



Проблемы электромагнитного загрязнения окружающей среды

О.А. Григорьев

Российский национальный комитет по защите от неионизирующих излучений; Москва

Ю.Б. Зубарев

ЗАО «Московский научно-исследовательский телевизионный институт»; Москва

А.С. Прокофьева

Российский национальный комитет по защите от неионизирующих излучений; Москва

e-mail: nashome@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы, связанные с заявлением Всемирной организации здравоохранения об электромагнитном загрязнении окружающей среды. Проводится анализ источников, формирующих это загрязнение. Делается вывод о том, что факторы электромагнитного загрязнения окружающей в первую очередь воздействуют в качестве раздражителя центральной нервной системы.

Ключевые слова: электромагнитное поле, загрязнение, базовые станции, сотовая связь.

Современные технологии передачи энергии и информации привели к широчайшему распространению источников электромагнитного поля (ЭМП), изменив электромагнитный фон среды обитания человека и большинства биологических объектов. Всемирная организация здравоохранения ввела в оборот термин «электромагнитное загрязнение окружающей среды», включив необходимость борьбы с этой опасностью в число немногих приоритетов долгосрочных международных программ.

В настоящее время человек живет в принципиально новой антропогенной среде обитания, за весь период эволюции таких условий еще не было. За счет повсеместного массового внедрения технологий, использующих электрический ток, в окружающей среде сформировалась уникальная электромагнитная обстановка (ЭМО).

Развитие телекоммуникаций и рост доли беспроводной передачи данных привели к изменению ЭМП РЧ. Электромагнитные поля РЧ, создаваемые средствами радиосвязи, радиовещания и телевидения, существенно влияли на общую картину распределения, создавая и изменяя локальный фон. Состав излучающих технических средств, опреде-

ляющих электромагнитную обстановку на территории Москвы и Московской области в радиочастотном диапазоне, выглядел следующим образом: мощные передающие центры ДВ, СВ и КВ диапазонов; технические средства эфирного телевидения; радиовещательные станции УВЧ и ФМ диапазонов; средства подвижной радиосвязи. Общий фон определяется ЭМП, создаваемыми базовыми станциями (БС). Растет количество базовых станций, строящихся на крайне близком расстоянии от жилых многоэтажных домов. Антенны, находящиеся на таких опорах, чаще всего направлены параллельно жилым домам. Опасность такого расположения антенн заключается в боковых лучах, которые, из-за близости к домам, могут их облучать.

Антропогенные ЭМП заняли диапазон частот, ранее свободный от природных ЭМП, что стало существенным фактором в долгосрочном плане. Сорок лет назад облучением ЭМП в 1 мкВт/см^2 в промышленных странах подвергался только 1% населения. До 1984 года в СССР предельно допустимый уровень (ПДУ) ЭМП РЧ составлял 1 мкВт/см^2 , в Москве в период с 1996-го по 1999 год значение этого параметра составляло $2...3 \text{ мкВт/см}^2$.

Рассмотрим исследования, которые позволяют достаточно детально характеризовать ЭМО БС:

- проведение измерений в жилом доме под проекцией главного лепестка диаграммы направленности (ДН) антенны БС;
- выполнение измерений на селитебной территории на высоте человеческого роста и автоматический мониторинг ЭМП РЧ.

На территории Литвы были проведены детальные измерения плотности потока энергии (ППЭ), создаваемые БС стандарта GSM-900 в квартирах пятиэтажного здания, располагавшегося под проекцией главного лепестка ДН антенны, находящейся на крыше здания высотой 30 м и на удалении 35 м [4]. Такая конфигурация размещения антенн достаточно характерна для типовой жилой застройки в республиках бывшего СССР. В качестве средства измерения использовался широкополосный измеритель Narda модели NBM-550 с изотропной Е-антенной, позволяющей производить измерения в диапазоне частот 100 кГц...3 ГГц. Передатчик БС имел мощность 20 Вт, режим работы – текущая загрузка. Измерения проводились на расстоянии 0,5 м от окна в помещениях первого, второго, третьего и четвертого этажей. Длительность измерений ППЭ на каждом этаже составляла 1 час.

Согласно проведенным исследованиям, за все время измерений максимальное значение ППЭ не превышало контрольный уровень 10 мкВт/см^2 , предусмотренный в национальных руководящих нормативах Литвы. Диапазон измеренных значений составил до $9,00 \text{ мкВт/см}^2$, при этом фиксируемые значения на первом этаже были в 5 раз ниже, чем на четвертом. На рис. 1 приведены результаты динамической записи значений ППЭ на четвертом этаже здания возле окна с видом на антенны БС, установленные на крыше дома напротив.

Мониторинг ЭМП РЧ, создаваемого БС сотовой радиосвязи стандартов GSM/UMTS на высоте человеческого роста в условиях городской застройки, представлен в публикации болгарских ученых [5]. Особенность работы состояла в том, что измерения производились на трех участках городской территории, для которых антенны БС, размещавшиеся на крышах зданий, находились в зоне прямой видимости. Территории представляли собой внутриквартальное пространство между домами типовой застройки. Измерения осуществлялись на высоте 1,5 м от земли в узлах координатной сетки, что позволяло построить карту распределения интенсивности ЭМП РЧ на обследованных территориях. В качестве средства измерения был использован цифровой анализатор спектра HF-59V. Измерения проводились регулярно с заданной периодичностью в одни и те же дни недели и часы в 2008 и 2009 гг. БС в момент измерения работали в режиме текущей нагрузки. Полученные результаты показывают, что в 90% случаев в 2008 г. и в 78% случаев в 2009 г. зафиксированные значения ППЭ не превышали $0,1 \text{ мкВт/см}^2$. Максимальное значение, измеренное в 2008 г., составило $0,950 \text{ мкВт/см}^2$, в 2009 г. – $0,502 \text{ мкВт/см}^2$.

Длительный мониторинг ЭМО в точке, расположенной вблизи БС, осуществлялся в ходе реализации проекта в Португалии [6]. Измерительный комплекс являлся полностью автономным и обеспечивался энергопитанием от солнечных батарей. Его общий вид приведен на рис. 2.

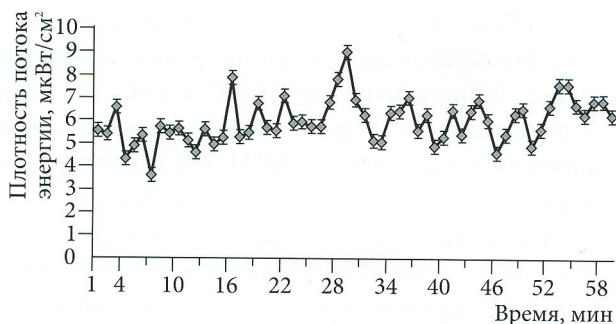


Рис. 1. Интенсивность ЭМП РЧ, создаваемая БС стандарта GSM-900, зафиксированная в квартире жилого дома [4]

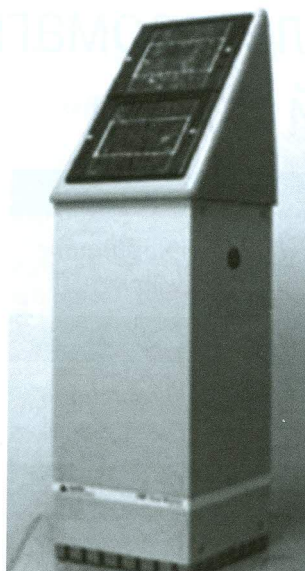


Рис. 2. Автономный измерительный комплекс для мониторинга ЭМО вблизи БС сотовой связи [6]

Результаты мониторинга ЭМО за произвольно выбранный день приведены на рис. 3. К сожалению, место установки измерительного комплекса было выбрано скорее из соображений безопасности и технических возможностей размещения, поэтому значения полученных результатов для общей гигиенической оценки ЭМО не значительно.

Технический директор Международной ассоциации GSM приводит в своем обзоре [8] данные о результатах измерений ЭМП РЧ, создаваемые БС в пяти странах, при этом разброс данных составляет шесть порядков (рис. 4). Эти измерения выполнены по различным протоколам и не привязаны к зонированию по экспозиции.

Согласно результатам измерений интенсивности ЭМП РЧ вблизи 347 БС сотовой радиосвязи, диапазон измеренных значений в местах возможного неконтролируемого доступа людей (населен-

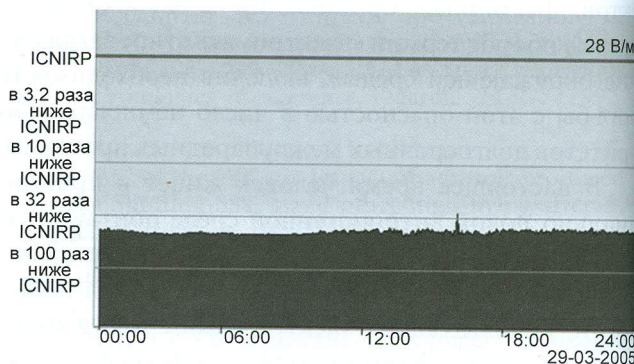


Рис. 3. Результат мониторинга значений напряженности электрического поля вблизи БС сотовой радиосвязи за сутки относительно рекомендованного ICNIRP значения напряженности электрического поля (по данным [6]). (По оси абсцисс – время суток (чч:мм); по оси ординат – зафиксированные значения по отношению к контрольному значению, установленному Рекомендациями ICNIRP (28 В/м) [7])

ния) составлял от 0,17 до 471 мкВт/см² (с учетом погрешности измерительного прибора). Максимальные измеренные значения во всех случаях фиксировались на кровле зданий, на которых размещены антенны БС (рис. 5). Значения, превышающие ПДУ, равные 10 мкВт/см², фиксировались также в помещениях зданий, удаленных не более 100 м от антенн и расположенных по азимуту проекции главных лепестков ДН антенн БС.

На рис. 6 приведен типичный пример распределения ППЭ в зависимости от тыльной части секторной антенны БС. Измерения выполнены на козырьке здания, на краю которого расположена антенна, то есть в зоне возможного неограниченного доступа населения.

В московском регионе проводился многолетний мониторинг электромагнитной обстановки вблизи 220 БС. Антенны исследованных БС размещались в городских условиях в различных конфигурациях исполнения – на крышах жилых и производственных зданий, на разновысотных пристройках к зда-

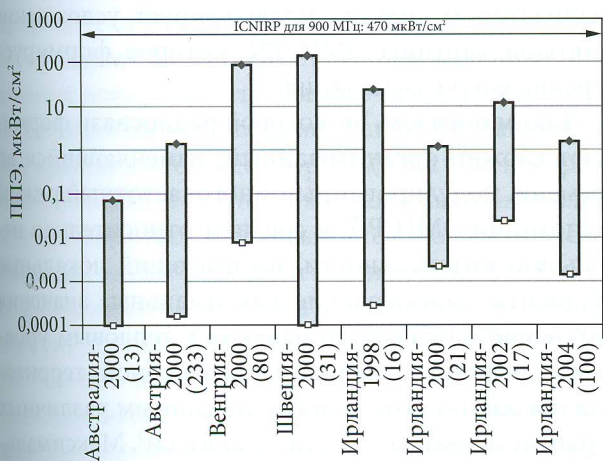


Рис. 4. Данные результатов измерений интенсивности ЭМП РЧ (максимальные и минимальные значения ППЭ) вблизи БС сотовой радиосвязи в различных странах мира [8]

ниям, на отдельно стоящих башнях, мачтах или дымовых трубах. Измерения преимущественно выполнялись в условиях динамического наблюдения в часы максимальной загрузки.

Распределение точек измерения по местам их расположения следующее:

- на территориях, прилегающих к местам установки антенн БС (в радиусе до 300 м), – 34,6%;
- в зданиях, расположенных в первой и второй линиях застройки относительно БС в зоне прямой видимости, – 32,6%;
- в помещениях зданий, на которых располагались антенны БС, в том числе на открытых площадках зданий (балконы, лоджии и т.п.) – 17,3%.

Полученные результаты измерений обобщены в табл. 1.

Было отмечено некоторое повышение средних и максимальных значений ППЭ в период 2009–2011 гг., когда операторы сотовой радиосвязи активно перешли от политики формирования сплошного покрытия к политике формирования зон высокого качества связи, что вынуждает их в ряде случаев локализовать на одной установочной площадке несколько БС.

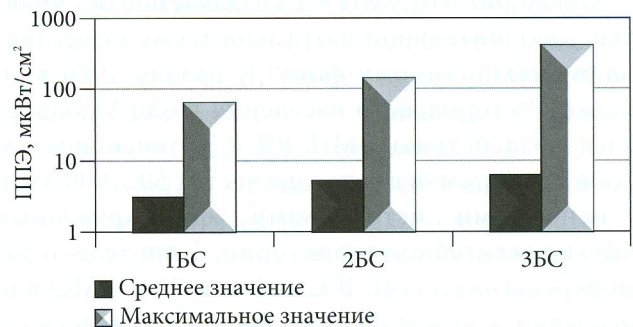


Рис. 5. Значения ППЭ на кровле зданий в зависимости от количества установленных БС (от одной до трех). Логарифмический масштаб

Таблица 1

Обобщенные данные по ЭМО вблизи мест размещения антенн БС сотовой радиосвязи (на расстоянии до 300 м от антенн)

| Размещение антенн БС | На здании | | | | На отдельной опоре (башне, мачте и т.п.) | |
|---|-----------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|--|---|
| | Кровля | Прилегающая сидицебная территория | Помещения здания под антеннами БС | В зданиях первой-второй линий застройки | Прилегающая сидицебная территория | В зданиях первой-второй линий застройки |
| Средние вероятные значения ППЭ, мкВт/см ² | 2...10 | 0,2...0,7 | до 2 | 0,5...1 | до 0,2 | до 0,6 |
| Максимальные возможные значения ППЭ, мкВт/см ² | 500 | 5 | 10 | 30 | 2 | 4 |

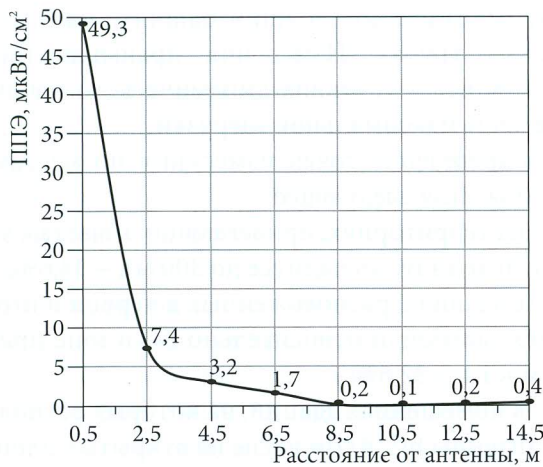


Рис. 6. Пример распределения значений ППЭ вблизи антенны БС

Базовые станции подвижной радиосвязи изменили как природный электромагнитный фон, так и структуру антропогенного (техногенного) электромагнитного фона. При этом, если рассматривать крайние значения данных природного и антропогенного ЭМП РЧ, то рост интенсивности фона составляет до восьми порядков, а в среднем это 5...6 порядков.

Очевидно, что ЭМП РЧ, создаваемое БС, является дополнительной нагрузкой к уже существующему техногенному фону. К началу 1980-х гг. только 1% городского населения в США подвергался воздействию ЭМП РЧ с интенсивностью выше 1 мкВт/см² в диапазоне частот 50...900 МГц, а основными источниками, формирующими ЭМО на селитебной территории, были теле- и радиопередатчики [14]. В СССР в 1975 г. ЭМО для населения в целом формировали 1280 телевизионных и радиовещательных станций, две трети из которых относились к передающим радиотехническим объектам малой мощности, при этом обеспечивалось радиопокрытие только для 75% населения страны [15]. Согласно данным, приведенным в статье австрийских исследователей, рост экспозиции ЭМП РЧ в жилых помещениях происходит за счет увеличения интенсивности излучения стандартов GSM, UMTS и WLAN, при этом среднее значение ППЭ в Австрии возросло с 2006-го по 2009 г. в 1,44 раза и составило 0,596 мкВт/см². Рост вклада сотовой радиосвязи в структуру ЭМО происходит на фоне сокращения вклада телевизионного вещания на 30% за тот же период времени [16].

По данным Европейской программы оценки рисков ЭМП для здоровья, суммарная экспозиция для населения от ЭМП беспроводных телекоммуникационных технологий постоянно растет и сейчас составляет не менее 60% от общей экспозиции в радиочастотном диапазоне [17].

Более 60% измеренных значений ЭМП базовых станций подвижной радиосвязи были ниже 0,3 мкВт/см², менее 1% были выше 9,5 мкВт/см² и лишь менее 0,1 % выше 100 мкВт/см².

Вклад подвижной радиосвязи в формирование суммарной экспозиции на селитебной территории в среднем выше в шесть раз, чем вклад АМ радиостанций, и практически в 20 раз выше, чем КВ радиостанций (Израиль).

Существующая тенденция к доминированию источников сотовой радиосвязи в антропогенном фоне достаточно наглядно показывается данными спектрального анализа. Так в работе израильских авторов [18] приводится спектрограмма ЭМП РЧ в типичных городских условиях (рис. 7).

По данным этих же авторов, вклад сотовой радиосвязи в формирование суммарной экспозиции на селитебной территории по усредненным данным выше в шесть раз, чем вклад средневолновых радиостанций, и практически в 20 раз выше, чем вклад коротковолновых радиостанций. Результат записи анализатором спектра иллюстрирует усложнение итоговой картины ЭМП РЧ, которое формирует персональную экспозицию.

Таким образом, БС сотовой радиосвязи формируют сложно организованный, изменяющийся во времени, модулированный многочастотный режим экспозиции ЭМП РЧ, в среднем относительно небольшой интенсивности, но имеющий локальные градиенты, повышающие максимальные значения интенсивности поля до близких к тепловым уровням. Средние значения на селитебной территории и в жилых помещениях, по данным различных стран, не превышают единиц мкВт/см². Максимальные значения ППЭ могут достигать нескольких сотен мкВт/см². Полоса рабочих частот БС заняла диапазон, практически свободный от природного ЭМП РЧ. Подводя итог представленным данным, можно заключить, что БС сотовой радиосвязи изменили ЭМО и сформировали принципиально новые условия облучения ЭМП РЧ для значительной части популяции человека.

На сегодняшний день мы располагаем следующими данными об условиях облучения: диа-

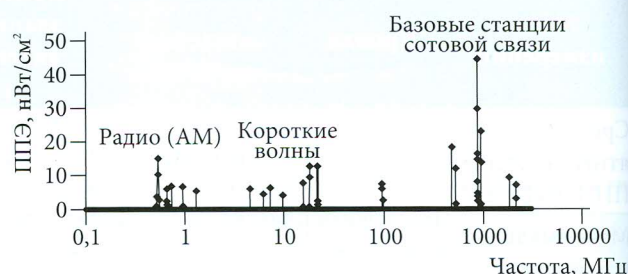


Рис. 7. Типичный спектр ЭМП РЧ на селитебной территории в Израиле [18]



пазон значений ЭМП в местах возможного доступа людей (населения) составляет от 0,17 до 471 мкВт/см², максимальная плотность потока энергии абонентских терминалов в диапазоне от 183 до 1200 мкВт/см².

В 2010 году Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) еще раз сформулировала свою позицию по данной проблеме следующим образом:

«В связи с большим числом пользователей мобильных телефонов важно исследовать, понимать и контролировать их потенциальную возможность воздействовать на здоровье людей». Крайне важное решение принято в мае 2011 года Международным агентством по исследованию рака (МАИР) [19]. Эта компетентная и уполномоченная структура ВОЗ вынесла заключение о том, что ЭМП РЧ, создаваемое в том числе абонентским терминалом (АТ) сотовой радиосвязи, возможно, является канцерогенным для человека, что дало основание отнести этот факт к классу канцерогенной опасности 2В. Доктор Дж. Самет (Университет Южной Калифорнии, США), председатель рабочей группы, отметил, что «...хотя по-прежнему идет процесс накопления данных, имеющиеся доказательства достаточно сильные, чтобы поддержать вывод и классификацию 2В. Данный вывод означает, что имеется риск (пока еще неопределенно ясный), и поэтому мы должны внимательно изучать связь между сотовыми телефонами и риском развития рака». Возможен пятикратный рост риска возникновения рака мозга у взрослого при использовании сотового телефона в возрасте до 20 лет [20]. По мнению директора МАИР К. Вилда, учитывая потенциальные последствия этой классификации и выводы рабочей группы, важно проводить дополнительные исследования для условий длительного и интенсивного использования сотовых радиотелефонов. Решение МАИР поставило перед обществом социальные и этические проблемы, а перед учеными – необходимость определения степени риска активного использования подвижной радиосвязи для населения.

Сотовая радиосвязь включает наиболее многочисленную группу источников ЭМП РЧ среди прочих систем подвижной телекоммуникации, разнообразную как по характеру генерируемого поля, так и по условиям формирования экспозиции. Поскольку ЭМП РЧ относится к вредным физическим факторам воздействия, нормируемым и для населения, и для работающих, излучающее оборудование сотовой радиосвязи должно подлежать обязательному санитарно-эпидемиологическому надзору. Элементы систем сотовой радиосвязи – БС и АТ – являются сегодня основными факторами электромагнитной нагрузки на всю популяцию населения, условия воздействия практически неконтролируе-

мы, а биологическое действие такого рода поля недостаточно изучено.

За последние 15 лет трижды изменился состав источников ЭМП (по частотам и стандартам). Поэтому биологические исследования не успевают изучать возможные эффекты, следовательно, необходимо использовать фундаментальные знания о биологическом действии ЭМП.

Основные механизмы действия ЭМП РЧ следующие:

- ЭМП высокой интенсивности: тепловой нагрев;
- ЭМП низкой интенсивности: раздражитель центральной нервной системы.

При медико-биологической и гигиенической оценках сотовой связи как источниках ЭМП, значимого для населения, надо исходить из следующих характерных особенностей:

- хроническое общее (тотальное) облучение сложно организованным модулированным многократным ЭМП РЧ, создаваемым базовыми станциями систем подвижной радиосвязи и сетью беспроводного доступа (*Wi-Fi* и др.);
- ежедневное, в течение всей жизни, начиная с детского возраста, повторяющееся облучение головного мозга и рецепторных аппаратов – вестибулярного и слухового анализаторов – ЭМП РЧ, источником которого служит абонентский терминал, например сотовый радиотелефон.

В результате происходит тотальный контакт представителей всех групп населения с источником ЭМП РЧ в неконтролируемых условиях воздействия. Для человека это новый и значимый тип экспозиции ЭМП РЧ, как по накоплению дозы, так и по локализации воздействия в связи с облучением головного мозга.

Согласно проведенным исследованиям [2], на воздействие ЭМП РЧ нетепловой интенсивности, вызывающее реакцию в виде увеличения числа веретенообразных колебаний в альфа-диапазоне ЭЭГ, в большей степени реагировали добровольцы с умеренно выраженным альфа-диапазоном в спектрах ЭЭГ при открытых и закрытых глазах (II и III типы ЭЭГ).

При однократном облучении пользователя ЭМП абонентского терминала наблюдается выраженная реакция ЦНС, заключающаяся в изменении альфаритма ЭЭГ, и ее сохранение в период ближайшего последствия, что позволяет характеризовать общую биологическую реакцию организма как активную адаптацию.

По данным клинко-физиологических исследований (60-х-80-х годов), при хроническом воздействии ЭМП РЧ диапазона нетепловой интенсивности клиническая картина характеризуется

адаптационной перестройкой нервной системы к ЭМП [21]. В последующем (месяцы и годы работы с источниками СВЧ) наблюдаются нарушения, которые могут быть отнесены к собственным паталогическим нарушениям в ответ на хроническое воздействие ЭМП.

Рассматривая условия, которые могут соотноситься с облучением населения ЭМП РЧ БС сотовой связи, приведем следующие примеры [21].

При облучении ЭМП частотой 3 ГГц с плотностью потока энергии 10...50 мкВт/см² наблюдались следующие симптомы: головная боль у 27%, повышенная усталость у 21%, нарушения сна у 21%, раздражительность у 11%, боли в области сердца у 11%, головокружения у 9%. В группе работающих в условиях облучения ЭМП 3 ГГц с ППЭ 20...50 мкВт/см² наблюдались следующие функциональные расстройства ЦНС: вегетативные дисфункции у 58% обследованных, неврастенический синдром с вегетативными дисфункциями у 34% обследованных, астенический синдром с вегетативными дисфункциями у 8% обследованных. Повторное обследование спустя три года выявило нарастание степени тяжести расстройств в первую очередь за счет смещения в область развития астенического синдрома с вегетативными дисфункциями (25% обследованных).

Таким образом, данные ранее проведенных клинических исследований показывают, что при хроническом облучении в условиях, ранее допускавшихся для профессионалов, а в настоящее время возможных для населения, вправе ожидать рост заболеваемости по группам болезней, относящихся, прежде всего, к заболеваниям нервной и сердечно-сосудистой систем.

В 1983 году в результате клинико-гигиенических и экспериментальных исследований обосновано значение допустимой энергетической нагрузки 200 мкВт/см² для профессиональных условий воздействия ЭМП РЧ за смену [3]. Эта базовая величина, отраженная в действующих нормативных документах, доказала надежность и применимость. Использование формального критерия энергетической нагрузки дает основание отнести к группе риска лица, имеющие энергетическую нагрузку свыше 200 мкВт·ч/см² (или разговаривающих ежедневно более часа), а значит рекомендовать ежегодное прохождение клинического обследования.

Характер действия источников ЭМП этого типа является интермиттирующим, не контролируемым по продолжительности и повторяемости строгой локализации по поверхности и объему тела, не имеющим точной индивидуальной закономерности.

Внедрение сотовой связи привело к сближению условий облучения населения и профессионалов

ЭМП РЧ, что подтверждается данными об индивидуальной энергетической нагрузке пользователей абонентскими терминалами, превышающими допустимую за смену энергетическую нагрузку от 1,5 до 7 раз.

Характер повторного использования абонентского терминала обеспечивает накопление энергетической нагрузки пользователем по интермиттирующему сценарию. Исходя из собственных данных о реакции ЦНС [2] и иммунной системы [3], а также обобщений литературных данных [3], мы можем заключить, что характер воздействия предполагает возможность развития адаптационного процесса в реакции организма.

На биологическую реакцию пользователя оказывают влияние следующие факторы: мгновенное значение интенсивности воздействующего ЭМП, среднесуточное значение энергетической нагрузки, определяемое на основании реальной мощности телефона и продолжительности воздействия, продолжительности паузы, предшествующая суммарная энергетическая нагрузка, индивидуальные типологические особенности ЦНС, стандарт сотовой связи, определяющий модуляцию и способ организации сигнала. Изменение всех этих факторов может привести к различным последствиям для пользователя.

Выделяют две основные группы наибольшего риска пользователей абонентских терминалов: пользователи, имеющие высокую среднесуточную энергетическую нагрузку, и несовершеннолетние. Первая группа пользователей определяется среднесуточной энергетической нагрузкой, превышающей разрешенную для «профессионалов» за смену 200 мкВт/см². Особенностью второй группы является лучшая поглощающая способность ЭМП РЧ органа-мишени (головного мозга) и меньшие его размеры, по сравнению со взрослыми, что способствует тотальному облучению ЦНС.

В связи с тем, что у пользователей абонентских терминалов недостаточно информации о воздействующем на них факторе, следует вести для них добровольных риск. Иными словами, будущий пользователь при покупке абонентского терминала должен быть проинформирован о возможном попадании в одну из групп наибольшего риска в случае безответственного использования устройства.

Выводы

1. Всемирная организация здравоохранения ввела в оборот термин «электромагнитное загрязнение окружающей среды».



2. Основным источником электромагнитного загрязнения окружающей среды являются базовые станции сотовой связи.

3. Источниками систем сотовой связи используется энергия низкой интенсивности, которая является главным раздражителем центральной нервной системы пользователя (фактором воздействия на его головной мозг).

4. Необходимо всегда помнить, что электромагнитное поле в определенных условиях является вредным или опасным фактором, ограничиваемым нормами безопасности для населения/работающих.

5. Учитывая постоянное изменение источников электромагнитных полей и то, что биологические исследования не успевают изучать возможные эффекты, необходимо пользоваться теми фундаментальными знаниями, которые на сегодня известны.

6. Для пользователей абонентских терминалов следует ввести понятие «добровольный риск».

limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Heath Physics* 74(4), P. 494–522.

8. Powley Jack. *Wireless Networks – Regulatory Good Practice Proceedings WHO International Workshop on Base Stations and Wireless Networks Exposures and Health Consequences*, Switzerland, Geneva, June 15-16, 2005. P. 145–156

9. Пресман А.С. *Электромагнитные поля и живая природа*. М. Наука. 1968. 288 с.

10. Сердюк А.М. *Взаимодействие организма с электромагнитными полями как с фактором окружающей среды*. Киев. Наукова думка. 1977. 228 с.

11. Osepchuk S.M., Petersen R.C. *Safety standards for exposure to electromagnetic fields*. *IEEE Microw Mag* 2. 2001. P. 57–69.

12. Repacholi M.H. *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., 1983, Plenum Press, P. 611–625.

13. Bianchi C., Meloni A. *Natural and man-made terrestrial electromagnetic noise: an outlook* *ANNALS OF GEOPHYSICS*. V. 50, N. 3. June 2007. P. 435–445.

14. Телл. Р.Ф., Мэнтипли Э.Д. *Обучение населения, ОБЧ*. В кн: *Тр. Ин-та инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (ТИИЭР)*: Пер. с англ. М.: Мир. 1980. Т. 68 № 1. С. 8–15.

15. Думанский Ю.Д., Сердюк Ф. М., Лось И.П. *Влияние электромагнитных полей радиочастот на человека. Здоровье*. Киев. 1975. 159 с.

16. Tomitsch J., Dechant E. *Trends in residential exposure to electromagnetic fields from 2006 to 2009*.

17. Thuroczy G., Gajsek P., Samaras T., Wiart J. *Report on the Level of Exposure (frequency, patterns and modulation) in the European Union Part 1: Radio frequency (RF) radiation Deliverable Report D4 of EHFRAN project*. Executive Agency for health and Consumers Framework on the Programme of Community Action in the Field of Health 2008-2013. August 2010.

18. Shachar A., Hareuveny R., Margalioth M., Shani G. *Environmental radio frequency radiation (RFR) levels in Israel*. The 22nd Conference of the nuclear Societies in Israel (2004).

19. IARC/A/ WHO. *Classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans*// Press Release № 208, 31 May 2011, 3 p.

20. Hardell L., Sage C. *Biological effects from electromagnetic field exposure and public exposure standards*, *Biomed Pharmacother* 62: P. 104–109. 2008.

21. Григорьев О.А. *Радиобиологическая оценка воздействия электромагнитного поля под-*

Литература

1. Данилевский В.Я. О раздражении нервов электрическими лучами // *Вестник медицины*. 1897. Т. 11. № 4. С. 69–71.

2. Лукьянова С.Н. *Электромагнитное поле СВЧ диапазона как раздражитель для центральной нервной системы* // М. ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. 2015. 200 с.

3. Григорьев Ю.Г., Григорьев О.А. *Сотовая связь и здоровье, электромагнитная обстановка, радиобиологические и гигиенические проблемы, прогноз опасности*. // М. Экономика. Издание 2-е, переработанное. 2016. 574 с.

4. Baltrenas P., Buckus R. *Indoor measurements of the power density close to mobile station antenna*// The 8th International Conference Environmental engineering. Selected papers. May 19-20, 2011, Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, Lithuania P.16–21.

5. Atanasova G., Atanasov N. *An investigation of EMF power density distribution from GSM/UMTS base station in URBAN AREA* 6th International Workshop on Biological Effects of Electromagnetic Fields, 10th–14th October 2010 Turkey.

6. Oivelra C., Sebastiao D., Carpinteiro G., Correia L., M., Fernandes C.A., Serralha A., Marques N. *The moni T project: Electromagnetic Radiation Exposure Assessment in Mobile Communications*// *Antennas and Propagation Magazine, IEEE*. Issue Date Feb. 2007 Volume 49 Issuel. P. 44–53.

7. *IGNIRP (1998) (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), Guidelines for*

вижной сотовой связи на здоровье населения и управление рисками. Дис. док. биол. наук. М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. 2012.

Problems of Electromagnetic Environmental Pollution

O.A. Grigoriev, Russian national committee on protection against not ionizing radiation; Moscow

Yu.B. Zubarev, CJSC Moscow Research Television Institute; Moscow

A.S. Prokofieva, Russian national committee on protection against not ionizing radiation; Moscow

e-mail: nashome@mail.ru

Summary. In this article the questions bound to the statement of World Health Organization for electromagnetic environmental pollution are considered. The analysis of the sources forming this pollution is carried out. The conclusion that factors of electromagnetic environmental pollution first of all influence as a stimulus of the central nervous system is drawn.

Keywords: electromagnetic field, pollution, base stations, cellular communication.

References:

1. Danilevskiy V.Ya. About irritation of nerves electric beams. *Messenger of medicine*. 1897. Volume 11. No. 4. pp. 69–71.
2. Lukyanova S.N. The electromagnetic field microwave oven of range as a stimulus for the central nervous system. *Federal Medical Biophysical Center. A. I. Burnazyana of Federal Medicobiological agency of Russia*. 2015. Moscow, 200 p.
3. Grigoriev Yu. G., Grigoriev O. A. Cellular communication and health, electromagnetic situation, radiobiological and hygienic problems, forecast of danger. *Economy. 2nd Issuing processed*. 2016. Moscow, 574 p.
4. Baltrenas P., Buckus R. Indoor measurements of the power density close to mobile station antenna. *The 8th International Conference Environmental engineering. Selected papers*, 2011, Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, Lithuania P. 16–21.
5. Atanasova G., Atanasov N. An investigation of EMF power density distribution from GSM. *UMTS base station in URBAN AREA 6th International Workshop on Biological Effects of Electromagnetic Fields*, 10th – 14th October 2010. Turkey.
6. Ovelira C., Sebastiao D., Carpinteiro G., Correia L., Fernandes C.A., Serralha A., Marques N. The moni T project: Electromagnetic Radiation Exposure Assessment in Mobile Communications. *Antennas and Propagation Magazine, IEEE*. Issue Date Feb. V. 49. 2007. Issuel. pp. 44–53.

7. IGNIRP (1998) (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection). *Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields* (up to 300 GHz). *Heath Physics* 74(4). pp. 494–522.

8. Powley Jack. *Wireless Networks – Regulatory Good Practice Proceedings WHO International Workshop on Base Stations and Wireless Networks Exposures and Health Consequences*. June 15-16, 2005. Geneva, Switzerland, pp. 145–156.

9. Presman A.S. *Electromagnetic fields and wildlife. Science*. 1968. Moscow, 288 p.

10. Serdyuk A. M. Interaction of an organism with electromagnetic fields as with an environment factor. *Book: «Naukova thought»*. 1977. 228 p.

11. Osepchuk S.M., Petersen R.C. Safety standards for exposure to electromagnetic fields. *IEEE Microw Mag* 2. 2001. pp. 57–69.

12. Repacholi M.H. Development of standards- Assessment of health hazards and other factjrs, in *Biological Effects and Dasimetry of Nonionizing Radiation: Radiofrequency and Microwave Energies*, Eds, Grandolfo [M., Michaelson S.M., Rindi A. Plenum Press. 1983, pp.611-625.

13. Bianchi C., Meloni A. Nataral and man-made terrestrial electromagnetic noise: *an outlook ANNALS OF GEOPHYSICS*. V. 50, No.3. June 2007. pp. 435–445.

14. Tell R.F., Mentipli E.D. Training of the population, OVCh. In the book: *Tr. Institute of engineers on electrical equipment and radio electronics of «TIER». The translation from English – the World*. 1980.V. 68, No. 1. Moscow. pp. 8–15.

15. Dumanskiy Yu. , Serdyuk F.M., Los I.P. Influence of electromagnetic fields of radio frequencies on the person. *Health*. Kiev. 1975. 159 p.

16. Tomitsch J., Dechant E. Trends in residential exposure to electromagnetic fields from 2006 to 2009.

17. Thuroczy G., Gajsek P., Samaras T., Wiart J. Report on the Level of Exposure (frequency, patterns and modulation) in the European Union Part 1: *Radio frequency (RF) radiation Deliverable Report D4 of EHFRRAN project*. Executive Agency for health and Consumers Framework on the Programme of Community Action in the Field of Health 2008-2013. August 2010.

18. Shachar A., Hareuveny R., Margaliot M., Shani G. Environmental radio frequency radiation (RFR) levels in Israel. *The 22nd Conference of the nuclear Societies in Israel*. 2004.

19. IARC/A/ WHO. Glassifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans. *Press Release No. 208*. 31 May 2011. 3 p.

20. Hardell L., Sage C. Biological effects from electromagnetic field exposure and public exposure standards, *Biomed Pharmacother* 62. 2008. pp.104–109.

21. Grigoriev O.A. Radiobiological assessment of impact of an electromagnetic field of mobile cellular communication on health of the population and risk management. Thesis of the Dr.Sci.Biol. *Federal Medical Biophysical Center. A. I. Burnazyana of Federal Medicobiological agency of Russia*. 2012. Moscow.