо, свои суждения до научной общественности, публикуя свои статьи в «ЕЖЕГОДНИКЕ». Это издание несет так же и информационную нагрузку, публикуя рабочие материалы Комитета. С нашей точки зрения, является очень полезным публикация списка последних изданных работ членов Комитета. Если читатель проанализирует этот список, то он получит представление о состоянии проблемы и о предполагаемых путях её решения. Кроме того, желающий всегда может получить библиографическую справку о некоторых последних публикациях по проблеме биологического действия ЭМП, электромагнитной безопасности, о методологии нормирования ЭМП.

В Интернете создан сайт Комитета с достаточно хорошим обращением к его материалам.

Комитет проводит многочисленные экспертные оценки по просьбе жителей Москвы, дает разъяснения на письма, поступающие из многих городов страны. Однако, ввиду отсутствия полной информации, мы имеем трудности в ответах населению по опасности ЭМП Останкинской башни и

электромагнитной обстановки, которая создается базовыми станциями мобильной связи в метро.

Члены Комитета имели постоянный контакт со СМИ. Периодически готовятся информационные справки для СМИ по проблеме электромагнитной безопасности населения, осуществляются личные контакты с работниками ТВ-программ, радио, газет и популярных журналов, были организованы и проведены несколько пресс-конференций.

Члены Комитета понимают важность подготовки молодых специалистов, о необходимости их поддержки. Было проведено ряд конкурсов на лучшую научную работу для молодых соискателей. Комитет выдавал участникам конкурса соответствующие сертификаты, а победителям – дипломы и небольшие премии.

В следующем десятилетии перед членами Комитета стоят задачи, которые требуют неотложного решения. Это, прежде всего, необходимо оценить степень опасности воздействия ЭМП сотового телефона на головной мозг пользователя. При этом, следует учитывать, что впервые за всю цивилизацию дети попали в группу риска. В качестве критерия должны оцениваться как ближайшие биоэффекты, так и соматические отдаленные эффекты. Мы имеем ввиду, прежде всего, выраженные нарушения деятельности мозга, а также возможность развитие опухолевого процесса. Интенсивное развитие мобильной связи не дало возможность накопить достаточное количество базовых и адекватных научных данных для разработки соответствующих нормативов с учетом резкого изменения характера и направленности воздействия ЭМП сотового телефона на организм пользователя. Создание нормативной базы для этих условий воздействия ЭМП остается важной задачей.

Нет ясности о методологии оценки опасности круглосуточного постоянного воздействия на все группы населения ЭМП базовых станций, отсутствуют предложения о возможных подходах к нормированию этого вида воздействия. В этой связи остаются актуальными определение механизма биологического действия ЭМП РЧ малых интенсивностей, установление наличия или отсутствия кумулятивного эффекта при длительном воздействии ЭМП РЧ. Как единое целое, с этой проблемой связано очень важные направления исследований, относящиеся к оценке одновременного биологического действия нескольких несущих ЭМП, имеющих различные частоты, а так же определение степени влияния на биологический эффект различных видов модуляций ЭМП РЧ.

Члены Комитета уверены в успешном решении в ближайшем будущем неотложных задач по обеспечению электромагнитной безопасности населения, в преодолении трудностей, стоящих на этом пути.

Юбилей НИНЫ БОРИСОВНЫ РУБЦОВОЙ

4 апреля 2008 г. исполнилось 60 лет со дня рождения ведущего российского специалиста в области гигиены и радиобиологии неионизирующих излучений, доктора биологических наук Нины Борисовны Рубцовой.

Вся научная и трудовая деятельность Нины Борисовны неразрывно связана с ГУ НИИ медицины труда РАМН, в лабораторию ЭМП которого она пришла после окончания с отличием Биологического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова и аспирантуры на кафедре физиологии высшей нервной деятельности. Сейчас она – заведующая научным координационно-информационным отделом института.

Уже более 30 лет Н.Б. Рубцова посвящает себя изучению проблем биологического действия и нормирования электромагнитного поля различных частотных диапазонов, как для условий производственных воздействий, так и для населения. В настоящее время её научные интересы в большей степени концентрируются на исследовании влияния и гигиенической регламентации электромагнитного поля промышленной частоты 50 Гц и УВЧ диапазона, в котором работает передающее оборудование систем подвижной радиосвязи, а также на вопросах потенциального неблагоприятного влияния ЭМП, создаваемого современной медицинской техникой.

Глубина, масштабность и комплексность характерны для зачастую пионерских научно-исследовательских работ, выполненных под руководством и при участии Нины Борисовны. Их результаты легли в основу большого числа государственных санитарно-эпидемиологических правил и нормативов, методических указаний и руководств по классификации условий труда. Эти документы широко применяются в практике органов Роспотребнадзора, обеспечивая электромагнитную безопасность работающих и населения.

В докторской диссертации Н.Б. Рубцовой, защищённой в 1997 г., впервые в России были научно обоснованы предельно допустимые уровни воздействия магнитного поля промышленной частоты 50 Гц на персонал, обслуживающий электроустановки.

Н.Б. Рубцова – автор более 250 научных работ, включая 10 монографий, которые являются крупным вкладом в разработку проблем медицины труда, радиобиологии, гигиены и экологии, связанных с воздействием электромагнитного поля как вредного фактора окружающей среды. Она активно участвует в организации и работе международных и российских научных конференций, симпозиумов и семинаров, а также много времени уделяет научно-консультативной, научно-просветительской и преподавательской деятельности по подготовке и повышению квалификации специалистов в области электромагнитной безопасности. Нина Борисовна щед-

ро делится своим опытом и знаниями с молодыми учёными и всегда готова помочь коллегам словом и делом.

В числе немногих представителей Российской Федерации Н.Б. Рубцова плодотворно работает в международной консультативной комиссии Программы Всемирной организации здравоохранения "Электромагнитные поля и здоровье человека". Благодаря её усилиям, точка зрения отечественных специалистов на ряд аспектов, связанных с гигиенической регламентацией воздействия электромагнитного поля, была донесена до международного научного сообщества и учтена при подготовке базовых документов ВОЗ "Environmental Health Criteria".

Нина Борисовна ведет большую научно-общественную работу. Она является членом Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений, учёным секретарём Научного совета 47 РАМН и Минздравсоцразвития РФ по медико-экологическим проблемам здоровья работающих, учёным секретарём диссертационного совета ГУ НИИ медицины труда РАМН, секретарём Московского отделения Общероссийской общественной организации "Здоровье работающего населения России".

Несмотря на всю свою занятость, в сезон Нина Борисовна находит время и на "тихую охоту" – собирание грибов. Изумительные вкусовые качества законсервированных ею по собственному секретному рецепту подосиновиков и подберёзовиков не раз были по достоинству оценены на различных неформальных мероприятиях.

Коллеги, ученики и друзья поздравляют Нину Борисовну Рубцову со славным юбилеем и желают ей крепкого здоровья и новых творческих успехов!

Юбилей ВАДИМА ЯКОВЛЕВИЧА ИЦКОВА

22 апреля 2008 года исполнилось 60 лет Вадиму Яковлевичу Ицкову, одному из наиболее авторитетных и значимых специалистов нашей страны в области организации санитарно-эпидемиологического надзора за источниками неионизирующих излучений.

Вадим Яковлевич родился в Москве и, учась в Московском институте радиотехники, электроники и автоматики, начал работу в санитарно-эпидемиологической службе Москвы (1968 г). Судьба сложилась так, что В.Я. Ицков стоял у истоков создания системы практического надзора за источниками электромагнитного поля. Под его руководством в Москве создана система надзора за передающими радиотехническими объектами, принятая в настоящее время на всей территории России.

На всех этапах профессиональной карьеры, будучи инженером, а затем заведующим отделом организации надзора за источниками неионизирующих излучений Центра госсанэпиднадзора в г. Москве, он активно и настойчиво обеспечивает выполнение нормативных документов по электромагнитной безопасности в Москве.

С марта 2005 года Вадим Яковлевич – начальник отдела надзора за физическими факторами Управления Роспотребнадзора по городу Москве.

В.Я. Ицков является профессионалом высокого класса, он участвовал к разработке 18 всесоюзных, федеральных и московских нормативных и методических документов. Принимал участие в разработке проектов ряда постановлений Правительства Москвы, в том числе Концепции по снижению шума и вибрации в городе Москве. Он является автором ряда публикаций.

Вадим Яковлевич член Межведомственной комиссии города Москвы по радиоэлектронным средствам.

Он активно участвует в работе Российского Национального Комитета по защите от неионизирующих излучений, будучи его членом. Его участие в Комитете придает практическую направленность в дискуссиях и в принятии решений. Вадим Яковлевич является незаменимым участником неформальных встреч членов Комитета, а его тосты вне конкуренции.

Среди наград Вадим Яковлевича, необходимо выделить знак "Отличник здравоохранения" и почётное звание "Почётный работник здравоохранения города Москвы".

Члены Комитета сердечно поздравляют Вадим Яковлевича с Юбилеем, желают новых творческих достижений и успешной работы по сохранению здоровья москвичей!

HEALTH BASED STANDARDS AND PRECAUTIONARY MEASURES IN EMF

Dr Mike Repacholi, University of Rome "La Sapienza", Rome, Italy

INTRODUCTION

Globalization of trade and rapid expansion in the use of technologies emitting EMF has focused attention on the differences that exist in exposure guidelines or standards in various countries. In some cases, these differences are large. Some of the disparities in EMF standards around the world have arisen from the use of only national databases, different criteria for accepting or assessing individual studies, varying interpretations of the scientific data or using different philosophies for public health standards development. Such differences in EMF exposure guidelines might reflect, in part, deficiencies in communications among scientists between different regions as well as certain social differences.

Large disparities between national standards and international guidelines (ICNIRP, 1998) can foster confusion for regulators and policy makers, increase public anxiety and provide a challenge to manufacturers and operators of communications systems who need to tailor their products to each market. These factors motivated the World Health Organization (WHO) to publish a "Framework for developing health-based EMF exposure standards" using a rational scientifically driven process (see www.who.int/emf).

The WHO Framework addresses how quantitative exposure standards can be developed. It gives the general steps in the process of developing standards, including how the scientific literature should be evaluated, determining threshold levels at which EMF health effects begin to be seen, choosing safety factors for different populations at risk, and finally, deriving exposure limits. Other considerations included in the Framework include the overall practicability of the standard, compliance procedures and the use of precautionary measures.

Many countries feel that if they have a national standard there is no more need for research. This is untrue. There are still many gaps in knowledge where more research is needed to provide better information from which standards can be developed. Standards are a developing process. One has only to observe how ionizing radiation standards have evolved over the years as better information became available. Relatively loose standards were initially used until it was found that cancer developed in people exposed to relatively low levels of radiation. In a similar manner, with the rapid uptake of EMF technologies, more research is needed to determine if there are subtle effects that may not have been seen in earlier studies.

This paper addresses the issues of proper use of the scientific literature to develop standards from existing data, and how precautionary measures can be

used to lower the exposures that people receive while research continues to investigate whether there are health consequences from EMF exposures below international guidelines.

DEVELOPMENT OF STANDARDS

A standard is a general term incorporating both regulations and guidelines and can be defined as a set of specifications or rules to promote the safety of an individual or group of people. The ultimate goal of health-based EMF standards is to protect human health. EMF standards can specify either limits of *emission* from a device, or limits of *exposure* to humans from all devices that emit EMF into a living or working environment.

Exposure standards are basic standards of personal protection that generally refer to maximum levels to which whole or partial body exposure is permitted from any number of EMF emitting devices. This type of standard normally incorporates safety factors and provides the basic guide for limiting personal exposure. Such standards have been developed by the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP, <http://www.icnirp.org>), the Institute of Electrical and Electronic Engineers/ International Committee on Electromagnetic Safety (IEEE/ICES, <http://grouper.ieee.org/groups/scc28/>) and many national authorities.

Emission standards set various specifications for electrical devices and are generally based on engineering considerations, e.g. to minimize electromagnetic interference with other equipment and/or to optimize the efficiency of the device. A number of emission standards have been developed by IEEE, the International Electrotechnical Commission (IEC, <http://www.iec.ch/>), the European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC, <http://www.cenelec.org>) and national standardization authorities.

While emission limits are aimed at ensuring compliance with exposure limits, they are not explicitly based on health considerations. In general, emission standards aim to ensure that aggregate exposure to the emission from a device will be sufficiently low that use, even in proximity to other EMF emitting devices, will not cause exposure limits to be exceeded.

Measurement standards describe how compliance with exposure or emission standards may be ensured. They may provide guidance on how to measure the EMF exposure due to an installation or a product, e.g., phantom measurement for SAR values for mobile phones. EMF measurement standards have been developed by the IEC, IEEE, CENELEC, the International Telecommunications Union (ITU) and other standardization bodies.

EMF DOSIMETRY

The importance of good dosimetry cannot be overestimated. Without good dosimetry, research would be considered sub-standard and the results as

preliminary until similar studies are conducted using good dosimetry. WHO has promoted accurate dosimetry since the start of the EMF Project. If adverse health effects are found, the precise dose to produce these effects is needed if the results are to be used for exposure limits. Otherwise the exposure limits on which they could be based will be less precise and larger safety factors will be needed to compensate for this lack of precision in the dosimetry.

With the vast improvement in dosimetry over the past decade, studies conducted prior to this time must be viewed with suspicion; earlier reported effects could have been due to exposure artefacts or imprecision in the exposure system such as hot-spots in a supposedly uniform field. The standard for RF dosimetry is the specific absorption rate (SAR in W/kg). All studies should use SAR as the measure of RF absorbed dose because it is a biologically relevant parameter, similar to absorbed dose in ionizing radiation, and use of SAR allows studies to be compared with respect to RF exposure between different biological systems. Superior devices are now available to make SAR measurements in biological systems or the SAR can be determined theoretically using high precision computer modelling software.

ASSESSING THE SCIENTIFIC LITERATURE

Before developing standards, one must thoroughly review the available scientific literature on biological effects. In doing this it is extremely important to distinguish between biological effects and health effects. A **biological effect** is any physiological response to EMF exposure. Some effects may be subtle responses within a normal physiological range or may result in pathological conditions, while others may have beneficial consequences for a person. Annoyance or discomforts caused by EMF exposure may not be pathological per se but, if substantiated, can affect the physical and mental well being of a person and the resultant effect may be considered as a **health hazard**. A health hazard is thus defined as a biological effect that has health consequences outside the compensation mechanisms of the human body and is detrimental to health or well-being. Basing standards on biological effects that have not been shown to produce adverse consequences to health leads to greatly over-protective standards.

Exposure standards that limit human EMF exposure are based on studies from various disciplines of health sciences, including biology, epidemiology and medicine, as well as physics and engineering. All of these play important individual and collective roles in identifying possible adverse effects on health and in providing information on the need for, and appropriate levels of, protection. Relevant to standards are studies that provide information on biological effects from EMF, the physical characteristics and the sources in use, the resulting levels of exposure, and the people at risk.

The relevance of these different studies to health risks in people varies. Epidemiological studies of the distribution of disease in populations and the factors that influence this distribution provide direct information on the health of people exposed to an agent and are given the highest 'weighting'. However, they may be affected by bias and confounding, and their observational nature makes it difficult to infer causal relationships, except when the evidence is strong.

Experimental studies using volunteers can give valuable insight into the transient, physiological effects of acute exposure, although for ethical reasons these studies are normally restricted to healthy people. Studies on animals, tissues and cell cultures are also important but are given less weight. Animal studies can often be expected to provide qualitative information regarding potential health outcomes, but the data may not be extrapolated to provide quantitative estimates of risk, largely because of differences between species. However, it should be noted that IARC (1995) considers that exposure to any biological, chemical or physical agent is likely to cause cancer in humans if such a risk has been identified in at least two different animal species. Studies carried out at the cellular level are normally used to investigate mechanisms of interaction, but are not generally taken alone as evidence of effects *in vivo*. Nevertheless, all types of study have a role to play in determining the scientific plausibility of any notional health risk.

There needs to be a comprehensive and critical scientific review undertaken by a panel of recognized experts that includes all appropriate scientific disciplines.

For the evaluation of individual studies, criteria have been developed to determine if they are worthy of inclusion in the database for health risk assessments. To ensure a comprehensive assessment, it may be helpful to use standard review forms for dosimetry, *in vitro*, *in vivo*, human volunteer and epidemiological studies. Several selection criteria for individual studies and possible biases in the evaluation of research results are mentioned below:

- **Quality of study design:** When evaluating research results, it is important to verify that the study design and power were sufficient to detect an effect under given exposure conditions. For example, a study not showing an effect may have had flaws in design or insufficient power (e.g. numbers of animals or repeated tests) to show an effect. On the other hand studies showing an effect must also be evaluated to determine if the effect was truly due to the EMF exposure and not some other factor or bias in the study. A set of criteria for human, animal and cellular studies are presented in the Appendix, and are intended as a guide only. Both positive and negative studies must be evaluated in the same way; using the same criteria.

- **Quality of how the study is conducted:** All studies should be conducted strictly according to the protocol using good laboratory practice (GLP) as appropriate.

- **Quality of reporting a study:** In general, publications should include a clear statement of objectives and hypotheses, a description of the exposure methods, experimental design and statistical analysis, and a detailed description of the biological systems and the experimental procedures.

- **Peer reviewed of publications:** Peer-reviewed scientific studies should be preferentially included in the review over conference abstracts that generally contain sparse information. Although the rigour of peer review varies widely among scientific journals, peer reviewed work is generally of higher quality than non-peer reviewed publications.

- **Usefulness for standards:** An important task of the review panel is to assess the relevance of the study publication for standards-setting. Many papers contain excellent research, but may not be relevant for standards setting; e.g. studies of effects at field levels well above the limit values for established adverse health effects.

BIASES IN THE DATA

The precision of a health risk assessment is only as good as the scientific information available for it. A high quality database will result in a good health risk assessment that can be used to develop standards. There can be biases in the database of scientific information that can lead to a poor assessment of health risk. These include the following:

Geographical bias: The review committee should endeavor to be inclusive of scientific literature published worldwide, and include studies from other countries (e.g. Russia and China) where publication is sometimes less accessible to English speakers and therefore tends to be less frequently cited.

Publication bias: Journals may be biased towards papers reporting positive data rather than those reporting a lack of response. Publication bias of this type can result in an unbalanced database. If all studies in the database are positive, no negative studies exist, then the threshold for no-effect has not been identified, and so limits cannot be set. Well-designed and conducted studies should be published regardless of the outcome, because negative results (no effect observed) are as useful as positive studies (effect observed) when evaluating the scientific evidence.

CONDUCTING A HEALTH RISK ASSESSMENT

Interpretation of studies can be controversial, as there exists a spectrum of opinion within the scientific community and elsewhere. In order to achieve as wide a degree of consensus as possible, an overall assessment (also called

health risk assessment) often draws on reviews already completed by other national and international expert review bodies.

In spite of ensuring that only sound scientific studies are used in the evaluation process, as described above, uncertainties and inconsistencies can still be encountered in comparative evaluations of the literature. Any evaluation is at least partly based on judgements. Various schemes and “criteria” exist in order to make this judgement process transparent, among these the Bradford Hill criteria (Hill, 1965) and the IARC scheme for assessment of carcinogenicity (IARC, 1987) can be mentioned. When evaluating the database for any health outcome the following questions need to be addressed (Repacholi and Cardis, 1997):

- For epidemiological studies, the strength of association between exposure and risk is important: is there a clearly associated risk with exposure? A strong association is one with a risk ratio (RR) of 5 or more. For tobacco smoking, many of the RRs were in excess of 10. However, the EMF studies of 50/60 Hz exposures, for example, suggest a RR of about 1.5–2 for childhood leukaemia. This is more susceptible to bias and confounding than stronger associations, and alone suggests that more evidence is needed to reach any valid conclusions. Supporting evidence of cancer in laboratory animals exposed to EMF fields is important to increase confidence that the epidemiological studies could be indicating a real risk.

- How consistent are the studies of association between exposure to EMF fields and the risk of some health outcome? Do most studies show the same risk for the same disease? Using the example of smoking, essentially all epidemiological studies of smoking demonstrated an increased risk for lung cancer. Studies may show statistically significant associations between some types of cancers and some types of exposures, but others do not. Alternatively, studies reporting an association with cancer may be inconsistent with each other in their types or subtypes. The ability of the study design to identify true risk without bias and confounding should be weighed.

- Is there a dose-response relationship between exposure to EMF fields and the health outcome? Again, the more a person smokes, the higher the risk of lung cancer. Do the EMF field exposure studies demonstrate a dose-response relationship between EMF field exposure and a health outcome?

- Is there laboratory evidence for an association between exposure to EMF and the health effect being considered? The evidence is considered much stronger if effects can be demonstrated in animals rather than cells or tissues alone, since whole animals are able, through various mechanisms, to amplify, minimize or negate the effects of exposure to physical agents. The weight assigned to studies of whole animals is greater than the weight assigned to studies of isolated tissues and cells because of the absence of systemic regulatory controls and mechanisms in cells and tissues.

- Are there plausible biological mechanisms for a link between EMF field exposure and the health outcome being considered? When it is understood how an agent causes disease, it is easier to interpret ambiguous scientific evidence. The biological significance of responses observed in cellular studies should not be assumed unless it has been demonstrated that similar responses do occur in animal studies and are relevant to human health effects.

Weight of evidence: The body of scientific evidence must be considered as a whole to reach an overall evaluation of any adverse health consequences from EMF exposure. A common approach for determining this is by weight of evidence. For an effect to be established most of the evidence from the epidemiological, human volunteer, animal and cellular studies should indicate that an effect occurs. It should be remembered that there is no way to prove that a health outcome does not occur; rather the weight of evidence should suggest strongly that it does not occur. One should also estimate how much of a given set of evidence changes the probability that exposure causes an effect. If most of the evidence suggests that an effect does not occur, but one set of studies suggests it does, one should be assessing whether the positive results were due to some other factor common to the health outcome and the EMF exposure.

The existence of biological effects and health hazards can only be established when research results are replicated in independent laboratories or supported by related studies. This is further strengthened when:

- there is agreement with accepted scientific principles
- the underlying mechanism is understood
- a dose-response relationship can be determined.

Risk estimation: An estimation of the size of the risk within the population is needed to determine its public health impact. For an estimate of risk in the general population or in a specific group the selected studies should provide mostly quantitative data. Such data would include:

- the definition of the biologically effective mechanism or characteristic of the field, which may vary with tissue or organ;
- an exposure-effect relationship, and identification of a threshold, if any;
- an exposure distribution and identification of sub populations with high exposure;
- differences in susceptibilities within a population.

SETTING EXPOSURE LIMITS

Exposure limits are intended to protect against adverse health effects of EMF exposure across the entire frequency range.

Threshold levels: There are a number of approaches that can be taken to determine threshold levels. First, a threshold exposure level may be derived on

the basis of a health risk assessment of the scientific data. The threshold is judged as being the lowest exposure level, below which no health hazards have been found. Since there will be some imprecision in determining this threshold, primarily because of an incomplete knowledge of the biological effects, a range of uncertainty will exist. The degree of uncertainty will then be directly proportional to the value of a safety factor that should then be incorporated to arrive at the final exposure limit (Figure 2). This approach has been the basis of most western standards, and in particular the ICNIRP international guidelines (ICNIRP, 1998) and the IEEE/ICES standards (IEEE, 2004), (IEEE, 2005).

This approach requires a good understanding of the interaction mechanisms involved and supposes that a true threshold exists. It also assumes that cumulative effects do not occur. Evidence for cumulative damage would need to show that small amounts of damage may be occurring from low level exposure and that an accumulation of this damage is necessary before it becomes detectable. Further, there is a dependence on information from extensive research, including long-term follow-up studies. Without such studies, it is possible that illnesses or effects that manifest themselves after a long latency period would be excluded from consideration.

Another way of determining exposure limits is to adopt a “biological approach” (Figure 1). From the scientific database, a threshold exposure level is determined below which no biological effect is observed. This method alleviates the necessity of making a health risk assessment of the biological effects data and assumes an incomplete knowledge of the interaction mechanisms. There is always the problem that such an approach will result in an unduly conservative standard which could not only restrict technological advances but would be unacceptable in terms of the loss of benefits accruing from technology for protection against questionable risks. This approach has been the basis for some Eastern European standards, leading to significantly lower exposure limits (<http://www.who.int/docstore/peh-emf/EMFStandards/>). More recently however, Russian standards take into account biological effects that could have pathological effects (Grigoriev et al., 1998, 2002). Of particular importance to the setting of limits in the Russian standards are physiological adaptation/compensation reactions from chronic EMF exposure. Safety factors are now determined from the level of exposure that provokes adaptation reactions, instead of setting these factors to below the level of no bioeffects (Grigoriev et al 1998, 2002; Grigoriev, 2003).

Safety factors: Identification and quantification of various adverse effects of EMF exposure on health are difficult at best, and such judgments require extensive experience and expertise. Once the threshold exposure level that produces an adverse health effect at the lowest exposure level has been identified, exposure limits may be derived by reducing this threshold level by a safety factor (Figure 1). Safety factors in health protection standards represent an attempt

to compensate for unknowns and uncertainties in the science. Examples of sources of uncertainty about threshold levels include the extrapolation of animal data to effects in people, differences in the susceptibility of different groups or individuals, statistical uncertainties in the dose-response function, estimation of dose, and the possibility of combined effects of exposures at different frequencies and other environmental factors.

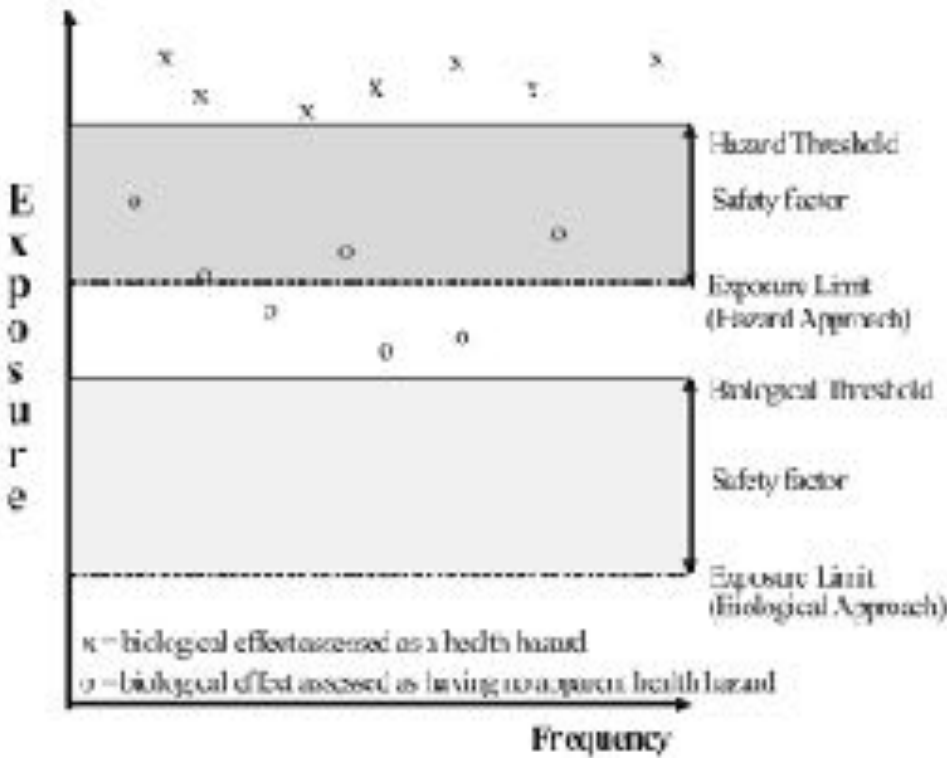


Figure 1 - Determination of exposure limits using the hazard threshold and biological approaches (Repacholi, 1983)

Generally acute effects can be quantified with reasonable precision and so derivation of limits to prevent these will not require a substantial safety factor below the observed threshold levels. When the uncertainty of the relationship between exposure and adverse outcome is greater, a larger safety factor may be warranted. There is no rigorous basis for determining precise safety factors, however, probabilistic approaches have been suggested for some parameters (Bailey, 1997).

Basic restrictions and reference levels: Limits on EMF exposure are termed basic restrictions and are based directly on established health effects and

biological considerations. The physical quantities used in the international guidelines reflect the different concepts of "dose" relevant to the lowest-threshold for a health effect at different frequencies. In the low frequency range (between 1 Hz and 10 MHz) the current basic restriction is the current density (J , in $A\ m^{-2}$) for preventing effects in excitable tissues such as nerve and muscle cells; and in the high frequency range (between 100 kHz and 10 GHz), the basic restriction is the specific absorption rate (SAR, in $W\ kg^{-1}$) for prevention of whole-body heat stress and local heating. In the intermediate frequency range (between 100 kHz and 10 MHz) restrictions are on both the current density and SAR, while in the very high frequency range (between 10 and 300 GHz) the basic restriction is the incident power density (S , in $W\ m^{-2}$) for excessive tissue heating near or at the body surface. Protection against known acute adverse health effects is assured if these basic restrictions are not exceeded.

Because basic restrictions are often specified as quantities that may be impractical to measure, other quantities are introduced for practical exposure assessment purposes to determine whether the basic restrictions are likely to be exceeded. These reference levels (ICNIRP) or maximum permissible exposure levels (IEEE) correspond to basic restrictions under worst case exposure conditions for one or more of the following physical quantities: electric field strength (E), magnetic field strength (H), magnetic flux density (B), power density (S), limb current (I_L), contact current (I_c) and, for pulsed fields, specific energy absorption (SA). Exceeding the reference levels does not necessarily imply that the basic restrictions are exceeded. However, in this case, it is necessary to test compliance with the relevant basic restrictions and to determine whether additional protective measures are necessary.

Protecting different populations: Different groups in a population may have differences in their ability to tolerate a particular EMF exposure. If the scientific database suggests it, consideration should be given to the normal spectrum of sensitivities to stress that would exist in any population, to the possibility that certain drugs may produce adverse reactions in patients exposed to EMF, and to people who are sick to the extent that they may be particularly sensitive to additional stress. Thus it may be useful or necessary to develop separate guideline levels for different population groups. This can be accomplished by the use of larger safety factors for population groups that have an increased sensitivity to EMF when determining guideline limits.

A complementary approach is to distinguish between members of the general public and adult working population exposed under known conditions. Such distinction acknowledges the ability to better control the levels and duration of occupational exposures and to provide instruction and training to workers. In addition workers are usually a healthy adult population with medical monitoring available. By contrast, the general population is composed of people with a wide range of health sensitivities, age and illness. The general public will

not necessarily have any knowledge of their EMF exposure or be able to minimize it. Thus, it is reasonable that an additional safety factor be incorporated into the public exposure limits and these should also account for continuous exposure conditions.

Some standards make provisions for occupationally exposed women who are pregnant to be considered as general public for the purpose of exposure limits. An example of how a national authority has managed this issue comes from the Australian RF standard: <http://www.arpansa.gov.au/pubs/rps/rps3.pdf>: “In order to reduce the risk of accidental exposure above occupational limits a pregnant woman should not be exposed to levels of RF fields above the limits of general public exposure. Occupationally exposed women who are pregnant should advise their employers when they become aware of their pregnancy. After such notification, they must not be exposed to RF fields exceeding the general public limits. Pregnancy should lead to implementation of relevant personnel policies. These include, but are not limited to, reasonable accommodation/adjustment (see Glossary) or temporary transfer to non- RF work without loss of employment benefits. Additional guidance may be found in the Pregnancy Guidelines produced by the Human Rights & Equal Opportunity Commission (HREOC 2001) at www.hreoc.gov.au/sex_discrimination/index.html (for more details see Annex 7)”.

FACTORS AFFECTING EXPOSURE STANDARDS

To ensure that an exposure standard has all the elements necessary to be complete, the following points must be addressed:

- **Frequency:** since the absorption of EMF is frequency-dependent, the same maximum limit on incident power density cannot be applicable over the whole frequency range. To develop standards there is a need to address the issue of frequency extrapolation from regions where little health effects data are available to set exposure limits and for harmonization with other standards, for example at the high frequency end of the standard (e.g. infrared).

- **Exposure level:** the level of exposure can be practically expressed in terms of reference levels. Situations where simultaneous exposure can occur to multiple frequency fields must be accounted for in the standard.

- **Exposure duration:** the time of exposure to various power levels should be quite precise. In many standards a certain power level is set for continuous exposure for 8 or 24 h per day, but higher levels of exposure are generally permitted for short periods of time. In this respect, the time over which the exposure level is averaged is important. The exact means of averaging exposures must be clearly indicated so that no confusion arises in the minds of persons responsible for compliance.

- **Whole-body and partial-body exposure:** For cases where only part of the human body is close to the EMF source (near field), supplementary guide-

lines should be provided for partial body exposure in addition to whole-body exposure. In general, partial body exposures may have higher limits than the whole body, but this depends on the mechanism of interaction (or alternatively on the operating frequency). This will be the case if the mechanism is heating, but would not be the case if the mechanism is induced currents.

General considerations: Governments should provide the legal framework that provides their departments with the mandate to develop and implement EMF standards that are mindful of the health implications, including uncertain ones. The standards should be relevant, effective and workable. It should be recognized that the standard does not operate in isolation from the national legal framework, and in particular from other occupational, health, safety and environment laws.

Compliance: Exposure standards have no value in protecting public health if they are not complied with. National authorities should only establish standards if there is a strategy for cost-effectively determining if the standards are being met and if an appropriately qualified and experienced person or authority has been identified and resourced to conduct compliance tests.

A standard should include practical information on measurable levels that correspond to basic restrictions on EMF exposure. Verification of compliance may be based on measurements or evaluations, and must be performed periodically. Several international standards provide technical advice on how to conduct compliance measurements. This includes guidance on the principles and practice of measurements and design of equipment and/or shielding to reduce exposure. Organizations carrying out such tasks are the international, regional and national technical standards bodies, including the International Electrotechnical Commission (IEC), the International Telecommunication Union (ITU), the International Organization for Standardization (ISO), the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) and the European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC).

Uncertainty in measurements used to evaluate compliance is a practical problem best handled by organizations responsible for the development of compliance methods. However, it is worth noting that better technical measurement techniques and computational dosimetry are available, and when properly incorporated in guidelines, these will reduce uncertainty and thus the magnitude of safety factors.

PRECAUTIONARY MEASURES

Normally priority is usually given to controlling risks that are regarded as “established”, involving risks factors with a clear causal relationship to known diseases. Such an understanding usually takes decades to develop. However, rapid technological advances produce an ever-increasing variety of agents and

exposures whose health consequences are less clear, and societies increasingly wish to address these uncertain consequences.

Waiting for conclusive evidence of a health threat can have unfortunate consequences. However, where an agent is ubiquitous, the potential for harm is great, or the possible adverse health effects are irreversible, it is sensible to consider taking precautions before a cause-effect relationship has been quantified or even established. Precaution can be integrated naturally into existing public-health policy and complement conventional disease-prevention actions.

However, care must be taken to have a due process when establishing policies based on precaution. Not all suggested health risks turn out to be true. Indiscriminate use of precautionary measures will undermine public health benefit if the public gets too many warnings that turn out to be unnecessary. Further, innovations with undoubted health benefits will not be developed, or the benefits they bring will be delayed. This is a risk with EMFs: practically all the technologies that produce EMFs bring considerable benefits to society. Broadcast radio and TV bring cultural, educational and democratic benefits; cellular telecommunications systems bring emergency response and safety benefits that undoubtedly save lives, as well as the general benefits of improved communication; and the benefits of a public electricity supply are obvious.

Precaution should apply to situations where there is uncertainty in the science. However, no science is ever absolutely certain. There will always be uncertainty about some of the details of a known effect, for example the exact threshold, which is often allowed for by safety factors

Conventional scientific methods distinguish “established” from “uncertain” effects and take action mainly on the former by developing quantitative standards that limit exposure. It often requires a high level of proof to accept an effect. This minimises “false positives” (declaring that a risk does exist when subsequently it turns out not to) but tends to generate “false negatives” (declaring that a risk does not exist when in fact it does). By contrast, society as a whole may be more ready to accept a “false positive” rather than miss real risks. Precautionary approaches reflect this desire on behalf of society to “play safe”.

For precautionary measures to be practical, there are a number of principles on which they should be considered:

- Science should be the fundamental driver for the development of precautionary measures. Application of precaution requires a rigorous scientific evaluation of the available data and critical gaps so that the precautionary measures taken do not undermine traditional scientific approaches such as quantitative exposure limits.
- Precaution should be included throughout the risk-analysis and policy-development process and should be seen as an overarching approach. Traditionally, separate processes are identified, such as hazard identification,

risk assessment, and risk management. Precaution has often been linked to the risk-management stage only, and has been regarded as an additional process, invoked or triggered only when a certain level of evidence is exceeded. Thus precaution should be taken when decisions are made at each stage of the policy development process.

- Decisions about precautionary measures should be rational and informed by proper consideration of the likely benefits and costs of any measures. Factors considered should include the strength of the scientific evidence, technical feasibility, economic benefits and costs, and political realities.
- Public concern may be a trigger for implementing public-health policies, though the priority is the protection of health. In reality, the debate on whether precautionary action is warranted, and if so what action is appropriate, often takes place when a potential, unproven risk factor is causing public concern. A good example is RF EMFs, where precautionary debates concerning mobile-phone base stations are often driven by public rather than scientific concern. However, when precautionary measures are selected and implemented without due process, or in an arbitrary way merely to placate public concern, greater and not less public concern can follow.
- Perspectives based on social and cultural factors and ethical values provide the context that ultimately determines policy decisions. A partnership approach between key stakeholders for all risk-management stages therefore needs to be developed.
- The transparency of the whole process should be promoted through communication and consultation with stakeholders at all appropriate stages. Within the regulatory process, precaution can, if poorly applied, reduce transparency and erode the link between evidence of potential harm and action. This should be avoided.

The goal of protecting public health from uncertain, potentially far-reaching hazards must guide the process of decision making from the very beginning. It is better to anticipate possible health problems than to mitigate adverse impacts after they occur.

Thus each country should develop precautionary policies that are appropriate to their own priorities, values and ability to pay for measures that may ultimately not have any health protection from the uncertain risk.

When developing precautionary measures for EMF, one has to conduct or use a properly conducted health risk assessment to determine what is an established risk from ELF or RF fields, and what are the gaps in knowledge or uncertainties in the science. The precautionary measures should then be applicable to the gaps and uncertainties in the science, not to appease public concern that has no scientific basis.

IS MORE RESEARCH NEEDED?

The fact that EMF exposure limits have been developed in no way means that research should stop. As the technology revolution continues and new EMF emitting devices are used by people of all ages, especially children, there is a need to determine their safety.

The WHO EMF Project has taken a lead role in this by identifying areas of research still needed to enable better health risk assessments to be made. The WHO EMF research agendas encourage research in many areas, especially to determine whether children are more sensitive to EMF than adults. For more information on EMF research needs, see www.who.int/emf.

Russian scientists have a long history of EMF research and many scientists in this country are interested in determining whether low-level EMF effects exist. The WHO EMF Project has encouraged Russian scientists to conduct good research that fills the requirements of the WHO EMF research agendas. However it is important to accept the use of the most modern experimental techniques and dosimetry when these studies are conducted. The WHO sponsored French Russian study that attempts to replicate previous Soviet studies is an excellent example of Russian scientists collaborating with other top scientists in the world to resolve outstanding issues. This is to be encouraged in future studies.

CONCLUDING REMARKS

Developing national standards that incorporate EMF exposure limits is a serious measure. The correct balance must be found between protecting the population from real adverse effects and allowing beneficial technologies to be developed. WHO has outlined an excellent approach through its Standards Framework (see www.who.int/emf). Countries who do not want to accept international standards and wish to develop their own standards should follow all the recommendations of the WHO Framework.

Precautionary measures can be developed in conjunction with health-based standards. An excellent approach to use of precautionary measures has been developed by Australia. In this country national standards follow ICNIRP, but incorporate additional measures to reduce population exposures to even lower levels (see <http://www.arpana.gov.au/pubs/rps/rps3.pdf>). Precautionary measures should be used that do not undermine the science base of the standard. For further developments on this topic watch the WHO EMF Project web site (www.who.int/emf).

Further EMF research will be needed for the foreseeable future. Russian scientists are strongly encouraged to use their skills to collaborate with other European scientists to provide much needed answers to people's concerns about the health effects of EMF fields on the human body.

FURTHER READING

1. ARPANSA (2002) see: <http://www.arpansa.gov.au/pubs/rps/rps3.pdf>
2. Ahlbom A (1996): Some fundamental aspects of epidemiology with reference to research on magnetic fields and cancer. In: R Matthes (ed.): "Non-Ionizing Radiation". Proc.3rd Non-Ionizing Radiation Workshop, 22 - 26 April, Baden, Austria. Oberschleissheim: ICNIRP, pp 17 - 27. Available from: Scientific Secretary, International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, C/- Bundesamt für Strahlenschutz, Institut für Strahlenhygiene, Ingolstädter Landstraße 1, D-85764 Oberschleißheim, Germany.
3. Beaglehole R, Bonita R, and Kjellström T (1993). Basic Epidemiology, Geneva: World Health Organization.
4. FDA (1993). Good laboratory practice for non-clinical laboratory studies. Food and Drug Administration, US Department of Health and Human Services. Fed. Reg. 21 CFR Ch. 1 (4-1-93 Edition), Part 58, 245-258.
5. Gart, J.J, Krewski, D, Lee, P.N, Tarone, R.E and Wahrendorf, J. (1986). Statistical methods in cancer research, Vol. 3, The design and analysis of long-term animal experiments (IARC Scientific publications No. 79), Lyon, IARC.
6. Grigoriev Yu.G., Shafirkin A.V., Vasin A.L. Radio frequency electromagnetic field (RF EMF) standardization for Russian population. Retrospective research and modern point of view. Presented to the Third International Conference "Electromagnetic Fields and Human Health. Fundamental and Applied Research. September 17-24, 2002. Moscow-Saint Petersburg, Russia.
7. Grigoriev Yu General principles to the approach to EMF standardization in Russia. Presented to Int. Sem. EMFs. Global need for standards harmonization, Slovenia. Oct. 9, 1998.
8. Grigoriev, Yu. G., Vasin, A.L., Grigoriev, O.A., Nikitina, V.N., Pokhodzey, L.V., Rubtsova, N.B. Harmonization options for EMF standards: proposals of Russian national committee on non-ionizing radiation protection (RNC-NIRP). Presented to 3rd International EMF Seminar in China: Electromagnetic Fields and Biological Effects, Guilin, China October 13-17, 2003.
9. Hill, A.B (1965). The environment and disease: Association or causation? Proc R Soc Med 58; 295-300
10. IAEA (International Atomic Energy Agency), International basic safety standards, 1996. (<http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/SS-115-Web/Start.pdf>)
11. IARC (1987). *Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*, suppl 17: Overall Evaluation of Carcinogenicity – an updating of IARC Monographs 1 to 42. International Agency for Research on Cancer, Lyon, France.

12. IARC (1995). *Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks of Humans*: Preamble. International Agency for Research on Cancer, Lyon, France.
13. ICNIRP (1998) (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Physics* 74(4), 494-522. (<http://www.icnirp.org/>)
14. ICNIRP (2002) General approach to protection against non-ionizing radiation. *Health Physics* 82(4), 540-548.
15. IEEE (2004) (Institute of Electrical and Electronics Engineers), C95.6, IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to electromagnetic fields in the frequency range 0-3 kHz, International Committee on Electromagnetic Safety (ICES).
16. IEEE (2005) (Institute of Electrical and Electronics Engineers), C95.1, IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz, International Committee on Electromagnetic Safety (ICES).
17. NTP (1992). Specification for the conduct of studies to evaluate the toxic and carcinogenic potential of chemical, biological and physical agents in laboratory animals for the National Toxicology Program (NTP). Attachment 2. August 1992 (Including modifications through 9/95). Available from: National Institute of Environmental Health Sciences, Environmental Toxicology Program, PO Box 12233, Research Triangle Park, NC 27709 USA.
18. Pocock S.J. (1983). *Clinical Trials. A Practical Approach*. J. Wiley, Chichester.
19. Repacholi M.H. (1983). Development of standards - Assessment of health hazards and other factors, in *Biological Effects and Dosimetry of Nonionizing Radiation: Radiofrequency and Microwave Energies*, Eds. Grandolfo M., Michaelson S.M., Rindi A., Plenum Press, 611-625.
20. Repacholi M.H. and Cardis E. (1997). Criteria for EMF health risk assessment, *Radiat Prot Dosim* 72, 305-312.
21. Repacholi M.H. (1998). Low-level exposure to radiofrequency electromagnetic fields: health effects and research needs. *Bioelectromagnetics* 19: 1-19.

СТАНДАРТЫ, ОСНОВАННЫЕ НА ЗДОРОВЬЕ, И МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

*Профессор Майкл Г. Репачоли, Римский университет "La Sapienza",
Рим, Италия*

ПРЕДИСЛОВИЕ

Глобализация торговли и все большее использование техники, создающей электромагнитное поле, явились причиной повышенного внимания к различиям в стандартах по электромагнитной безопасности различных странах. В некоторых случаях эти различия весьма существенны. Несоответствия в стандартах по электромагнитной безопасности возникли в результате использования странами только национальных баз данных, применения различных критериев оценки для индивидуальных исследований, из-за различной трактовки научной информации, а также вследствие использования различных философий для разработки гигиенических стандартов для населения. Отличия в нормировании электромагнитного поля также могут быть обусловлены как недостатком обмена информацией между учеными из различных регионов, так и вследствие некоторых социальных различий.

Явное несоответствие национальных и международных стандартов может ввести в заблуждение представителей регулирующих органов и политических деятелей, увеличить общественное беспокойство и поставить сложные задачи перед предпринимателями и операторами систем связи, которым нужно «перекраивать» свою продукцию для каждого рынка. Эти факторы побудили Всемирную Организацию Здравоохранения создать публикацию «Framework for developing health-based EMF exposure standards», используя рациональные, научно-обоснованные подходы (см. www.who.int/emf).

Система ВОЗ направлена на методический подход установления величины стандарта при воздействии электромагнитного поля. Она определяет основные этапы в процессе разработки стандартов, в том числе методы оценки данных научной литературы, критерии пороговых уровней интенсивности электромагнитного поля, расчет коэффициентов гигиенического запаса для различных категорий населения, и, наконец, разработку предельно допустимых уровней воздействия. Также в системе рассматривается степень осуществимости стандартов, соответствие методик и применение предупредительных мер.

Многие страны считают, что с установлением национальных стандартов необходимость в исследованиях отпадает. Это мнение ошибочно.

Существует еще много пробелов в знаниях, поэтому чтобы предоставить более качественную информацию для разработки стандартов, необходимо больше исследований. Разработка стандартов представляет собой развивающийся процесс. Буквально через год после установления стандартов по ионизирующему излучению, в наличии появилась более точная информация. До момента открытия того, что рак развивается в людях, подвергавшихся радиационному излучению относительно низкого уровня, точные стандарты по радиационной безопасности не разрабатывали. Аналогично, с быстрым развитием технологии, использующей электромагнитное поле, необходимо больше исследований для выявления других эффектов, которые не были обнаружены в более ранних исследованиях.

Эта статья поднимает вопросы правильного использования данных научной литературы при разработке стандартов, использования предупредительных мер в целях снижения воздействия электромагнитного поля на людей, осуществляющих исследования, изучения проблемы влияния электромагнитного поля, уровень которого ниже международных норм.

РАЗРАБОТКА СТАНДАРТОВ

Стандарт – это обобщающий термин, включающий и правила и нормативы, он может быть определен как набор нормативов или правил, обеспечивающих безопасность как отдельного человека, так и группы людей. Основной целью стандартов является защита здоровья человека. Стандарты по электромагнитной безопасности могут быть определены либо стандартами, регламентирующими уровень электромагнитного поля, создаваемого различными устройствами, либо стандартами, устанавливающими уровень воздействия электромагнитного поля на человека в производственных и внепроизводственных условиях.

Стандарты по облучению устанавливают уровень воздействия электромагнитного поля на человека в целях индивидуальной защиты при максимальном уровне воздействия электромагнитного поля, то есть уровня, при котором допускается тотальное или локальное воздействие электромагнитного поля на тело человека от любого числа источников. Этот тип стандарта обычно включает коэффициент гигиенического запаса и предусматривает основной принцип по ограничению воздействия электромагнитного поля на индивидуального человека. Такие стандарты были установлены Международной Комиссией по защите от Неионизирующего Излучения (ICNIRP, <http://www.icnirp.org>), Институтом инженеров по электротехнике и электронике/ Международным комитетом по электромагнитной безопасности (IEEE/ICES, <http://grouper.ieee.org/groups/scc28/>) и многими национальными организациями.

Эмиссионные стандарты, регламентирующие уровень электромагнитного поля, создаваемого различными устройствами, устанавливают

нормативы для электрических устройств и в основном основываются на технологических взглядах, например, минимизирование взаимовлияния устройств, создающих электромагнитное поле, и другого оборудования и/или оптимизирование эффективности устройства. Ряд таких стандартов был установлен Институтом инженеров по электротехнике и электронике, Международной Электротехнической Комиссией (IEC, <http://www.iec.ch/>), Европейским Комитетом по Электротехнической Стандартизации (CENELEC, <http://www.cenelec.org>) и национальными организациями по стандартизации.

Так как эмиссионные стандарты нацелены на обеспечение соответствия со стандартами облучения, они основываются не только на факторах, оказывающих влияние на здоровье человека. Вообще эмиссионные стандарты стремятся обеспечить достаточно низкое совокупное воздействие электромагнитного поля, которое создают приборы, так чтобы даже одновременная работа нескольких устройств не вызывала превышения стандартов облучения.

Стандарты по измерению ЭМП характеризуют, каким образом может быть обеспечено соответствие стандартов, устанавливающих уровень воздействия электромагнитного поля на человека и стандартов, регламентирующих уровень электромагнитного поля, создаваемого различными устройствами. Они могут предусматривать правила по измерению воздействия электромагнитного поля с помощью устройства, например, фантомные измерения величины удельной мощности излучения (SAR) для мобильных телефонов. Стандарты по измерению воздействия электромагнитного поля были разработаны Международной электротехнической комиссией (IEC), Институтом инженеров по электротехнике и электронике (IEEE), Европейским комитетом по электротехнической стандартизации (CENELEC), Международным союзом телекоммуникаций (ITU) и другими структурами, занимающиеся разработкой стандартов

ДОЗИМЕТРИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Нельзя недооценивать важность качественной дозиметрии. Без нее исследования можно было бы считать полустандартными, а результаты - предварительными до проведения похожих исследований, которые бы применяли хорошую дозиметрию. ВОЗ способствовала проведению точной дозиметрии с момента образования программы, изучающей воздействие электромагнитного поля. Если наблюдается явный эффект неблагоприятного воздействия на здоровье, необходимо определить точную дозу воздействия, чтобы произвести это воздействие и использовать для опре-

деления предельно допустимого уровня воздействия электромагнитного поля. Иначе предельно допустимые уровни воздействия электромагнитного поля, на которых они могли бы быть основаны, будут менее точными, и поэтому необходимо было бы большее количество факторов безопасности для компенсации недостатка точности дозиметрии.

За последние десятилетия произошло усовершенствование дозиметрии, поэтому прежние исследования следует рассматривать с некоторым опасением, так как ранее описанные эффекты могли быть вызваны артефактами воздействия или в результате неточного описания условий облучения, например такие как горячие точки на неоднородном поле. Стандарт радиочастотной дозиметрии представляет собой определенную степень поглощения (SAR in W/kg). При всех исследованиях следует использовать удельную мощность поглощения в качестве измерения дозы поглощения радиочастоты, так как это является биологически важным параметром, сходным с поглощенной дозой ионизирующего излучения, и использовать в исследованиях разрешенную удельную мощность поглощения, чтобы сравнить соотношение воздействия радиочастотного диапазона электромагнитного поля и различных биологических систем; или удельная мощность поглощения может быть теоретически определена с помощью высоко точного компьютерного программного обеспечения.

ОЦЕНКА НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Прежде чем устанавливать стандарты нужно тщательно просмотреть доступную научную литературу, касающуюся биологических эффектов. При этом очень важно различать биологические эффекты и эффекты воздействия на здоровье. Биологический эффект представляет собой некоторую физиологическую реакцию на воздействие электромагнитного поля. Некоторые эффекты могут быть неувимыми реакциями в нормальной физиологической сфере или могут быть результатом патологических условий, в то время как другие могут иметь благотворные последствия для человека. Раздражение или дискомфорт вызванный воздействием электромагнитного поля могут быть не патологическими сами по себе, но, если их усиление может повлиять на физическое и умственное состояние человека, то результат влияния может считаться риском для здоровья. Риск для здоровья, таким образом, определяется как биологический эффект, который выходит за рамки компенсаторного механизма человека, и нежелателен для здоровья. Основные стандарты биологических эффектов, результатом которых не было неблагоприятных последствий для здоровья человека, ведут к избыточной защите.

Стандарты по электромагнитной безопасности основываются на исследованиях, осуществляемых в различных дисциплинах, в которые входит наука о здоровье, включая биологию, эпидемиологию и медицину, а так же физика и технология. Все это играет важную роль, как индивидуальную, так и совместную, в определении возможного неблагоприятного влияния на здоровье человека и в предоставлении информации о биологическом воздействии электромагнитного поля, физических характеристиках, источниках использования, результирующих уровнях воздействия и риске людей

Различные исследования имеют разное значение для здоровья человека. Эпидемиологические исследования по распространению болезни в обществе и факторы, влияющих на это распространение, предоставляют прямую информацию о здоровье людей, подверженных воздействию фактора и дает самый высокий «вес». Тем не менее, результаты этих исследований могут быть ошибочны или противоречивыми, и их наблюдательный характер не позволяет установить точную взаимосвязь, так и явную связь

Экспериментальные исследования, привлекая добровольцев, могут дать неопределимую информацию о физиологических эффектах острого воздействия, хотя по этическим причинам эти исследования обычно проводятся только на здоровых людях. Исследования животных, тканей и клеточной культуры часто важны, но дают меньше веса. В результате исследования животных можно получить качественную информацию относительно результатов потенциального здоровья, но из-за различий между

видами информация может быть не экстраполированной для определения предельно допустимых уровней. Однако следует отметить, что Международная организация по исследованию раковых заболеваний (IARC (1995)) считает, что, если во время облучения какого-либо биологического, химического или физического представителя риск был установлен, по крайней мере, в двух различных видах животных, то вероятнее всего это вызовет рак и у человека. Исследования, проводящиеся на клеточном уровне, обычно используются для исследования механизмов взаимодействия, но в основном они не берутся одни как очевидность эффектов *in vivo*. Тем не менее, все типы исследований играют роль в определении научной достоверности любого возможного риска для здоровья человека

Существует необходимость в комплексном и требовательном научном обзоре, который осуществляется группой общепризнанных экспертов по всем соответствующим научным дисциплинам.

Были разработаны критерии для оценки индивидуальных исследований, имеющих целью установление риска здоровью. Для обеспечения всесторонней оценки необходимо пересматривать стандарты дозиметрии, *in vitro*, *in vivo*, добровольцев и эпидемиологические исследования. Ниже упомянуты несколько выбранных критериев для индивидуальных исследований и возможные отклонения в оценке результатов исследования:

- **Качество плана исследования.** При оценке результатов исследования важно удостовериться в том, что план и объем исследования достаточны для обнаружения эффекта в данных условиях воздействия. Например: с одной стороны, исследование, не показывающее эффекта, может содержать ошибки в плане или не соответствовать объему эксперимента (например: число животных или количество повторяющихся тестов), чтобы показать эффект. С другой стороны, в исследованиях, показывающих, что влияние есть, должна быть возможность определить, действительно ли это результат электромагнитного воздействия, а не другого фактора или какого-либо отклонения в исследовании. Набор критериев для исследований человека, животного и клетки представлен в Приложении, и предназначается только в качестве справочной литературы. Одним и тем же способом, используя одинаковые критерии, можно оценить и позитивные и негативные исследования.

- **Качество проведения исследования.** Все исследования должны проводиться строго согласно протоколу с применением хорошей лабораторной практики.

- **Качество отчета по результатам исследования.** Публикации должны включать ясную формулировку целей и гипотез, описание методов воздействия, экспериментальную модель и статистический анализ, а также подробное описание биологических систем и экспериментальных процедур.

- **Рецензирование публикаций.** Рецензированные научные исследования предпочтительно должны включать рецензию независимой группы. Обычно рецензия содержит немного информации. Хотя критерии рецензирования сильно различаются среди научных журналов. Рецензированные работы обычно являются более качественными, чем не рецензированные публикации.

- **Полезность стандартов.** Одной из основных задач рецензионной группы является оценка того, насколько важна публикация исследования для разработки стандартов. Многие статьи содержат замечательные исследования, но они могут не иметь значения для установления стандартов; например: исследования о влиянии ЭМП, уровни которого намного выше допустимых значений, чтобы установить неблагоприятное влияние на здоровье человека.

ПРЕДПОЧТЕНИЯ В ДАННЫХ

Безошибочная оценка риска для здоровья возможна только тогда, когда доступна достоверная научная информация. Итогом высококачественной базы данных будет точное определение риска для здоровья человека, что может быть использовано при разработке стандартов. В базе данных научной информации могут быть предпочтения, что может привести к недостаточному определению риска. Предпочтения могут быть следующими:

Географические предпочтения. Рецензионный комитет должен работать с научной литературой, публикуемой во всем мире, и рецензировать исследования других стран (например: Россия и Китай), чьи публикации иногда менее понятны англоговорящим людям и поэтому реже цитируются.

Публицистические предпочтения. Журналы могут более склоняться к научным работам, в которых демонстрируются позитивные результаты, чем к тем, в которых обнаруживается отсутствие эффекта. Публицистические предпочтения такого типа происходят в результате дисбаланса базы данных. Если все результаты исследования, отраженные в базе данных, являются позитивными, а негативных исследований нет, то предельный допустимый уровень не может быть установлен. Хорошо спланированные и проведенные исследования следует опубликовывать, не обращая внимания на последствия, потому что с научной точки зрения негативные результаты (эффекты не наблюдаются) являются такими же полезными, как и позитивные исследования (эффекты наблюдаются).

ПРОВЕДЕНИЕ ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ

Так как в научном обществе существует несколько мнений, то трактовать исследования можно по-разному. Поэтому часто, чтобы достичь

согласия, необходим повторный пересмотр исследований другими национальными и международными экспертными организациями.

Несмотря на гарантию того, что только значения научных исследований используются в процессе оценки, описанном выше, также можно столкнуться с неточными и противоречивыми факторами в сравнительно-оценочной литературе. Любая оценка по крайней мере частично основывается на мнениях. Существуют различные схемы и критерии, чтобы оценочный процесс был понятным, среди них, например, критерия Брэдфорда Хила (Hill, 1965) и схема оценки канцерогенности Международной организации по исследованию раковых заболеваний (IARC, 1987). Оценивая базу данных, содержащую информацию о влиянии электромагнитного поля на здоровье человека, возникают следующие вопросы (Repacholi and Cardis, 1997):

- Для эпидемиологических исследований важна прочность связи между воздействием электромагнитного поля и риском: существует ли очевидная связь между риском и воздействием? Сильной связью является связь с коэффициентом соотношения риска (RR) от 5 и более. Во время курения табака многие коэффициенты RR превышают 10. Однако при воздействии электромагнитного поля в 50/60 Гц, например, на детей больных лейкемией коэффициентом RR считается 1.5–2. Становление более чувствительного коэффициента происходит при усилении взаимосвязи, и единственное, что предлагается - это большее количество доказательств для достижения каких либо более веских выводов. Важна очевидность раковых заболеваний у лабораторных животных, облученных электромагнитными полями, для увеличения уверенности в том, что эпидемиологические исследования могут показать реальную угрозу для здоровья.

- Насколько согласованы исследования, касающиеся оценки воздействия электромагнитного поля и оценки риска некоторых последствий для здоровья? Большинство ли исследований показывают один и тот же риск для одной и той же болезни? Возьмем в качестве примера курение: по существу все эпидемиологические исследования курения показывают увеличивающуюся угрозу для рака легких. Исследования могут показывать статистически важные связи между некоторыми типами рака и некоторыми типами воздействия. Альтернативно, исследования, описывающие связь с раком, могут быть несовместимы друг с другом по типу и подтипу. Способность планирования исследования определяет реальный риск, не принимая во внимание воздействие отклонений и смешивания.

- Существует ли зависимость реакции от дозы между воздействием электромагнитного поля и последствиями для здоровья? Чем больше человек курит, тем выше угроза рака легких. Показывают ли исследования, изучающие воздействие электромагнитного поля, зависимость реакции от

дозы между воздействием электромагнитного поля и последствиями для здоровья?

- Существуют ли лабораторные данные, доказывающие существование связи между воздействием электромагнитного поля и влиянием на здоровье? Симптомы считаются более яркими, если эффекты могут быть продемонстрированы на животных, чем на клетках или на одних тканях, так как все животные способны через различные механизмы увеличивать, минимизировать и отрицать эффекты воздействия. Из-за отсутствия механизмов автоматического регулирования в клетках и тканях, значимости исследований на всех животных больше, чем для исследований на отдельных тканях и клетках.

- Существуют ли биологические механизмы для связи между воздействием электромагнитного поля и последствиями для здоровья? Когда понятно, каким образом агент приводит к заболеванию, легче объяснить сомнительные научные данные. Не следует принимать как биологическую важность реакции, наблюдаемые в клеточных исследованиях, пока не были продемонстрированы похожие реакции во время исследований животных, и не была установлена значимость воздействия электромагнитного поля на здоровье человека.

Роль доказательств. Основа научного доказательства должна рассматриваться как единое целое, чтобы получить всестороннюю оценку каких-либо неблагоприятных последствий для здоровья человека в результате воздействия электромагнитного поля. Общим подходом для определения этого является весомость доказательства. Чтобы установить существование эффекта большинство доказательств, полученных из эпидемиологических исследований, а так же из исследований, изучающих человека, животных и клетки, должны указывать на существование данного эффекта. Важно помнить, что нет способа доказать отсутствие последствий для здоровья человека, так же как и нет способа определить весомость доказательства. Также следует оценить, насколько данный набор доказательств изменит вероятность существования эффекта в результате воздействия электромагнитного поля. Если большинство доказательств предполагает отсутствие эффекта, но один набор исследований предполагает его наличие, то нужно оценить, насколько положительны были результаты в результате действия на здоровье, и электромагнитное воздействие других общих факторов.

Существование биологических эффектов и риска для здоровья может быть установлено только тогда, когда результаты исследования воспроизводятся при проведении вторичного эксперимента в независимых лабораториях или поддерживаются взаимосвязанными исследованиями. Это укрепляется в дальнейшем, когда:

- существует соответствие с принятыми научными принципами;

- понятен лежащий в основе механизм;
- может быть определена зависимость реакции от дозы.

Оценка риска: Чтобы оценить размер риска, которому может быть подвержено население, необходимо определить влияние электромагнитного поля на здоровье общества. Для оценки риска или для специальных отобранных исследований следует предоставить более точные количественные данные. Такие данные должны включать:

- определение биологической эффективности механизма или характеристик поля, разные виды которых могут различаться тканью или органом;
- отношение эффекта экспонирования и определение пограничного уровня;
- распространение воздействия электромагнитного поля и определение подгруппы населения с высокой степенью воздействия электромагнитного поля;
- различия в степени чувствительности населения к воздействию электромагнитного поля.

УСТАНОВКА ДОПУСТИМОГО УРОВНЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Предельно допустимые уровни воздействия предназначены для защиты здоровья человека от неблагоприятного воздействия электромагнитного поля с учетом его частотного диапазона.

Пороговые уровни. Существует ряд методов, с помощью которых можно определить пороговые уровни. Во-первых, пограничный уровень воздействия может быть получен на базе научных данных по оценке риска для здоровья. Порог считается самым низким уровнем воздействия, ниже которого риск для здоровья не был обнаружен. Поскольку сначала будут некоторые неточности в определении этого порога из-за недостатка знаний о биологических эффектах, будет существовать некоторая неопределенность. Степень неопределенности является прямо пропорциональной величине фактора безопасности, которые в дальнейшем следует объединить для достижения конечного предельного уровня воздействия электромагнитного поля. Этот метод был основным для разработки большинства западных стандартов, и в частности международных нормативов, установленных Международной Комиссией по защите от неионизирующего излучения и стандартов, принятых Институтом инженеров по электротехнике и электронике / Международным комитетом по электромагнитной безопасности (ICNIRP international guidelines (ICNIRP, 1998) and the IEEE/ICES standards (IEEE, 2004), (IEEE, 2005)).

Этот метод включает много различных механизмов и требует хорошего понимания системы их взаимодействия, а также предполагает существование неизменной пороговой величины. Данный метод не предполагает наличие кумулятивного влияния. Необходимы признаки кумулятивного ущерба, чтобы наглядно показать возникновение незначительного ущерба в результате воздействия низкого уровня электромагнитного поля и, чтобы обнаружить приносящие ущерб эффекты, требуется их накопление. В дальнейшем все зависит от информации, полученной в результате более масштабных долгосрочных исследований. Без таких исследований есть вероятность того, что болезни или эффекты, которые были обнаружены по прошествии долгого времени, будут исключены из рассмотрения.

Другой способ определения пределов облучения состоит в применении «биологического подхода» (рисунок 1). Исходя из научных данных, при определении порогового уровня облучения биологического эффекта не наблюдается. Этот метод облегчает необходимость оценивания риска для здоровья исходя из данных о биологических эффектах и допускает неполные знания механизмов взаимодействия. Существует проблема, что результатом применения такого подхода будет чрезмерно консервативный стандарт, который не может заключать в рамки только технологический прогресс, а будет неприемлем в том смысле, что будет потеряна прибыль которую можно было бы получить от разработки технологий, создающих защиту от сомнительных рисков. Российские стандарты устанавливают из ограничений, используя пороговый уровень, который вызывает физиологические компенсаторные реакции при хроническом электромагнитном воздействии. Коэффициент гигиенического запаса устанавливает гарантию того, что воздействия стандартного уровня не вызывают каких-либо адаптационных компенсаторных реакций (Григорьев и другие 1998, 2002; Григорьев, 2003). Этот подход является основой для некоторых Восточно-Европейских стандартов, ведущих к значительно низким пределам облучения (<http://www.who.int/docstore/peh-emf/EMFStandards/>).

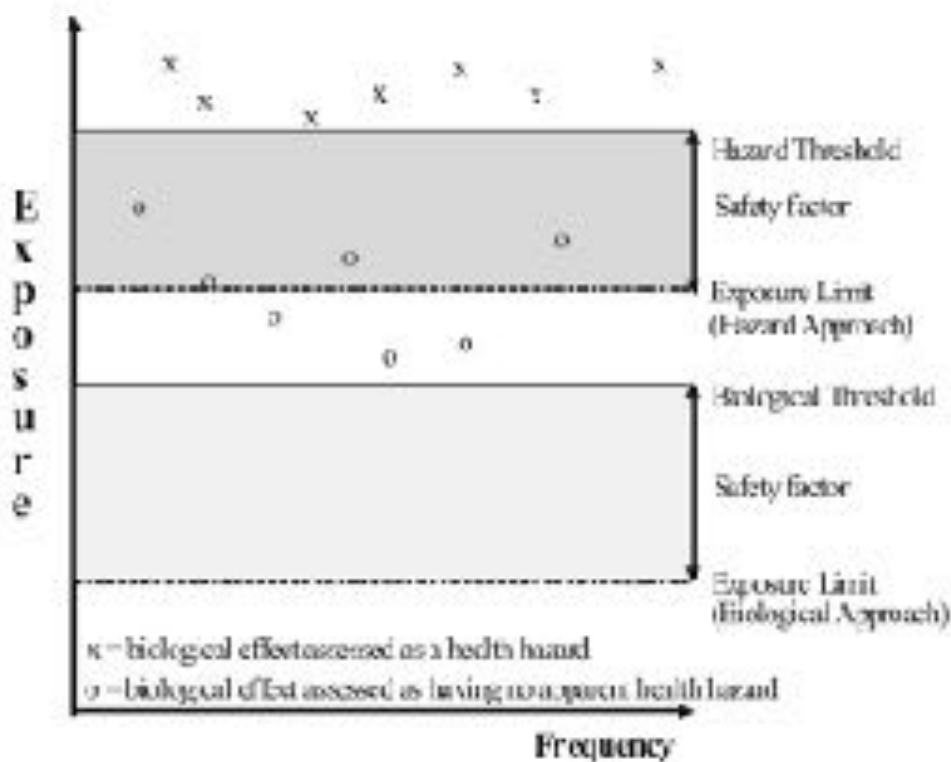


Figure 1 - Determination of exposure limits using the hazard threshold and biological approaches (Repacholi, 1983)

Коэффициент гигиенического запаса. Определение различных видов неблагоприятного воздействия электромагнитного поля на здоровье человека является сложным процессом, поэтому требуются всесторонние опыты и экспертизы. Требуется один раз установить пороговый уровень воздействия электромагнитного поля, а предельно допустимые уровни могут быть установлены путем понижения этого порогового уровня при помощи коэффициентов гигиенического запаса. Коэффициенты гигиенического запаса в стандартах по электромагнитной безопасности представляют собой попытку компенсировать неизвестность и неопределенность в науке. Существуют примеры отклонений в пороговых уровнях, включающих отклонения от экстраполяции базы данных животных до эффектов, влияющих на людей, различий в восприимчивости различных групп или индивидуальностей, статистических отклонений в функции зависимости от дозы, определений дозы и возможностей объединения эффектов воздействия электромагнитного поля различного частотного диапазона, и других окружающих факторов.

Как правило, острые биоэффекты могут быть с точностью определены и таким образом есть возможность установить предельно допустимые уровни не используя основные коэффициенты гигиенического запаса ниже отмеченных пороговых уровней. Когда существуют отклонения во взаи-

мосвязи между воздействием электромагнитного поля и неблагоприятными последствиями, может быть гарантирован более высокий коэффициент гигиенического запаса. Определенной базы для точного расчета коэффициентов гигиенической безопасности не существует, однако для некоторых характеристик предлагаются возможные методы (Bailey, 1997).

Основные ограничения и базовые уровни. Предельно допустимый уровень воздействия электромагнитного поля определяется основными ограничениями, факторами, оказывающие влияние на здоровье, и биологическими предположениями. Физическая величина, используемая в международных нормативах, отражает различные концепции значимости «дозы» по отношению к самому низкому пороговому уровню воздействия при различной частоте. При низкой частоте диапазона (1Гц - 10МГц) для предотвращения воздействия на легковозбудимые ткани, такие как нервы и клетки мышц основным ограничением для тока является плотность тока (D_j , в $A \cdot m^{-2}$); а в высоко частотном диапазоне (100кГц - 10ГГц) - особая поглощающая норма (удельная мощность поглощения, в $Вт \cdot кг^{-1}$) для предотвращения сильной тепловой нагрузки на все тело и на отдельные его части. При средней частоте диапазона (100кГц – 10МГц) ограничениями являются и плотность тока и удельная мощность поглощения, в то время как при очень высокой частоте диапазона (10 – 300ГГц) основным ограничением является характерная мощность плотности тока для сильного нагрева тканей или поверхности тела. Защита против уже обнаруженного сильного неблагоприятного воздействия на здоровье обеспечивается, если не преувеличиваются основные ограничения.

Так как основные ограничения часто указываются как количество, но их не всегда осуществимо измерить, другие величины вводятся для оценочных целей возможного воздействия, чтобы определить, есть ли вероятность преувеличения ограничений. Эти опорные уровни (Международная Комиссия по защите от Неионизирующего Излучения) или максимально допустимые уровни воздействия электромагнитного поля (Институт инженеров по электротехнике и электронике) соответствуют основным ограничениям условий воздействия для одной или более следующих величин: сила электрического поля, сила магнитного поля, плотность магнетического потока, степень плотности, ветвь тока, контактный ток, и для импульсных полей - удельная мощность поглощения. Превышение базовых уровней необязательно предполагает превышение основных ограничений. Однако в этом случае необходимо проверить соответствие с важными основными ограничениями и определить, нужны ли дополнительные меры предосторожности

Защита различных категорий населения. Различные группы населения могут по-разному переносить воздействие электромагнитного поля. Если информация научной базы данных предполагает это, значит надо

проанализировать стандартный спектр восприимчивости к стрессу, существующий в каждой категории людей, так как существует вероятность того, что на организмы облученных пациентов и больных людей определенные медицинские препараты оказывают неблагоприятное воздействие в такой степени, что могут вызвать особую чувствительность к дополнительному напряжению. Таким образом, разрабатывать специальные стандарты по электромагнитной безопасности для различных групп населения может быть полезно или даже просто необходимо. Этого можно достичь, если, при разработке стандартов, применять большее количество факторов безопасности по отношению к группам населения с повышенной чувствительностью к воздействию электромагнитного поля.

Существует также дополнительный метод защиты для различных групп населения, который заключается в умении отличать членов основного общества от взрослого рабочего населения, находящегося под влиянием определенных условий. Такое разграничение допускает возможность лучшего контроля за уровнями и продолжительностью воздействия в производственных условиях, а также предоставлять инструкции и обучать работников. При этом рабочими обычно являются представители взрослого здорового населения с доступным медицинским дозиметрическим контролем. А основное население составляют люди с различной чувствительностью здоровья, возрастом и разнообразными видами заболеваний. Большая часть основного населения не знает о воздействии электромагнитного поля и не способна минимизировать это влияние. Таким образом, разумно включить дополнительный коэффициент гигиенического запаса в общественные стандарты по электромагнитной безопасности, и это также следует считать за продолжение условий воздействия.

Некоторые стандарты предусматривают меры предосторожности для беременных женщин, подвергшихся воздействию электромагнитного поля в производственных условиях, и относят их к отдельной категории населения в рамках гигиенического нормирования. Примером того, как национальные власти относятся к этому вопросу, может послужить стандарт Австралии, регламентирующий воздействие электромагнитного поля радиочастотного диапазона (<http://www.arpana.gov.au/pubs/rps/rps3.pdf>): «Чтобы снизить риск случайного воздействия выше производственных стандартов беременная женщина не должна быть подвергнута воздействию более высоким уровням электромагнитных полей, чем стандарты воздействия электромагнитного поля на основное население. Беременным женщинам, подвергающимся воздействию электромагнитного поля в производственных условиях, следует проинформировать своих работодателей о сроке рождения ребенка. После этого работодатели не имеют права подвергать беременную женщину воздействию электромагнитного поля, уровень которого превышает уровень воздействия электромагнитного поля

для общества. Беременность должна вести к реализации соответствующих индивидуальных режимов. Она включает, но не ограничивается регулированием времени работы в условиях воздействия электромагнитного поля или временным перемещением к работе, при выполнении которой работник не подвергается влиянию электромагнитного поля, что не вызовет потерь для работодателя. Дополнительные правила могут быть найдены в Руководстве для беременных женщин (the Pregnancy Guidelines produced by the Human Rights & Equal Opportunity Commission (HREOC 2001)), созданном Комиссией по правам человека и соответствующим возможностям, которое можно посмотреть на сайте www.hreoc.gov.au/sex_discrimination/index.html (for more details see Annex 7).

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СТАНДАРТЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Для гарантии того, что стандарты по электромагнитной безопасности имеют все необходимые элементы, должны быть рассмотрены следующие пункты:

- **Частота.** Так как поглощение энергии электромагнитного поля зависит от частоты, то один и тот же максимальный уровень электромагнитного поля определенной интенсивности не может быть применен для всего частотного диапазона. Для разработки стандартов нужно получить экстраполяцию регионов по тем частотам, где имеется мало доступных данных по влиянию этих частот на здоровье, чтобы установить уровни воздействия электромагнитного поля и согласовать с другими участками спектра, например, на высокочастотном конце спектра (например, инфракрасное воздействие).

- **Уровень воздействия.** Предельно допустимый уровень воздействия может быть фактически выражен в терминах базовых уровней. При разработке стандартов должны быть рассмотрены случаи, когда может произойти одновременное воздействие полей различной частоты.

- **Продолжительность воздействия.** Должно быть установлено время воздействия различных уровней электромагнитного поля. Во многих стандартах устанавливается определенный уровень интенсивности электромагнитного поля для непрерывного воздействия в течение 8 или 24 часов в день, а воздействие высших уровней электромагнитного поля допускается, как правило, на короткий период времени. В этом отношении важным является показатель времени, в течение которого уровень воздействия является средним. Точные значения усредненного воздействия должны быть ясно указаны, чтобы не возникало путаницы у людей, ответственных за согласованность действий.

- **Воздействие электромагнитного поля на все тело и на его отдельные части.** В случаях, когда только часть человеческого тела находится близко к источнику электромагнитного излучения, к стандарту должно прилагаться пособие, содержащее информацию по облучению всего тела, вместе с дополнительным руководством по облучению частей тела. Вообще предельно допустимый уровень для частей тела может быть выше, чем для всего тела, но это зависит от взаимодействия (или от действующей частоты). А ПДУ для частей тела будет выше в случае нагревания, но не в случае индуктирования токами.

Основные предложения. Правительства должны предоставить легальные рамки, чтобы поручить своим департаментам разработку и реализацию стандартов по электромагнитной безопасности, которые принимают во внимание значение здоровья, включая случайные факторы. Стандарты должны быть соответствующими, эффективными и реализуемыми. Надо признать, что ни один стандарт не действует в изоляции от национальных легальных рамок, а также от профессиональных, санитарно-гигиенических, природных законов и законов, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности.

Погрешности в измерениях, применяемые для оценки соответствия, представляют собой реальную проблему, которую лучше всего решают организации, ответственные за разработку соответствующих методов. Однако это не стоит ничего по сравнению с доступными более точными измерениями техники и более качественной вычислительной дозиметрии, и, включенные должным образом в нормативы данные. Они могут снизить погрешность, а соответственно и значение факторов безопасности.

Соответствие. Стандарты, регламентирующие уровень воздействия электромагнитного поля на человека не защищают здоровье членов общества, если их не соблюдать. Национальные власти должны устанавливать стандарты, если существует метод определения эффективности стандарта, если стандарты являются применяемыми и если были определены и проведены необходимые тесты.

Стандарт должен включать подлинную информацию по измеряемым уровням, которые соответствуют основным ограничениям по воздействию электромагнитного поля. На измерениях или оценках может быть основан проект, с помощью которого можно было бы контролировать соответствие стандартам, и который должен быть представлен в периодической последовательности. В некоторых международных стандартах предусмотрено приложение, в котором содержится инструкция по проведению соответствующих измерений. Он включает руководство по принципам, порядок измерений, модель оборудования и меры предосторожности, чтобы снизить уровень воздействия электромагнитного поля. Такие задачи выполняют международные и региональные организации, а также национальные

структуры по разработке стандартов, которые включают Международную электротехническую Комиссию, Международный союз по телекоммуникациям, Международную организацию по стандартизации, Институт инженеров по электротехнике и электронике и Европейский комитет по электротехнической стандартизации (the International Electrotechnical Commission (IEC), the International Telecommunication Union (ITU), the International Organization for Standardization (ISO), the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) and the European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC)).

ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ МЕРЫ

Обычно приоритет отдается контролируемым рискам, которые считаются «доказанными», включая факторы риска, которые имеют явную взаимосвязь с болезнями. Для разработки такого понимания обычно требуются десятилетия. Однако быстрый технологический рост вызывает увеличение разнообразия факторов воздействия, чьи последствия для здоровья менее очевидны, и общественность постоянно желает развеять все неясности последствий.

Ожидание важных доказательств относительно факторов угрозы для здоровья могут иметь негативные последствия. Однако в случае если фактор является распространенным, существует большая вероятность причинения ущерба, или возможного неблагоприятного воздействия на здоровье, являющееся необратимым, поэтому перед тем как определять или устанавливать причинно-следственные отношения, необходимо принять предупредительные меры. Меры предосторожности могут быть объединены с существующей политикой здравоохранения и могут дополнить стандартные меры по профилактике заболеваний.

Так же нужно уделить внимание соответствующему процессу при определении политического курса, основанного на предупредительных мерах. Не все предполагаемые риски для здоровья могут оказаться реальными. Необоснованное использование мер предосторожности не будет иметь положительного влияния на общественное здоровье, если общество будет получать слишком много предупреждений, что неправильно может быть истолковано. В дальнейшем не будут разрабатывать нововведения именно с пользой для здоровья, или польза, которую они приносят, будет задерживаться. Существует следующий риск, связанный с электромагнитными полями: большинство технологий, порождающие электромагнитные поля, являются очень полезными для общества. Теле- и радиовещание приносят культурную, образовательную и демократическую пользу; сотовые телекоммуникационные системы используются для звонка в непредвиденной ситуации и приносят защитную пользу, что несомненно спасает

жизни, так же как общая польза увеличивающихся средств связи; и очевидная польза от снабжения общества электричеством.

Меры предосторожности следует применять в ситуациях, в которых в науке присутствует неопределенность. Однако ни одна наука не бывает абсолютно точной. Всегда есть сомнения по поводу некоторых деталей уже известного явления, например, точная пороговая величина, которая часто предусматривается факторами безопасности.

Определенные научные методы различают явления «доказанные» и «неоднозначные» и действуют в основном по шаблону при определении предельно допустимого уровня воздействия. Необходимы очень веские доказательства, чтобы согласиться с наличием эффекта. Это минимизирует «ошибочные положительные результаты» (утверждая, что риск существует, а впоследствии оказывается, что его нет) и тенденции, порождающие «ошибочные отрицательные результаты» (утверждая, что риска нет, когда на самом деле он есть). По контрасту, общество в целом может и в большей степени готово принять «ошибочные положительные результаты», чем упустить реальную угрозу. Предупредительные меры отражают это желание на реакции общества «избегать рискованных действий».

Чтобы меры предосторожности были осуществимыми, существует ряд принципов, по которым их следует рассматривать:

- В разработке предупредительных мер основным двигателем должна быть наука. Для принятия мер предосторожности необходима точная научная оценка доступной информации и критических моментов, чтобы принятие данных предупредительных мер не подрывало научных методов, таких как предельно допустимые уровни воздействия.
- Меры предосторожности должны приниматься в процессах, касающихся анализа риска и разработки политики, и их следует рассматривать как покрывающий подход. Традиционно определены отдельные процессы, такие как определение риска, оценка риска и умение справиться с риском. Меры предосторожности всегда были связаны только со стадией управления риском и рассматривались как дополнительный способ, активизирующийся только тогда, когда преобладает конкретный уровень данных. Таким образом, меры предосторожности необходимы при принятии решений на каждой стадии развития политического процесса.
- Решения, касающиеся мер предосторожности должны быть рациональными, а также необходим расчет возможной выгоды и издержек, в результате действия какой-либо из предупредительных мер. Рассматриваемые факторы должны включать силу научных доказательств, техническую выполнимость, экономические выгоды и издержки и политическую реальность.

- Участие общественности может дать начало для вступления в силу политики в области здравоохранения. Действительно, дискуссия по вопросу, гарантируют ли предупредительные действия защиту и сохранность, если да, то какое действие наиболее подходящее. Часто случается, когда потенциальный, недоказанный фактор риска вызывает общественный интерес. Хорошим примером являются радиочастотные электромагнитные поля, где предупредительные дебаты, касающиеся базовых станций мобильных телефонов, больше заботят общественность, чем науку. Однако когда установлены меры предосторожности, но осуществляются лишь для того, чтобы снизить беспокойство общественности, может последовать еще более сильное общественное волнение.
- Перспективы, основанные на социальных, культурных факторах и духовных ценностях, обеспечивают ситуацию в конечном счете определяющую политические решения. Поэтому нужно развивать сотрудничество между заинтересованными сторонами на всех стадиях, касающихся управления риском.
- Прозрачность всего процесса должна быть распространена через общение и консультации с заинтересованными сторонами на всех соответствующих этапах. В процессе регулирования при неправильном использовании предосторожность может снизить ясность и разрушить связь между фактом потенциального вреда и действием. Этого нужно избежать.

Целью защиты здоровья общества от неопределенного возможно влекущего серьезные последствия риска является руководство процессом принятия решений с самого начала. Лучше предупреждать возможные для здоровья проблемы, чем сдерживать в дальнейшем их неблагоприятное влияние.

Таким образом, каждая страна должна разрабатывать политику, касающуюся мер предосторожности, которая соответствует их собственным приоритетам, ценностям и возможности платить за меры, которые могут, в конечном счете, не защитить здоровье от сомнительного риска.

При разработке мер по электромагнитной безопасности необходимо проводить оценку риска или использовать уже сделанную оценку, чтобы определить, какие уровни электромагнитного поля, чрезвычайно низкой частоты или полями радиочастотного диапазона, создают угрозу для здоровья человека, и затем уточнить научные данные. Предупредительные меры должны применяться, чтобы убедиться в правильности научных данных, и не удовлетворять интерес общественности, не имея достоверной научной базы.

Нужно ли больше исследований?

То, что стандарты по электромагнитной безопасности уже установлены, не в коем случае не означает, что исследования следует прекратить. Так как технология продолжает развиваться, и люди всех возрастов, а особенно дети, используют новые устройства, порождающие электромагнитное поле, существует необходимость удостовериться в их безопасности.

Проект ВОЗ, касающийся воздействия электромагнитного поля, занял ведущую роль в определении направлений исследований нужных для осуществления лучшей оценки риска для здоровья. Программы ВОЗ по изучению воздействия электромагнитного поля поддерживают исследования во многих областях, особенно в той, которая занимается вопросом степени чувствительности взрослых и детей к воздействию электромагнитного поля. Для большей информации по электромагнитным исследованиям смотрите www.who.int/emf.

Русские ученые имеют длинную историю по исследованию электромагнитного поля, и многие исследователи этой страны заинтересованы в установлении существования воздействия электромагнитного поля низкой интенсивности. Проект ВОЗ по воздействию электромагнитного поля поддерживает русских ученых в проведении нужных исследований, что входит в требования программ ВОЗ по исследованию влияния электромагнитного поля. При проведении исследований важно признать использование наиболее современной экспериментальной техники и дозиметрии. ВОЗ финансировал русско-французский эксперимент, в ходе которого стремились воспроизвести предыдущие Советские исследования. Русско-Французский эксперимент служит хорошим примером умения русских ученых сотрудничать с другими ведущими учеными в мире для решения поставленных проблем. Это будет поддерживаться в будущих исследованиях.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ КОММЕНТАРИИ

Необходимо разрабатывать национальные стандарты, включающие предельно допустимые уровни воздействия электромагнитного поля. Должен быть правильно найден баланс между защитой населения от реальных неблагоприятных действий и возможностью развития выгодных технологий. ВОЗ составила план установления стандартов по электромагнитной безопасности, используя систему стандартов (смотри www.who.int/emf). Если страны не хотят принимать мировые стандарты, а хотят установить свои собственные, то им следует придерживаться рамочным рекомендациям ВОЗ.

Меры предосторожности могут быть установлены в соответствии с основанными на здоровье стандартами. Хороший метод использования мер предосторожностей был разработан в Австралии. В этой стране национальные стандарты поддерживаются Международной комиссией по за-

щите от неионизирующего излучения, но включают также добавочные меры для снижения воздействия электромагнитного поля на население до еще более низких уровней (см. <http://www.arpansa.gov.au/pubs/rps/rps3.pdf>). Предупредительные меры следует применять, не подрывая научную основу стандарта. Для дальнейших выводов по данной теме смотрите проект ВОЗ по воздействию электромагнитного поля на веб-сайте (www.who.int/emf).

Дальнейшие исследования электромагнитного поля будут необходимы для прогнозирования развития ситуации в будущем. Русские ученые поддерживают использование их знаний в сотрудничестве с другими европейскими учеными, чтобы ответить на вопросы, касающиеся последствий для здоровья людей, подверженных воздействию электромагнитного поля.

ЛИТЕРАТУРА

1. ARPANSA (2002) see: <http://www.arpansa.gov.au/pubs/rps/rps3.pdf>
2. Ahlbom A (1996): Some fundamental aspects of epidemiology with reference to research on magnetic fields and cancer. In: R Matthes (ed.): "Non-Ionizing Radiation". Proc.3rd Non-Ionizing Radiation Workshop, 22 - 26 April, Baden, Austria. Oberschleissheim: ICNIRP, pp 17 - 27. Available from: Scientific Secretary, International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, C/- Bundesamt für Strahlenschutz, Institut für Strahlenhygiene, Ingolstädter Landstraße 1, D-85764 Oberschleißheim, Germany.
3. Beaglehole R, Bonita R, and Kjellström T (1993). Basic Epidemiology, Geneva: World Health Organization.
4. FDA (1993). Good laboratory practice for non-clinical laboratory studies. Food and Drug Administration, US Department of Health and Human Services. Fed. Reg. 21 CFR Ch. 1 (4-1-93 Edition), Part 58, 245-258.
5. Gart, J.J, Krewski, D, Lee, P.N, Tarone, R.E and Wahrendorf, J. (1986). Statistical methods in cancer research, Vol. 3, The design and analysis of long-term animal experiments (IARC Scientific publications No. 79), Lyon, IARC.
6. Grigoriev Yu.G., Shafirkin A.V., Vasin A.L. Radio frequency electromagnetic field (RF EMF) standardization for Russian population. Retrospective research and modern point of view. Presented to the Third International Conference "Electromagnetic Fields and Human Health. Fundamental and Applied Research. September 17-24, 2002. Moscow-Saint Petersburg, Russia
7. Grigoriev Yu General principles to the approach to EMF standardization in Russia. Presented to Int. Sem. EMFs. Global need for standards harmonization, Slovenia. Oct. 9, 1998.

8. Grigoriev, Yu. G., Vasin, A.L., Grigoriev, O.A., Nikitina, V.N., Pokhodzey, L.V., Rubtsova, N.B. Harmonization options for EMF standards: proposals of Russian national committee on non-ionizing radiation protection (RNCNIRP). Presented to 3rd International EMF Seminar in China: Electromagnetic Fields and Biological Effects, Guilin, China October 13-17, 2003.
9. Hill, A.B (1965). The environment and disease: Association or causation? Proc R Soc Med 58; 295-300
10. IAEA (International Atomic Energy Agency), International basic safety standards, 1996. (<http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/SS-115-Web/Start.pdf>)
11. IARC (1987). *Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*, suppl 17: Overall Evaluation of Carcinogenicity – an updating of IARC Monographs 1 to 42. International Agency for Research on Cancer, Lyon, France.
12. IARC (1995). *Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks of Humans*: Preamble. International Agency for Research on Cancer, Lyon, France.
13. ICNIRP (1998) (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Physics 74(4), 494-522. (<http://www.icnirp.org/>)
14. ICNIRP (2002) General approach to protection against non-ionizing radiation. Health Physics 82(4), 540-548.
15. IEEE (2004) (Institute of Electrical and Electronics Engineers), C95.6, IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to electromagnetic fields in the frequency range 0-3 kHz, International Committee on Electromagnetic Safety (ICES).
16. IEEE (2005) (Institute of Electrical and Electronics Engineers), C95.1, IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz, International Committee on Electromagnetic Safety (ICES).
17. NTP (1992). Specification for the conduct of studies to evaluate the toxic and carcinogenic potential of chemical, biological and physical agents in laboratory animals for the National Toxicology Program (NTP). Attachment 2. August 1992 (Including modifications through 9/95). Available from: National Institute of Environmental Health Sciences, Environmental Toxicology Program, PO Box 12233, Research Triangle Park, NC 27709 USA.
18. Pocock S.J. (1983). *Clinical Trials. A Practical Approach*. J. Wiley, Chichester.

19. Repacholi M.H. (1983). Development of standards - Assessment of health hazards and other factors, in *Biological Effects and Dosimetry of Nonionizing Radiation: Radiofrequency and Microwave Energies*, Eds. Grandolfo M., Michaelson S.M., Rindi A., Plenum Press, 611-625.
20. Repacholi M.H. and Cardis E. (1997). Criteria for EMF health risk assessment, *Radiat Prot Dosim* 72, 305-312.
21. Repacholi M.H. (1998). Low-level exposure to radiofrequency electromagnetic fields: health effects and research needs. *Bioelectromagnetics* 19: 1-19.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ РАДИОБИОЛОГИИ. БЛИЖАЙШИЕ И ОТДАЛЕННЫЕ ЗАДАЧИ

*Григорьев Ю.Г.,
Федеральный медицинский биофизический центр ФМБА России,
Москва, Россия*

Исподволь, на протяжении последнего десятилетия, население Земли стало жить в свершено новой среде обитания, имея в виду взаимодействие организма человека и представителей биоты с физическими факторами среды обитания.

После аварии на ЧАЭС произошло изменение радиоактивного фона в сторону его повышения. Однако это событие имело большую значимость только на части территории СССР, оно не охватило всю нашу территории бывшей страны. Что касается, например, Европейских стран или стран Америки, то с нашей точки зрения, авария на ЧАЭС оказала на них больше стрессорное влияние, возникло чувство страха от отсутствия возможности контролировать ситуацию и от некомпетентности населения этих стран в проблеме. Сейчас, спустя 20 лет после аварии, только специалисты изучают последствия воздействия малых доз ионизирующего излучения на население, проживающего на ранее зараженных территориях, и на биоэкосистемы.

Совершенно другая ситуация сложилась в настоящее время с присутствием неионизирующего излучения (электромагнитного излучения радиочастот) в окружающей нас экологической среде. С внедрением в наш образ жизни сотовой связи, появились источники электромагнитного излучения радиочастот (ЭМИ РЧ), которые практически осуществляют постоянное воздействие на все население и биоэкосистемы. При этом условия воздействия стали качественно иными, чем они были еще 10–15 лет тому назад. Ранее мы изучали биологические эффекты ЭМИ с учетом реальных условий: периодические кратковременные воздействия, в основном всего организма, имея в виду СВЧ печи, ВДТ, технические приборы электромагнитного излучения РЧ. Соответственно под эти условия воздействия и разрабатывались нормативы, которые существуют и по сей день, хотя условия воздействия на население кардинально изменились.

Мобильная связь, естественно, работает с использованием ЭМИ РЧ. Для осуществления постоянной связи радиосигнал соответствующей интенсивности должен присутствовать везде и круглосуточно. Для этого устанавливаются базовые станции (БС) с антенными устройствами. На начало 2006 года уже было установлено 1,4 млн. базовых станций в различных странах мира. ЭМИ БС осуществляют постоянное круглосуточное

облучение всего населения, включая детей, беременных и больных. Подвергаются облучению и все элементы биоэкосистемы.

Неотъемлемой частью мобильной связи является мобильный телефон (МТ). Проблемы возникают, когда он включен и находится у пользователя. Наибольшую опасность является период использования МТ (во время разговора по телефону). В это время происходит облучение преимущественно височной области мозга и всех рецепторных образований внутреннего уха (слухового и вестибулярного анализаторов) и их нервных проводящих путей.

Положение усугубляется еще и тем, что впервые возникла ситуация, когда дети практически всех возрастов пользуются МТ и активно подвергаются облучению своей головной мозг, т.е. входят в группу риска.

Учитывая широкое использование МТ среди населения, то можно сделать вывод о массовом облучении головного мозга населения, включая детей, юношей, беременных и больных. Достаточно привести такие статистические данные: в настоящее время более чем 2 миллиарда человек являются пользователями МТ, количество МТ в Москве превышает число населения города. Суммарно по всем странам за одну секунду осуществляется более 1 млн. звонков.

Сложившаяся радиационная электромагнитная обстановка значительно опередила наше мышление, научное сообщество не было готово к такому развитию глобальных событий. По нашему мнению, на сегодня мы не располагаем научными данными, которые позволили нам достоверно прогнозировать опасность такого интенсивного внедрения мобильной связи в нашу жизнь на протяжении последних 25 лет. Еще недостаточно прошло времени после массового использования сотовой связи, чтобы оценить развитие отдаленных последствий по результатам эпидемиологических исследований. К сожалению, еще остается актуальным период постановки задач и определения перспективных исследований.

Учитывая уникальность электромагнитной радиационной обстановки, обусловленной электромагнитными источниками мобильной связи, перед радиобиологией неионизирующей радиации возникает необходимость решения ряда актуальных современных задач.

Определение механизма биологического действия ЭМП РЧ малых интенсивностей. Хорошо известен механизм так называемого теплового биологического действия ЭМП РЧ больших интенсивностей (свыше 10 мВт/см^2) — механизм индукционного нагрева. Однако накоплено достаточно много достоверных экспериментальных данных и результатов исследований, выполненных на добровольцах, указывающих на биологическую активность ЭМП РЧ очень низкой интенсивности (в диапазоне $10\text{--}100 \text{ мкВт/см}^2$). Эти эффекты относят к т.н. информационному действию ЭМП РЧ. Однако механизм этого влияния на организм в настоящее время

не известен, фундаментальные исследования в этой области проводятся в ограниченном объеме. Существует около 20 гипотез, периодически проводятся дискуссии, но биоэффекты есть, а первичные механизмы происхождения этих реакций до сих пор не нашли своего объяснения. Отсутствие этих знаний, безусловно, тормозит развитие радиобиологии неионизирующей радиации, оценку опасности ЭМП РЧ мобильно связи на население и биоэкосистемы, ограничивает прогнозы возможной опасности мобильной связи.

Как единое целое, с этой проблемой связано очень важное направление исследований, относящееся **к влиянию на биологический объект различных видов модуляций ЭМП РЧ**. К настоящему времени выполнено достаточно большое количество исследований в этом направлении как *in vivo*, так *in vitro*. Нами был сделан анализ этих исследований, выполненных в СССР (России) за все прошедшие годы, который позволяет сделать вывод о наличии этого феномена [1, 2]. Больше того, проведенный нами анализ показал, что при использовании низких интенсивностей ЭМП РЧ, влияние модуляции на биоэффект становится более выраженным. Пионерские работы с модуляцией были выполнены в США под руководством Эйди [3]. Однако в течение последних нескольких лет среди некоторых ученых Европы и США возникли сомнения в достоверности полученных результатов в лаборатории Эйди. В крупных зарубежных обзорах не анализируются и не цитируются ни только наши отечественные радиобиологические работы по модуляции, но и достаточно большое количество соответствующих публикаций иностранных специалистов.

Таким образом, проблема модификации биологического действия ЭМП РЧ при использовании модулирования несущей частоты, к сожалению, остается открытой. Как следствие, этот феномен до сих пор не учитывается при нормировании — не введен соответствующий коэффициент запаса. В мобильной связи используются различные виды модуляции, а возможная модификация их неблагоприятного влияния на здоровье население исследуется недостаточно. Определяющим в оценке опасности для населения является не только интенсивность электромагнитного воздействия, но и сам факт контакта населения с модуляцией ЭМП. По нашему предложению [4] модулированные ЭМП необходимо выделить в особую группу для дальнейшего изучения, т.к. их биологический эффект может зависеть не только от величины поглощенной энергии, но и от формы модуляции, «адресованной» к той или иной функциональной системе. По имеющимся отдельным публикациям амплитудная и частотная модуляция определенной характеристики может сыграть коварную роль при электромагнитном воздействии на мозг.

Еще одна проблема возникает, если учесть, что сотовая связь работает ни только с использованием различных модуляций, но и на различных

несущих частотах. Таким образом, реально перед радиобиологами становится задача **оценки одновременного биологического действия нескольких несущих ЭМИ, имеющих различные частоты**. Эта проблема была нами поставлена еще в 1994 году «о необходимости учета одновременного действия на организм магнитных или электромагнитных полей с различными режимами генерации, что отражает реальную ситуацию для населения» [5]. Если организм реагирует на электромагнитное воздействие очень малой интенсивности и при этом способен выделить определенную модуляцию, то в условиях многочастотного воздействия с различной модуляцией исход реакции организма не может быть прогнозирован. В книге ВОЗ о рисках воздействия ЭМП на человека написано: «Каждый из нас подвергается сложному сочетанию электрических и магнитных полей различных частот, как на работе, так и дома» [6]. Однако только в России были выполнены работы, указывающих на усиление биоэффекта в условиях сложных режимов электромагнитного воздействия [7–9]. В связи с использованием сотовой связи эти исследования становятся особо актуальными, т.к. на нас оказывают практически постоянное действие электромагнитные поля сложного режима. Для оценки опасности этого воздействия мы не имеем достаточных научных данных.

Радиобиология отдаленных последствий приобретает особое значение в условиях изменившейся радиационной обстановки: постоянного многолетнего облучения, как всего организма человека, так и локального (избирательного) воздействия ЭМП РЧ. В этой связи перед нами стоит сугубо радиобиологическая задача — **установить наличие или отсутствие кумулятивного эффекта при длительном воздействии ЭМП РЧ**. Это одна из важнейших задач, которая может оказать решающее значение на оценку опасности источников ЭМП мобильной связи как для населения, так и на биосистемы.

Нам представляется целесообразным методологически выделить направление исследований, учитывающий ежедневное повторяющееся воздействие ЭМП РЧ на развивающийся мозг ребенка в течение всего его периода детства до 16 лет [10]. Мы предлагаем термин **«Электромагнитная радиобиология ребенка»**. Помимо изучения общесоматических возможных неблагоприятных проявлений, главенствующая роль должна быть отдана изучению функций, присущих деятельности головного мозга. В этой связи радиобиологические оценки должны основываться на данных физиологов, электрофизиологов ВНД, психоневрологов, наблюдений педагогов и родителей. Однако все оценочные выводы должны проводиться коллегиально, с учетом суммарных данных дозиметрии под руководством опытного радиобиолога и последующего обсуждения на авторитетных научных форумах, например, в Российском Комитете по защите от неионизирующих излучений, на бюро Научного Совета по радиобиологии РАН

и др. Эта наша рекомендация основана на 50-ти летнем опыте оценки опасности ионизирующего излучения, когда особенно в период становления атомной промышленности делались скоропалительные оценки.

В классической отечественной и зарубежной биологии и медицине установлен постулат: детский организм более чувствителен к факторам внешней среды, чем взрослый. ВОЗ это подтверждает в своем информационном бюллетене «Здоровая среда для детей» [11], в котором перечислены положения, почему дети более уязвимы, чем взрослые.

- В период роста и развития детей существуют определенные периоды — «окна восприимчивости», когда их органы и системы организма наиболее чувствительны к действию факторов окружающей среды.
- Дети более уязвимы к вредным факторам окружающей среды, поскольку они развиваются и растут. Детские нервная, иммунная, репродуктивная, пищеварительная системы еще формируются.

Задачи «Электромагнитной радиобиологии ребенка», конечно, вытекают из этого общего положения ВОЗ.

Понимая социальную значимость проблемы, на «научном и моральном энтузиазме» под руководством профессора Ю.Г. Григорьева и кандидата биол. наук Н.И. Хорсевой (ГНЦ – ИБФ ФМБА, ИБХФ РАН и лицей №10 г. Химки – директор Ф.И. Гиззатуллина) сделаны первые шаги в России по проведению тестирования школьников, имеющих мобильные телефоны с использованием адекватных методов исследования.

Конечно, большие возможности имеются при реализации научных программ с использованием молодых животных. Первые исследования Шведских ученых показали, что после облучения головы молодых крыс ЭМП МТ возникают проблемы с проницаемостью ГЭБ, фиксируются гистохимические нарушения нервных клеток мозга [12].

К сожалению, прямые измерения показывают, что при работе МТ электромагнитному воздействию, но с меньшей интенсивностью подвергаются другие отделы туловища и соседи, находящиеся от пользователя в зоне до двух метров. В связи с этим, возникает **проблема опасности воздействия ЭМП для беременных**. Первые «полетные» опыты на эмбрионах цыплят, которых облучали ЭМП МТ, не дали однозначных результатов и требуют более систематических исследований по специально разработанной программе.

Конечно, данные направления исследования определяются необходимостью в обозримые сроки оценить опасность, прежде всего для населения, внедрение в повседневную жизнь мобильной связи. Мы, например, не коснулись возможных отдаленных последствий, дозиметрических исследований по распределению поглощенной энергии в мозге и т.д.

Глобальное активное появление в экосреде принципиально новых источников электромагнитных излучений РЧ с различной их модуляцией, создало революционные новые условия воздействия для населения и биоэкосистем. В настоящее время предсказать неблагоприятные последствия этого воздействия не предоставляется возможным. Только интенсивные научные исследования, в том числе и радиобиологов, имеющих большой многолетний опыт с ионизирующим излучением, приблизит нас к решению этой проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьев Ю.Г. Роль модуляции в биологическом действии электромагнитного излучения. // Ж. Радиационная биология. Радиоэкология, т. 36, в. 5, 1996, с. 659-670.
2. Григорьев Ю.Г. Биоэффекты при воздействии модулированных электромагнитных полей в острых опытах (по итогам отечественных исследований). // В кн.: «Ежегодник. Российский национальный комитет по защите от неионизирующих излучений», М, 2004, с. 16-72.
3. Эйди В. Частотные и энергетические окна при воздействии слабых электромагнитных полей на живую ткань. ТИИЭР, 1980, т. 8, №1, с. 140-148.
4. Григорьев Ю.Г. Роль модуляции в развитии соматических эффектов ЭМП. // Материалы Межд. Совещания «Электромагнитные поля. Биологическое действие и гигиеническое нормирование». Москва, Россия. 18-22 мая 1998, с. 37-48.
5. Григорьев Ю.Г. Проблема ультраслабых воздействий физических факторов среды с позиции магнитологии. // МАГНИТОЛОГИЯ. Вестник международной медико-биолого-технической ассоциации магнитологов. Ростов-на-Дону – Витебск, 1994, №1,
6. Построение диалога о рисках от электромагнитных полей. ВОЗ, Женева, 2002, 66 стр.
7. Семин Ю.А., Шварцбург Л.К., Дубовик Б.В. Изменение вторичной структуры ДНК под влиянием внешнего электромагнитного поля малой интенсивности. // Радиационная биология. Радиоэкология. 1995, т. 35, в.1, 36-41
8. Буренков М.С., Буренкова Л.А., Коротков Ю.С. и др. Влияние микроволн 1–4 ГГц на развитие клеща *Nyalomma asifticum*. // Радиационная биология. Радиоэкология. 1996, т.36, в.5, с. 681-685.
9. Григорьев Ю.Г, Невзгодина Л.В. Влияние электромагнитного излучения сложного режима на высшие растения с различной метаболической активностью. // Тр. I Российской конф. «Проблемы электромагнитной безопасности человека. Фундаментальные и прикладные исследования». 28-29 ноября, 1996. Москва, с. 101-102.

10. Григорьев Ю.Г. Электромагнитные поля сотовых телефонов и здоровье детей и подростков (Ситуация, требующая принятия неотложных мер). Радиационная биология. Радиоэкология. 2005, т.45, №4, с. 442-450.
11. Health environments for children. // WHO Backgrounder № 3, April 2003. 2 pp.
12. Salford L., Brun A., Eberhardt J. et al. Microwaves emitted by mobile phones damage neurons in the rat brain. Proc. 3 rd Int. EMF seminar in China. EMF and biological effects. Guilin, China. Oct. 2003, p. 33-34.

НОВОЕ В ГИГИЕНИЧЕСКОЙ РЕГЛАМЕНТАЦИИ ВНЕПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ 50 ГЦ

О.А. Григорьев^{1,2}, Н.Б. Рубцова³, А.В. Меркулов²

¹ – ФГУ Федеральный медицинский биофизический центр ФМБА России, г. Москва

² – Центр электромагнитной безопасности, г. Москва

³ – НИИ медицины труда РАМН, г. Москва

ВВЕДЕНИЕ

Процесс развития инфраструктуры систем производства и передачи электроэнергии привел к радикальному изменению электромагнитной обстановки в СНЧ диапазоне (30–300 Гц), одним из определяющих фактором которой является магнитное поле промышленной частоты 50 Гц (МП ПЧ). Учитывая высокую степень проникновения МП ПЧ в среду обитания человека, проблема научно обоснованной гигиенической регламентации воздействия МП ПЧ представляет собой социальную и экономическую значимость.

Впервые предельно допустимые уровни (ПДУ) МП ПЧ для населения в Российской Федерации были установлены в 2001 году Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.1.2.1002–00 – 10 мкТл для жилых зданий и 50 мкТл на территории жилой застройки [1]. Однако согласно мнению большинства специалистов и последующему решению Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений (РНКЗНИ) эти значения ПДУ были установлены без достаточного научного обоснования [2].

В период 2002–2004 гг. был выполнен комплекс гигиенических и экспериментальных исследований с целью научного обоснования ПДУ интенсивности МП ПЧ для условий внепроизводственных воздействий. Результатом этой работы стал новый Гигиенический норматив ГН 2.1.8/2.2.4.2262–07, вступивший в действие с 10 ноября 2007 г. [3].

При выполнении комплекса работ по обоснованию ПДУ МП ПЧ экспериментальные исследования на животных выполнялись в основном в ГУ НИИ медицины труда РАМН, а основную часть работ по гигиеническому исследованию и разработке методов измерения МП ПЧ от источников, проводили сотрудники Центра электромагнитной безопасности (ЦЭМБ). Основные результаты научно-исследовательской работы и проект гигиенического норматива были обсуждены и одобрены РНКЗНИ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методология разработки гигиенических регламентов воздействия электромагнитного поля (ЭМП) включает работы по четырем направлениям:

- гигиеническое исследование условий воздействия ЭМП на населения в соответствующем частотном диапазоне;
- клинико-физиологические исследования, направленные на выявление нарушений в состоянии здоровья и физиологических функций человека;
- эпидемиологические исследования, которые дают возможность установить причинно-следственные взаимоотношения между воздействием ЭМП и состоянием здоровья;
- экспериментальные исследования на животных, которые позволяют установить пороговую величину вредного действия ЭМП.

Комплекс результатов, полученный на основе научно-исследовательских работ по этим направлениям в сочетании с результатами анализа литературных данных по проблеме, позволяет научно обоснованно устанавливать ПДУ ЭМП для населения.

В данном случае при разработке гигиенического норматива для МП ПЧ собственного клинико-физиологического и эпидемиологического исследования не проводилось ввиду ограниченности финансовых возможностей этой исследовательской программы; оно было заменено анализом данных рецензируемых публикаций, а также анализом результатов собственных (выполненных ранее ГУ НИИ медицины труда РАМН) [4], и зарубежных эпидемиологических исследований. Таким образом, построение основной гипотезы о возможном пороге вредного действия МП ПЧ строилось на анализе данных из опубликованных работ с последующим уточнением конкретного порогового значения в ходе экспериментального исследования. До начала экспериментального исследования было начато гигиеническое исследование, характеризующее общие условия распространения и интенсивности МП ПЧ в местах проживания населения. Блок-схема исследования приведена на рисунке 1.

Гигиенические исследования. С целью изучения условий внепроизводственных воздействий МП ПЧ от постоянно действующих источников в период с 1999 по 2004 гг. выполнены гигиенические исследования электромагнитной обстановки в 10818 точках измерений на 415 объектах с неконтролируемым доступом людей (в помещениях административных, общественных и жилых зданий, а также на жилотерритории).

При проведении измерений интенсивности МП ПЧ в рамках данного гигиенического исследования, прежде всего, использовалась исследовательская методика, разработанная специалистами ЦЭМБ. В зависимости

от предполагаемого типа основного источника составлялись однослойные или многослойные карты распределения интенсивности МП ПЧ.

При этом одновременно фиксировалась пространственная ориентация вектора магнитной индукции, а также его основная частота (гармоника). В местах выявленных локальных максимумов проводился краткосрочный (длительностью до 4 часов) или долгосрочный (суточный) мониторинг интенсивности МП ПЧ [5, 6, 7].



Рис. 1. Блок-схема проведения исследования

Экспериментальные исследования. Обобщение литературных данных свидетельствует о том, что ключевым видом исследований по установлению порога вредного действия МП ПЧ в условиях хронической экспозиции являются экспериментальные исследования на лабораторных животных. Отсутствие статистически достоверных результатов делает данные эпидемиологических исследований малоприменимыми для определения ПДУ МП ПЧ во внепроизводственных условиях. Эти результаты могут использоваться лишь для выявления тенденций, определяющих направление дальнейших экспериментальных исследований. При исследованиях на добровольцах в подавляющем большинстве случаев воспроизводились условия острых воздействий, поэтому их результаты не могут быть использованы для регламентации хронической экспозиции МП ПЧ.

Анализ выполненных ранее экспериментальных исследований показал, что у лабораторных животных при воздействии МП ПЧ статистически значимые биологические эффекты обнаружены при изучении нейрохимических, эндокринных и иммунологических показателей [8]. Отмечено, что хроническое воздействие МП ПЧ со значениями магнитной индукции 100–2000 мкТл на крыс может вызывать статистически достоверную патологическую ответную реакцию иммунной системы организма. Прежде всего, реакция иммунной системы выражалась в стойком снижении количества жизнеспособных Т- и В-лимфоцитов, а также в стимуляции активности макрофагов.

Принимая в качестве основного механизма биологического действия МП ПЧ эффект индукции в теле биообъекта вихревых электрических токов и проводя экстраполяцию результатов экспериментальных исследований, проанализированных в [8], применительно к человеку, была выдвинута рабочая гипотеза о том, что порог вредного действия МП ПЧ для условий длительного (хронического) воздействия может находиться в границах 10–100 мкТл.

Для уточнения значения порога вредного действия проведен ряд экспериментов на лабораторных животных в условиях хронической экспозиции синусоидального линейно-поляризованного МП ПЧ с действующими значениями магнитной индукции 100 и 400 мкТл с целью изучения биологического действия МП ПЧ на состояние нервной, иммунной систем и генеративной функции животных.

Условия облучения. Воздействие линейно поляризованного МП ПЧ осуществлялось на специально сконструированной установке магнитного поля (УМП), размещенной в ГУ НИИ медицины труда РАМН. Рабочий (полезный) объем в выходном устройстве УМП со степенью неоднородности менее 10% предназначен для размещения в нем подопытных биообъектов и представляет собой цилиндр диаметром 0,60 м и длиной по образующей 0,55 м. Выходное устройство УМП представляет собой два последовательно соединенных кольца Гельмгольца, имеющих общую горизонтальную ось и укрепленных неподвижно друг относительно друга на общем основании из диамагнитного материала. Рабочий объем для размещения клеток с биообъектами занимает центральную часть выходного устройства и простирается вдоль горизонтальной оси на 0,975 м по обе стороны, считая от средней точки между кольцами.

Выбор интенсивностных и временных параметров воздействия МП ПЧ осуществлялся с учетом литературных данных и результатов проведенных ранее гигиенических исследований. Длительность сеанса истинного (или мнимого) воздействия составляла 4 часа в день. Продолжительность экспозиции – 80 сеансов (по 5 дней в неделю) – 4 месяца; последствие – 4 недели (1 месяц).

Животные (крысы и мыши) размещались в индивидуальных ячейках специальных контейнеров, изготовленных из радиопрозрачного немагнитного материала (плексигласа) в зоне квазиоднородного МП ПЧ внутри УМП (при 400 мкТл) и снаружи УМП (при 100 мкТл). УМП позволяла осуществлять одновременную экспозицию животных при указанных выше значениях магнитной индукции.

Исследовательские методы. Исследования по сравнительной эффективности биоэффектов МП ПЧ указанных интенсивностей проводились в 2 сериях исследований.

В серии исследований по изучению влияния МП ПЧ на динамику массы тела, состояние нервной и иммунной систем объектом исследования служили белые крысы-самцы (36 особей), равно распределенные на 3 группы: контроль (мнимая экспозиция); истинное воздействие МП ПЧ с магнитной индукцией 100 мкТл; истинное воздействие МП ПЧ с магнитной индукцией 400 мкТл.

Непосредственно перед началом истинного (или мнимого) воздействия определялись: масса тела и поведенческие характеристики (ориентировочная реакция). Масса тела и поведенческие характеристики оценивались также ежемесячно – после 20, 40, 60 и 80 сеансов воздействия и через 4 недели после прекращения экспозиции.

Оценка состояния ЦНС осуществлялась по параметрам ориентировочной реакции крыс с помощью модифицированного метода открытой площадки («норкового» рефлекса), который основан на количественной регистрации поведенческих реакций.

Состояние иммунной системы оценивалось в фоне, после 20, 40 и 80 сеансов воздействия МП ПЧ. Оценка состояния иммунной системы осуществлялась комплексно по динамике изменений морфологического состава периферической крови и значениям основных иммунологических параметров.

В крови крыс определяли содержание: лейкоцитов, нейтрофилов, эозинофилов, моноцитов, базофилов, лимфоцитов. Морфологический состав периферической крови (количество лейкоцитов и гемограмму крови) изучали по общепринятым в гематологии методам. Функциональную активность нейтрофилов исследовали при помощи теста с нитросиним тетразолием (НСТ-тест); метод основан на определении активных продуктов метаболизма в клетке, появляющихся в процессе фагоцитоза. В дополнение к общепринятым анализируемым клеточным элементам обращали внимание на наличие клеток-киллеров, являющихся особой популяцией лимфоцитов, функцией которых является уничтожение чужеродных клеток без предварительной сенсibilизации. Уровень циркулирующих иммунных комплексов в сыворотке крови и их дифференциацию по дисперсности изучали по методу П.В. Стручкова и соавторов [8].

Состояние иммунной системы оценивалось по содержанию в крови крыс В-, Т- и 0-лимфоцитов – интегральному показателю, характеризующему, в основном, неспецифическую резистентность организма, а также наличие аутоиммунных гуморальных и клеточных реакций. Содержание субпопуляций лимфоцитов в периферической крови определяли методом азосочетаний.

Подопытных и контрольных белых крыс обследовали до начала опыта с целью определения их иммунного статуса, а также после 20, 40 и 80 сеансов воздействия магнитным полем.

В серии исследований по изучению влияния МП ПЧ на генеративную функцию экспериментальных животных исследования проводились на мышах линии SHK обоего пола (45 самок и 15 самцов) по показателям их плодовитости, а также выживаемости и развития их потомства.

Перед началом исследования все животные были пропорционально распределены на 3 группы: контроль (мнимое воздействие); истинное воздействие МП ПЧ с магнитной индукцией 100 мкТл; истинное воздействие МП ПЧ с магнитной индукцией 400 мкТл.

Длительность сеанса истинного (или мнимого) воздействия составляла 4 часа в день. После 2 месяцев ежедневного воздействия (по 5 дней в неделю) животных рассаживали на спаривание (внутри соответствующих групп) в соотношении 3♀:1♂. Воздействие МП ПЧ на самцов и самок в вышеуказанном режиме продолжали вплоть до определения наступления у самок беременности.

Спарившиеся самки подвергались истинному или мнимому воздействию МП ПЧ (в том же режиме) вплоть до родов. В конце беременности самок в виварии размещали в клетках по одной. В этих клетках проходили роды самок мышей, и выращивалось потомство вплоть до возраста 1 месяц. После родов воздействие МП ПЧ на самок и их потомство не осуществлялось.

Оценка характера влияния МП ПЧ на генеративную функцию мышей осуществлялась по следующим показателям: доля родивших среди всех осемененных самок; численность пометов в первый день после рождения; численность пометов в возрасте 30 дней; доля умерших в помете до 30-дневного возраста; соотношение полов в потомстве (помете) в 30-дневном возрасте; средняя по помету масса тела самцов и самок в 30-дневном возрасте.

Оценка характера влияния МП ПЧ на генеративную функцию мышей осуществлялась по следующим показателям: доля родивших среди всех осемененных самок; численность пометов в первый день после рождения; численность пометов в возрасте 30 дней; доля умерших в помете до 30-дневного возраста; соотношение полов в потомстве (помете) в 30-дневном

возрасте; средняя по помету масса тела самцов и самок в 30-дневном возрасте.

Результаты обобщались по группам, обрабатывались статистически и анализировались.

При оценке результатов эксперимента биологический эффект считался сопоставимым с порогом вредного действия, если после 80 сеансов экспозиции (4 календарных месяца) и в период последствия (1 месяц) фиксировались статистически достоверные различия контролируемых параметров в опытной и контрольной группах.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Гигиенические исследования. В таблице 1 приведены обобщенные результаты измерений интенсивности МП ПЧ по всем объектам.

Основными гигиенически значимыми источниками МП ПЧ во внепроизводственных условиях являются несбалансированные токи по: кабельным линиям системы электроснабжения 0.4 кВ; токоведущим элементам оборудования встроенных трансформаторных подстанций (ТП); токоведущим частям распределительных устройств; трубопроводам и металлоконструкциям; проводам воздушных линий электропередачи (ВЛ) напряжением 500 кВ и выше; токоведущим элементам электрооборудования рабочих мест; токоведущим элементам станций катодной защиты трубопроводов (100 Гц).

На 88 объектах из 415 (21,2 %) в спектре МП ПЧ нами было зафиксировано преобладание 3-й гармоники основной частоты 50 Гц (150 Гц).

На рис. 2 представлено распределение МП ПЧ по интенсивностям от общего числа обследованных объектов.

Таблица 1. Обобщенные результаты измерений интенсивности МП ПЧ по всем объектам контроля

	Всего	Помещения зданий и сооружений	Селитебная территория
Количество объектов	415	394	21
Количество точек измерений	10818	10332	486
Максимальное зафиксированное действующее значение магнитной индукции B , мкТл	98,70±2,96	98,70±2,96	10,080±0,303
Среднее действующее значение магнитной индукции B , мкТл	1,252±0,057 ($p<0,05$)	1,260±0,060 ($p<0,05$)	1,003±0,125 ($p<0,05$)

Применение исследовательской методики, реализованной с использованием современных компьютеризированных средств измерений, позволило выявить отличительные особенности современных источников МП ПЧ в условиях внепроизводственных воздействий: скрытый (латентный) характер расположения источников МП ПЧ; сложная пространственно-временная конфигурация МП ПЧ; практически полное отсутствие контроля за режимом работы источников МП ПЧ; явное наличие высших гармонических составляющих МП ПЧ для ряда источников. Нами отмечен ярко выраженный интермиттирующий характер воздействия МП ПЧ во внепроизводственных условиях.

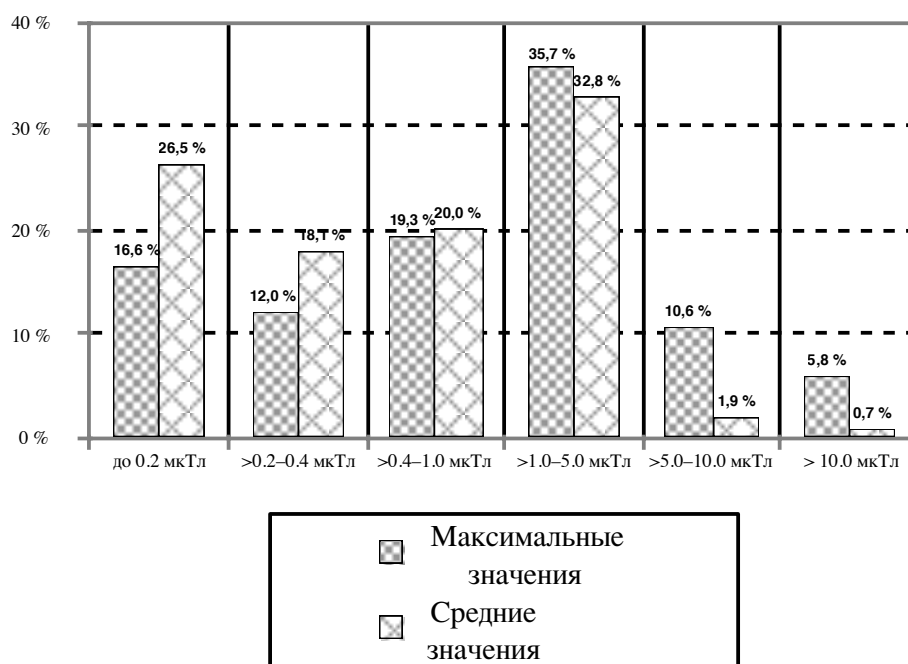


Рис. 2. Распределение МП ПЧ по интенсивностям от общего числа обследованных объектов (максимальные и средние значения по объекту)

Выявленный нами временной режим работы подтверждает возможность разделения источников МП ПЧ на постоянно и непостоянно действующие источники МП ПЧ. К условно постоянно действующим источникам МП ПЧ можно отнести элементы системы производства, передачи и распределения электроэнергии, ВЛ класса напряжения 6–500 кВ, трансформаторы и распределительные устройства ТП, электрооборудование постоянных рабочих мест персонала, в т. ч. конторского, промышленного и медицинского назначения; металлоконструкции и трубопроводы зданий и сооружений; некоторые виды электрооборудования бытового назначения (холодильники, кондиционеры воздуха, электронагреватели и т.п.). Большинство видов электрооборудования бытового назначения – СВЧ печей,

фенов, электробритв, телевизионных и радиоприемников, электроплит и т. д., следует отнести к непостоянно действующим источникам МП ПЧ.

Полученные нами результаты исследований показывают, что при проведении санитарно-эпидемиологических исследований интенсивности МП ПЧ на селитебной территории и в помещениях жилых, общественных и административных зданий следует оценивать исключительно влияние постоянно действующих источников МП ПЧ, которые могут расцениваться как фактор вынужденного риска. Подробно результаты гигиенического исследования изложены в [10].

Экспериментальные исследования. В ходе экспериментальных исследований выявлено, что хроническая (четырёхмесячная) экспозиция крыс в МП ПЧ с магнитной индукцией 400 мкТл приводила к статистически достоверному увеличению массы тела подопытных животных. Оно продолжалось и через 1 месяц после прекращения воздействия. Это может служить отражением снижения интенсивности обмена веществ (в первую очередь, липидного). В группе животных, подвергавшихся воздействию МП с индукцией 100 мкТл, не было статистически достоверных изменений массы тела подопытных животных.

Реакция ЦНС была оценена как адаптационная при хроническом воздействии МП ПЧ с магнитной индукцией 400 мкТл, при этом через месяц после прекращения экспозиций значимые от контроля отличия отсутствовали. Во второй экспонированной группе не выявлено статистически достоверных отличий от контроля в ходе всего эксперимента. Это указывает на то, что интенсивность МП ПЧ 400 мкТл находится, по-видимому, выше порога чувствительности ЦНС крыс, но не превышает порога вредного действия.

Результаты исследования состояния иммунной системы и морфологического состава крови свидетельствуют о том, что хроническое воздействие МП ПЧ с магнитной индукцией 400 мкТл вызывает признаки угнетения клеточного иммунитета. Причем если в более ранние сроки наблюдений в ходе экспозиций изменения касались преимущественно легко восстанавливающихся клеточных элементов, то к 80 сеансам воздействия (4 месяца) проявляются признаки вредного действия, что выражается в снижении содержания лимфоцитов и моноцитов. При этом фагоцитарная и гуморальная фаза иммунного ответа не страдают. Данные результаты позволяют расценивать интенсивность МП ПЧ, равную 400 мкТл, как близкую к порогу вредного действия для условий хронических экспозиций крыс, тогда как МП ПЧ с магнитной индукцией 100 мкТл повреждающего действия на иммунную систему не оказывает.

Результаты исследования влияния воздействий МП ПЧ с магнитной индукцией 100 и 400 мкТл на генеративную функцию экспериментальных животных – самцов и самок мышей в течение 2 месяцев до спаривания и

на самок в течение беременности (вплоть до родов) – не обнаруживают значимого влияния как на способность самок к спариванию, так и на сроки беременности, соотношение полов в потомстве, постнатальную смертность, рост и развитие потомков мышей.

Следовательно, эти результаты указывают на отсутствие повреждающего действия МП ПЧ со значениями магнитной индукции 100 и 400 мкТл на воспроизводительную функцию мышей и позволяют предположить, что значения магнитной индукции и 100, и 400 мкТл для условий хронической экспозиции лежат ниже порога вредного действия МП ПЧ на генеративную функцию мышей.

Таблица 2. Наличие статистически значимых эффектов воздействия МП ПЧ на различные системы организма экспериментальных животных

Система	Наличие эффекта при воздействии МП ПЧ			
	Крысы		Мыши	
	100 мкТл	400 мкТл	100 мкТл	400 мкТл
Центральная нервная	–	–	–	–
Иммунная	–	+	–	–
Генеративная	–	–	–	–
Эндокринная (косвенная оценка по весовому параметру)	–	+	–	–

Таким образом, лишь в эксперименте на крысах были получены статистически достоверные данные, на основании которых можно сделать заключение, что значение магнитной индукции, равное 400 мкТл, по-видимому, близко к порогу вредного действия МП ПЧ для условий хронической экспозиции для этого вида лабораторных животных. Подробно результаты экспериментального исследования изложены в [7].

ЭКСТРАПОЛЯЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРИЕНТИРОВАННЫХ БЕЗОПАСНЫХ УРОВНЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ МП ПЧ

Для экстраполяции результатов экспериментального исследования в качестве основного механизма биологического действия МП ПЧ общепринятым считается эффект индукции в теле биообъекта вихревых электрических токов [11].

Плотность наведенного в биологической ткани МП тока (j) в диапазоне от > 0 Гц до 10 кГц в общем виде могут быть рассчитаны по следующей формуле:

$$j = \pi \cdot R \cdot \sigma \cdot f \cdot B \quad (1)$$

где j – плотность наведенного тока, А/м²; R – радиус токового контура, м; σ – удельная электрическая проводимость биологической ткани, См/м; f – частота падающего МП, Гц; B – магнитная индукция, Тл [11].

Как видно из выражения (1), значения плотности наведенного тока j прямо пропорциональны как значению магнитной индукции B , так и радиусу R возбудимой структуры биообъекта (в качестве которой как критические рассматриваются головной мозг и сердце). Отсюда следует, что наведенные токи с равной плотностью могут создаваться в этих возбудимых структурах биообъектов с разными геометрическими размерами при уровнях магнитной индукции падающего МП, обратно пропорциональных соотношению этих размеров.

Так, при соотношении радиуса головного мозга человека $R_{ч}$ и крысы $R_{к}$ приблизительно равном 10, отношение значений магнитной индукции МП ПЧ, падающего на тело крысы $B_{к}$ и тело человека $B_{ч}$, при одинаковом значении плотности наведенного в организме человека и крысы тока j , обеспечивающем одинаковые биологические эффекты, будет тоже составлять 10:

$$\frac{R_{ч}}{R_{к}} = \frac{B_{к}}{B_{ч}} = 10$$

Отсюда, приняв в качестве порога вредного действия МП ПЧ для условий хронической экспозиции крыс значение магнитной индукции, равное 400 мкТл, можно рассчитать значение магнитной индукции, приблизительно соответствующее порогу неблагоприятного действия для условий хронической экспозиции человека, которое равно 40 мкТл.

Далее, исходя из принципов гигиенического нормирования ЭМП, при установлении ПДУ требуется введение коэффициента гигиенического запаса. Этот коэффициент составляет для разных диапазонов частот от 2 до 10. В данном случае в силу некоторой неопределенности ситуации с характером биологического действия МП ПЧ для условий постоянных воздействий и некоторой противоречивости литературных данных о степени риска такого рода воздействий, было сочтено целесообразным установить коэффициент гигиенического запаса, равный 8.

Отсюда в качестве ПДУ для условий постоянных внепроизводственных воздействий установлена величина магнитной индукции МП ПЧ, равная 5 мкТл, которую следует рассматривать как ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ).

Эти данные не противоречат результатам собственных эпидемиологических исследований, свидетельствующих об отсутствии статистически значимого увеличения риска развития лейкозов как у взрослого населения, так и у детей, проживающих вблизи постоянно действующих источников МП ПЧ, и подвергающегося воздействиям МП ПЧ с уровнями, не превышающими 5 мкТл.

Этот ОБУВ распространяется на условия долговременной экспозиции (8 часов и более) от постоянно действующих источников МП ПЧ для жилых и приравненным к ним помещений внутри жилых, общественных и административных зданий и сооружений для категорий населения, включающих группы повышенного риска (дети, беременные женщины, пожилые люди, больные).

Учитывая факт отсутствия условий круглосуточного воздействия МП ПЧ в нежилых помещениях жилых и приравненных к ним зданий, на селитебной территории, вне зданий возможно применение дополнительного способа защиты временем. Аналогично апробированному в гигиенической практике при регламентации интенсивности электрического поля промышленной частоты 50 Гц подходу для территории зоны жилой застройки предлагается снизить коэффициент гигиенического запаса для данной категории объектов в 2 раза (до 4) и принять ОБУВ МП ПЧ в 2 раза выше, чем ОБУВ МП ПЧ для жилых помещений жилых и приравненных к ним зданий и сооружений – 10 мкТл.

Установленные ОБУВ для внепроизводственных условий приведены в таблице 3 [3].

Сопоставление результатов, полученных нами в ходе гигиенических исследований, с предлагаемыми ОБУВ показало, что на 16.4 % обследованных объектов имелись локальные превышения ОБУВ. На 2.6 % обследованных объектов интенсивность МП ПЧ превышала ОБУВ в среднем по объекту.

Таблица 3. ОБУВ МП ПЧ во внепроизводственных условиях в соответствии с ГН 2.1.8/2.2.4.2262–07

№ п/п	Тип воздействия, территория	Интенсивность МП ПЧ (действующие значения), мкТл (А/м)
1	В жилых помещениях, детских, дошкольных, школьных, общеобразовательных и медицинских учреждениях	5 (4)
2	В нежилых помещениях жилых зданий, общественных и административных зданиях, на селитебной территории, в том числе на территории садовых участков	10 (8)

3	В населенной местности вне зоны жилой застройки, в том числе в зоне воздушных и кабельных линий электропередачи напряжением выше 1 кВ; при пребывании в зоне прохождения воздушных и кабельных линий электропередачи лиц, профессионально не связанных с эксплуатацией электроустановок	20 (16)
4	В ненаселенной и труднодоступной местности с эпизодическим пребыванием людей	100 (80)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной вывод по результатам комплексного исследования заключается в том, что, значение магнитной индукции, равное 40 мкТл, близко к порогу вредного действия МП ПЧ на человека в условиях хронической экспозиции. Это позволяет установить для населения ориентировочный безопасный уровень воздействия МП ПЧ, равный 5 мкТл внутри жилых помещений (для условий хронического воздействия) и 10 мкТл на территории жилой застройки (для условий временного воздействия).

Результаты гигиенического исследования показали, что в местах постоянного пребывания населения МП ПЧ с интенсивностью, превышающей 5 мкТл, имеют распространение, что требует проведения организационно-технических защитных мероприятий.

Поскольку зафиксированное нами максимальное значение магнитной индукции достигало (с учетом погрешности измерений) величины 100 мкТл – предельно допустимого уровня МП ПЧ в производственных условиях для рабочей смены [12], можно сделать вывод, что в ряде случаев имеет место сближение условий воздействия МП ПЧ для профессионалов и других категорий населения.

Считаем важным, что в 21,2 % случаев в спектре магнитного поля было отмечено значительное присутствие 3-й гармонической гармоники основной частоты 50 Гц (150 Гц). Этот факт должен быть учтен при последующем планировании экспериментальных исследований по изучению биологического действия МП ПЧ.

Безусловно, мы отмечаем некоторый недостаток экспериментального материала, однако это скорее отражает условия финансирования научных работ в этот период, чем методическую неподготовленность исследователей. Тем не менее, мы полагаем, что обоснованные ОБУВ МП ПЧ во внепроизводственных условиях в сочетании с адекватными методами инструментального контроля и защиты позволят обеспечить высокий уровень безопасности населения при воздействии МП ПЧ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: ФЦГСЭН Минздрава России, 2001. – 24 с.
2. Решение Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений от 19 сентября 2001 г.
3. Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц в помещениях жилых и общественных зданий и на селитебных территориях: Гигиенический норматив. – М.: ФЦГЭ Роспотребнадзора, 2007. – 8 с.
4. Тихонова Г.И., Рубцова Н.Б., Новохатская Э.А., Тихонов А.В. Отдаленные эффекты производственных и внепроизводственных воздействий электромагнитных полей промышленной частоты. Эпидемиологические исследования. // Радиационная биология. Радиоэкология. 2003. Том 43, № 5. – С.1–5.
5. Григорьев О.А., Григорьев Ю.Г., Меркулов А.В. и др. Магнитное поле промышленной частоты в условиях непрофессионального воздействия // Охрана труда и социальное страхование. – 2002. – № 7. – С.64–68.
6. Григорьев О.А., Петухов В.С., Меркулов А.В. Магнитное поле промышленной частоты в условиях непрофессионального воздействия: источники и методология инструментального контроля // Ежегодник Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений 2002. – М.: Изд-во РУДН, 2003. – С.85–105.
7. Меркулов А.В. Особенность формирования электромагнитной обстановки в СНЧ диапазоне при внепроизводственном воздействии в современных условиях. // Ежегодник РНКЗНИ 2003 // Сборник трудов. – М.: Изд-во АЛЛАНА, 2004. – С. 82–96.
8. Отчет по НИР «Создание нормативно-методического документа, регламентирующего уровни внепроизводственных воздействий магнитных полей промышленной частоты (50 Гц)». № государственной регистрации 01200311814. – М.: ГУ НИИ МТ РАМН, 2003. – 147 с.
9. Стручков П.В., Константинова Н.Н., Лаврентьев В.В. и др. Скрининг-тест для оценки патогенных свойств циркулирующих иммунных комплексов // Лабораторное дело. – 1985. – № 7. – С. 410–412.
10. Григорьев О.А., Григорьев Ю.Г., Меркулов А.В. и др. Магнитное поле промышленной частоты: оценка опасности, опыт контроля и защиты // Медицина труда и промышленная экология. – 2004. – № 5. – С.25–30.
11. ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). // Health Physics. – 1998. – Vol. 74, Number 4. – P. 494–522.

12. Электромагнитные поля в производственных условиях: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: ФЦ ГСЭН Минздрава России, 2003. – 38 с.

**NEW HYGIENIC STANDARD FOR THE POWER FREQUENCY (50 HZ)
MAGNETIC FIELD GENERAL PUBLIC EXPOSURE**

Oleg A. Grigor'ev^{1,2}, Nina B. Rubtsova³, Anton V. Merkulov²

¹FMBA Scientific Research Centre – Institute of Biophysics, Moscow

²Centre for Electromagnetic Safety, Moscow

³RAMS Scientific Research Institute for Occupational Health, Moscow

Results of the comprehensive study performed to develop the new hygienic standard for the power frequency (50 Hz) magnetic field general public exposure are presented.

ПРОБЛЕМЫ В ОЦЕНКЕ РИСКОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ МИКРОВОЛН МОБИЛЬНОЙ РАДИОСВЯЗИ

Беляев И.И.¹, Григорьев Ю.Г.²

*¹Стокгольмский Университет, Стокгольм, Швеция; Институт Общей Физики
РАН, Москва, Россия.*

²ГНЦ – Институт биофизики ФМБА России, г. Москва

АННОТАЦИЯ

С тех пор как появились первые публикации в начале 1970-ых годов, различные биологические ответы на нетепловые (НТ) микроволновые облучения (МКВ), включая неблагоприятное влияние на здоровье, были описаны многими группами ученых различных стран. Есть убедительные свидетельства, что, биологические результаты при воздействии НТ МКВ зависят от нескольких физических параметров и биологических переменных, которые должны строго контролироваться при воспроизведении результатов. Несмотря на значительное число работ с использованием НТ МКВ в биологии, только небольшая часть исследований была выполнена с целью воспроизведения первоначальных(оригинальные) данных, относящихся к биоэффектам НТ МКВ. Необходимо отметить, что эти "ответы" обычно не были сопоставимы с первоначальными(оригинальными) результатами или из-за отсутствия описания важных параметров воздействия или из-за существенных различий в этих параметрах, которые были использованы в первоначальном исследовании и в последующих экспериментах воспроизведения.

Кроме фундаментальной важности, развитие всесторонних механизмов для биологического действия НТ МКВ социально важно. Эффекты МКВ мобильной радиосвязи типа GSM и UMTS имеют особое беспокойство из-за увеличенного облучения ЭМП населения во многих странах. Показано, что неблагоприятные эффекты НТ МКВ от GSM/UMTS мобильных телефонов в лимфоцитах человека у здоровых и сверхчувствительных людей зависят от несущей частоты и типа сигнала. Необходимы дальнейшие исследования с первичными клетками животных и добровольцев, чтобы объяснить возможные неблагоприятные результаты сигналов МКВ различных видов, которые используются в беспроводной радиосвязи таких мобильных телефонов как GSM/UMTS и базовых станций/мачт WLAN, WPAN, DECT. Идентификация тех типов и частот каналов мобильной радиосвязи, которые не оказывают воздействие на клетки человека, срочно необходима как высокая задача приоритета для развития безопасной мобильной радиосвязи.

Поскольку НТ МКВ влияют на клетки различных типов, включая клетки крови, фибробласты кожи, стволовые клетки, репродуктивные органы, использование гарнитуры «свободные руки» не может минимизировать все неблагоприятные влияния на здоровье пользователя. Для возможности минимизировать неблагоприятное влияние НТ МКВ должны быть изучены различные подходы.

Многочисленные данные относительно биологического действия НТ МКВ ясно указывают, что только одна SAR-кнцепция не может лежать в основе безопасных руководящих принципов для хронических воздействий МКВ мобильной радиосвязи. Необходимы другие подходы, которые будут обсуждены.

ВВЕДЕНИЕ

Многочисленные источники мобильной связи в результате осуществляют хроническое воздействие на население МКВ нетепловой интенсивности. Начиная с 1970-ых годов были опубликованы данные многими группами ученых различных стран о различных биологических ответах на нетепловые микроволновые облучения, включая неблагоприятное влияние на здоровье [1-6]. Многочисленные экспериментальные данные обеспечили вполне убедительное свидетельство о биологической активности НТ МКВ и также указали на зависимость получаемых результатов от различных физических параметров и биологических переменных [7]: зависимость от несущей частоты - "тип резонанса" в пределах определенных «окон» частоты; зависимость от модуляции и поляризации; нелинейная зависимость от интенсивности в пределах определенных «окон» интенсивности, включая очень низкую плотность потока энергии (ППЭ) / удельную поглощенную энергию (SAR), сопоставимые с интенсивностью ЭМП от базовых станций (БС); сужение «окон» частоты с уменьшением интенсивности; высокая чувствительность к НТ МКВ к продолжительности облучению и прерывистому воздействию; зависимость от плотности облучаемых клеток, которые взаимодействуют между собой в течение НТ МКВ воздействия; зависимость от генетических достижений, физиологических переменных в течение воздействия и потенциала радикальных «мусорщиков» / антиокислителей, нацеленных на минимизацию МКВ эффекта. Ясно, что большинство из перечисленных условий, влияющие на биоэффекты МКВ низкой интенсивности, не могут рассматриваться для тепловых эффектов.

Нет еще подтвержденных наблюдений, что пол, индивидуальные особенности, концентрация кислорода, статические магнитные поля (СтМП) и блуждающие» ЭМП могут играть роль в течение воздействия НТ МКВ [7].

Несмотря на значительное число исследований биологического действия ЭМП нетепловых уровней, только немного исследований было выполнено, чтобы воспроизвести первоначальные (оригинальные) данные в условиях воздействия НТ МКВ. Действительно, необходимо отметить, что "ответы воспроизведения" обычно не сопоставимы с первоначальными (оригинальными) результатами или из-за отсутствия подробного описания важных параметров воздействия или из-за существенных различий в этих параметрах между первоначальным исследованием и последующих, проводимых с целью воспроизведения оригинальных результатов.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ РИСКА СИГНАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В МОБИЛЬНОЙ РАДИОСВЯЗИ

Безопасные нормативные уровни и рекомендации некоторых организаций типа ICNIRP [8] базируются на результатах исследования биологического действия тепловых уровней ЭМП РЧ при в острых облучениях и, по нашему мнению, не могут защитить население от возможного нетеплового хронического воздействия НТ МКВ от источников мобильной радиосвязи. Некоторые национальные организации, например, RCNIRP установили значительно более низкие безопасные уровни ЭМП РЧ, которые базируются на результатах исследования биологического действия ЭМП нетепловых уровней в условиях хронического воздействия [9].

В настоящее время, новая ситуация возникла, когда все население подвергается хроническому воздействию (намного дольше, чем это было раньше) НТ МКВ от различных типов мобильной радиосвязи, включая GSM и UMTS/3G телефоны БС, WLAN (беспроводные локальные сети), WPAN (Wireless Personal Area Networks) подобно Bluetooth, DECT (Digital Enhanced / former European/ Cordless Telecommunications) - беспроводные телефоны.

RCNIRP признает, что установленные ранее нормативные уровни не соответствуют существующей радиационной ситуации, когда все население подвергается воздействию МКВ с различными сигналами с продолжительностью облучения, сопоставимого с продолжительностью жизни [10]. Кроме того, большинство населения, включая детей, подвергают ежедневно ЭМП свой головной мозг [11].

Большинство реальных сигналов МКВ, которые используются в мобильной связи, пока не были проверены на неблагоприятные эффекты. Очень небольшое число исследований было сделано с реальными сигналами и по продолжительности и прерывистости воздействия в соответствии с условиями облучения ЭМП мобильной связи. В некоторых исследованиях, в условиях так называемых "мобильные подобные связи" (mobile communication – like) сигналы были исследованы соответствующие режимы, что, однако, фактически отличалось от реальных воз-

действий в таких важных параметрах как несущая частота, модуляция, поляризация, продолжительность и прерывистость облучения. До какой степени такие исследования оптимальны для оценки рисков здоровья от МКВ мобильной связи, пока не известно. Например, пользователи GSM облучаются МКВ с различными несущими частотами в течение переговоров. Есть 124 различных каналов/частот, которые используются в Европе для стандарта GSM 900. Они отличаются на 0.2 МГц в диапазоне частоты от 890 МГц до 915 МГц. Пользователи мобильного телефона снабжены различными частотами от БС в зависимости от числа контактирующих пользователей. Базовая станция может изменить частоту в течение самого разговора. Показано, что неблагоприятные эффекты НТ МКВ от мобильных телефонов GSM могут зависеть от несущей частоты [12-14]. Частотно зависимые эффекты МКВ GSM на 53BP1/g-H2AX центрах восстановления ДНК в лимфоцитах человека от здоровых и сверхчувствительных к ЭМП людей, фибробластах и стволовых клетках человека наблюдались в повторных исследованиях [12-14]. GSM использует GMSK модуляцию (Gaussian Minimum Shift Keying). Вопреки телефонам GSM, UMTS мобильные телефоны 3-его поколения (3G) используют по существу модуляцию QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) и широкополосные сигналы с полосой пропускания 5 МГц. МКВ UMTS могут гипотетически привести к более выраженным биологическим эффектом из-за возможных «эффективных» частотных окон в пределах используемой полосы. Микроволны UMTS могут вызвать выраженные неблагоприятные эффекты в лимфоцитах человека, фибробластах и стволовых клетках [12-14].

СРОЧНЫЕ ПОТРЕБНОСТИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ И ДАЛЬНЕЙШИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ В ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ РИСКА

Следует ожидать, что некоторая часть населения, такая как дети, беременные и группа сверхчувствительных людей окажутся особенно чувствительна к воздействию НТ МКВ. Становится все более ясно, что концепция SAR, которая была широко принята для формулировки требований к безопасности, не может быть полезна, как единственная концепция, для оценки рисков здоровья от МКТ мобильной связи. Роль других параметров электромагнитного воздействия как несущая частота, модуляция, поляризация, продолжительность и прерывистость облучения должны быть принята во внимание – это срочная проблема для своего решения. Решению этой проблемы могли бы помочь знания биофизических механизмов нетепловых биоэффектов МКВ. Понимание механизмов биоэффектов НТ МКВ - далеко от всестороннего познания. Много вопросов остаются. На-

пример, остается не ясным, зависит ли биоэффект НТ МКВ от электромагнитного шума и статического магнитного поля во время воздействия. Помимо фундаментальной важности, знание механизмов биологического действия МКВ нетеплового уровня облегчило бы решение проблемы безопасности мобильной связи.

Пока, большинство лаборатории и почти все эпидемиологические исследования не принимали во внимание многие важные особенности развития НТ биоэффектов и поэтому, делали очень ограниченные заключения относительно влияния мобильной связи на здоровье пользователей. Может быть эта проблема была далеко от их научных интересов.

Необходимо отметить, что одна группа эпидемиологов с длительным опытом исследования соотношения между использованием мобильного телефона и риском рака была последовательно обеспокоена относительно важности типа сигнала МКВ и продолжительности воздействия [15-18]. Группа Hardell была первой эпидемиологической группой в попытке изучить отдельно сигналы МКВ от переносных, аналоговых и цифровых телефонов. Как правило, аналоговые телефоны имели самую высокую корреляцию с риском рака. Переносные телефоны были связаны с риском развития мозговых опухолей, нейромы слухового аппарата и лимфомы Т-клеток. Более сильная зависимость или такая же была отмечена в отношении цифровых и аналоговых телефонов, несмотря на то, что уровень SAR был значительно ниже, чем при работе кабельного переносного телефона [15, 17-19]. Этот важный результат можно рассмотреть как независимое событие, которое можно изучать на эпидемиологическом уровне, а также в исследованиях *in vitro* и *in vivo* при воздействии НТ МКВ, принимая во внимание, что биоэффекты зависят не исключительно от SAR/PD, но также и от других параметров. Должно быть также отмечено, что эпидемиологические данные являются спорными и методологические различия продолжают оставаться предметом дебатов между различными научными группами исследования [19, 20]. Однако, подход группы Харделла более действенный с механистической точки зрения, и это должно быть принято во внимание при сравнении с результатами других эпидемиологических групп, которые или не осведомлены или игнорируют сложные зависимости развития биоэффектов при воздействии НТ МКВ от разнообразных физических и биологических параметров [20].

Данные об эффектах МКВ очень низкой интенсивности и существенная роль продолжительности воздействия в этих эффектах, наряду с данными, показывающие, что развитие неблагоприятных результатов при воздействии МКВ нетепловых уровней от GSM/UMTS мобильных телефонов зависит от несущей частоты и типа электромагнитного сигнала, предлагают, что микроволны от БС могут также вызвать неблагоприятные

эффекты в условиях пролонгированного длительного облучения и должны поощрить исследования, используя реальные сигналы от БС [21].

Зависимость развития неблагоприятных эффектов НТ МКВ от несущей частоты и типе сигнала должна быть принята во внимание при разработке стандартов безопасности и при наблюдениях *in vivo* и эпидемиологических исследованиях. Одно важное заключение, обусловленное доступностью исследований *in vitro* и *in vivo* может быть сделано: эпидемиологическим исследованиям не должны быть отдано преимущество для оценки степени риска прежде, чем эти исследования не станут доступными с точки зрения базового механистического понимания биоэффектов НТ МКВ. Это заключение базируется на двух принципиальных аргументах. Прежде всего, почти невозможно выбрать необлученные контрольные группы, потому что все население во многих странах подвергается облучению широкому диапазону сигналов МКВ из различных источников типа мобильных телефонов и базовых станций/мачт различных видов, WLAN, WPAN, DECT беспроводных телефонов и обеспечивают ту продолжительность воздействия, по крайней мере 10 годами, т.е. период ожидания рака. Это обстоятельство, может быть более важно для оценки неблагоприятного влияния на здоровье НТ МКВ чем PD/SAR. Должно быть подчеркнуто, что несоответствующее определение необлученных контрольных групп - типичный поток эпидемиологических исследований, которые не базируются на механистических понятиях, относящихся к НТ МКВ [22]. Субъективное деление телефонных пользователей на "облученных" и групп "необлученных - контроль" делает такие исследования не окончательными. Это ясно, что такие эпидемиологические исследования не могут использоваться как фон для оценки степени риска. Во вторых, неблагоприятные биоэффекты действия "вредных" сигналов замаскировано, потому что люди подвергаются различным сигналам/частотам, включая неэффективными или даже гипотетически выгодными. Поэтому, текущие эпидемиологические исследования могут быть неокончательными, если получены результаты отрицательные (никакие риски не были найдены), или недооценка значимости опасности определенных использованных вредных сигналов, если получены положительные результаты.

RNCNIRP предложил, чтобы руководящие принципы и оценка степени риска для НТ МКВ были срочно решаемы в исследованиях, основанными на следующих приоритетах [9]: (1) острые и хронические биоэффекты реальных сигналов МКВ, которые используются в настоящее время (GSM, UMTS/3G телефоны, базовые станции и другие элементы мобильной радиосвязи) должен быть воспроизведены в экспериментах с первичными человеческими клетками и при использовании соответствующей техники и методик. В этих тестирующих исследованиях должен быть оценен потенциал определенных сигналов МКТ, которые вызывают не-

благоприятные эффекты. Те "неэффективные" сигналы или частоты, которые не затрагивают человеческие клетки, должны быть идентифицированы для дальнейшего развития безопасной мобильной радиосвязи. (2) Исследования с животными и добровольцами в контролируемых условиях хронических воздействий как с «вредными», так и неэффективными сигналами МКВ как показано *in vitro* может быть изучено с первичными человеческими клетками. Данные, полученные на добровольцах имеют ограниченную ценность для оценки риска, т. к. они проводились в условиях острых воздействий, наблюдения были кратковременные, а условия облучения были далеки от реальных ситуаций. (3) Развитие надежных и адекватных методов контроля персонального облучения. (4). Должны быть запланированы основные механистические изучения, эпидемиологические исследования различных отложенных неблагоприятных эффектов для здоровья. НТ МКВ могут затронуть разнообразные типы клеток, такие как клетки мозга [23, 24], клетки крови [12-14, 25-27], кожи и фибробласты [12, 28-31], стволовые клетки [12, 32, 33], могут влиять на репродуктивные органы и качество спермы [34-38], преднатальное развитие и плодовитость [39, 40], на развитие различных типов рака (опухоли различной локализации и лейкемия), а также на другие возможные болезни. Следовательно, все эти исследования должны быть проведены. Недавно полученные данные предлагают, чтобы различные типы рака имели общую основу генеза, базирующуюся на эпигенетических изменениях в стволовых клетках [41]. Экспериментальные результаты относительно влияния НТ МКВ на стволовые клетки [12, 32,33] могут быть особенно важны для оценки степени риска рака.

Необходимы совместные усилия научных групп в пределах специальных национальных и международных программ для оценки степени риска воздействия НТ МКВ. Это сотрудничество должно вовлечь квалифицированных ученых различного профиля с возможностью разнообразной экспертизы, особенно включая тех, которые имеют опыт в изучении механизмов развития биоэффектов НТ МКВ. Иначе, могут возникнуть заблуждения в правильности заключений или в преждевременности оценок результатов по не законченным исследованиям.

БЛАГОДАРНОСТИ

С признательностью за финансовую поддержку Financial support of the Swedish Council for Working Life and Social Research, the Swedish Radiation Protection Authority, the Russian Foundation for Basic Research is.

ЛИТЕРАТУРА

1. Девьятков Н.Д. Влияние электромагнитной радиации миллиметрового диапазона на биологические объекты. Усп Физ Наук, 1973, 453-454.

2. Виленская Р.Л., Смолянская А.З., Адаменко В.Г. и др. Индукция синтеза колицина с помощью миллиметрового излучения. БЭБиМ, 1972, 4, 52-54..
3. Григорьев Ю.Г. К вопросу теплового действия СВЧ-облучений на организм. Труды симпозиума. по космической биологии и медицине. Москва, 1973, 377-384.
4. Виноградов Г.И., Думанский Ю.Д. Изменение антигенных свойств тканей и аутоаллергические процессы при воздействии СВЧ-энергии. БЭБиМ, 1974, №8. 76-79.
5. W. R. Adey. Cell and molecular biology associated with radiation fields of mobile telephones. in Review of Radio Science, 1996-1999, W. R. Stone and S. Ueno, Eds. Oxford: Oxford University Press, 1999, pp. 845-872.
6. H. Lai, Biological effects of radiofrequency electromagnetic field. In Encyclopedia of Biomaterials and Biomedical Engineering, G. E. Wnek and G. L. Bowlin, Eds. New York, NY: Marcel Decker, 2005, pp. 1-8.
7. I. Belyaev, Non-thermal Biological Effects of Microwaves. Microwave Review, vol. 11, pp. 13-29, <http://www.mwr.medianis.net/pdf/Vol11No2-03-IBelyaev.pdf>, 2005.
8. ICNIRP. ICNIRP Guidelines. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz), Health Physics, 1998. vol. 74, pp. 494-522.
9. Y. Grigoriev, V. Nikitina, N. Rubtcova, L. Pokhodzey, O. Grigoriev, I. Belyaev, and A. Vasin, / The Russian National Committee on Non-Ionizing Radiation Protection (RNCNIRP) and the radiation guidelines, presented at Transparency Forum for Mobile Telephone Systems, Stockholm, 2005.
10. Grigoriev Yu. Electromagnetic fields of mobile radio communication and danger estimation for the population. Proc. 6th Int. symposium of IEEE, URSI, EMCSOCIET, EMF on electromagnetic compatibility and electromagnetic ecology. June 21-24, 2005. Saint Petersburg, 2005, 9-14.
11. Григорьев Ю.Г. Электромагнитные поля сотовых телефонов и здоровье детей и подростков (Ситуация, требующая принятия неотложных мер) // Радиационная биология. Радиоэкология. 2005, т.45, № 4. С. 442-450.
12. E. Markova, V. Altaneroва, L. Malmgren, B. Persson, and I. Belyaev, Specific signals from mobile communication induce adverse effects in primary human cells of different types: stem cells, lymphocytes, fibroblasts. Lancet, submitted, 2007.
13. E. Markova, L. Hillert, L. Malmgren, B. R. Persson, and I. Y. Belyaev, Microwaves from GSM Mobile Telephones Affect 53BP1 and gamma-H2AX Foci in Human Lymphocytes from Hypersensitive and Healthy Persons. Environ Health Perspect, vol. 113, pp. 1172-1177, 2005.

14. I.Y. Belyaev, E. Markova, L. Hillert, L. O.G. Malmgren, and B.R.R. Persson. Non-thermal microwaves from UMTS and GSM mobile phones result in long-lasting effects on DNA repair 53BP1/gamma-H2AX foci in human lymphocytes. *Bioelectromagnetics*, submitted, 2006.
15. L. Hardell, M. Eriksson, M. Carlberg, C. Sundström, and K. Hansson Mild, Use of cellular or cordless telephones and the risk for non-Hodgkin's lymphoma. *Int Arch Occup Environ Health*, vol. DOI 10.1007/s00420-005-0003-5, 2005.
16. L. Hardell and K.H. Mild. Mobile phone use and acoustic neuromas. *Epidemiology*, vol. 16, pp. 415; author reply 417-418, 2005.
17. L. Hardell, K.H. Mild, and M. Carlberg. Further aspects on cellular and cordless telephones and brain tumours. *Int J Oncol*, vol. 22, pp. 399-407, 2003.
18. L. Hardell, K.H. Mild, A. Pahlson, and A. Hallquist. Ionizing radiation, cellular telephones and the risk for brain tumours. *Eur J Cancer Prev*, vol. 10, pp. 523-529, 2001.
19. M. Kundi, K. Mild, L. Hardell, and M. O. Mattsson. Mobile telephones and cancer - a review of epidemiological evidence. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*, vol. 7, pp. 351-384, 2004.
20. A. Ahlbom, A. Green, L. Kheifets, D. Savitz, and A. Swerdlow. Epidemiology of health effects of radiofrequency exposure. *Environ Health Perspect*, vol. 112, pp. 1741-1754, 2004.
21. I. Belyaev. Nonthermal Biological Effects of Microwaves: Current Knowledge, Further Perspective, and Urgent Needs. *Electromagnetic Biology and Medicine*, vol. 24, pp. 375 - 403, 2005.
22. S. Lonn, A. Ahlbom, P. Hall, and M. Feychting. Long-term mobile phone use and brain tumor risk. *Am J Epidemiol*, vol. 161, pp. 526-35, 2005.
23. A. Ilhan, A. Gurel, F. Armutcu, S. Kamisli, M. Iraz, O. Akyol, and S. Ozen. Ginkgo biloba prevents mobile phone-induced oxidative stress in rat brain. *Clin Chim Acta*, vol. 340, pp. 153-62, 2004.
24. L.G. Salford, A.E. Brun, J.L. Eberhardt, L. Malmgren, and B.R.R. Persson, Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. *Environmental Health Perspectives.*, vol. 111, pp. 881-883, 2003.
25. G. d'Ambrosio, R. Massa, M.R. Scarfi, and O. Zeni. Cytogenetic damage in human lymphocytes following GSMK phase modulated microwave exposure. *Bioelectromagnetics*, vol. 23, pp. 7-13, 2002.
26. Y. Belyaev, L. Hillert, M. Protopopova, C. Tamm, L.O. Malmgren, B. R. R. Persson, G. Selivanova, and M. Harms-Ringdahl. 915 MHz microwaves and 50 Hz magnetic field affect chromatin conformation and 53BP1 foci in human lymphocytes from hypersensitive and healthy persons. *Bioelectromagnetics*, vol. 26, pp. 173-184, 2005.

27. R. Sarimov, L. O. G. Malmgren, E. Markova, B.R.R. Persson, and I. Y. Belyaev. Non-thermal GSM microwaves affect chromatin conformation in human lymphocytes similar to heat shock. *IEEE Transactions on Plasma Science*, vol. 32, pp. 1600-1608, 2004.
28. F. Ozguner, G. Aydin, H. Mollaoglu, O. Gokalp, A. Koyu, and G. Cesur. Prevention of mobile phone induced skin tissue changes by melatonin in rat: an experimental study. *Toxicol Ind Health*, vol. 20, pp. 133-139, 2004.
29. S. Pacini, M. Ruggiero, I. Sardi, S. Aterini, F. Gulisano, and M. Gulisano. Exposure to global system for mobile communication (GSM) cellular phone radiofrequency alters gene expression, proliferation, and morphology of human skin fibroblasts. *Oncol Res*, vol. 13, pp. 19-24, 2002.
30. E. Diem, C. Schwarz, F. Adlkofer, O. Jahn, and H. Rudiger. Non-thermal DNA breakage by mobile-phone radiation (1800 MHz) in human fibroblasts and in transformed GFSH-R17 rat granulosa cells in vitro. *Mutat Res*, vol. 583, pp. 178-183, 2005.
31. T.A. Litovitz, D. Krause, M. Penafiel, E.C. Elson, and J.M. Mullins. The role of coherence time in the effect of microwaves on ornithine decarboxylase activity. *Bioelectromagnetics*, vol. 14, pp. 395-403, 1993.
32. J. Czyz, K. Guan, Q. Zeng, T. Nikolova, A. Meister, F. Schonborn, J. Schuderer, N. Kuster, and A. M. Wobus. High frequency electromagnetic fields (GSM signals) affect gene expression levels in tumor suppressor p53-deficient embryonic stem cells. *Bioelectromagnetics*, vol. 25, pp. 296-307, 2004.
33. T. Nikolova, J. Czyz, A. Rolletschek, P. Blyszczuk, J. Fuchs, G. Jovtchev, J. Schuderer, N. Kuster, and A. M. Wobus. Electromagnetic fields affect transcript levels of apoptosis-related genes in embryonic stem cell-derived neural progenitor cells. *Faseb J*, 2005.
34. M. Ozguner, A. Koyu, G. Cesur, M. Ural, F. Ozguner, A. Gokcimen, and N. Delibas. Biological and morphological effects on the reproductive organ of rats after exposure to electromagnetic field. *Saudi Med J*, vol. 26, pp. 405-410, 2005.
35. D.J. Panagopoulos, A. Karabarbounis, and L.H. Margaritis. Effect of GSM 900-MHz Mobile Phone Radiation on the Reproductive Capacity of *Drosophila melanogaster*. *Electromagnetic Biology and Medicine*, vol. 23, pp. 29 - 43, 2004.
36. I. Fejes, Z.Za Vaczki, J. Szollosi, R.S. Kolosza, J. Daru, L. Kova Cs, and L.A. Pa. Is there a relationship between cell phone use and semen quality?. *Arch Androl*, vol. 51, pp. 385-93, 2005.
37. R.J. Aitken, L.E. Bennetts, D. Sawyer, A.M. Wiklendt, and B.V. King. Impact of radio frequency electromagnetic radiation on DNA integrity in the male germline. *Int J Androl*, vol. 28, pp. 171-9, 2005.

38. B. Balmori. Possible Effects of Electromagnetic Fields from Phone Masts on a Population of White Stork (*Ciconia ciconia*). *Electromagnetic Biology and Medicine*, vol. 24, pp. 109 - 119, 2005.
39. I.N. Magras and T.D. Xenos. RF radiation-induced changes in the prenatal development of mice. *Bioelectromagnetics*, vol. 18, pp. 455-61, 1997.
40. A. Pyrpasopoulou, V. Kotoula, A. Cheva, P. Hytiroglou, E. Nikolakaki, I. N. Magras, T.D. Xenos, T.D. Tsiboukis, and G. Karkavelas. Bone morphogenetic protein expression in newborn rat kidneys after prenatal exposure to radiofrequency radiation. *Bioelectromagnetics*, vol. 25, pp. 216-27, 2004.
41. A.P. Feinberg, R. Ohlsson, and S. Henikoff. The epigenetic progenitor origin of human cancer. *Nat Rev Genet*, vol. 7, pp. 21-33, 2006.

PROBLEMS IN ASSESSMENT OF RISKS FROM EXPOSURES TO MICROWAVES OF MOBILE COMMUNICATION

Igor Y. Belyaev¹, Yury G. Grigoriev²

¹Stockholm University, Stockholm, Sweden; Institute of General Physics, Russian Academy of Science, Moscow, Russia

²FMBA Scientific Research Centre – Institute of Biophysics, Moscow, Russia

ABSTRACT

Since pioneering investigations published in the beginning of 1970th, various biological responses to non-thermal (NT) microwaves (MWs) including adverse health effects have been described by many groups over the world. There is strong evidence that the NT MW biological effects depend on several physical parameters and biological variables, which must be controlled in replication studies. Despite of considerable body of studies with NT MWs in biology, only few studies were performed to replicate the original data on the NT MW effects. It should be noted, that these “replications” are usually not comparable with the original studies because of either missing description of important parameters of exposure or significant differences in these parameters between original study and replication.

Apart from fundamental importance, the development of comprehensive mechanisms for the NT MW effects is socially important. The effects of MWs of mobile communications such as GSM and UMTS are of major concern because of increased exposure in many countries. It has been shown that adverse effects of NT MWs from GSM/UMTS mobile phones on human lymphocytes from healthy and hypersensitive to EMF persons depend on carrier frequency and type of signal. Further investigations with human primary cells, animals and volunteers are needed to elucidate possible adverse effects of MW signals of various kinds that are used in wireless communication such GSM/UMTS mobile phones and base stations/masts, WLAN, WPAN, DECT wireless phones. Identification of those types and frequency channels/bands for mobile communication, which do not affect human cells, is urgently needed as the high priority task for development of safe mobile communication. Because NT MWs affect cells of various types including blood cells, skin fibroblasts, stem cells, reproductive organs the using of hands-free cannot minimize all adverse health effects. Possibilities to minimize the adverse effects of NT MWs using various approaches should be studied.

Numerous data on the NT MW effects clearly indicate that the SAR-concept alone cannot underlie the safety guidelines for chronic exposures to MWs

from mobile communication and other approaches are needed that will be discussed.

INTRODUCTION

Numerous sources of mobile communication result in chronic exposure of general population to microwaves (MWs) at the non-thermal (NT) levels. Since pioneering investigations published in the beginning of 1970th [1, 2], various biological responses to NT MWs including adverse health effects have been reported by many groups over the world [3, 4]. Numerous experimental data have provided strong evidence for the NT MW effects and have also indicated dependence of these effects on several physical parameters and biological variables [5]: dependence on carrier frequency of “resonance-type” within specific frequency windows; dependence on modulation and polarization; non-linear dependence on intensity within specific intensity windows including super-low power densities (PDs)/specific absorption rates (SARs) comparable with intensities from base stations; narrowing of the frequency windows with decrease in intensity; high sensitivity of the NT MW effects to the duration and intermittence of exposure; dependence on cell density that suggests cell-to-cell interaction during response to NT MWs; dependence on genetic background, physiological variables during exposure and a potential of radical scavengers/antioxidants to minimize the MW effects. Most of these regularities clearly indicate that the MW effects at low intensities cannot be accounted for any type of thermal effects.

There are not yet confirmed observations that gender, individual traits, oxygen concentration, static magnetic fields (SMF) and stray electromagnetic field (EMF) during exposure may be of importance for the effects of NT MWs [5].

Despite of considerable body of studies with NT MWs in biology, only few studies were performed to replicate the original data on the NT MW effects. It should be noted, that the “replications” are usually not comparable with the original studies because of either missing description of important parameters of exposure or significant differences in these parameters between original study and replication.

RISK ASSESSMENT OF SIGNALS USED IN MOBILE COMMUNICATION

The safety recommendations of some organizations such as ICNIRP [6] are based on thermal effects in acute exposures and cannot protect from eventual non-thermal effects of chronic exposures to the NT MWs from mobile com-

munication. Some national authorities such as RCNIRP have established significantly lower safety recommendations that are based on studies with chronic exposures and acceptance of non-thermal effects [7].

At present, new situation arose when general population is exposed chronically (much longer than previously investigated durations of exposures) to NT MWs from different types of mobile communication including GSM and UMTS/3G phones/base stations, WLAN (Wireless Local Area Networks), WPAN (Wireless Personal Area Networks such as Bluetooth), DECT (Digital Enhanced (former European) Cordless Telecommunications) wireless phones. RCNIRP admits that the established safety standards do not correspond to the present situation when general population is exposed to variety of MW signals with durations of exposure comparable with the lifespan [8].

Most of the real MW signals that are in use in mobile communication have not been tested so far for adverse effects. Very little research has been done with real signals and for durations and intermittences of exposure that are relevant to chronic exposures from mobile communication. In some studies, so-called “mobile communication-like” signals were investigated that in fact were different from the real exposures in such important parameters as carrier frequency, modulation, polarization, duration and intermittence. To what degree such studies are relevant to evaluation of health risks from MWs of mobile communication is not known. For example, GSM users are exposed to MWs at different carrier frequencies during their talks. There are 124 different channels/frequencies, which are used in Europe for GSM900. They differ by 0.2 MHz in the frequency range from 890 MHz to 915 MHz. Mobile phone users are supplied by various frequencies from the base stations depending on number of connected users. The base station can change the frequency during the same talk. It has been shown that adverse effects of NT MWs from GSM mobile phones depend on carrier frequency [9-11]. Frequency-dependent effects of GSM MWs on the 53BP1/ γ -H2AX DNA repair foci in human lymphocytes from healthy and hypersensitive to EMF persons, human fibroblasts and human stem cells were observed in replicated studies [9-11].

GSM uses GMSK modulation (Gaussian Minimum Shift Keying). Contrary to GSM phones, UMTS mobile phones of the 3rd generation (3G) use essentially QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) modulation and irradiate wide-band signals with the bandwidth of 5 MHz. UMTS MWs may hypothetically result in a higher biological effect because of eventual “effective” frequency windows within the bands. UMTS MWs induced significant adverse effects in human lymphocytes, fibroblasts and stem cells [9, 11].

URGENT NEEDS AND FURTHER PERSPECTIVES IN RISK ASSESSMENT

It should be anticipated that some part of population, such as children, pregnant women and groups of hypersensitive persons may be especially sensi-

tive to the NT MW exposures. It is becoming more and more clear that the SAR concept that has been widely adopted for safety standards may not be useful alone for the evaluation of health risks from MWs of mobile communication. How the role of other exposure parameters such as carrier frequency, modulation, polarization, duration, and intermittence of exposure should be taken into account is an urgent question to solve. Solving this question would greatly benefit from the knowledge of the biophysical mechanisms of the NT MW effects. The understanding of mechanisms for the NT MW effects is far away from comprehensive. Many questions remain to be addressed such as whether effects of NT MWs depend on electromagnetic noise and static magnetic field during exposure. Besides fundamental importance, the knowledge of mechanisms for non-thermal effects of MWs would facilitate the development of safe mobile communication.

So far, most laboratory and almost all epidemiological studies did not control many important features of the NT MW effects and therefore, very limited conclusion regarding health effects of MWs from mobile communication can be drawn from these studies. It should be noted that one group of epidemiologists with a long-lasting experience in studying relationship between mobile phone usage and cancer risk have consistently been concerned regarding importance of the type of MW signal and the exposure duration [12-15]. The group of Hardell was the first epidemiological group in attempting to study separately the MW signals from cordless phones, analogue phones and digital phones. As a rule, analogue phones had the highest association with the cancer risk. Cordless phones were associated with the risk for brain tumors, acoustic neuroma, and T-cell lymphoma stronger or in the same degree as digital and analogue phones despite significantly lower SAR values were produced by cordless phones [12, 14-16]. This important result can be considered as an independent conformation, at the epidemiological level, of the observations from specially designed *in vitro* and *in vivo* studies that the NT MW effects depend not solely on SAR/PD but also on other parameters. It should be also noted that epidemiological data are controversial and methodological differences are a subject of debates between various research groups [16, 17]. However, the approach of the Hardell's group is more valid from the mechanistic point of view and this should be taken into account when comparing with results with other epidemiological groups that are either not aware of or ignore the complex dependencies of the NT MW effects on variety of physical and biological parameters [17].

The data about the effects of MWs at super low intensities and significant role of duration of exposure in these effects along with the data showing that adverse effects of NT MWs from GSM/UMTS mobile phones depend on carrier frequency and type of the MW signal suggest that MWs from base-stations/masts can also produce adverse effects at prolonged durations of exposure and encourage studies using real signals from base stations/masts [18].

The dependence of adverse effects of NT MWs on carrier frequency and type of signal should be taken into account in settings of safety standards and in planning of *in vivo* and epidemiological studies. One important conclusion stemming from the available *in vitro* and *in vivo* studies is that epidemiological studies should not be given priority for risk assessment before proper design of these studies will be available as based on mechanistic understanding of the NT MW effects. This conclusion is based on two principle arguments. First, it is almost impossible to select control-unexposed groups because whole population in many countries is exposed to wide range of MW signals from various sources such as mobile phones and base stations/masts of various kinds, WLAN, WPAN, DECT wireless phones and given that duration of exposure (must be at least 10 years for cancer latency period) may be more important for the adverse health effects of NT MWs than PD/SAR. It should be stressed, that inappropriate definition of control-unexposed groups is a typical flaw in those epidemiological studies that are not based on mechanistic issues regarding the NT MW effects [19]. Subjective dividing of telephone users into “exposed” and “unexposed-control” groups make such studies inconclusive. It is clear, that such epidemiological studies cannot be used as a background for risk assessment. Second, the adverse effects of “detrimental” signals are masked because people are exposed to various signals/frequencies including non-effective or even hypothetically beneficial. Therefore, current epidemiological studies may be either inconclusive, if results are negative (no risks were found), or underestimate significantly the hazard of using specific detrimental signals, if results are positive.

The RNCNIRP proposed that guidelines and risk assessment for NT MWs should be urgently developed by studies based on the next priorities [7]: (1) Acute and chronic bioeffects of real MW signals as currently in use (GSM, UMTS/3G phones and base stations,...) should be tested in experiments with primary human cells and using appropriate techniques. In these tests, a potential of specific MW signals to produce adverse effects should be evaluated. Those “ineffective” signals and frequency channels/bands, which do not affect human cells, should be identified for further development of safe mobile communication. (2) Studies with animals and volunteers under controlled conditions of chronic exposures to both detrimental and ineffective MW signals as revealed by *in vitro* studies with primary human cells. The data from the acute exposures of volunteers have very limited value for risk assessment because possible accumulation of effects during real chronic exposures is not evaluated. (3) Development of reliable and relevant methods to control personal exposures. (4) Based on mechanistic studies, epidemiological investigations of various postponed adverse health effects should be planned. Because NT MWs may affect variety of cell types such as brain cells [20, 21], blood cells [9-11, 22-24], skin and fibroblasts [9, 25-28], stem cells [9, 29, 30], reproductive

organs and sperm quality [31-35], prenatal development and fertility [36, 37], different types of cancer (tumors of various localization and leukemia) and also other relevant diseases should be tested. Recent data suggest that different cancer types have a fundamentally common basis that is grounded on epigenetic changes in stem cells [38]. Therefore, the experimental findings regarding effects of NT MWs on stem cells [9, 29, 30] may be especially important for cancer risk assessment.

The collaborative efforts of scientific groups within special national and international programs are needed for risk assessment of the NT MW exposures. This collaboration should involve scientists with diverse expertise including those having experience in studying the mechanisms of the NT MW effects. Otherwise, misleading conclusions or inconclusive results may be expected.

ACKNOWLEDGEMENTS

Financial support of the Swedish Council for Working Life and Social Research, the Swedish Radiation Protection Authority, the Russian Foundation for Basic Research is gratefully acknowledged.

REFERENCES

(See Russian variant)

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ БЕСПРОВОДНЫХ СРЕДСТВ СВЯЗИ
ТИПА WI-FI И BLUETOOTH. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

Рубцова Н.Б.¹, Перов С.Ю.¹, Готовский М.Ю.²

(¹) ГУ НИИ медицины труда РАМН

(²) ООО "Центр Интеллектуальных Медицинских Систем "ИМЕДИС"

Описаны российские и международные принципы гигиенического нормирования электромагнитных полей и излучений радиочастотного диапазона и возможные перспективы гармонизации. Рассмотрены перспективы развития беспроводных технологии передачи данных на основе семейства стандартов 802.1х. Представлены предварительные результаты измерений уровней электромагнитных излучений, создаваемых различным коммуникационным оборудованием стандарта Bluetooth и Wi-Fi и выборочные данные экспресс-диагностики оценки возможного влияния этих радиопередающих устройств на организм человека.

Интерес к проблеме оценки риска для здоровья человека электромагнитных полей радиочастотного диапазона (ЭМП РЧ) охватывает все более широкие слои общества, что объясняется быстро расширяющимися сферами их применения и неуклонно возрастающими уровнями облучения населения в производственных и бытовых условиях. Следствием этого является необходимость дальнейшего изучения особенностей влияния на организм человека новых источников ЭМП, в целях совершенствовании гигиенических нормативов на основе накопленного мирового опыта в решении этой проблемы и современных взглядов на механизмы биологического действия этого фактора.

Конкретным примером решения такого рода вопросов может служить разработка в 2003 г. научно обоснованного гигиенического регламента ЭМП, создаваемых системами сотовой связи (СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03), которая базировалась на принятой в стране методологии гигиенического нормирования, включающей в себя комплексные гигиенические, физиологические, и экспериментальные исследования.

Несмотря на то, что основной вклад в обоснование гигиенических нормативов ЭМП вносят экспериментальные исследования, что связано неспецифическим характером функциональных и патологических нарушений, возникающих у человек под воздействием радиоволн роль гигиенических исследований при оценке характера воздействия ЭМП новых источников и новых режимов генерации чрезвычайно высока, так как

именно гигиенические исследования ставят своей целью определение интенсивностных и временных параметров воздействующего фактора.

В настоящее время как следующий этап развития новых источников ЭМП, отчасти связанный с все большим охватом человечества системами сотовой связи и компьютерных сетей, наблюдается дальнейшее интенсивное развитие области информационных технологий, где бóльшая часть занята системами коммуникации. Появляющееся на рынке коммуникационное оборудование оснащено различными устройствами связи, как проводными, так и беспроводными, причем вторая составляющая развивается намного интенсивнее.

Увеличение количества используемых человеком разнообразных приемопередающих устройств создает комплексное воздействие на организм, которое трудно оценить, не зная влияния отдельных источников электромагнитного излучения. На сегодняшний день широко распространенными стандартами обмена данных являются беспроводная мировая локальная сеть (Wireless World Area Network - WWAN) и беспроводная локальная вычислительная сеть (Wireless Local Area Network - WLAN), однако существуют еще две большие категории: беспроводная городская локальная сеть (Wireless Metropolitan Area Network – WMAN) и беспроводная локальная персональная сеть (Wireless Personal Area Network - WPAN). Не смотря на разнообразие категорий и протоколов обмена, все они входят в спецификацию стандартов беспроводных сетей семейства 802.1х. Основные различия заключаются в области охвата пользователей сети.

В современном городе сегодня устойчиво развиваются два типа беспроводных локальных сетей WWAN и WLAN, но с расширением коммуникационных возможностей современных устройств начала развиваться и сеть WPAN. В связи с увеличением количества пользователей каждой сети и необходимостью информационной емкости каждого канала связи разработчики оборудования внедряют новые протоколы обмена данных и расширяют частотный диапазон. В семействе WWAN стандарта GSM используются несущие частоты 900/1800/1900 МГц, обусловленные требованиями охвата сети, то в более локально ограниченных сетях используется диапазон частот более 2,4 ГГц.

Потенциальная опасность для человека при работе с этими семействами устройств требует разработки четких критериев оценки их неблагоприятного действия. В основе гигиенической регламентации воздействий ЭМП, как и других факторов химической и физической природы, заложен принцип исключения их вредного влияния на состояние здоровья работающих на протяжении всего периода их трудовой деятельности.

Разработанные и принятые в настоящее время в разных странах гигиенические регламенты, устанавливающие предельно допустимые

(контролируемые) уровни электромагнитного излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ), существенно отличаются как по нормируемым параметрам, так и по их значениям [1].

В соответствии с действующими в Российской Федерации нормативными документами нормируемыми параметрами ЭМИ РЧ в диапазоне 300 МГц-300ГГц являются плотность потока энергии (ППЭ), в мкВт/см² и энергетическая экспозиция как произведение ППЭ на время [2]. В США и странах Евросоюза в качестве основного ограничения (“basic restriction”) для аналогичного диапазона частот ЭМИ используется величина удельной поглощенной мощности (specific absorption rate - SAR), в Вт/кг определяемая в стандартном фантоме, а в качестве контролируемого параметра (“controlled level”) ЭМИ является плотность мощности (“power density”), соответствующая принятому в РФ понятию ППЭ [3]. Имеющиеся несоответствия являются следствием различных дозиметрических подходов к определению величины энергетической экспозиции [2] и величины поглощенной мощности излучения и SAR [3,4].

Так при разработке международных стандартов, регламентирующих ПДУ ЭМП различных частотных диапазонов, основным источником репрезентативных данных являются опубликованные результаты различных исследований по изучению биологического действия ЭМП. При этом серьезное внимание уделяется критическому анализу имеющейся научной литературы. Согласно критериям Международной комиссии по защите от неионизирующих излучений (ICNIRP) и Европейского комитета по стандартизации в области электротехники (CENELEC), которые и положены в основу действующие в Евросоюзе регламентов производственных воздействий ЭМП, литература для анализа (обзора, рассмотрения) должна быть опубликована в научных реферируемых (рецензируемых) журналах.

В европейских и международных стандартах дается краткое описание принципов нормирования. В основе нормирования, принятого в зарубежных странах, лежат следующие положения. Под действием электромагнитного поля, в котором находится человек, в его теле возбуждается электрический ток. Полагают, что на частотах до 1 МГц этот ток оказывает непосредственное вредное воздействие на мышечные ткани, нервную систему и другие органы человека. По результатам медико-биологических исследований устанавливается предельно допустимая плотность тока (ПДПТ) в теле человека (The basic restrictions for current densities in the body). Сведения о том, как это конкретно делается, в литературе отсутствуют. Полученные значения ПДПТ используются для расчета ПДУ параметров электромагнитного поля, которые подлежат контролю при обеспечении электромагнитной безопасности. На низких частотах (в частности, на частотах, ниже 1 МГц) такими параметрами являются напряжен-

ности электрического и магнитного поля. Расчет ПДУ осуществляется в результате решения задачи о возбуждении тока в модели тела человека, помещенной во внешнее электрическое (магнитное) поле и установления связи между плотностью тока в теле человека и напряженностью внешнего электрического (магнитного) поля. Используя эту связь, по известному значению SAR устанавливают предельно допустимые значения напряженности электрического (магнитного) поля. Следует особо подчеркнуть, что ПДУ устанавливаются для параметров именно внешнего электромагнитного поля, т.е. электромагнитного поля, которое существует в среде при отсутствии тела человека. Непонимание этого обстоятельства иногда приводит к недоразумениям. Появляются попытки учесть искажения, которые вносит человеческое тело, помещенное во внешнее электромагнитное поле, и в соответствии с этими искажениями либо сделать поправки к ПДУ, либо разработать измерительный прибор так, чтобы он моделировал искажения, аналогичные телу человека. На самом деле, из этого видно, что возникновение этих искажений уже учтено при расчете ПДУ по установленным значениям ПДПТ, и измерять нужно параметры именно внешнего электромагнитного поля и измерительные приборы должны измерять именно параметры внешнего электромагнитного поля. Связь между ПДУ и ПДПТ может быть установлена не только теоретически, но и экспериментально, если поместить манекен (фантом, модель человека), имеющий необходимые электрические параметры, во внешнее электрическое (магнитное) поле и измерять в разных точках манекена плотность тока.

На частотах выше 1 МГц полагают, что вредное воздействие на организм оказывает не непосредственно протекающий ток, а тепло, выделяемое при протекании тока в теле человека. По результатам медико-биологических исследований устанавливаются предельные значения для удельной мощности тепловых потерь – SAR. Описание этой процедуры в стандартах отсутствует. Далее на основе установленных значений проводят расчет ПДУ параметров внешнего электромагнитного поля. Для этого, как и в случае частот ниже 1 МГц, решается задача о возбуждении тока в фантоме человека, помещенном во внешнее электрическое (магнитное) поле на частотах до 10 МГц или в поле плоской волны на частотах выше 10 МГц. В результате решения этой задачи находится распределение удельной мощности тепловых потерь в фантоме при заданных параметрах внешнего электромагнитного поля. После этого по принятым значениям УМПТ устанавливают предельно допустимые значения напряженности внешнего электрического (магнитного) поля или параметров падающей плоской электромагнитной волны. При этом на частотах выше 10 МГц может использоваться любой из параметров плоской электромагнитной волны: напряженность электрического поля, напряженность магнитного поля, плотность потока энергии. Как и в случае низких частот вместо теор-

ретического расчета для установления ПДУ по принятым значениям SAR могут использоваться результаты экспериментального исследования распределения удельной мощности тепловых потерь в фантоме человека, помещенном во внешнее электрическое (магнитное) поле или в поле падающей плоской электромагнитной волны. Однако основным критерием установления ПДУ являются эффекты «острых» воздействий ЭМП

Принятая в России методология гигиенического нормирования, базирующаяся на представлениях о пороговости вредного действия факторов производственной и окружающей среды, используется и при обосновании допустимых уровней ЭМП.

Накопленные экспериментальные данные позволяют объяснить многие биоэффекты как проявление чувствительности к воздействию ЭМП. Характерной особенностью возникающих при этом реакций является их быстрое восстановление после прекращения действия раздражителя. Этот диапазон интенсивностей можно отнести к I-й зоне биологических эффектов. Ко II-й зоне относятся интенсивности ЭМП, вызывающие развитие адаптивных и кумулятивных процессов. Последние свидетельствуют о выраженной стадии нарушений в функционировании физиологических систем организма. Для III-й зоны характерны такие интенсивности ЭМП, которые способны приводить к стойким патологическим изменениям.

То есть, по мнению российских специалистов, порог вредного действия ЭМП должен быть на границе, разделяющей зоны активной адаптации и патологических нарушений. Его можно охарактеризовать как такое сочетание нормируемых параметров, при котором в организме возникают изменения, характеризующиеся наличием одного или совокупности следующих признаков:

- качественной перестройки протекания жизненных процессов
- любых количественных изменений состояния жизненных процессов, которые выходят за пределы колебаний физиологической нормы, соответствующей конкретным условиям жизнедеятельности организма и осуществлению нормального для него объема компенсаторных возможностей по обеспечению купирования неблагоприятного действия других факторов окружающей среды или необычных психофизиологических состояний
- развития явлений суммирования предшествующих эффектов воздействия, имеющих характер кумулятивных и приводящих при продолжительном воздействии к развитию сдвигов состояния жизненных процессов, выходящих за пределы их допустимых количественных изменений.

Он устанавливается в ходе длительных хронических экспериментов. Однако на практике, в процессе проведения экспериментальных ис-

следований установление порога вредного действия встречает ряд трудно разрешимых задач, зависящих от адекватности и чувствительности используемых методов, от вида и размера тела лабораторных животных, от качества метрологического обеспечения, от квалификации экспериментатора и множества других обстоятельств.

Важным шагом в практике совершенствования гигиенических нормативов в России явилось введение дозного подхода, позволившего уточнить значения допустимых уровней ЭМП в зависимости от продолжительности их воздействия с введением, таким образом, принципа «защиты временем».

Таким образом, основным и наиболее сложным моментом для гармонизации собственно нормативных значений предельно допустимых (контролируемых уровней) ЭМП является различие в подходах к их гигиеническому нормированию. Так в РФ в основу нормирования положен принцип определения порога неблагоприятного действия ЭМП хронических воздействий, тогда как в основу стандартов США и стран Евросоюза положен принцип определения порога вредного действия острых экспозиций фактора.

В настоящее время эта проблема стоит достаточно острой из-за чрезвычайного расширения сферы использования систем сотовой связи. И нельзя исключить, что аналогичные вопросы могут возникнуть и при распространении систем беспроводной связи.

Широко распространенным представителем семейства WPAN спецификации IEEE 802.15 является стандарт связи Bluetooth (IEEE 802.15.1) [5]. Он предназначен для организации беспроводной связи между различного типа устройствами на ограниченной площади (например, в рамках квартиры, офисного рабочего места).

Спецификация Bluetooth описывает пакетный способ передачи информации с временным мультиплексированием. Радиообмен происходит в полосе частот 2400–2483,5 МГц. В радиотракте применен метод расширения спектра посредством частотных скачков и двухуровневая частотная модуляция с фильтром Гаусса (GFSK).

Метод частотных скачков подразумевает, что вся отведенная для передачи полоса частот подразделяется на определенное количество подканалов шириной 1 МГц каждый. Канал представляет собой псевдослучайную последовательность скачков по 79 или 23 радиочастотным подканалам (табл. 1). Каждый канал делится на временные сегменты продолжительностью 625 мкс, причем каждому сегменту соответствует определенный подканал. Передатчик в каждый момент времени использует только один подканал. Эти скачки происходят синхронно в передатчике и приемнике в заранее зафиксированной псевдослучайной последовательности. За секунду может происходить до 1600 частотных скачков. Мощность пере-

датчика делится на три класса: 1 класс (100 мВт), 2 класс 2,5 мВт и 3 класс (1 мВт).

Таблица 1

Разделение полосы частот на подканалы

Страна	Диапазон, МГц	Частота, МГц	Число каналов
Европа* и США	2400 – 2483,5	2402	0–78
Япония	2471 – 2497	2473	0–22
Испания	2445 – 2475	2449	0–22
Франция	2446,5 – 2483,5	2454	0–22

*Примечание: кроме Испании и Франции

В стандарте Bluetooth предусмотрена дуплексная передача на основе разделения времени (Time Division Duplexing - TDD). Протокол Bluetooth может поддерживать: асинхронный канал данных, до трех синхронных (с постоянной скоростью) голосовых каналов или канал с одновременной асинхронной передачей данных и синхронной передачей голоса. Поэтому в настоящее время технология Bluetooth нашла свое применение в соединении персональных устройств типа КПК, ноутбуках и средствах мобильной связи типа «свободные руки» (Hands-Free). В мобильных устройствах используется модуль Bluetooth не выше 2 класса, где радиус действия составляет 10 м, однако для связи в ПЭВМ обычно используется 1 класс с радиусом охвата до 100 м.

Нами была выполнена серия исследований по измерению уровней ЭМП, создаваемых радиомодулем Bluetooth у головы и тела человека. Измерения уровней ППЭ осуществлялись посредством измерителя электромагнитных излучений ИПМ-101М с антенной E02. Измерение уровней ППЭ проводились на расстоянии 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 и 1 м от источника. В каждой точке было проведено по 10 измерений. Измерения уровней ППЭ осуществлялись у средства мобильной связи типа Hands-Free фирмы SonyEricsson модель НВН-610, компьютерный адаптер Billionton (Class 1), сотовый телефон Nokia 6270 и КПК HP iPAQ h2210 в режимах ожидания (сопряженные устройства), приема и передачи (данных или голоса).

Было установлено, что максимальные зарегистрированные уровни ППЭ отмечаются в режиме разговора и на расстоянии 5 см от динамика наушника достигают значений до 0,38 мкВт/см², При этом отмечено уменьшение значений с расстоянием - до 0,08 мкВт/см² на расстоя-

нии 20 см вне зависимости от синхронной или асинхронной передачи данных. Остальные устройства Bluetooth, несмотря на более высокие уровни собственного излучения, по-видимому, не представляют опасности для пользователей, т.к. или генерируемые ими уровни ЭМИ ниже, или источник излучения находится на расстоянии, большем чем 0,5 м от пользователя, когда зарегистрированные уровни не превышают 0,04 мкВт/см².

Несмотря на то, что зарегистрированные уровни ЭМИ были достаточно невысоки, наибольшее потенциальное влияние на человека может представлять именно устройство «свободные руки», т.к. человек находится в непосредственном контакте при работе с приемопередающим устройством, а в наибольшей степени облучению подвергается голова пользователя.

Сеть WLAN используется для высокоскоростного обмена данных между точками на частотах 2,4-5,8 ГГц. Область охвата большинства систем WLAN достигает 160 м, что позволяет создавать с помощью перекрывающихся точек доступа, настроенных на разные частоты (каналы), беспроводную сеть сравнительно большого радиуса действия и расширять ее за счет увеличения числа пользователей в одной зоне.

Технология Wireless Fidelity (Wi-Fi) одна из самых перспективных на сегодняшний день в области компьютерной связи, позволяющая объединить все оборудование в единую сеть с одной точкой доступа в глобальные сети. Стандарт IEEE 802.11 предусматривает передачу сигнала одним из двух методов - прямой последовательности (Direct Sequence Spread Spectrum - DSSS) и частотных скачков (Frequency Hopping Spread Spectrum - FHSS). Обе эти широкополосные технологии предлагаются в двух частотных диапазонах: один на частоте 915 МГц, другой в диапазоне от 2400 МГц до 2483,5 МГц. Но именно диапазон 2,4 ГГц является наиболее интересным для использования его в беспроводных сетях, так как он наименее "зашумлен" посторонними сигналами и позволяет расширить полосу передачи. В режиме FHSS весь диапазон 2,4 ГГц используется как одна широкая полоса (с 79 подканалами). В режиме DSSS этот же диапазон разбит на несколько широких DSSS-каналов, которых одновременно может быть использовано не более трех. Метод FHSS предусматривает изменение несущей частоты сигнала при передаче информации. При использовании FHSS конструкция приемопередатчика получается очень простой, но этот метод применим, только если пропускная способность не превышает 2 Мбит/сек.

На территории Российской Федерации разрешено использование коммуникационных устройств Wi-Fi стандартов IEEE 802.11b и IEEE 802.11g. Разницей в этих стандартах является схема модуляции (802.11b - широкополосная модуляция с прямым расширением спектра (Direct

Sequence Spread Spectrum - DSSS) и, опционально, двоичное сверточное кодирование (Packet Binary Convolutional Coding - PBCC), в 802.11g - мультиплексирование с разделением по ортогональным частотам (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM)), и, как следствие, пропускная способность: в 802.11b до 11 Мбит/с, а в 802.11g 54 Мбит/с при одной выходной мощности сигнала. Стандарт 802.11g является наиболее перспективным стандартом высокоскоростной беспроводной передачи данных в сетях связи. На сегодняшний день в сети WLAN обычно присутствуют два радиопередающих элемента – концентратор (точка доступа) и персональный радиомодуль (адаптер Wi-Fi), как правило с USB подключением. Концентратор располагается в центре создаваемой сети и осуществляет коммутацию до 255 возможных пользователей этой сети, а также обеспечивает связь с внешними сетевыми ресурсами. Персональный радиомодуль имеется у каждого пользователя сети и позволяет использовать все разрешенные администратором ресурсы своей локальной сети и выходить на внешние ресурсы через интерфейс концентратора. Поэтому пользователи Wi-Fi находятся в зоне облучения как минимум 2-х источников: концентратора и персонального радиомодуля.

Нами были проведены измерения уровней ППЭ при использовании устройств Wi-Fi на рабочих местах пользователей. В качестве модели измерений использовалась малая беспроводная локальная сеть, работающая по протоколу обмена данных 802.11g. Соединение было установлено между двумя персональными компьютерами на одном из которых был установлен портативный беспроводной USB адаптер Linksys WUSB54GC, а на другом точка доступа (беспроводной интернет-центр) ZyXEL P-660HTWEE. Расстояние между источниками ЭМИ было 10 метров, уровень сигнала в процессе измерений был устойчивым, скорость передачи составляла 11 Мбит/с по стандарту 802.11g. У каждого источника ЭМИ были проведены измерения на расстояниях 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 и 1 м от него. В каждой точке замеры осуществлялись в течение 6 минут в трех режимах: ожидания (в сети), приема и передачи данных. Оценка уровней ЭМИ осуществлялась посредством измерителя электромагнитных излучений EMR-200 в составе индикатора №АС-0061 с изотропным датчиком E-field 8.3 №АЕ-0054.

Результаты измерений показали, что наибольшие уровни ЭМИ регистрируются при передаче данных, причем концентратор генерирует ЭМИ с уровнями на один - два порядка больше (до 0,02 Вт/м²), чем персональные радиомодули с характерными пиками на расстоянии 0,2; 0,4 и 0,6 м. Такая же картина наблюдается и при работе с персональными радиомодулями, но уровни ЭМИ достигают значительно меньших значений - до 0,002 Вт/м².

Важной проблемой в дозиметрической оценке ЭМИ являются условия экспозиции, поскольку способ облучения при инструментальных измерениях и в экспериментальных исследованиях неодинаков. Расхождение в методологии определения дозиметрических параметров SAR и ППЭ однозначно сказывается на результатах проводимых исследований в экспериментах на лабораторных животных, которые являются основополагающими для гигиенического нормирования ЭМИ РЧ [6].

Нами были проведены предварительные исследования по определению характера взаимодействия ЭМИ коммуникационных устройств типа Bluetooth и Wi-Fi с организмом человека. Оценка влияния ЭМИ коммуникационных устройств типа Bluetooth и Wi-Fi на организм человека было проведено с помощью метода сегментарной диагностики, реализованной в аппаратуре ЦИМС ИМЕДИС.

Сегментарная биоэлектронная функциональная диагностика, основанная на оценке изменений электрических параметров биологических активных зон на коже человека при проведении стандартизированной нагрузки электрическим током физиологических величин, позволяет проводить интегральную экспресс-диагностику состояния человека. Данный метод позволяет обнаружить и выявить изменения в состоянии здоровья человека, связанные не только с возникновением и развитием заболеваний, но и с воздействием факторов трудового процесса (высокое психоэмоциональное напряжение, стресс), а также действием вредных физических факторов [7]. По данным ряда исследователей данный метод обладает более высокой чувствительностью по сравнению с традиционными методами оценки функционального состояния организма человека.

В нашем пилотном исследовании с помощью данного метода были выявлены кратковременные локальные изменения в состоянии здоровья человека при работе с коммуникационными устройствами не более 5 минут. При работе с устройством более 50 минут наблюдалась устойчивая динамика отклонения от нормы функций регуляции отдельных органов и систем, а также угнетение общего функционального состояния организма человека. Полученные данные позволили предварительно определить органы-мишени для каждого типа и вида коммуникационного оборудования.

Более детальное исследование характера взаимодействия ЭМИ коммуникационных устройств с организмом человека позволит получить данные, которые крайне важны для расчета предельно допустимых уровней фактора и определения возможностей защиты человека.

Использованная литература:

1. Repacholi M. WHO update on the project. Health effects of radiofrequency fields from mobile telecommunications and

- recommendations to national authorities // Mobile Communication and Health: Medical, Biological and Social Problems / Mater. of Intern. Conf. – Moscow, 2004. – P.66-69.
2. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи». – М., 2003.
 3. IEEE Std. 1528-2003. Recommended Practice for Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate (SAR) in the Human Head from Wireless Communications Devices: Measurement Techniques. – Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, 2003.
 4. EN 50361. Basic Standard for the Measurement of Specific Absorption Rate Related to Exposure to Electromagnetic Fields from Mobile Phones (300 MHz - 3 GHz). – European Committee for Electrical Standardization (CENELEC), Brussels, 2001.
 5. IEEE Std. 802.15.1-2005. Information technology— Telecommunications and information exchange between systems— Local and metropolitan area networks— Specific requirements: Wireless medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications for wireless personal area networks (WPANs). - Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, 2005.
 6. Рубцова Н.Б., Пальцев Ю.П. Новое в гигиеническом нормировании ЭМП, создаваемых системами сотовой связи в Российской Федерации // Сотовая связь и здоровье: медико-биологические и социальные аспекты / Матер. междунауч. научно-практ. конф. – М., 2004. – С.159-160.
 7. Полякова С.П., Рубцова Н.Б., Пальцев Ю.П., Готовский Ю.В. Применение метода СЭД в исследовании по оценке эффективности применения средств защиты от электромагнитных излучений, разработанных с использованием новых технологий // Матер. IX Междунауч. конф. «Теоретические и клинические аспекты биорезонансной и мультирезонансной терапии». – М.:ИМЕДИС, 2003. – Ч. I. – С.120-126.

Abstract

The Russian and international principles of radio frequency electromagnetic fields and radiations hygienic standardization and harmonization possible perspectives are described. Prospects of wireless in the basis of 802.1x

standards communication technologies development are considered. Preliminary results of electromagnetic fields emitted by Bluetooth and Wi-Fi communicative equipment measurements and the selective data of express diagnostics of these type communicative devices possible biological effects human organism are submitted.

ЭКОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ СЕТЕЙ СОТОВОЙ СВЯЗИ

М. Мореханова, С.Ревзин, И.Родвикова, А.Сомов

Саратовский государственный университет, г. Саратов

АННОТАЦИЯ

Показано, что в настоящее время основной гигиенической характеристикой сотового телефона является эффективность работы системы регулирования мощности. Приведены результаты сравнительных экспериментальных исследований зависимостей плотности потока энергии радиотелефонов различных стандартов от расстояния до базовой станции. Проведенные исследования подтвердили несоответствие сотовых телефонов обязательным требованиям по безопасности, установленным СанПин 2.1.8\2.2.4.1190-03. Подтверждена возможность ситуации, когда пользователи радиотелефонов начнут предъявлять иски о защите прав потребителей. Показана необходимость проведения медико-биологических исследований по определению дозо-зависимых эффектов воздействия ЭМИ сотового телефона на здоровье, на основании которых должна быть построена система информирования населения о риске воздействия ЭМИ.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Результаты исследований по изучению влияния ЭМИ сотовых телефонов на здоровье человека до сих пор крайне противоречивы. С одной стороны, несмотря на многочисленные исследования в настоящее время достоверно не установлено негативное влияние электромагнитного излучения сотового телефона на здоровье абонента [1, 2, 3, 4]. С другой стороны, отсутствуют и доказательства безопасности воздействия ЭМИ сотового телефона. В настоящее время Международная комиссия по защите от неионизирующих излучений (МКЗНИ), проанализировав результаты ведущихся в мире исследований по воздействию ЭМИ сотовых телефонов, считает, что имеющиеся данные сложны для анализа, надежность и обоснованность имеющихся выводов о негативном воздействии излучения на здоровье неясна. В последнее время появились многочисленные исследования, связывающие увеличение риска возникновения онкологических заболеваний с воздействием ЭМИ, создаваемого абонентскими и базовыми станциями сотовой связи. Однако результаты этих исследований настолько противоречивы, что МКЗНИ считает невозможным их использование для доказательства канцерогенного действия ЭМИ. Несомненно,

вопрос последствий воздействия ЭМИ весьма деликатен и затрагивает два колоссальных сегмента мирового рынка: сотовую индустрию и медицину.

Результаты объективных исследований, проведенных на добровольцах в условиях многократного воздействия электромагнитного излучения сотового телефона в течение короткого времени, не позволяют сделать прогноз развития возможных отдаленных неблагоприятных проявлений для здоровья пользователей. Отсутствуют многолетние исследования здоровья пользователей, за исключением оценки субъективных жалоб и начатых эпидемиологических исследований.

Не секрет, что действующие в нашей стране и за рубежом нормативно-правовые акты регулирования воздействия ЭМИ, создаваемого системами сотовой связи, неадекватно отражают сущность происходящих в мире перемен, являются по ряду своих положений спорными и противоречивыми.

С 1 июня 2003 г. в РФ введены в действие санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03». К несомненным достоинствам этих правил следует отнести положения, рекомендуемые населению максимально сократить время пользования мобильной радиостанцией; ограничить возможность использования подвижных радиостанций лицами, не достигшими 18 лет, женщинами в период беременности, людьми, имеющими имплантированные водители ритмов. С другой стороны, указанный документ устанавливает самые жесткие в мире ограничения на максимальный уровень ЭМИ абонентского аппарата – 100 мкВт/см². Проведенные в Саратовском государственном университете измерения уровней ЭМИ 64 абонентских аппаратов показали, что ни один из них не удовлетворяет этим требованиям [5]. Результаты проведенных измерений были подтверждены экспертизой сотовых телефонов на их соответствие требованиям СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03, выполненной Испытательной лабораторией Центра электромагнитной безопасности (Москва) и Лабораторией электромагнитных полей ГУ НИИ Медицины труда [4].

- Никто не оспаривает научную обоснованность установленных в России гигиенических нормативов. Ведь их введению предшествовал целый ряд научно-исследовательских работ, проведенных ведущими российскими специалистами. Несмотря на экономические трудности, российская школа медико-биологических исследований в области электромагнитной безопасности является ведущей в мире.
- Рассматривая введенные гигиенические нормативы, необходимо отметить, что в России в качестве предельно допустимого принимается уровень воздействия ЭМИ, который не вызывает у человека даже временного нарушения функций организма (включая репродуктивную), а так-

же напряжения защитных механизмов ни в ближайшем, ни в отдаленном времени. При этом в качестве предельно допустимого уровня (ПДУ) принимается дробная величина от уровня ЭМИ, способного вызвать какие-либо изменения состояния организма человека [3].

- В свою очередь, за рубежом при определении предельно допустимого уровня исходят из значений ЭМИ, воздействие которых способно вызывать доказуемо опасные последствия - т.е., очевидно, уже имеющие для пострадавшего хорошую судебную перспективу и не очень хорошую медицинскую.
- Иными словами, российские нормативы можно считать более гуманными. Поэтому в настоящее время все большее количество зарубежных специалистов поддерживает российские принципы гигиенического нормирования. И во всем мире намечается сближение стандартов разных стран в области электромагнитной безопасности.

Говоря о конкретном гигиеническом нормативе, введенном в России для абонентских аппаратов, следует отметить, что в этом документе предельно допустимый уровень воздействия (100 мкВт/см^2) был определен исходя из условия ежедневного пользования абонентским аппаратом в течение 60 мин. на протяжении 50 лет. В среднем это составляет 1800 минут в месяц, что по данным компании-операторов является воистину огромным и практически не используемым временем (кроме отдельных индивидов, разумеется).

Иностранные производители декларируют соответствие уровня электромагнитного излучения рекомендациям Международной комиссии по защите от неионизирующих излучений (ICNIRP). Однако существуют принципиальные различия между рекомендациями ICNIRP и Российскими нормативами. Для измерения SAR в соответствии с рекомендациями ICNIRP используется специальный макет головы человека (фантом), в котором размещены специальные датчики. Российские «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03», нормирующие ППЭ, соответственно, оперируют другими методиками и измеряют другие параметры.

Считается, что несоответствие используемых абонентских аппаратов российским гигиеническим нормативам объективно не создает угрозу здоровью пользователям сотовой связи, однако, по формальным признакам оно является «миной замедленного действия».

Ведь принимая во внимание, что проведенные исследования подтверждают несоответствие сотовых телефонов, обязательным требованиям по безопасности, установленным постановлением главного государственного санитарного врача РФ №18 от 13.03.2003 «О введение в действие санитарных правил и нормативов СанПин 2.1.8/2.2.4.1190-03», мож-

но предвидеть ситуацию, когда потребители, общественные организации или государственные органы, осуществляющие контроль за соблюдением законодательства о защите прав потребителей, начнут предъявлять иски о защите прав потребителей.

При этом следует помнить, что в случае, если установлено, что при соблюдении потребителем установленных правил использования товара он причиняет или может причинить вред жизни, здоровью и имуществу потребителя, окружающей среде, то в соответствии со ст. 4 Закона РФ «О защите прав потребителей» изготовитель (продавец), обязан незамедлительно приостановить производство (реализацию) такого товара до устранения причин вреда, а в необходимых случаях принять меры по изъятию его из оборота и отзыву от потребителей.

Похоже, что одной из первых «жертв» несоответствия отечественных и зарубежных нормативов стала компания «Евросеть». Исследуя посвященные этому делу различные публикации СМИ, можно прийти к выводу, что основной причиной изъятия таможенными органами сотовых телефонов явилось заключение о том, что сотовые телефоны, ввезенные компанией «Евросеть» являются опасными для потребителей. В частности экспертиза мобильных телефонов Motorola C115, предназначенных для компании «Евросеть» и изъятых на таможне, показала, что уровень ППЭ данной модели превышен на 10-15%.

Следует заметить, что изымать с потребительского рынка опасные для потребителей товары в соответствии со ст.41 Закона РФ «О защите прав потребителей» правомочны органы Роспотребнадзора и Ростехрегулирования, а не таможенные органы. Кроме того, в соответствии с постановлением Правительства РФ «Об утверждении перечня товаров, подлежащих обязательной сертификации и перечня работ и услуг, подлежащих обязательной сертификации» № 1013 от 13.08.97 (с измен.) сертификация сотовых телефонов не является обязательной. Однако судьбу телефона Motorola C115 потенциально может разделить любой эксплуатирующийся в России сотовый телефон.

В условиях сложившейся научной неопределенности ВОЗ рекомендует использовать предупредительный принцип регулирования воздействия ЭМИ сотовой связи и максимально ограничить использование мобильных телефонов детьми и подростками до 16 лет. РНКЗНИ рекомендует населению ограничить продолжительность разговоров (продолжительность однократного разговора – 3 мин), максимально увеличивать период между двумя разговорами (минимально рекомендованный – 15 мин). С другой стороны авторы, исследовавшие особенности работы системы регулирования мощности абонентских телефонов стандарта GSM, рекомендуют активным пользователям делать небольшое количество длинных разговоров, заменяя ими большое количество коротких. Данная рекомен-

дация основана на исследованиях, которые показали, что при одинаковом суточном времени разговоров энергетическая экспозиция при небольших количествах длинных разговоров, меньше чем при большом количестве коротких. Но это только техническая сторона вопроса. В настоящее время отсутствуют результаты достоверных доза-зависимых исследований воздействия ЭМИ сотовых телефонов на организм человека. Действующие в нашей стране и за рубежом гигиенические нормативы ограничивают максимальный уровень воздействия сотового телефона, без учета времени воздействия и энергетической экспозиции.

В настоящее время всем абсолютно ясно, что население ни при каких условиях не откажется от услуг сотовой связи. Поэтому решающую роль в обеспечении безопасности населения должны сыграть достижения научно-технического прогресса. Ведь никто, к примеру, не может сегодня отрицать того факта, что уровень воздействия электромагнитного излучения аналоговых телефонов первого поколения стандарта NMT-450 в 5-10 раз превышает воздействие цифровых абонентских аппаратов стандарта GSM.

В принципе нет однозначной прямой связи между SAR в ближней зоне антенны телефона и ППЭ. Однако обе эти величины прямо пропорциональны мощности ЭМИ передатчика радиотелефона. В зависимости расстояния от абонентской станции до базовой, условиями распространения радиосигнала, градостроительной ситуации и пр. уровень ЭМИ на входе антенны современного телефона может изменяться в 1000 и более раз, что также является помехой для его устойчивой работы. Выход из этой ситуации достигается работой системы АРУ, которая уменьшает уровень ЭМИ в довольно широких пределах для систем GSM или делает его минимально возможным для установления устойчивой связи в системах CDMA (т.е. в еще более широком диапазоне). Заметим, что эти меры продиктованы отнюдь не заботой о здоровье пользователя, а особенностями применяемых технологий для уменьшения помех, улучшения характеристик покрытия и т.п.

В табл. 1 приведены результаты проведенных в Саратовском госуниверситете исследований зависимостей ППЭ радиотелефонов различных стандартов от расстояния до базовой станции.

Заметим, что уровень излучения абонентских аппаратов регулярно уменьшается, причем это связано не изменением конструктивных и технических характеристик самих аппаратов, а с оптимизацией частотно-территориальных планов сетей сотовой связи, в первую очередь с ростом числа базовых станций и их плотностью установки.

Таблица 1.

Расстояние до базовой станции	Уровень электромагнитного излучения, мкВт/см ²
-------------------------------	---

Вои станции, км	GSM 900/1800	CDMA 1S-95	CDMA IMT-MC-450
0,5	12-20	1-1.5	<1
1	28-30	1,5-2	1-1.5
2	50-55	4-5	1-1.5
3	80-100	12-14	2-3
5	180-200	25-30	8-10
7	400-450	60-70	20-25
10	450-500	80-100	30-40
15	450-500	200-220	50-60
20	450-500	400-450	80-100
25	450-500	400-450	150-200

Проведенные в исследования показали, что в период с 2003 г. по 2006 г. среднее значение уровня воздействия электромагнитного излучения абонентских аппаратов уменьшился более чем в два раза. В табл. 2 приведены статистические результаты измерений фактического уровня воздействия электромагнитного излучения.

Таблица 2.

Уровень излу- чения, не бо- лее, мкВт/см ²	20	30	40	50	60	70	80	90	100	200	300	400
Количество звонков, 2003 г., %	3	19	39	53	64	74	79	83	88	89	93	98
Количество звонков, 2005 г., %	24	32	64	78	82	86	90	92	94	96	98	100
Количество звонков, 2006 г., %	26	34	66	80	84	88	92	94	96	98	100	100

В снижении риска воздействия ЭМИ систем сотовой связи на пользователей и население в целом далеко не все зависит от операторов. Многие зависят от культуры пользования сотовой связью и от восприятия населением степени такого риска. К сожалению, проблеме восприятия гражданами рисков пользования сотовой связью и расширения сетей в последние годы уделялось недостаточно внимания. Между тем оценка возможного риска населением может значительно отличаться от его экспертной оценки, особенно в условиях существующей «научной неопределенности».

Излишне напоминать, что «добровольно и с песней», как правило, лучше других вариантов. Значительную разницу в восприятии добровольного и вынужденного риска можно проиллюстрировать на примере отношения населения к эксплуатации абонентских терминалов и размещению базовых станций. Воздействие ЭМИ базовых станций, в отличие от индивидуальных сотовых телефонов, безусловно, относится к категории вынужденного экологического риска [7]. По мнению экспертов, сегодня не вызывают беспокойства именно вопросы гигиенической регламентации воздействия электромагнитных полей, создаваемых базовыми станциями. В районах размещения базовых станций уровень ЭМИ значительно ниже предельно допустимого уровня (ПДУ), составляющего 10 мкВт/см^2 , а имеющиеся технические возможности позволяют сделать его еще ниже. Не вызывает сомнения и тот факт, что увеличение количества базовых станций ведет к уменьшению ЭМИ как абонентских, так и базовых станций.

Тем не менее, именно размещение базовых станций продолжает оставаться причиной конфликтов населения с операторами сотовой связи, как в различных регионах нашей страны, так и за рубежом.

Чем дальше, тем больше трудности, которые испытывают операторы сотовой связи с выбором площадок для размещения базовых станций. В ряде случаев они вынуждены размещать их на крышах жилых зданий, школ, больниц. В то же время реализация подобных проектов во многих случаях вызывает негативную реакцию населения, озабоченного возможными последствиями воздействия электромагнитного излучения на здоровье, в первую очередь на здоровье своих детей. Мировое общественное мнение вообще считает порочной практикой размещения передающих антенн на зданиях школ и больниц. А вот действующая у нас нормативно-правовая база двойственно относится к решению данной проблемы: например санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03», с одной стороны, рекомендуют размещать передающие антенны на отдельно стоящих опорах, а с другой стороны, допускают размещение передающих антенн на крышах жилых, общественных и других зданий.

Мировая практика показывает, что реализация подобных проектов требует проведения предварительного диалога владельцев источников ЭМИ и органов местного самоуправления с населением. Отсутствие информационной и просветительской работы вызывает у населения субъективную оценку возможного риска воздействия ЭМИ, рост социальной напряженности. В результате недостаточной информированности восприятие возможного риска воздействия ЭМИ населением может значительно отличаться от экспертной оценки данного риска.

В России указанная ситуация усугубляется относительно высоким уровнем недоверия не только коммерческим, но и государственным структурам, уверенностью значительной части населения в коррумпированности контролирующих органов. А тут еще какая-нибудь угроза «репродуктивным функциям». Ну вы понимаете...

В этих условиях операторам сотовой связи необходимо обладать навыками диалога с населением, а не игнорировать общественное мнение, используя рычаги административного воздействия, что обычно ведет лишь к обострению конфликта. Например, установление диалога на самых ранних этапах принятия решений, своевременное обеспечение необходимой информацией и возможность всестороннего обсуждения проблемы помогает своевременно разрешить многие спорные вопросы, рассмотреть альтернативные варианты, приемлемые для всех заинтересованных сторон. При принятии решения необходимо убедить все заинтересованные группы общества, что их потребности были учтены. Выявление данных потребностей является непременным условием успешности диалога. При этом все заинтересованные группы должны иметь доступ к всесторонней и объективной информации о технологии. Обмен информацией может осуществляться самыми различными способами (распространение бюллетеней, брошюр, размещение информации в Интернете, статьи в газетах, интервью в средствах массовой информации, пресс-конференции, организация «горячих линий» на радио и телевидении, проведение анкетирования, фокус-групп, общественных слушаний и т.п.).

И этим нужно заниматься, потому что известны многочисленные случаи вандализма по отношению к источникам ЭМИ, вызванные отнюдь не только поисками цветных металлов. Ведь при размещении базовых станций операторы часто игнорируют упомянутые выше факторы, ориентируясь прежде всего на коммерческий результат.

В заключении следует отметить, основной задачей системы электромагнитной безопасности станет перевод риска вынужденного в риск добровольный, в настоящее время необходимо определить технические требования к сотовому телефону, позволяющие пользователю радиотелефона самостоятельно выбирать и контролировать уровень воздействия ЭМИ. Это касается возможности контроля экспозиции, контроля системы дина-

мической регулировки мощности излучения и возможности самостоятельной регулировки уровня воздействия. С другой стороны результаты медико-биологических исследований должны определить дозо- зависимые эффекты воздействия ЭМИ сотового телефона на здоровье. Только на основании этих исследований должна быть построена система информирования населения о риске воздействия ЭМИ и возможности самостоятельного выбора приемлемого для себя уровня этого риска.

Исследования проведены при поддержке РГНФ (проект № 05-06-06103а).

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьев Ю.Г. Сотовая связь: радиобиологические проблемы и оценка опасности // Радиационная биология. Радиоэкология. 2001. № 5.
2. Радиационная медицина. Т.4: Гигиенические проблемы неионизирующих излучений: сб. ст. / Отв. ред. Ю.Г. Григорьева, В.С. Степанова. - М.: АСТ, 1999. - 304 с.
3. Бецкий О.В., Кислов В.В., Лебедева Н.Н. Миллиметровые волны и живые системы. – М.: САЙНС-ПРЕСС, 2004. – 272 с.).
4. Григорьев О.А. О санитарно-эпидемиологической оценке абонентских терминалов сотовой радиосвязи. Ежегодник Российского Национального Комитета по защите от неионизирующих излучений за 2004-2005. - М.: АЛЛАНА, 2006. - С.40-47.
5. Гольшко А.В., Сомов А.Ю. Проблемы эколого-технического развития сетей сотовой связи // Вестник связи. 2003. № 10. С. 60-70.
6. Построение диалога о рисках от электромагнитных полей. Радиационная программа // Отдел по защите среды, окружающей человека. Всемирная организация здравоохранения. Женева, Швейцария. 2004, 66 с..
7. Атанасова Н.Т., Атанасова Г.Л., Савичева С.А. Излучение мобильных терминалов – проблема безопасности // Мобильные системы. 2006. Август. С.48-50.
8. Гаврилов А.А., В.И., Нестеров Е.К., Оленьев В.В., Сомов А.Ю. Добровольный и вынужденный экологический риск при воздействии электромагнитного излучения, создаваемого системами сотовой связи // Известия Академии промышленной экологии. 2002. № 2, С. 43-46.

ECOLOGICALLY TECHNICAL PROBLEMS OF THE DEVELOPMENT OF THE NET OF MOBILE CONNECTION

Morehanova M., Revzin S., Rodvikova I, Rogacheva S., Somov A.

Saratov State University, Russia

In nowadays the basic hygienic characteristic of mobile telephone is the effectiveness of the regulation system capacity. The results of the comparative experimental studies of the dependence of radiation density of radiotelephones of different standards on the distance to the basic station are presented. The investigation confirmed noncorrespondence of mobile telephones to the obligate requirements of safety established by Russia standards (СанПин 2.1.8\2.2.4.1190-03.). It is confirmed that the situation when the mobile telephone users begin to prosecute about the protection on their consumer's rights is quite possible. The necessity of medico-biological investigations to determine dose-dependent effects of radiotelephone EMR at human health is shown. The informational system about EMR effect risks must be created on the base of the results of these studies.

*Решение Российского национального комитета по защите от
неионизирующих излучений*

**ДЕТИ И МОБИЛЬНЫЕ ТЕЛЕФОНЫ:
ПОД УГРОЗОЙ ЗДОРОВЬЕ БУДУЩИХ ПОКОЛЕНИЙ**

Москва

14 апреля 2008 года

Впервые сложилась ситуация, когда дети и подростки массово подвержены воздействию неблагоприятного для здоровья электромагнитного поля мобильных телефонов.

Электромагнитное поле – важнейший биотропный фактор, определяющий не только здоровье, но и непосредственно процессы высшей нервной деятельности, включая поведение и мышление людей. При использовании мобильного телефона обязательно происходит воздействие электромагнитного поля на головной мозг пользователя.

Несмотря на то, что в Санитарных правилах и нормах рекомендовано ограничение возможности использования мобильных телефонов лицами, не достигшими 18 лет (СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03, пункт 6.9), дети и подростки стали целевой маркетинговой группой для рынка сотовой связи.

Действующие стандарты безопасности для мобильных телефонов разработаны для взрослых и не учитывают особенности детского организма. Всемирная Организация Здравоохранения относит к наивысшему приоритету защиту здоровья детей от возможного негативного действия электромагнитного поля сотовых телефонов. Эта проблема так же подтверждена Научным комитетом Европейской Комиссии, национальными властями стран Европы и Азии, Международными научными конференциями специалистов по биологическому действию электромагнитного поля.

Потенциальный риск для здоровья детей очень высок:

- поглощение электромагнитной энергии в голове ребенка значительно выше, чем у взрослого (мозговая ткань детей обладает большей проводимостью, меньший размер головы, тонкие кости черепа, меньшее расстояние от антенны до головы и т.д.);
- детский организм обладает большей чувствительностью к электромагнитному полю, чем взрослый;
- мозг детей имеет большую склонность к накоплению неблагоприятных реакций в условиях повторных облучений электромагнитным полем;
- электромагнитное поле влияет на формирование процессов высшей нервной деятельности;

– современные дети пользуются мобильными телефонами с раннего возраста и будут продолжать их использовать взрослыми, поэтому стаж контакта детей с электромагнитными излучениями будет существенно больше, чем у современных взрослых.

По мнению членов Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений у детей, использующих мобильные телефоны, **следует ожидать следующие возможные ближайшие расстройства**: ослабление памяти, снижение внимания, снижение умственных и познавательных способностей, раздражительность, нарушение сна, склонность к стрессорным реакциям, повышение эпилептической готовности.

Ожидаемые (возможные) отдаленные последствия: опухоли мозга, слухового и вестибулярных нервов (в возрасте 25-30 лет), болезнь Альцгеймера, "приобретенное слабоумие", депрессивный синдром и другие проявления дегенерации нервных структур головного мозга (в возрасте 50-60 лет).

Члены Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений подчеркивают особую актуальность проблемы ухудшения здоровья детей от действия электромагнитного поля мобильной связи, призывают органы государственной власти, все общество обратить внимание на надвигающую угрозу и принять меры по предупреждению негативных последствий для здоровья будущих поколений.

Дети, используя мобильный телефон, не в состоянии осознавать, что подвергают свой мозг воздействию электромагнитного поля, а здоровье – риску. И этот риск ничуть не меньше, чем риск для здоровья ребенка от табака или алкоголя. Наш долг, не позволив бездействием нанести ущерб здоровью детей - будущего страны.

ПЕРСОНАЛЬНЫЙ СОСТАВ
Российского национального комитета
по защите от неионизирующих излучений
(состояние на 30 марта 2008 года)

Председатель

1. Григорьев Ю.Г. Федеральный медицинский биофизический центр ФМБА России, ведущий научный сотрудник, профессор, д.м.н.

Заместители Председателя РНКЗНИ

2. Бинги В.Н. Институт общей физики РАН, зав. лабораторией, д.ф-м.н.
3. Григорьев О.А. Центр электромагнитной безопасности, директор, Федеральный медицинский биофизический центр ФМБА России, зав. лабораторией, к.б.н.
4. Никитина В.Н. Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, заведующая лабораторией, профессор, д.м.н.

Члены РНКЗНИ

5. Афанасьев Р.В. ГНИИИ военной медицины Министерства обороны РФ, зав. отделом, к.м.н.
6. Бушманов А.Ю. Федеральный медицинский биофизический центр ФМБА России, первый заместитель генерального директора, д.м.н., профессор
7. Беляев И.Я. Department of Genetics, Microbiology and Toxicology
The Arrhenius Laboratories for Natural Sciences
Stockholm University, д.б.н.

8. Гавриш Н.Н. Центральный физико-технический институт Министерства обороны РФ, старший научный сотрудник, к.м.н.
9. Галкин А.А. ГНИИИ военной медицины Министерства обороны РФ, старший научный сотрудник, к.б.н.
10. Давыдов Б.И. ГНИИИ военной медицины Министерства обороны РФ, старший научный сотрудник, профессор, д.м.н.
11. Жаворонков Л.П. Медицинский радиологический научный центр РАМН, зав. лабораторией, д.м.н.
12. Зуев В.Г. ГНИИИ военной медицины Министерства обороны РФ, старший научный сотрудник, к.м.н.
13. Иванова Л.А. НИИ медицины труда РАМН, профессор, д.м.н.
14. Ицков В.Я. Территориальное управление Роспотребнадзора по г. Москве, зав. отделом
15. Лукьянова С.Н. Федеральный медицинский биофизический центр ФМБА России, главный научный сотрудник, профессор, д.м.н.
16. Меркулов А.В. Центр электромагнитной безопасности, руководитель Испытательной лаборатории
17. Пальцев Ю.П. НИИ медицины труда РАМН, руководитель группы, профессор, д.м.н.
18. Петин В.Г. Медицинский радиологический научный центр РАМН, д.б.н., профессор
19. Походзей Л.В. НИИ медицины труда РАМН, ведущий научный сотрудник, д.м.н.
20. Романов В.А. Самарский отраслевой научно-исследовательский институт радио, главный научный сотрудник, д.т.н.

21. Рубцова Н.Б. НИИ медицины труда РАМН, зав. отделом, д.б.н.
22. Сакович В.Н. Научно-исследовательский испытательный центр радиационной безопасности космических объектов, директор, д.ф-м.н.
23. Сомов А.Ю. Саратовский государственный университет, НИИ механики и физики, зав. лабораторией, старший научный сотрудник, к.ф-м.н.
24. Сподобаев Ю.М. Поволжский институт информатики, радиотехники и связи, зав. кафедрой, профессор, д.т.н.
25. Степанов В.С. Федеральный медицинский биофизический центр ФМБА России, зав. отделом, к.м.н.
26. Стерликов А.В. Федеральный Центр гигиены и эпидемиологии, зав. лабораторией, к.м.н.
27. Судаков В.В. Центральный физико-технический институт Министерства обороны РФ, заместитель начальника, профессор, д.т.н.
28. Тищенко В.А. ГНЦ РФ ВНИИ физико-технических и радиотехнических измерений, зав. отделом, к.ф.-м.н.
29. Труханов К.А. ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем, ведущий научный сотрудник, д.ф.-м.н.
30. Чекмарев О.М. Центр Госсанэпиднадзора Управления делами Президента РФ, зав. отделением, к.м.н
31. Ушаков И.Б. ГНИИИ военной медицины Министерства обороны РФ, начальник, член-корреспондент РАН, академик РАМН, профессор, д.-м.н.
32. Хилов В.П. ФГУ "СКБ РИАП", директор, к.т.н.
33. Шафиркин А.В. ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем, главный научный сотрудник, д.б.н.

34. Шиходыров профессор, д.м.н.
В.В.

Григорьев Юрий Григорьевич

ФГУ Федеральный медицинский биофизический центр ФМБА России, ведущий научный сотрудник, доктор медицинских наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР.

Адрес: Российская Федерация, 123182, г. Москва, ул. Живописная, д. 46. Тел.: +7-499-190-95-32; Тел./факс: +7-499-193-01-87



Профиль научных исследований: биологическое действие ионизирующей и неионизирующей радиации, оценка опасности действия физических факторов на население; радиационная безопасность пилотируемых космических полетов, экстремальная физиология, нормирование физических факторов среды.

Председатель Российского национального Комитета по защите от неионизирующих излучений, член Российской Научной Комиссии по защите от ионизирующей радиации, зам. председателя Научного Совета по проблеме радиобиологии РАН, постоянный член Консультативного Комитета международной программы ВОЗ "Электромагнитное поле и здоровье", член редколлегии журнала РАН «Радиационная биология. Радиозэкология». Автор 15 монографий и более 300 публикаций в научных отечественных и зарубежных журналах. Руководитель и консультант 67 кандидатских и докторских диссертаций.

Участник ликвидации аварии на ЧАЭС: ответственный за госпитализацию и лечение больных острой лучевой болезнью (26 апреля – 14 мая 1986 г.), член правительственной Комиссии в Чернобыле (15 мая – 14 июня 1986 г.). Аналитическая работа по биологическим последствиям аварии.

Yury G. Grigoriev

Specialisation (*specify*): Radiobiology of non-ionizing and ionizing radiation. . Physiology and neophysiology of state. Extremely physiology.

Honours, Awards, Fellowships, Membership of Professional Societies

1. Academic of Academy of Electrotechnical sciences of Russia.
2. Chairman of Russian National Committee on Non-ionizing Radiation Protection.
3. Member of Russian scientific Commission on Ionizing Radiation Protection.
4. Deputy Chairman of Radiobiology Scientific Council of the Russian Academy of Sciences

5. Member of International Advisory Committee of WHO International Program “EMF and Health”.

6. Member of International Commission for Electromagnetic Safety.

7. Member of board J. Radiation Biology. Radioecology.

Awards. The State Scientific Prize, 1976.

Publications: more 300 papers in refereed journals, 15 books (biological effects of ionizing and non-ionizing radiation, extremely physiology)

More than 67 dissertations have been worked out and defended under my guidance. The participant of liquidation of failure on ChAES, responsible for hospitalization and treatment of patients by sharp radiation sickness (April, 26 - May, 14, 1986), a member of the governmental Commission in Chernobyl (15 May - June, 14, 1986). Analytical work on biological consequences of failure.

Бинги Владимир Николаевич

Института общей физики РАН,
заведующий лабораторией радиобиологии,
доктор физико-математических наук
Адрес: 119991 Москва, Вавилова 38, ИОФ
РАН. Тел. 135-0158, 8916-597-7804, Факс
135-0158.

Профиль научных исследований: биологическое действие неионизирующей радиации, теоретическая магнитобиология, свойства водных систем.

Заместитель председателя Российского национального Комитета по защите от неионизирующих излучений.

Член Международного научного общества Bioelectromagnetics.

Автор 2 монографий и более 100 публикаций в научных отечественных и зарубежных журналах.



Binhi Vladimir N.

Head of the Radiobiology Lab at General Physics Institute of the Russian Academy of Sciences

Address: 38 Vavilov St., Moscow 119991, Russian Federation, GPI RAS
Tel. 135-0158, 8916-597-7804, Fax 135-0158.

Scientific Degree: Ph.D., D.Sc. in Physics and Mathematics

Area of expertise: biological effects of non-ionizing radiations, theoretical magnetobiology, properties of water systems.

The member of the Russian National Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (RNCNIRP). The member of the International Scientific Society "Bioelectromagnetics". *

The author of 2 monographs and more than 100 publications in Russian and foreign scientific journals

Григорьев Олег Александрович

Центр электромагнитной безопасности,
директор, Федеральный медицинский
биофизический центр им. А.И. Бурназя-
на
заведующий лабораторией, кандидат
биологических наук
Адрес: Российская Федерация, 123182,
г. Москва, ул. Живописная, д. 46.
Тел./факс: +7-499-193-01-87



Профиль научных исследований:

биологическое действие неионизиру-
ющих излучений, гигиеническое и эколо-
гическое нормирование ЭМП, политика
в области обеспечения безопасности и
вопросы прикладного использования
неионизирующих излучений.

Автор более 70 научных публикаций, более 100 научно-популярных ста-
тей по проблеме электромагнитной безопасности, принимал участие в
разработке ряда СанПиН.

Заместитель Председателя Российского национального комитета по защите
от неионизирующих излучений, член научно-консультативного комитета
международного электромагнитного проекта Всемирной организации
здравоохранения. Принимал активное участие в подготовке решений Ко-
митета по экологии Государственной Думы ФС РФ «О состоянии и про-
блемах защиты населения от неионизирующих излучений» (1998, 1999,
2001 гг.).

Oleg Grigoriev, Ph D (biology)

Center for Electromagnetic Safety, director; Federal Medical Biophysical Cen-
ter of Federal Medical-Biological Agency of Russian Federation, head of Lab
"Radiobiology and Hygiene for Non-Ionizing Radiation"; Russian National
Committee on Non-Ionizing Radiation Protection, Vice-Chairman
46, Zhivopisnaya Str., 123182 Moscow, RUSSIA
www.tesla.ru +7-499-193-0187

Никитина Валентина Николаевна

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет», заведующая научно-исследовательской

лабораторией электромагнитной безопасности, доктор медицинских наук, профессор кафедры экологии промышленных зон и акваторий СПб ГМТУ, член-корреспондент Академии электротехнических наук Российской Федерации.

Адрес: Российская Федерация, 190008, г. Санкт-Петербург, Лоцманская ул., дом 3. Тел./факс +7 (812) 494-09-91 (лаборатория), +7 (812) 494-09-03 (кафедра)



Профиль научных исследований: гигиенические исследования электромагнитной обстановки на рабочих местах и в окружающей среде, биологическое действие электромагнитных полей, оценка риска здоровью персонала в связи с воздействием электромагнитных полей, разработка средств и методов защиты от ЭМИ, гигиеническое нормирование электромагнитных полей.

Заместитель председателя Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений.

Автор более 230 научных публикаций по различным аспектам проблемы электромагнитное поле и здоровье человека.

Valentina N. Nikitina

Head of Research Laboratory for Electromagnetic Safety, Saint Petersburg State Marine Technical University (StPSMTU).

Professor at the Department of Industrial Zones and Water Areas Ecology, StPSMTU

Doctor of Medical Sciences, Corresponding Member of the Academy of Electrotechnical Sciences, Russian Federation, Deputy Chairman of the Russian National Committee for protection from non-ionizing radiation

Афанасьев Роман Владимирович

ГосНИИИ военной медицины МО РФ, начальник отдела, кандидат медицинских наук, доцент

Адрес: 127083, Москва, Петровско-Разумовская аллея 12А

Профиль научных исследований: биологическое действие ионизирующей и неионизирующей радиации, оценка опасности действия физических факторов электромагнитной природы, электромагнитная безопасность авиакосмических аппаратов, разработка средств защиты от ионизирующих и неионизирующих факторов, нормирование физических факторов электромагнитной природы.



Член Российского национального Комитета по защите от неионизирующих излучений; член Московского городского общества радиологов

Автор 7 монографий и более 50 публикаций в научных отечественных и зарубежных журналах и сборниках.

Руководитель и консультант 1 кандидатской диссертации.

Участник ликвидации локальной радиационной аварии в авиагарнизоне Мигалово 1992 - 1998 гг; исполнитель программы оценки последствий аварии на ЧАЭС у летного состава, принимавшего участие в ее ликвидации.

Беляев Игорь Ярославович

Университет Стокгольма, профессор, доктор биологических наук
Department of Genetics, Microbiology and Toxicology

Stockholm University

S-106 91 Stockholm, Sweden

Tel: +46-8-16 4108

FAX: +46-8-16 4315

<http://www.gmt.su.se/>

Профиль научных исследований радиационная генетика и биофизика, биологические эффекты ЭМП СВЧ, биоэффекты ионизирующего и неионизирующего излучений низкой интенсивности, применение ЭМП в медицине.

Более 80 публикаций в реферируемых научных журналах.

Igor Y. Belyaev, Ph.D., D.Sc., Associate Professor

D. Sc. in Genetics, St-Petersburg State University, Russia (1994)

Ph.D. in Radiobiology, Institute of Biophysics of Academy of Science of USSR (1986)

Postgraduate School of Radiobiology, Moscow Engineering Physics Institute, Moscow, USSR (1983-1986)

Publications: More than 80 scientific publications in peer reviewed journals and book chapters.

A member of the Russian National Committee on Non-Ionizing Radiation Protection (chaired by Y. Grigoriev); a member of the Working group of the International EMF Project of World Health Organization (chaired by E. van Rongen), 2003-present; a member of the Section K of the Swedish National Committee for Radioscience (chaired by K. Hansson Mild), 2003-present

A member of the Editorial Board of the International Journal "Electromagnetic biology and Medicine"; a member of the Editorial Board for the Journal "Radiat. Biol. Radioecol",

Reviewer for the international journals "Bioelectromagnetics", "Archives of Medical Research", "Archives of Physiology and Biochemistry", "Neuroscience Letters", and "IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques"

Reviewer for the Academia Europaea, the Biotechnology and Biological Sciences Research Council (UK), Grant Agency of the Academy of Science of the Czech Republic

A member of the European Bioelectromagnetics Association, the Swedish Society for Radiobiology, the Bioelectromagnetics Society

Бушманов Андрей Юрьевич

ФГУ Федеральный Медицинский Биофизический Центр им. Бурназяна ФМБА России, первый заместитель генерального директора, доктор медицинских наук, профессор.

Директор сотрудничающего центра ВОЗ "Диагностика и лечение радиационных поражений человека";

ГОУ Институт повышения квалификации ФМБА России, заведующий кафедрой "Медицины труда и профпатологии"

123182, Москва, ул. Живописная, 46

тел. 8-499-193-58-46

факс. 8-499- 193-45-73



Профиль научных исследований: профпатология и гигиена неионизирующих и ионизирующих излучений, медико-биологическая оценка биологических эффектов неионизирующих излучений, радиобиология ионизирующих и неионизирующих излучений, терапевтическое применение неионизирующих и ионизирующих излучений.

Член Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений, член ученого совета ФМБЦ ФМБА России.

Автор более 150 научных публикаций и 12 монографий.

Руководитель 8 диссертаций.

Гавриш Николай Николаевич

12 Центральный научно-исследовательский институт МО РФ,

начальник лаборатории, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, лауреат премии имени А.А.Свечина Академии военных наук РФ.

Адрес: 141307, г. Сергиев Посад-7 Московской области. Тел. 8 - 495- 584- 99 – 22.

Факс начальника института:
8-49654-9-77-19.



Профиль научных исследований: биологическое действие проникающей радиации, разработка фармакологических противорадиационных средств, экстремальные воздействия неионизирующих излучений, гигиеническое нормирование электромагнитных импульсов.

Член Российского национального Комитета по защите от неионизирующих излучений.

Автор: 10 изобретений, более 130 научных трудов, в том числе 37 публикаций в материалах научных отечественных и международных конференций.

Руководитель: одной кандидатской диссертации.

Ветеран подразделений особого риска (за участие в испытаниях ядерного оружия на Семипалатинском полигоне награжден орденом Мужества).

Галкин Александр Александрович

ГосНИИИ военной медицины МО РФ, ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник (доцент).

Адрес: 127083, Москва, Петровско-Разумовская аллея 12А

Профиль научных исследований: биологическое действие ионизирующей неионизирующей радиации, оценка опасности действия радиации на персонал, радиационная безопасность пилотируемых космических полётов, нормирование физических факторов радиации техногенного характера.

Член Российского национального Комитета по защите от неионизирующих излучений.

Автор более 250 публикаций в научных отечественных и зарубежных журналах и сборниках.

Участник ликвидации аварии на ЧАЭС по дозиметрии в реальных условиях действия спасательных вертолётов (3 – 8 мая 1986 г.), автор рекомендации по организации безопасной работы спасателей.



Давыдов Борис Ильич

Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины МО РФ. доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ.

С 1995 по 2000г. по совместительству возглавлял экологическую лабораторию в РАО «ЕЭС России»

Профиль научных исследований: биологическое действие ионизирующих и неионизирующих излучений, оценка риска влияния техноприродных факторов на персонал и население. Ядерная и радиационная безопасность экипажей в авиационных и космических полетах. Нормирование физических факторов среды. Аналитическая работа по оценке социально-медицинских и экологических последствий при техногенных авариях. Мониторинг и анализ электромагнитной безопасности электросетевых объектов.

Член Российского национального Комитета по защите от неионизирующих излучений. Член редколлегии журнала РАН «Авиакосмическая и экологическая медицина». Участник международных встреч «Врачи Мира против ядерной войны».

Автор 12 монографий и более 200 публикаций в научных отечественных и зарубежных журналах.

Руководитель и консультант 10 кандидатских и докторских диссертаций. Участвовал в испытаниях ядерного оружия и в организации обеспечения радиационной безопасности летного состава при ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС.



Жаворонков Леонид Петрович

ГУ Медицинский радиологический научный центр РАМН., заведующий отделом, доктор медицинских наук

Адрес: 249036 Калужская область, г. Обнинск, ул. Королева, 4.

Тел. (48439) 7-47-70. Факс 193-01-87.

Профиль научных исследований: биологическое действие ионизирующей и неионизирующей радиации, оценка опасности действия физических факторов на организм животных и человека; радиационная безопасность пилотируемых космических полетов, экстремальная физиология и патофизиология, нормирование физических факторов среды.

Член Российского национального Комитета по защите от неионизирующих излучений. Член Научного Совета по проблеме радиобиологии РАН. Член специализированного Совета при МРНЦ РАМН.

Автор более 100 публикаций в научных отечественных и зарубежных журналах.

Руководитель 4 кандидатских диссертаций и 9 дипломных работ



Зуев Владимир Григорьевич

ГосНИИИ военной медицины МО РФ, ведущий научный сотрудник, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник (доцент), член-корреспондент Международной академии человека в аэрокосмических системах.

Адрес: 127083, Москва, Петровско-Разумовская аллея 12А

Профиль научных исследований: биологическое действие ионизирующей и неионизирующей радиации, оценка опасности действия физических факторов электромагнитной природы, электромагнитная безопасность авиакосмических аппаратов, разработка средств защиты от ионизирующих и неионизирующих факторов, нормирование физических факторов электромагнитной природы.

Член Российского национального Комитета по защите от неионизирующих излучений.

Лауреат Премии Российской Академии медицинских наук: им. Ф.Г. Кроткова (2000 г. и 2004 г.); Академии военных наук: им. А.В. Хрулева (2000 г.); им. А.А. Свечина (2004 г.).

Автор 15 монографий и более 360 публикаций в научных отечественных и зарубежных журналах и сборниках. Руководитель и консультант 4 кандидатских диссертаций.

Участник ликвидации аварии на ЧАЭС в мае 1986 г. и феврале – марте 1988 г. в качестве врача-радиолога; исполнитель программы оценки последствий аварии на ЧАЭС у летного состава, принимавшего участие в ее ликвидации.



Иванова Людмила Алексеевна

Государственного учреждения НИИ медицины труда РАМН, руководитель лаборатории, д. - м.н., профессор, врач высшей категории.

Профиль научных исследований:

вопросы диагностики, лечения и профилактики различных нозологических форм профзаболеваний от воздействия вредных физических и химических факторов, экспертные вопросы по установлению связи заболевания с профессией.

Иванова Л.А. в условиях клиники изучает воздействие на организм работающих неионизирующего излучения (электромагнитные излучения диапазона радиочастот, электромагнитные поля промышленной частоты) с применением комплекса современных клеточных технологий лабораторного анализа, характеризующих геном на уровне экспрессии рибосомных генов, энергетический метаболизм, свободно-радикальные процессы и антиоксидантную защиту, мембранный аппарат и апоптоз иммунокомпетентных клеток как фундаментальной основы исследования патогенеза профессиональных заболеваний от воздействия неионизирующих излучений и совершенствования критериев их диагностики, лечения и профилактики.

Автор более 200 научных трудов, в том числе монографий «Цитохимия ферментов в профпатологии», «Профессиональный риск для здоровья работников», глав в руководствах «Профессиональные заболевания», Энциклопедии по медицине труда, ряда крупных методических, нормативных документов, утвержденных МЗ РФ и Госстандартом РФ, имеющих важное научное и практическое значение. Автор 10 патентов на изобретения, в том числе по диагностике *in vitro* аллергии к металлам, промышленным аллергенам, витаминам, антибиотикам и др. Является председателем Комиссии по этике биомедицинских исследований ГУ НИИ медицины труда РАМН.

Член Российского Комитета по защите от неионизирующих излучений, Российской научной комиссии по радиационной защите (РНКРЗ).



Ицков Вадим Яковлевич

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Москве, начальник отдела надзора за физическими факторами.

Адрес: 129626, Москва, Графский пер., 4/9. Тел./факс +7 495 687 36 25

Профиль деятельности:

организация и осуществление надзора и контроля за исполнением обязательных требований законодательства Российской Федерации в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения при воздействии физических факторов.

Член Российского национального Комитета по защите от неионизирующих излучений.
Автор более 40 печатных работ.



Лукьянова Светлана Николаевна

Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна, главный научный сотрудник, доктор биологических наук, профессор Адрес: Москва, Живописная 46, тел.: 499-190-94-34



Профиль научных исследований:

специалист в области нейрофизиологии и радиобиологии неионизирующих излучений, занимающийся этими вопросами более 40 лет. Экспериментальные исследования влияния постоянных магнитных и электромагнитных полей малой (не тепловой) интенсивности на центральную нервную систему (ЦНС) животных и человека доказали, что эти воздействия являются полноправными раздражителями для ЦНС, способные оказать непосредственное действие на биоэлектрическую активность ткани мозга, способные стать условными сигналами и в своем влиянии на организм подчиняются известным фундаментальным законам физиологии. Детальное изучение феноменологии и механизма формирования этих реакций позволило С.Н. Лукьяновой предложить ряд новых методических решений, приоритетных направлений при анализе практических задач нейрофизиологии неионизирующих излучений.

Автор более чем 130 научных работ, руководитель 11 диссертационных работ.

Член Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений; редакционного комитета журнала «Радиационная биология. Радиозэкология», ученого и защитного докторского советов при ФМБЦ.

Lukyanova Svetlana Nikolaevna, Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical-Biological Agency of Russian Federation, Main scientific employee, Doctor of Biological Sciences, Professor.

Prof Lukyanova is a specialist in field of neurophysiology and radiobiologies non-ionizing radiations, working in this field more than 40 years.

Меркулов Антон Владимирович

ООО "Центр электромагнитной безопасности", руководитель Испытательной лаборатории, магистр-инженер.

Адрес: Российская Федерация, 123182, г.

Москва, ул. Живописная, д. 46.

Телефон/факс: +7-499-193-0187.

Профиль научных исследований:

Основные научные интересы – дозиметрия электромагнитного поля (ЭМП) различных частотных диапазонов, гигиеническое и экологическое нормирование ЭМП, средства и методы защиты от биологического действия ЭМП.

Автор и соавтор более 40 научных публикаций, принимал участие в разработке СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» и ГН 2.1.8/2.2.4.2262–07 "Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц в помещениях жилых, общественных зданий и на селитебных территориях".

Член Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений с 2000 г.



Anton V. Merkulov M.S. Head of the Testing laboratory, Centre for Electromagnetic Safety, Moscow.

Main area of interest is electromagnetic field dosimetry, hygienic and ecological standardization, and protection.

He is author and co-author of more than 40 scientific papers and he took part in the development of two Russian hygienic standards – SanPiN 2.2.2/2.4.1340–03 "Hygienic requirements for personal computers and work arrangement" and GN 2.1.8/2.2.4.2262–07 "Maximum permissible levels for the power frequency (50 Hz) magnetic field general public exposure".

Mr. Merkulov is a member of the Russian National Committee on Non-Ionizing Radiation Protection since 2000.

Пальцев Юрий Петрович

ГУ Научно-исследовательский институт медицины труда Российской академии медицинских наук, Главный научный сотрудник, доктор медицинских наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ

Адрес: 115275, Москва, проспект Буденного, 31
Тел.: 366-07-88



Профиль научных исследований: изучение механизмов взаимодействия физических факторов (лазерное, ультрафиолетовое излучение, электромагнитные излучения различных частотных диапазонов) с биологическими объектами, разработка критериев их вредного воздействия на организм, совершенствование теоретических основ гигиенического нормирования.

Автор более 220 научных работ, в том числе 6 монографий, 6 руководств, 13 пособий и учебников, разработчик 18 нормативно-методических документов, регламентирующих воздействие на человека неионизирующих электромагнитных излучений.

Член Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений, член Проблемной комиссии 47.01 «Научные основы медицины труда» Научного совета «Медико-экологические проблемы здоровья работающих», член 3-х диссертационных советов, член редколлегии журналов «Медицина труда и промышленная экология» и «Гигиена и санитария», председатель секции лабораторного совета при Федеральном центре гигиены и эпидемиологии, главный эксперт комиссии по санитарно-эпидемиологическому нормированию.

Походзей Лариса Васильевна

ГУ Научно-исследовательский институт
медицины труда Российской академии меди-
цинских наук, ведущий научный сотрудник,
доктор медицинских наук.

ГОУ ВПО Московская медицинская
академия им. И.М. Сеченова,
профессор кафедры медицины труда
медико-профилактического факультета
послевузовского профессионального
образования.

Адрес: Российская Федерация, 115275,
г. Москва, проспект Буденного, 31
Тел.: +7 (495) 365-10-44.



Профиль научных исследований:

Проблема биологического действия и гигиенического нормирования неионизирующих излучений различных частотных диапазонов; исследования по обеспечению профессиональной и экологической безопасности человека при воздействии гипогеомагнитных полей и ЭМИ систем сотовой связи, преподавание вопросов электромагнитной гигиены для слушателей системы послевузовского профессионального образования.

Автор более 120 научных работ, в том числе соавтор 2 монографий, 6 руководств, 4 энциклопедий; разработчик большого числа нормативно-методических документов, в том числе СанПиН 2.2.4.1191–03 «Электромагнитные поля в производственных условиях», СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383–03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи», СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы», СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190–03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи», СанПиН 2.2.4.1329–03 «Требования по защите персонала от воздействия импульсных электромагнитных полей».

Член Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений, ученый секретарь Проблемной комиссии 47.01 «Научные основы медицины труда» Научного совета 47 РАМН и Минздравсоцразвития РФ по медико-экологическим проблемам здоровья работающих, член Ученого совета и член научно-методического совета МПФ ППО ГОУ ВПО ММА им. И.М. Сеченова, ученый секретарь кафедры медицины труда МПФ ППО ММА им. И.М. Сеченова.

Рубцова Нина Борисовна

ГУ Научно-исследовательский институт медицины труда Российской академии медицинских наук, заведующая научным координационно-информационным отделом, доктор биологических наук.

Адрес: Российская Федерация, 115275, г. Москва, проспект Буденного, 31
Тел.: +7 (495) 365-10-44,



Профиль научных исследований: изучение биологического действия и гигиенического нормирования неионизирующих излучений; исследования по обеспечению профессиональной и экологической безопасности человека при воздействии ЭМП промышленной частоты и ЭМИ систем сотовой связи.

Автор более 200 научных работ, в том числе 10 монографий; разработчик нормативно-методических документов, в том числе СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях», СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи», СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы», СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи», СанПиН 2.2.4.1329 – 03 «Требования по защите персонала от воздействия импульсных электромагнитных полей».

Член Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений, член международной консультативной комиссии Программы ВОЗ «Электромагнитные поля и здоровье человека»; ученый секретарь Научного совета 47 РАМН и Минздравсоцразвития РФ по медико-экологическим проблемам здоровья работающих, ответственный секретарь Бюллетеня Научного совета «Медико-экологические проблемы работающих», ученый секретарь диссертационного совета ГУ НИИ медицины труда РАМН.

Nina B. Rubtsova

Russian Academy of Medical Sciences Institute of Occupational Health, Head of Department, Doctor of Sciences. Works in the problem of non-ionizing radiation of different frequency ranges biological effects investigation and hygienic standards development; main directions of activity are occupational and general public power frequency EMF, along side with mobile communication system EMF safety maintenance. Author more than 250 scientific papers.

Сподобаев Юрий Михайлович

ФГУП Самарский отраслевой НИИ радио (СО-НИИР), главный научный сотрудник
Поволжская государственная академия телекоммуникаций и информатики, заведующий кафедрой «Электродинамики и антенн», доктор технических наук, профессор, Академик Академии телекоммуникаций и информатики
Адрес: 443010, Самара, ул. Льва Толстого, 23.
Тел/Факс (846)-228-00-43, сот. 8-960-832-18-74



Профиль научных исследований:

- электродинамические задачи электромагнитного прогнозирования
- антенно-фидерная техника
- методология электромагнитного мониторинга

- автоматизированные системы электромагнитного мониторинга
- геоинформационные системы электромагнитной безопасности

Член Российского национального Комитета по защите от неионизирующих излучений. Заместитель главного редактор журнала «Инфокоммуникационные технологии». Член редколлегии журнала «Вестник СОНИИР» и межвузовского сборника Самары.

Автор 5 монографий, 7 учебных пособий, 6 патентов, 8 государственных нормативных и методических документов по электромагнитной безопасности и более 200 научных публикаций

Руководитель и консультант 11 кандидатских и докторских диссертаций.

Yuri M. Spodobaev

Povolzhskaya State Academy of Telecommunication & Information (PSATI), Chairman of the Department "Electrodynamics and antennas", the main research engineer of Samara radio sector research institute, Doctor of Technical Sciences, Professor, The academician of Academy of telecommunication and information

Fields of research: Electrodynamics' tasks of electromagnetic prediction; Antenna-feeder engineering; Methodology of an electromagnetic monitoring; The automated systems of an electromagnetic monitoring; Geoinformation systems of electromagnetic safety

Степанов Владимир Сергеевич

Федеральный медицинский биофизический центр им. Бурназяна ФМБА России, зав. отделом неионизирующих излучений, кандидат медицинских наук.

Профиль научных исследований: гигиена неионизирующих излучений, медико-биологическая оценка биоэффектов неионизирующих излучений, радиобиология неионизирующих излучений.

Лауреат Государственной премии Российской Федерации, награжден орденами и медалями РФ.

Член Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений, член ученого совета ФМБЦ ФМБА России

Автор более 80 научных публикаций и 5 монографий.



Судаков Владимир Васильевич

12 Центральный научно-исследовательский институт МО РФ, заместитель начальника института по научной работе, доктор технических наук, старший научный сотрудник.
Адрес: 141307, г.Сергиев Посад-7 Московской области. Тел. 8 - 495- 584- 99 – 54.
Факс: 8-49654-9-77-19.



Профиль научных исследований: защита от проникающей радиации, радиационная геофизика, гигиеническое нормирование ионизирующих излучений, расчетные методы в радиационной гигиене.

Участие в общественных организациях: член Российской научной комиссии по радиационной защите, член Российского национального Комитета по защите от неионизирующих излучений, действительный член Российской академии естественных наук, академик Академии военных наук РФ Лауреат премии имени А.В.-Суворова Академии военных наук РФ.

Автор: более 150 научных трудов, в том числе 3 монографий.

Руководитель: пяти кандидатских диссертаций и одной докторской диссертации.

Ветеран подразделений особого риска, награжден орденом «За воинские заслуги» и медалью «За боевые заслуги».

Ушаков Игорь Борисович

ГосНИИИ военной медицины МО РФ, начальник института, доктор медицинских наук, профессор, академик РАМН, член-корреспондент РАН, заслуженный врач РФ
Адрес: 127083, Москва, Петровско-Разумовская аллея 12А



Профиль научных исследований: фундаментальные и прикладные проблемы экологии и физиологии человека, многоуровневая структурно-функциональная оценка здоровья и работоспособности при комбинированном воздействии факторов среды обитания человека, методы многофакторного анализа и экологического нормирования характеристик среды, способы повышения устойчивости организма человека при воздействии комплекса неблагоприятных факторов.

Член Российского национального Комитета по защите от неионизирующих излучений; заместитель академика-секретаря ОПМ РАМН, заместитель председателя экспертного совета ВАК РФ, председатель 2-х диссертационных советов по присуждению ученой степени доктора медицинских наук (по 5 специальностям), зам. главного редактора журнала «Экология человека», член редколлегии и редакционного совета 8 медицинских журналов, член Совета Государственной службы охраны окружающей природной среды РФ и специализированной комиссии Российского общества врачей по экологии человека и окружающей среде

Лауреат Премий: Совета Министров СССР (1990 г.); Правительства Российской Федерации (2004 г.); Российской Академии медицинских наук: им. Ф.Г. Кроткова (2000 г. и 2004 г.), Ф.Ф. Эрисмана (2004 г.); Академии военных наук: им. А.В. Хрулева (2000 г.); им. А.А. Свечина (2004 г.).

Автор 34 монографий и более 660 публикаций в научных отечественных и зарубежных журналах и сборниках.

Руководитель и консультант 25 кандидатских и 19 докторских диссертаций

Шафиркин Александр Венецианович

Государственного научного центра РФ — Института медико-биологических проблем, ведущий научный сотрудник, доктор биологических наук, старший научный сотрудник.

Профиль научных исследований:

Специалист в области биофизики, радиобиологии, космической биологии и медицины. Под его руководством в 2000–2002 годах была разработана первая редакции руководящего документа «Методические указания по оценке радиационной опасности и системе мероприятий по ее снижению в случае ухудшения радиационной обстановки в условиях длительного космического полета на МКС (2001, 2002 гг.)»

и окончательная редакция Методических указаний «Ограничение облучения космонавтов при околоземных космических полетах (ООКОКП-2004)».

С 2001 года круг его научных интересов распространился на область экологии, где он является научным руководителем ряда тем РАН по теоретическому и экспериментальному обоснованию обобщенных показателей и интегративных моделей изменения состояния здоровья человека при длительном воздействии радиации, химического загрязнения окружающей среды и психоэмоционального стресса. В результате этих работ была разработана методика для прогностических оценок изменения состояния здоровья населения России в условиях хронического действия ряда экологических и социальных факторов. В настоящее время А.В. Шафиркин работает в области сопоставительного анализа рисков хронического действия ионизирующих излучений, электромагнитных полей радиочастот, химического загрязнения окружающей среды и социального стресса на здоровье населения различных регионов страны.

А.В. Шафиркин является автором 154 научных работ и 2-х изобретений. За период с 2001 по 2007 гг. им опубликовано более 30 статей в научных журналах и сборниках.

А.В. Шафиркин является участником международного сотрудничества в области космической биологии и медицины, членом Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений.



Шиходыров Владимир Владимирович

Доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки, лауреат Ленинской премии, дважды лауреат Государственной премии

Профессор Шиходыров более 50 лет занимается изучением биоэффектов ионизирующих и неионизирующих излучений. Большой вклад в науку и практику внесли его исследования в изучение биоэффектов лазерных излучений.

Он руководитель 30 докторских и кандидатских диссертаций по различным проблемам морфологии и патофизиологии ионизирующих и неионизирующих излучений.

Результаты научной деятельности В.В.

Шиходырова описаны более чем в 300 работах. За свою научную и педагогическую деятельность он награжден орденами и медалями.

