

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Мобильные телефоны и здоровье пользователей

Ю.Б. Зубарев, советник генерального директора МНИТИ, чл.-корр. РАН; д.т.н., профессор; osa@mnniti

УДК 621.395.6:504.055

Аннотация. Рассматриваются вопросы влияния электромагнитного поля (ЭМП) на человека. В малых дозах и на малых временных интервалах ЭМП широко применяется в физиотерапии при оказании медицинской помощи при заболеваниях разных органов. В системах мобильной связи используется параметр «качество сигнала». Показано, что этот параметр достигается при увеличении мощности источников излучения до вредных для организма человека значений.

Ключевые слова: сотовая связь, электромагнитное поле, электромагнитное излучение, радиочастотный диапазон, мобильная связь, мобильный телефон, мобильный терминал, базовая станция.

ВВЕДЕНИЕ

Начало изучения биологического действия переменного электромагнитного поля (ЭМП) в 1895 г. профессором В.Я. Данилевским [1] практически совпадает с изобретением беспроводного телеграфа А.С. Поповым. Пионерами исследования биоэффектов ЭМП в России конца XIX века можно также назвать Н.Г. Ушинского, С.И. Костина и А.М. Воробьева. Уже тогда был поставлен вопрос: влияет ли на физиологию человека специфическое биологическое действие ЭМП радиочастоты (РЧ) малой интенсивности, или только тепловое действие способно привести к заметным эффектам [2].

В связи с массовым внедрением источников ЭМП в промышленности в начале 1950-х гг. были развернуты плановые гигиенические исследования с целью охраны здоровья людей, работающих с такими источниками. Тогда же академиком А.А. Летаветом была организована Лаборатория ЭМП в НИИ гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР, которую возглавила профессор З.В. Гордон. Лаборатория должна была разработать научную методологию оценки опасности ЭМП и мероприятия по обеспечению безопасности в производственных условиях.

В начале 1960-х гг. на обсуждение научной общественности были поставлены вопросы о безопасном уровне ЭМП для населения [3], о необходимости разработки норм в условиях локального облучения головы, критериев безопасности и методов контроля для источников ЭМП СВЧ-диапазона (СВЧ), а также безопасности уровня 10 мкВт/см² для работы с промышленными ламповыми установками. Позже возникла практическая необходимость обеспечения безопасности населения, проживающего вблизи мощных источников ЭМП РЧ. Впервые в стране был установлен обязательный предельно допустимый уровень ЭМП диапазона частот от 3 до 30 МГц для населения, составивший 0,2 В/м.

В начале 1970 г. нормируемый диапазон частот был существенно расширен. Документом устанавливался предельно допустимый уровень (ПДУ) для населения в диапазоне СВЧ (300 МГц – 300 ГГц) интенсивностью облучения не выше 1 мкВт/см². Впоследствии значение ПДУ в диапазоне 300 МГц – 300 ГГц составило 5 мкВт/см², а показатель для населения, равный 1 мкВт/см², был отменен.

Первым практическим результатом решения поставленной задачи стал документ «Временные санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электромагнитных полей, создаваемых радиотехническими объектами (ВСН №2963–84)». Основные нормы ПДУ ЭМП, несмотря на временный статус принятого в 1984 г. документа, действуют до настоящего времени. В частности, предельно допустимые уровни ЭМП РЧ для населения (круглосуточное непрерывное облучение) для диапазонов 300–3000 МГц и 3–30 ГГц составляют по 10 мкВт/см².

Санитарно-эпидемиологическое нормирование ЭМП РЧ для подвижной сотовой связи в России началось в 1994 г., когда был принят временный гигиенический норматив ГН2.1.8/2.2.4.019-94 «Временные допустимые уровни (ВДУ) воздействия электромагнитных излучений, создаваемых системами сотовой радиосвязи». Для абонентских терминалов, работающих в диапазонах частот 400–1200 МГц, с учетом нерегулярно повторяющихся сеансов связи, ПДУ плотности потока энергии (ППЭ) был принят равным 100 мкВт/см² [4, 5].

Продолжительность пользования сотовым телефоном была оценена на основе данных социологической службы «Мониторинг». 85% населения разговаривают менее 1 ч в сутки. Таким образом, расчетное значение энергетической нагрузки 100 мкВт·ч/см² оказывалось меньше, чем рассчитанное по ВСН №2963-84 для на-

селения, т.е. $240 \text{ мкВт} \cdot \text{ч}/\text{см}^2$. Тем не менее предложенное значение $100 \text{ мкВт}/\text{см}^2$ было введено в качестве не ПДУ, а ВДУ, что предполагало проведение дополнительной научно-исследовательской работы по обоснованию его надежности.

В период 1998–2000 гг. в НИИ медицины труда РАМН под руководством профессоров Ю.П. Пальцева и Н.Б. Рубцовой были проведены комплексные исследования по обоснованию новых гигиенических нормативов для подвижной радиосвязи, завершившиеся принятием в 2003 г. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи». В соответствии с требованиями этого документа, ВДУ ЭМП непосредственно у головы пользователя в конкретных диапазонах частот не должны превышать значений:

- от 27 до 30 МГц — 45 В/м;
- от 30 до 300 МГц — 15 В/м;
- от 300 до 2400 МГц — $100 \text{ мкВт}/\text{см}^2$.

На основании Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 №52-ФЗ все перечисленные выше нормативы носят обязательный характер и их требования должны соблюдаться на всей территории России.

Плотность потока энергии эквивалентной плоской волны, выраженной в $\text{мкВт}/\text{см}^2$, характеризует степень воздействия электромагнитного излучения мобильного телефона в диапазоне 300–2400 МГц (по СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03) на организм человека.

В соответствии с п. 3.6 документа «Электромагнитные поля в производственных условиях» (СанПиН 2.2.4.1191-03), утвержденном Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 30.01.2003 для частот 30 кГц — 300 ГГц, было установлено максимально-допустимое значение ППЭ высокочастотного излучения на производстве для частей тела работника (кроме кисти рук), равное $1000 \text{ мкВт}/\text{см}^2$. Особо следует отметить, что в СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 впервые рекомендовано максимально возможное сокращение времени пользования системами сотовой связи и ограничение использования их лицами, не достигшими 18 лет, женщинами в период беременности, людьми, имеющими имплантированные устройства (приборы) ритмов. Представленные нормативы рассчитаны на период работы средства связи на передачу не более 30 мин в сутки.

Опираясь на положения учения И.П. Павлова, из которого следует, что функциональная деятельность организмов является результатом приспособления к определенным условиям внешних воздействий, патология наступает в результате превышения привычных уровней и «полома» систем адаптации. В здоровье человека вначале не происходит качественных изменений, однако превышение какого-то уровня и длительное воздействие фактора обуславливают появление предболезненной стадии, а затем развивается клиническое

заболевание. Таким образом, наступает порог вредного действия (ПВД) [6].

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭМП В МОБИЛЬНОЙ РАДИОСВЯЗИ

В организме человека всегда циркулируют электрические токи, которые играют существенную роль в его функционировании. Все нервные сигналы передаются посредством электрических импульсов. Большинство биохимических реакций (начиная от реакций, протекающих при усвоении пищи и заканчивая реакциями, связанными с мозговой активностью) обусловлены электрическими процессами.

Влияние внешнего ЭМП на организм человека и составляющие его клетки определяются, в основном, частотой и интенсивностью этого поля. Частота ЭМП представляет собой число колебаний, или циклов, проходящих через определенную точку в единицу времени (секунду). Низкочастотные ЭМП проходят сквозь тело человека, не претерпевая значительного ослабления.

Радиочастотные поля (РЧП) проникают в биологические объекты на небольшие расстояния. Энергия этих полей поглощается и превращается в энергию движения молекул. Трение между молекулами, вызванное движением, приводит к выделению тепловой энергии и повышению температуры. Уровни облучения населения РЧП в нормальных условиях намного ниже уровней, способных вызвать значимое нагревание.

Научные данные говорят о том, что действие низкоинтенсивных РЧП не приводит к неблагоприятным последствиям для здоровья человека. Результаты некоторых исследований показывают, что при использовании мобильными телефонами могут наблюдаться различные эффекты, включая изменения в активности мозга, скорости реакции и характере сна. Усилия ученых сконцентрированы на изучении вопроса: приводит ли долговременное облучение низкоинтенсивными РЧП к неблагоприятному воздействию на здоровье человека. Некоторые исследования свидетельствуют об отсутствии убедительных доказательств увеличения риска рака головного мозга у пользователей мобильных телефонов. Однако технология слишком новая, чтобы исключить возможные отдаленные эффекты долговременного воздействия.

Мобильные телефоны и их базовые станции (БС) характеризуются различным уровнем облучения. Облучение РЧП намного выше для пользователей мобильных телефонов, чем для людей, проживающих вблизи БС мобильной телефонной связи. Не считая редких сигналов, передаваемых для поддержания связи с БС, мобильный телефон передает радиочастотную энергию только во время разговора. Уровни воздействия БС являются крайне низкими даже при проживании пользователя в непосредственной близости к БС [8].

Учитывая широкое распространение и использование в мире мобильных телефонов (свыше 5,0 млрд шт.), степень научной неопределенности и уровень

обеспокоенности общества, необходимо всем странам-пользователям продолжить проведение строгих научных исследований с доведением их результатов до общественности.

Современные технологии предлагают широкий спектр выгод и благ для общества. Однако технический прогресс всегда связан с нанесением вреда и рисками. В начале XX века людей беспокоили возможные неблагоприятные последствия для здоровья от пользования электрическими лампами и проводной телефонной связью. В то же время никаких неблагоприятных эффектов обнаружено не было, и эти технологии стали незаменимой частью повседневной жизни человека.

Общество, обеспокоенное внедрением и использованием новых технологий, часто оказывает сопротивление только по причине незнания и чувства опасности от воздействия, которое не ощутимо человеком. Для того чтобы понять как риски воспринимаются людьми, необходимо выяснить различия между такими понятиями как опасность и риск для здоровья человека. Опасность — это причина или набор обстоятельств, которые потенциально могут причинить вред здоровью человека. Риск представляет собой вероятность того, что здоровью человека будет причинен вред от определенной опасности. Вождение автомобиля — опасность, вождение автомобиля на высокой скорости — риск: чем выше скорость, тем выше риск. Любая деятельность сопровождается риском. В жизни нет событий, происходящих с нулевым риском.

Однако в некоторых ситуациях человек не способен контролировать риск. Особенно это касается риска, связанного с воздействием ЭМП. Поскольку человек не видит ЭМП, ему трудно оценить риск и контролировать его воздействие. Это также усугубляется тем, что человек не воспринимает прямой угрозы от воздействия. Поэтому общественное восприятие риска будет зависеть от внешних факторов, которые включают имеющуюся научную информацию и информацию, распространяющуюся через СМИ или другими способами. Различное восприятие риска обусловлено также природой риска. Чем больше факторов воздействуют на восприятие риска обществом, тем больше обеспокоенность людей.

Знание рассматриваемой технологии или ситуации помогает снизить уровень воспринимаемого риска. Он увеличивается в случае, когда технология или ситуация, например воздействие ЭМП, является новой, незнакомой или трудной для понимания. Воспринимаемый риск может быть значительно повышен при неполном научном знании о потенциальных последствиях воздействия рассматриваемой ситуации или технологии на здоровье человека.

Человек чувствует себя под меньшим риском, если его выбор является осознанным, собственным. Человек, который не пользуется мобильным телефоном, может воспринимать риск от воздействия относительно низких РЧП от БС мобильной телефонной связи как

высокий. Однако пользователи мобильных телефонов обычно воспринимают риск от воздействия более интенсивных РЧП от мобильных телефонов как низкий. Предполагаемый риск может быть снижен, если будут учтены факторы, связанные с его восприятием. Пока не будет разработана эффективная система информирования общественности и построен эффективный диалог между учеными, государственными органами, промышленностью, здравоохранением и населением, новые технологии, связанные с воздействием ЭМП, будут восприниматься с недоверием и страхом.

В России мобильной связью пользуется практически все население страны, причем 40% абонентов бесстрашно используют устаревший стандарт GSM. Вопросы безопасности собственного здоровья не интересуют многих. Между тем причин для волнения более чем достаточно [6]. Оценивать безопасность (или опасность) применения мобильных телефонов следует исходя из длительности воздействия высокочастотного электромагнитного излучения — вредного для здоровья человека. Это никем не оспаривается. Изготовители и потребители с пониманием и одобрением относятся к защитным экранам и другим мерам, принимаемым для уменьшения воздействия ЭМИ при работе компьютеров, СВЧ-печей, телевизоров и других приборов.

Официальная позиция фирм-производителей мобильных телефонов хорошо известна. Выпускаемые ими телефоны (речь идет только о легально ввозимых), если сертифицированы согласно всем существующим в данной стране техническим и санитарным нормам, то — безвредны. Сейчас наибольшее распространение получают мобильные терминалы UMTS, соответствующие по выходной мощности 3-му класс (250 мВт). На начальной стадии установления соединения передача начинается с небольшого уровня, который рассчитывается мобильным терминалом исходя из уровня принимаемого сигнала, тем меньше выходная мощность терминала при начале сеанса [9].

Выходные мощности мобильных терминалов, работающих в сетях LTE, из разнообразия вариантов максимальных выходных мощностей передатчиков остановились практически на одном 3-м классе (200 мВт). Принцип управления выходной мощностью в LTE похож на UMTS. Мобильный терминал начинает сеанс связи с небольшой выходной мощностью, рассчитанной исходя из уровня предписанного БС и прогнозируемого затухания сигнала на пути до БС. После установления связи БС принимает на себя управление выходной мощностью передатчика мобильного телефона и может отсылать команды управления до 1000 раз в секунду.

Помимо основного передатчика современные мобильные терминалы имеют в своем составе устройства Bluetooth и Wi-Fi, которые тоже могут излучать радиосигналы. Bluetooth работает в диапазоне частот, выделенном для промышленных, научных и медицинских

целей, т.е. 2,400–2,4835 ГГц. В Российских требованиях к мобильным терминалам GSM–UMTS–LTE разрешенная выходная мощность дополнительных передатчиков (в том числе и Bluetooth) ограничена уровнем 2,5 мВт, т.е. 2-м классом.

В европейских требованиях выходная мощность передатчиков абонентских терминалов Wi-Fi ограничена 100 мВт (+20 дБм). В российских нормах присутствует правовая коллизия. С одной стороны, во всех Правилах использования абонентских терминалов, установленных для сетей GSM, UMTS и LTE, введено ограничение на выходную мощность вспомогательных передатчиков, работающих в диапазоне 2,400–2,4835 ГГц, на уровне не более 2,5 мВт. С другой стороны, в реальных абонентских терминалах (телефонах, роутерах и т.п.) выходные мощности передатчиков Wi-Fi соответствуют европейским ограничениям и обычно (по сертификационным документам) не превышают 60–70 мВт.

Представителем «Центра гигиены и эпидемиологии» г. Москвы были даны рекомендации по ограничению использования сотовых телефонов:

- максимально сокращать время разговора по мобильному телефону;
- ограничить время пользования мобильным телефоном лицами, не достигшими 18 лет, женщинами в период беременности, людьми, имеющими имплантированные приборы ритма;
- учитывать, что мобильные телефоны, работающие в стандарте IMT – MC-450, излучают значительно меньше (в 10–20 раз), чем работающие в стандарте GSM.

ЭМП КАК ИСТОЧНИКИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ

Рассмотрим влияние ЭМП на человека в период его лечения. Человек – электромагнитная система, которая формировалась электромагнитными полями Солнца, Луны и Земли. Это те поля и излучения, которые присущи для человеческого организма на клеточном уровне. Мобильный телефон – это великое творение человечества, которое нарушает своим воздействием природную электромагнитную связь человеческой клетки с привычным ЭМП.

Остановимся на применении дециметровых, сантиметровых, миллиметровых волн и результатах их воздействия на организм человека [7]. Метод применения в лечебных целях ЭМП ультравысокой частоты (УВЧ) (ЭМП УВЧ 40,68 МГц и 27,12 МГц), в котором электрическая составляющая преобладает над магнитной, называется УВЧ-терапией. Коэффициент поглощения

тканями энергии ЭМП УВЧ невысок и поле проникает не на всю глубину любой части тела.

В основе механизма лечебного действия ЭМП УВЧ лежит его влияние на электрически заряженные частицы (ионы, электроны, молекулы), из которых состоят ткани организма человека. Чем большее количество энергии поглощается тканями, тем сильнее проявляется тепловое действие. При отсутствии теплового эффекта, при малой интенсивности воздействия проявляется специфическое действие электрического поля УВЧ. В целом ЭМП УВЧ в определенных пропорциях оказывает человеку выраженное противовоспалительное, обезболивающее, спазмолитическое действие, стимулирующее защитные силы организма.

СОТОВЫЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

В Российской Федерации работают несколько федеральных и территориальных систем мобильной связи общего пользования в разных диапазонах частот: система GSM-1 (890–915 МГц и 935–960 МГц); GSM-2 (1710–1785 МГц и 1805–1880 МГц); 3G (1920–1980 МГц и 2110–2170 МГц); 4G (2500–2700 МГц) и др. Сведем приведенные данные в таблицу, из которой следует, что все мобильные системы общего пользования работают в дециметровом СВЧ-диапазоне волн с длиной волны в интервале от 10 до 30 см.

Сегодня мобильная телефонная связь – одна из современных и быстро развивающихся телекоммуникационных систем. В РФ около 150 млн человек являются пользователями мобильных систем. Наиболее востребованными мобильными системами являются МТС, Билайн, Мегафон и Теле-2. Постепенно увеличивается спрос на более скоростные системы 3G и 4G. Все перечисленные системы являются источниками электромагнитных волн.

Отечественные и зарубежные ученые экспериментально доказали высокую биологическую активность ЭМП всех мобильных систем общего пользования, функционирующих в дециметровом СВЧ-диапазоне волн [10]. Как отмечают ученые, биологические эффекты воздействия электромагнитных волн определяются их биотропными параметрами: интенсивностью, частотой, формой сигнала, локализацией, экспозицией и др. [11], а также свойствами живого объекта – исходным функциональным состоянием, возрастом, полом и др.

На рубеже тысячелетий достаточно неожиданно для ученых и работников здравоохранения самым массовым источником ЭМП стала сотовая радиосвязь. Сотовая связь – это наиболее распространенный вид подвиж-

Частотные диапазоны (сантиметровые) мобильных систем

Направление излучения	GSM-1	GSM-2	3G	4G
Линия вверх (мобильный телефон – БС)	33,70 – 32,78 см	17,54 – 16,80 см	15,62 – 15,15 см	11,99 – 11,67 см
Линия вниз (БС – мобильный телефон)	32,08 – 31,25 см	16,62 – 15,95 см	14,21 – 13,82 см	11,44 – 11,12 см

ной радиосвязи, техническую основу которой составляют два ключевых элемента, являющиеся гигиенически значимыми источниками ЭМП: базовые станции и абонентские терминалы. Население многих стран сталкивается с ними ежедневно. Всемирная организация здравоохранения ввела термин «электромагнитное загрязнение окружающей среды». За 24 года развития сотовой связи население России постепенно погружалось в «пучину» электромагнитных волн, в то время как сохранялась парадигма гигиенического нормирования ЭМП, основанная на минимизации воздействия.

Эта ситуация в определенной мере стала неожиданной и для населения, которое прошло несколько стадий восприятия мобильной связи как источника ЭМП. Время массового развития сетей мобильной связи запомнилось многочисленными фобиями, паническими настроениями и активными столкновениями недовольного населения с сотрудниками компаний мобильной связи. Затем панические настроения затихли и маятник социального восприятия проблемы качнулся в сторону безразличия, граничащего с безалаберностью. Когда пришло понимание, что с мобильной связью предстоит жить поколениям, стал вопрос: как организовать свою жизнь, чтобы воздействие вредного ЭМП не привело к развитию заболеваний? Изменилось и построение системы безопасности населения. Понятие «оценка риска» и «управление риском» прочно вошли в лексикон гигиенистов, а также радиобиологов.

Сто процентов населения нашей страны находится в контакте с ЭМП — вредным фактором окружающей среды. Аналогов среди других видов воздействия нет: химия, ионизирующая радиация — это локальные факторы. Поэтому актуальность построения системы научно обоснованного управления риском ЭМП мобильной связи для населения — высочайшая, а цена ошибки — огромная.

Всемирная организация здравоохранения поставила «электромагнитную тему» в число глобальных проблем человечества и уже 18 лет ведет специальный международный проект, в котором объединила усилия ученых более полусотни стран мира. Понимание сложности проблемы и адекватное восприятие недостаточности научных знаний привели к возникновению принципа предупредительной политики. Разумность такого подхода подтверждена решением Международного агентства по исследованию рака ВОЗ в 2011 г., классифицировавшего ЭМП мобильных телефонов как возможный канцероген по рискам развития глиом у пользователей при длительной эксплуатации мобильных телефонов (более 10 лет). Результаты экспериментов на животных позволили экстраполировать их на человека и выработать ряд важных положений, связанных с безопасностью как взрослого человека, так и ребенка.

С 1994 г. Россия одна из первых стран в мире стала проводить планомерный инструментальный контроль интенсивности ЭМП радиочастот, создаваемых БС со-

товой радиосвязи, получая и обобщая данные о характеристиках электромагнитной обстановки. К сожалению, такой контроль не проводился повсеместно, он отсутствовал в Санкт-Петербурге, Нижнем Новгороде и ряде других городов России.

Подвижная радиосвязь стала неотъемлемым звеном нашей жизни. Население России добровольно широко использует сотовую связь. Однако мы должны понимать, что все группы населения подвергаются практически постоянному электромагнитному облучению. Впервые за всю историю цивилизации ежедневно дробно облучается ЭМП РЧ головной мозг пользователей мобильных телефонов, ставший критическим органом. В группу риска вошли дети, и по условиям электромагнитной нагрузки на организм они могут быть приравнены к профессионалам.

Научных базовых данных для оценки электромагнитной безопасности сотовой связи недостаточно. Полностью отсутствуют данные о возможном развитии отдаленных последствий у детей после длительного облучения ЭМП развивающегося головного мозга ребенка. Авторы фундаментальных работ впервые выделили в отдельную группу риска детей и подростков. К тому же определены системы организма, критические к данному виду воздействия: центральная нервная система, головной мозг и иммунная система. По данным, опубликованным в 2009–2010 гг. Росстатом и ЮНИСЕФ, по отношению к 2000 г. на 85% выросло число заболеваний центральной нервной системы у подростков 15–17 лет, на 36% — диагноза «эпилепсия, эпилептический статус», на 11% — «легкой умственной отсталости», на 82% — заболеваний крови и нарушений иммунного статуса.

Открытым остается вопрос: при каких условиях биологическая реакция на воздействие ЭМП мобильного телефона может вызвать развитие патологии? То, что патология возможна в 2012 г. подтвердило Международное агентство по исследованию рака ВОЗ, классифицировав ЭМП мобильного телефона как возможный канцероген, и присвоило ему адекватный класс опасности. Как было уже сказано, необходимо руководствоваться предупредительным принципом в разработке стратегии социально-экономической политики в области здравоохранения. Это означает, что лучше переоценить опасность, чем недооценить ее.

Главным показателем любой системы связи является качество, помехоустойчивость ее работы, возможность противостоять различным помехам. Качество будет достигаться при определенных соотношениях сигнал/помеха в канале связи, а это будет зависеть от мощности излучения как БС, так и мобильного телефона. Воздействие излучения мобильного телефона на организм человека-абонента, в первую очередь на его мозг, с учетом времени разговора по телефону, будет определять степень безопасности организма клиента. Чем больше длительность разговора абонента, превышающая рекомендованную продолжительность суточного разговора,

тем больше вероятность нанесения вреда здоровью человека [4]. Степень облучения мобильным телефоном мозга человека зависит от конструкции терминала и, в частности, от места расположения антенны в телефоне. С их помощью можно снизить мощность излучения на мозг в пределах 30–50 % [12], но возникает проблема облучения «кисти руки».

Сеть сотовой связи состоит из прилегающих друг к другу радиочаек, обеспечивающих полный охват зоны обслуживания (город, область, район). В каждой ячейке имеется базовая приемопередающая станция, которая осуществляет связь между мобильными телефонами, принадлежащими абонентам сети. БС могут передавать сообщения от мобильных телефонов ТФОП и обратно. Максимальная излучаемая мощность БС составляет от 20 до 100 Вт и может колебаться в течение суток в широких пределах. Проведенными исследованиями установлено, что вблизи мест размещения БС уровни ЭМП не превышают гигиенических нормативов [4]. Каждый новый проект на строительство БС согласовывается с органами Госсанэпиднадзора с расчетом зон санитарной защиты и ограничения застройки.

Взаимодействие ЭМИ с биологическими объектами приводит к поглощению в них части энергии излучения, вследствие чего существует потенциальная возможность возникновения различных эффектов облучения. Для определения общего количества поглощенной биологическим объектом энергии служит удельный коэффициент поглощения электромагнитной энергии – SAR (англ. Specific Absorption Rate) – показатель, определяющий энергию ЭМП, выделяющуюся в тканях тела человека за 1 с. Данным показателем, в частности, измеряют величину вредного воздействия мобильных телефонов на человека. Единицей измерения SAR является Вт/кг [13]. Приведем действующие на сегодня нормы:

- в Европе допустимое значение излучения составляет 2 Вт/кг на 10 г тканей;
- в США используется другая система измерений. Федеральная комиссия по связи (FAC) сертифицирует только те сотовые аппараты, SAR которых не превышает 1,6 Вт/кг на 1 г тканей;
- в России норма излучаемой мощности составляет 100 мВт/см².

Исследования, проведенные в Европе, показали, что нормативные уровни излучения от 0,3 до 2 SAR не могут быть абсолютно безопасными для здоровья человека. Согласно [4], для рабочего диапазона частот 400–1700 МГц нормируемыми параметрами излучений систем сотовой связи являются поверхностная плотность потока энергии (ППЭ) и энергетическая нагрузка (ЭН) на организм человека. ППЭ измеряется в единицах поверхностной плотности мощности (Вт/м², мВт/см², мкВт/см²), ЭН выражается произведением ППЭ на время воздействия T (ЭН = ППЭ × T, Вт/м², мВт/см², мкВт/см²).

Таким образом, гигиеническими нормативами рекомендовано пользоваться мобильным телефоном в сутки

с общей продолжительностью разговоров до 30 мин [4] и с паузами достаточной длительности. При большей длительности разговоров необходимо применить Bluetooth. В этом случае ЭМИ на голову человека будет снижено. Подсчитаем энергетическую нагрузку на мозг человека. Площадь головы человека среднего размера составляет порядка 1200 см². Учитывая, что облучается одна сторона головы, разделим пополам:

$$\text{ЭН} = 100 \text{ мкВт/см}^2 \times 600 \text{ см}^2 \times 1 \text{ ч} = 0,06 \text{ Вт}\cdot\text{ч}.$$

Как показал прикидочный расчет, энергетическая нагрузка на мозг человека составляет 0,06 Вт·ч при 1 ч непрерывного разговора, при 2 ч – 0,12 Вт·ч, при 3 ч – 0,18 Вт·ч и т.д.

Все знают, что такое живая клетка. Ученые установили, что внутри клетки появляются так называемые «свободные радикалы», которые воздействуют на клетку изнутри, разрушают или видоизменяют ее. Свободные радикалы – это атомы, имеющие на внешней орбите свободный «непарный» электрон. Такой электрон всегда стремится присоединить к себе другой электрон, чтобы иметь пару. Свободный электрон очень активен и дополнительная энергия будет способствовать стремлению электрона захватить другой электрон или атом водорода. В клетке свободный радикал возникает как побочный продукт. Скопление количества радикалов в непосредственной близости к клеточной оболочке ведет к ее структурному изменению, повышенной проницаемости клеточной оболочки, проникновению в клетку посторонних веществ. Изменяется режим питания клетки. Она становится более уязвимой перед негативным воздействием извне. Но самое опасное состоит в том, что свободный радикал может оказаться вблизи генетического материала, который записан в молекулах ДНК, находящихся в ядре клетки. Повреждение свободными радикалами ядра ведет к повреждению генетического кода и необратимым паталогическим изменениям. Теряется контроль над процессом деления клеток. Оно становится лавинообразным, неконтролируемым. Именно повреждение гена, ответственного за процесс деления, приводит к возникновению различных видов опухолей. Так свободные радикалы становятся причиной возникновения новообразований, в том числе злокачественных [14].

КАК ЗАЩИТИТЬСЯ ОТ ИЗЛУЧЕНИЯ ТЕЛЕФОНА?

Полностью обезопасить себя от вредного воздействия ЭМП невозможно, однако минимизировать его влияние можно, внимая следующим рекомендациям:

- не разговаривайте по телефону более 5 мин. Исследования, проведенные с помощью энцефалографа, показывают, что по истечении этого времени в головном мозге начинают происходить заметные негативные процессы;
- используйте гарнитуру: чем дальше аппарат от

- головы, тем лучше;
- не разговаривайте по телефону в транспорте: металлическая «коробка» является экраном, ослабляющим сигнал БС;
- старайтесь пользоваться телефоном в местах с хорошим уровнем сигнала: чем лучше покрытие, тем меньше излучение гаджета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Данилевский, В.Я.** О раздражении нервов электрическими лучами / В.Я. Данилевский // Вестник медицины. – 1897. – Т. II, № 4. – С. 69-71.
- 2. Лазарев, П.П.** Биофизика. Сборник статей по истории биофизики в СССР / П.П. Лазарев, П.П. Павлов // Московское общество испытателей природы. – Москва, 1940. – с. 76.
- 3. Кричагин, В.И.** Практические вопросы нормирования облучений полей сверхвысокой частоты / В.И. Кричагин // Вопросы биологического действия сверхвысокочастотного электромагнитного поля. ВМИ им. Кирова. – Ленинград, 1962 – С. 27-28.
- 4. Суворов, Г.А.** Вопросы биологического действия и гигиенического нормирования электромагнитных полей, создаваемых средствами мобильной связи / Г.А. Суворов, Ю.П. Пальцев, Н.Б. Рубцова и др. // Медицина труда и промышленная экология. – 2002. – № 9. – С. 10-18.
- 5. Бузов, А.Л.** Предельно допустимые уровни электромагнитного излучения радиосредств сотовых систем подвижной связи / А.Л. Бузов, Ю.И. Кольчугин, К.В. Никонова и др. // Электросвязь. – 1997. – № 10. – С. 24-25.
- 6. Скогореv, М.** Безопасность сотовых телефонов: точки угроз / М. Скогореv: <http://www.cnews.ru/reviews/free/phones/safe/>
- 7. Ушаков, А.А.** Практическая физиотерапия / А.А. Ушаков. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Изд. ООО «Медицинское информационное агентство», 2009. – 608 с.
- 8.** Электромагнитные поля и здравоохранение. Базовые станции и беспроводные технологии // Издание ВОЗ. Информационный бюллетень № 304. – Май 2006. – 3 с.
- 9.** ВымпелКом (Билайн). Излучение телефонов: мифы и легенды – и отчего зависит мощность передатчика телефона. <http://www.habrahabr.ru/company/beeline/blog/202216/>
- 10. Пресман, А.С.** Организация биосферы и ее космические связи / А.С. Пресман. – М.: ГЕО-СИНТЕГ, 1997. – 239 с.
- 11. Плеханов, Г.Ф.** Основные закономерности низкочастотной электромагнитобиологии / Г.Ф. Плеханов. – Томск: Изд. ТГУ, 1990. – 187 с.
- 12. Савичева, С.А.** Исследование влияния месторасположения микрополосковой антенны мобильного телефона на величину SAR / С.А. Савичева, Т.А. Гайнутдинов // T-Comm. – 2010. – № 8. – С. 33-37.
- 13.** Удельный коэффициент поглощения электромагнитной энергии <http://ru.wikipedia.org/wiki>
- 14.** Биологические активные добавки к пище. – Москва, Компания AMWAY, 2014. – 51 с.

Получено 04.09.18

Обоснование предметной области электромагнитной безопасности

М.Ю. Маслов, директор научно-образовательного центра Филиала ФГУП НИИР – СониИР, доцент, к.т.н.; mikem@soniir.ru
Ю.М. Сподобаев, главный научный сотрудник Филиала ФГУП НИИР – СониИР, профессор, д.т.н.; spod@soniir.ru
М.Ю. Сподобаев, первый заместитель генерального директора ФГУП НИИР, к. т. н.; mspd@niir.ru

УДК 621.396.1;628.518

Аннотация. Излагается методологическая основа ограничений предметной области, позволяющих на любом этапе определять и конкретизировать объект и предмет исследований в области электромагнитной экологии и безопасности. Показана необходимость проведения организационных мероприятий и обсуждений по проблемам электромагнитной безопасности, а также конкретизации целей и задач научно-исследовательских работ.

Ключевые слова: предметная область, электромагнитная безопасность, влияние на человека, мониторинг среды обитания, селитебная территория, поля радиочастот, компетенции экспертов.

ВВЕДЕНИЕ

Эпоха информатизации общества обусловила радикальные изменения всех сфер его деятельности. Беспрецедентный технологический прорыв 20–21 веков своим происхождением обязан многим областям зна-

ний, техники и технологии, которые укрупнено можно представить как физика, техника телекоммуникаций, технологии управления. С уверенностью можно утверждать, что эти области развивались не параллельными