



Рис. 6. Результат воздействия на жесткий диск электромагнитного поля соленоида

на жестком диске ПК. Для расчетов по формуле (5) используем следующие исходные данные:

$I=30$ А — сила постоянного тока, который поступает с диодного моста на соленоид;

$n=540$ — число витков соленоида;

$l=3$ см — длина соленоида.

Подставив данные значения в формулу (5), получим:

$$H = \frac{540 \cdot 30}{3 \cdot 10^{-2}} = \frac{16200}{3 \cdot 10^{-2}} = 540 \frac{\text{kA}}{\text{м}}$$

Полученное значение напряженности электромагнитного поля соленоида достаточно для того, чтобы уничтожить информацию на жестком диске. Результат воздействия

электромагнитного поля соленоида со значением напряженности магнитного поля соленоида, равного 540 кА/м, представлен на рис. 6.

В результате воздействия электромагнитного поля соленоида на жесткий диск ПК происходит разрушение записывающих дисков и сгорание и обугливание устройств считывания/записывания информации. В конечном итоге жесткий диск ПК не подлежит использованию, а хранимая информация — восстановлению.

Закключение

В статье представлено устройство, определяющее три степени опас-

ности: незаконное проникновение злоумышленника в помещение с ПК, подключение к ПК по локальной сети и, наконец, вскрытие системного блока ПК.

При первой и второй степенях опасности осуществляется световая и звуковая сигнализация в помещении охраны; при третьей степени опасности ответственному дежурному предоставляется возможность дистанционного уничтожения информации на жестком диске ПК.

К достоинствам устройства относятся: простой человеко-машинный интерфейс; простота, надежность и низкая стоимость; возможность изготовления в условиях ремонтных мастерских компаний операторов связи.

Литература

1. Черномаз А.П., Цым А.Ю. Устройство для контроля ПЭВМ и гарантированного предотвращения хищения информации с ее жесткого диска/ Патент RU 2 689 193 С2. Начало действия: 2017.04.03. [Электронный ресурс].
2. Блэк Р. Интернет: протоколы безопасности/ Пер. с англ. — СПб.: Питер. 2001. 282 с.: ил.
3. Специальная техника и информационная безопасность/ Учебник: Т.1. Под ред. В.И. Кирина. — М.: Изд-во: Академия управления МВД России. 2000. 783 с.: ил.

Управление электромагнитной обстановкой: баланс между здоровьем и технологиями

УДК 621.396:614.875:614.8.086.5

О.А. ГРИГОРЬЕВ, R&D директор АНО “Национальный научно-исследовательский центр безопасности новых технологий”, председатель Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений, член научного комитета ВОЗ доктор биологических наук, Ю.Б. ЗУБАРЕВ, советник генерального директора ЗАО “МНИТИ”, член-корреспондент РАН профессор, доктор технических наук

История вопроса

Значение электромагнетизма для современной цивилизации в полной мере подчеркивается тем фактом, что наука в современном представ-

лении начинается с трактата Уильяма Гильберта “О магните” (1600 г.), в котором уже анализировалось и влияние электромагнетизма на человека [1]. Хотя Гильберт ссылался на труды ученых Античности и Возрож-

дения по биоэлектромагнетизму, обоснованно можно утверждать, что именно с XVII века параллельно ведутся исследования и природы электромагнетизма, и биологических эффектов этого явления.



Совершенствование технических средств генерации электромагнитного поля (ЭМП) стимулирует развитие экспериментальных методов медико-биологических исследований. Первая в нашей стране серия исследований биологического действия переменного электромагнитного поля проводилась с 1895 г. профессором В.Я. Данилевским, фактически одновременно с изобретением беспроводного телеграфа А.С. Поповым [2].

Первая известная нам статья по вопросу влияния ЭМП на человека в производственных условиях была опубликована в 1926 г., где описывались условия поглощения ЭМП телом человека. В связи с массовым внедрением источников ЭМП в промышленность с начала 1950-х годов были впервые развернуты плановые гигиенические исследования с целью обеспечения охраны здоровья работающих с этими источниками.

Первые в нашей стране обязательные требования к источникам ЭМП были установлены в документе “Временные санитарные правила для работы с промышленными ламповыми установками высокочастотного нагрева”. А в 1958 г. были утверждены “Временные санитарные правила для работы с генераторами сантиметровых волн” от 1 см до 1 м, а также был установлен предельно допустимый уровень (ПДУ) 10 мкВт/см².

В начале 1960-х годов впервые был поставлен вопрос о безопасном уровне ЭМП для населения и о необходимости разработки норм для условий локального облучения головы человека.

30 марта 1970 г. был принят документ “Санитарные нормы и правила при работе с источниками электромагнитных полей высоких, ультравысоких и сверхвысоких частот”, где нормируемый диапазон частот был существенно расширен. Пункт 9 этого документа устанавливал ПДУ для населения в диапазоне 300 МГц — 300 ГГц, причем интенсивность облучения не должна превышать 1 мкВт/см².

Впоследствии большая часть этих значений ПДУ вошла в документ “Санитарные нормы и правила

размещения радиотелевизионных и радиолокационных станций”, который был утвержден в феврале 1978 г. Однако в этом документе для диапазона частот 300 МГц — 300 ГГц был установлен ПДУ 5 мкВт/см², а показатель 1 мкВт/см² был отменен.

В 1977 г. был сделан прогноз, что в перспективе условия облучения ЭМП всего населения и работающего населения сблизятся, и это потребует новых подходов к обеспечению безопасности.

В соответствии с распоряжением Совета Министров СССР от 3 декабря 1983 г. был разработан “План-график научно-исследовательских работ, направленных на разработку гигиенических и технических мероприятий, связанных с размещением передающих радиотелевизионных и радиолокационных станций”. План-график был утвержден постановлением Комиссии Президиума Совета Министров СССР и Госкомитета СССР по науке и технике от 23 ноября 1984 г. В программе была поставлена задача обеспечить баланс научно обоснованных санитарно-эпидемиологических требований к условиям контакта населения страны с источниками ЭМП и тенденций промышленно-технологического развития.

Таким образом, эволюционный процесс развития системы ограничения облучения населения электромагнитными полями формировался во времена социалистической системы хозяйственно-правовых отношений, когда сама возможность строить радиопередающие средства без контроля государства была абсолютно немыслима и контроль за электромагнитной обстановкой был абсолютным. Однако, как показывают дискуссии на [3], в современных условиях санитарные нормы уже не являются фундаментом, на котором основаны мероприятия по защите населения от избыточно го электромагнитного облучения.

В настоящее время “экспозиция” основного населения электромагнитным полем радиочастотного диапазона (РЧ) осуществляется преимущественно системами беспроводной связи. За последние чет-

верть века изменения стандартов беспроводной связи происходят значительно быстрее, чем радиобиологи и гигиенисты могут исследовать их биоэффекты традиционными методами медико-биологического эксперимента. Поэтому радикальные изменения условий облучения населения регулярно ставят вопрос о надежности предельно допустимых уровней ЭМП РЧ [4]. Есть основания полагать, что сложные режимы облучения сетей 4G и 5G имеют существенно выраженный биологический эффект, и только их слабое территориальное распространение предотвращает резкий рост заболеваемости. Основанием для такой гипотезы служат данные, полученные в нашей стране ранее, а также ряд современных исследований, в частности, ведущих ученых США.

Параметры излучения и спектральные характеристики

Как известно, последние поколения сотовой связи 4G (LTE) и 5G ориентированы на передачу большого потока данных и используют пакетно-импульсный режим, многочастотное излучение и некоторые другие особенности, радикально отличающие характер облучения от 1-го — 3-го поколений подвижной связи [5, 6, 7].

Первые данные прямых измерений электромагнитного поля на опытных базовых станциях 5G, опубликованные в этом году Агентством по радиочастотам Франции (ANFR), показывают чрезвычайно сложный для инструментального анализа сигнал, различающийся по характеру формирования у оборудования различных производителей. На рис. 1 приведены примеры временной развертки электромагнитного сигнала опытных сот 5G по данным ANFR, а на рис. 2 — частотной [8].

Исходя из параметров сигнала очевидно, что используемые в настоящее время в России методы расчетного прогнозирования и инструментального контроля электромагнитной обстановки вблизи базовых станций стандартов на основе

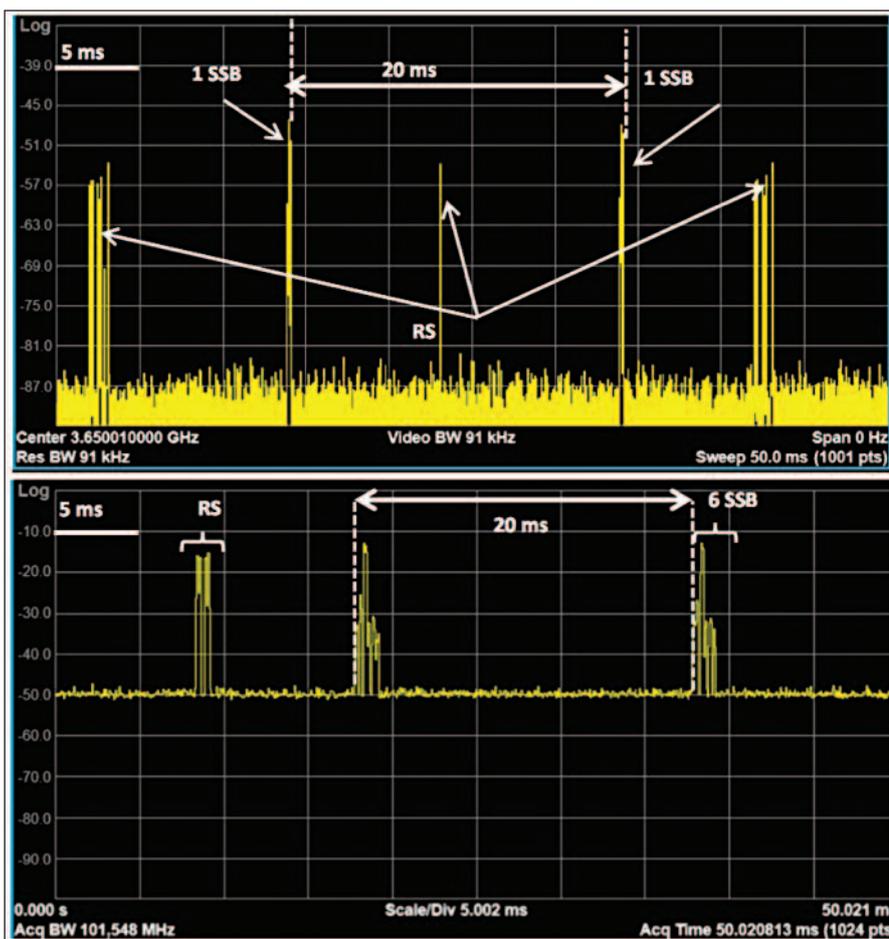


Рис. 1. Примеры временной развертки электромагнитного сигнала опытных сот 5G, по данным ANFR [8]

вариаций модуляции с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM) не пригодны. Одновременно встает вопрос о смысловом

содержании понятия предельно допустимого уровня ЭМП радиочастот “плотность потока электромагнитной энергии” применительно к

задачам предупредительного санитарного надзора. Учитывая, что сети OFDM дополняют существующие источники ЭМП радиочастот, очевидно, что технология проведения измерений ЭМП требует специальной инженерной подготовки и сложного измерительного оборудования.

Важной особенностью сигнала 5G является наличие импульсов с коротким фронтом и относительно высокой амплитудой, что потребовало повышения допустимого предельного уровня ЭМП в коммерческих стандартах безопасности IEEE/ICES в диапазоне до 10 ГГц [9, 10].

Подобные режимы облучения в диапазоне от 1 до 10 ГГц не являются принципиально новыми для отечественной радиобиологии и гигиены неионизирующих излучений. Исследования особенностей модулированных и многочастотных режимов облучения в диапазоне до 10 ГГц проводились в нашей стране с конца 80-х годов прошлого века в рамках упомянутой выше программы Совета Министров СССР — еще до появления коммерческой беспроводной связи, в связи с развитием экспериментальной техники — аппаратуры радиолокационных станций (РЛС), в том числе с активными фазированными решетками, применявшимися в авиации и на флоте. Решались практические вопросы защиты непрофессионально облучаемых, работающих в зоне направленного излучения антенн РЛС и радиопередающих установок, когда отдельные контингенты подвергаются воздействию модулированных электромагнитных излучений от нескольких видов источников на фоне напряженной трудовой и военно-профессиональной деятельности [11, 12].

Результаты отечественных экспериментальных и клинко-физиологических исследований показали, что сложно организованное электромагнитное облучение биологически более эффективно, особенно при многократном и хроническом облучении. Последствия свидетельствуют о снижении неспецифической резистентности организма

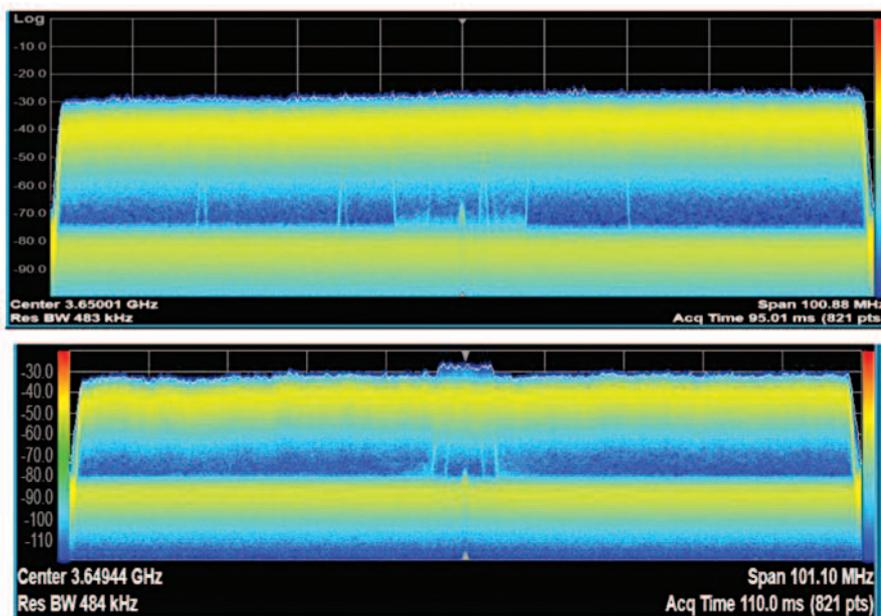


Рис. 2. Примеры частотной развертки электромагнитного сигнала опытных сот 5G, по данным ANFR [8]



при хроническом облучении. Воздействие импульсно-модулированных ЭМП вызывает изменения в состоянии антиоксидантной системы, направленность и степень выраженности которых определяются интенсивностью, длительностью контакта (энергетической нагрузкой) и характером прерывистости облучения.

Степень выраженности биологических эффектов воздействия модулированных многочастотных электромагнитных излучений зависит не только от энергетических параметров излучения, но и от их спектральных характеристик. При этом биоэффекты модулированных многочастотных электромагнитных излучений низкой интенсивности отличаются от облучения одночастотным ЭМП более выраженным и длительным изменением функционального состояния высшей нервной деятельности, более выраженной интенсификацией пероксидации в тканях головного мозга [12]. Последнее заслуживает особого внимания, так как в 2019 г. в решении научно-консультативной группы перспективного планирования Международного агентства по исследованию рака (IARC) именно оксидативный стресс в клетках головного мозга назван в качестве доказанного механизма развития рака при облучении электромагнитным полем радиочастот, а сам фактор отнесен к наивысшим приоритетам IARC, требующим уточнения канцер-классификации не позднее 2022 — 2024 гг. [13].

Согласно экспериментальным данным, полученным нашими коллегами, усложнение режима электромагнитного облучения, обусловленное увеличением числа изменяющихся параметров, в том числе пакетно-импульсная модуляция, интерметирующий режим экспозиции, облучение в режиме биологических частот, при сохранении плотности потока электромагнитной энергии (ППЭ) в импульсе менее 500 мкВт/см^2 способно повысить его биологическую значимость до раздражителя нервной системы средней силы при “экспозиции”, не превышающей 30 минут, а при увеличе-

нии продолжительности облучения может быть сильным раздражителем, вызывающим дезадапционные изменения [14, 15].

Действующие в настоящее время базовые предельно допустимые уровни ЭМП радиочастот для населения разработаны с использованием результатов экспериментов с применением немодулированного одночастотного облучения экспериментальных животных, а неопределенность прогноза биоэффекта при сложных режимах облучения учтена коэффициентом гигиенического запаса. Базовые эксперименты по установлению ПДУ ЭМП радиочастот в 2006 — 2008 гг. были воспроизведены с нашим участием и под контролем представителей Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), полностью подтвердив результаты исследований 1970-х — 1980-х годов [16]. По общепринятому представлению в нашей стране жесткие ПДУ ЭМП радиочастот полностью доказали свою эффективность и надежность в период до массового развития беспроводной связи. Тем не менее рядом наших коллег была выдвинута гипотеза о необходимости увеличения коэффициента гигиенического запаса, основанная на анализе обобщенных показателей характеристики адапционных процессов в организме при хроническом воздействии электромагнитных полей радиочастот. По их мнению, при хроническом воздействии импульсного модулированного ЭМП радиочастот (ЭМП РЧ) нетепловых интенсивностей происходит снижение резервов организма и уменьшаются его адапционные возможности, что увеличивает риск заболеваний.

Поэтому порог вредного действия должен соответствовать интенсивности воздействия ЭМП, границе между зонами удовлетворительной и активной адаптации, а ПДУ для населения должен быть снижен в 5 — 10 раз [17, 18].

Отличительная особенность современных условий “экспозиции” населения ЭМП РЧ заключается в формировании особого массового контингента, облучающегося элек-

тромагнитным полем, — детей и подростков.

При разработке действующих ПДУ было принято во внимание, что детский организм особо чувствителен к ЭМП РЧ, а именно — состояние его центральной нервной системы [19]. С середины 2000-х годов массовое использование сотовой связи сформировало подростковую группу стажированных пользователей, поэтому данные заболеваемости подростков и молодежи могут служить ранним индикатором надежности ПДУ. Поскольку массовый подростковый контингент пользователей сотовой связи в России формируется с 2002 — 2005 гг., правомерно рассматривать именно детей 15 — 17 лет как основной индикатор проявления возможных последствий облучения ЭМП радиочастот для состояния здоровья.

Согласно прогнозу Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений (РНКЗНИ), подготовленному в 2008 г., у детей, облучаемых электромагнитным полем сотовой связи, в среднесрочном периоде следует ожидать нарушения когнитивных функций и заболевания центральной нервной системы (ЦНС), которые проявляются в ослаблении памяти, снижении внимания, снижении умственных и познавательных способностей, раздражительности, нарушению сна, склонности к стрессорным реакциям, повышению эпилептической готовности [20]. Исходя из прогноза РНКЗНИ и из последних на момент написания статьи данных Росстата [21], отобраны статистические сведения по заболеваемости детского контингента, которые теоретически могут иметь причинно-следственную связь с облучением электромагнитным полем радиочастот (табл. 1).

Прежде всего обращает внимание рост новообразований в 2,2 раза в группе детей 15 — 17 лет и рост заболеваний нервной системы в 1,85 раза. В возрастной группе 0 — 14 лет необходимо обратить внимание на существенный рост врожденных аномалий (в 1,6 раза), поскольку это дети пользователей беспроводной связи, и период внут-



Таблица 1

Группы заболеваемости детей с впервые установленным диагнозом по классам болезней на 100 тыс. детей соответствующего возраста

Заболевание	Дети 0 – 14 лет		Дети 15 – 17 лет	
	2000 г.	2017 г.	2000 г.	2017 г.
Новообразования	228,4	473,7	225,9	486,3
Болезни нервной системы	2731,1	3534,7	2048,1	3795,6
Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения	659,5	1044,4	239,3	303,7
Болезни глаза и его придаточного аппарата	4671,0	5701,3	3669,7	6210,9
Болезни системы кровообращения	70,9	66,8	947,8	1631,3

По данным Росстата, 2018 г.

риутробного развития этого поколения явно приходится на эпоху массового распространения беспроводных коммуникаций. К сожалению, Росстат не приводит актуальные данные с уточняющим диагнозом, и с точки зрения доказательной медицины это всего лишь гипотеза, тем не менее, основываясь на данных прогноза РНКЗНИ, результатах ранее проводившихся исследований, гипотеза о значительном влиянии ЭМП ниже современных ПДУ радиочастот на здоровье детского контингента имеет все основания для дальнейшего детального исследования.

Таким образом, даже краткий обзор имеющихся данных о биоэффектах модулированного импульсного многочастотного облучения человека убедительно говорит, что следует ожидать роста риска заболеваемости с активным распространением сетей 4/5/6G, с ростом “экспозиции” населения сложноорганизованными ЭМП нетепловой интенсивности и при дальнейшем усложнении электромагнитной обстановки (ЭМО) в среде обитания. Эта точка зрения вполне разделяется и ведущими мировыми учеными, редакторами национального руководства США Handbook of Biological Effects of Electromagnetic Fields профессорами F. Barnes и B. Greenebaum, выполнившими свой последний по времени анализ по контракту с DARPA [22].

Необходимые действия

В современной постиндустриальной экономике отрасль связи заняла одну из ведущих позиций в структуре промышленности. Так, объем услуг в сфере коммуникаций, кото-

рая может иметь отношение к формированию электромагнитной обстановки на селитебных территориях, составил в 2017 г. 1136 млрд руб. — это подвижная связь, документальная связь и услуги предоставления доступа к информации с использованием инфокоммуникационных технологий (Интернет) через сети подвижной связи, радиосвязь, радиовещание, телевидение и спутниковую связь, услуги радиочастотных центров. По отношению к 2000 г. этот сектор показывает более чем десятикратный денежный рост в абсолютном исчислении. При этом число абонентских устройств подвижной радиотелефонной (сотовой) связи выросло почти в 100 раз — от 3,3 млн в 2000 г. до 294,1 млн в 2017 г. И, если в 2000 г. число квартирных телефонных аппаратов было в 10 раз больше “сотовых” телефонов (25,0 млн), то в 2017 г. их практически в 10 раз меньше (21,4 млн) [21].

Как очевидно из данных статистики, сегодня большая часть населения страны находится в контакте с гигиенически значимыми источниками электромагнитного поля радиочастот, и одновременно это же население проявляет заинтересованность в услугах беспроводной связи, а часть населения участвует как экономические субъекты. Таким образом, вопросы ограничения уровня эмиссии электромагнитного поля в окружающей среде, контроля за персональной “экспозицией” и управления электромагнитной обстановкой, как фактором, вынужденно учитывать влияние на экономику.

С выбором стратегии защиты населения от вредного действия электромагнитного поля столкнулись все технологически развитые

страны мира, диапазон решений крайне широк: от полной государственной ответственности за ПДУ ЭМП и контролем их соблюдения (например, Китай, Россия) до либеральной рекомендательной политики ограничений с перенесением вопроса решения о последствиях вреда здоровью в судебную ветвь власти и на местный уровень (например, Великобритания, США) [23].

Авторы настоящей статьи имеют значительный и уникальный опыт планирования научно-исследовательских и практических работ в области обеспечения электромагнитной безопасности. Так, Ю.Б. Зубарев, как заместитель министра связи СССР, выступал в роли государственного заказчика разработки санитарных норм 1984 г. и, в качестве директора НИИ радио, заказывал исследования по разработке действующих ПДУ подвижной связи. О.А. Григорьев имеет многолетний опыт работы в научно-консультативном комитете по неионизирующим излучениям Всемирной организации здравоохранения, в Международном агентстве по исследованию рака, в Российском национальном комитете по защите от неионизирующих излучений с момента его основания в 1998 г., а также главным экспертом государственной комиссии по санитарно-эпидемиологическому нормированию.

Основываясь на собственном опыте, авторы полагают необходимым сохранение существующих ПДУ для радиочастот и одновременно проведение комплексных работ по интеграции отечественных научных данных по биоэффектам ЭМП радиочастот с выходом на построение обобщенных зависимо-



Таблица 2

Критерии зонирования территорий по параметрам фактической ЭМО

Диапазон интенсивностей ЭМП, мкВт/см ²	Название зоны	Условная категория	Комментарии
Меньше 0,0001	Фоновый	0	ЭМО соответствует природному фону
0,0001 – 0,01	Очень низкий	A	ЭМО не несет риска вреда здоровью. Недостоверные данные о биоэффектах
0,01 – 1	Низкий	B	ЭМО имеет крайне низкий риск вреда здоровью. Доказанные биоэффекты. Нет достоверных данных о вреде здоровью
1 – 10	Допустимый	C	ЭМО укладывается в существующий ПДУ для населения
10 – 100	Средний	D	ЭМО позволяет выполнение работ профессионалами без применения средств защиты. Возможно использование разумных средств защиты для снижения интенсивности до допустимых для населения значений. Возможно нанесение вреда здоровью
100 – 1000	Высокий	E	ЭМО требует использования средств защиты. Есть данные о вреде здоровью при продолжительном воздействии
1000 – 10000	Очень высокий	F	ЭМО может быть опасна для жизни. Есть достоверные данные о вреде здоровью. Возможен локальный тепловой эффект
Выше 10000	Экстремально высокий	G	ЭМО опасна для жизни. Тепловой уровень воздействия

стей “доза — эффект”, позволяющих расширить прогноз риска развития заболеваемости при сохранении трендов формирования условий экспозиции населения. Однако эта работа чрезвычайно длительная и должна быть дополнена рядом практических шагов, позволяющих управлять ситуацией в краткосрочной и среднесрочной перспективах.

В качестве первоочередного решения необходимо информировать население о простых правилах использования источников электромагнитного поля радиочастот и тем самым разделить ответственность между отраслью связи (предоставляющей услуги) и населением (потребляющим услуги), переведя риски в область добровольных. Сделать это надо введением обязательной маркировки источников электромагнитного поля, контакт с которыми может иметь непосредственно население. Варианты маркировки были предложены нами на Всероссийской конференции в ноябре 2019 г. и одобрены научной общественностью [24]. Это решение не будет стоить государству ни копейки.

Насущной практической проблемой является выпуск доступных массовому потреблению средств радиозащиты, которые должны включать как средства индивиду-

альной защиты, так и строительные материалы. С прискорбием необходимо отметить, что наша страна всегда была лидером в разработке радиозащитных средств — как поглотителей, так и экранов — для всего диапазона частот ЭМП. Однако в настоящее время отечественное производство фактически отсутствует, но неплохо налажено в соседних странах.

Для практического управления ЭМО мы предлагаем использовать систему электромагнитного зонирования территорий по фактическому состоянию, которая дает наглядную информацию и позволяет принимать четкие и реализуемые управленческие решения на практике. Вопрос комплексного зонирования территорий по показателям неионизирующих излучений уже предлагался к обсуждению академиком М.Г. Шандалой, но не нашел практического воплощения [25]. Зонирование территорий по фактическому состоянию ЭМО позволит выполнить формальную категоризацию территорий, как это сделано в других системах качественной оценки, например в энергосбережении. Каждому, кто занимался практическими вопросами контроля ЭМО, очевидно, что невыполнимо заложенное в настоящее время требование выводить передатчик на макси-

мум мощности при проведении измерений в большинстве случаев для базовых станций. Как правило, нет фактических данных о работе передающего радиотехнического объекта (ПРТО) в режиме максимальной мощности. Негативной практикой современного текущего санитарного надзора является неспособность экспертов-физиков и санитарных врачей дифференцировать ЭМО контролируемого объекта и других ПРТО, формирующих итоговую электромагнитную обстановку в точке контроля. Совокупность нерешаемых при практическом текущем санитарном надзоре проблем контроля ЭМО приводит к формальному отношению специалистов, осуществляющих функции надзора, и вполне логичной негативной реакции как представителей связи, так и населения. Предлагаемый подход зонирования позволит эффективно и рационально использовать мероприятия по защите, в том числе планировать при долгосрочном размещении радиопередающих объектов развитие застройки.

В таб. 2 мы предлагаем критерии зонирования ЭМО на территориях. В качестве числового параметра ППЭ предлагается использовать среднее квадратичное значение для диапазона частот 300 МГц — 6 ГГц



при усреднении измеренных данных за любые 6 минут. Эти показатели могут быть дополнены частотными или спектральными зависимостями, тем самым предоставляя достаточно полную характеристику ЭМО для решения прикладных задач защиты населения при сохранении возможности развития систем связи.

Практическая реализация электромагнитного зонирования должна быть основана на принципах геоинформационной системы. Наполнение ее данными возможно при использовании облачных технологий сбора данных и достаточно простых с технической точки зрения программно-аппаратных комплексов мониторинга ЭМО, например, на основе изделия “Мера” разработки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН [26].

Практическая реализация принципов зонирования реализована нами в [27]. Введено рекомендательно ограничение размещения базовых станций подвижной сотовой связи на территории образовательных организаций. Этим документом также введены ограничения на использование средств беспроводной передачи данных и абонентских терминалов подвижной связи (смартфонов).

В качестве основного на сегодняшний день шага мы предлагаем полностью вывести вопрос контроля ЭМО и электромагнитных полей антропогенных источников из компетенции Роспотребнадзора. Как очевидно специалистам, современная электромагнитная обстановка чрезвычайно сложна, что обусловлено характером технологий, их распространением и непрерывным совершенствованием техники. Практические измерения ЭМП, прогнозирование ЭМО, ведение учета источников являются отдельной самостоятельной задачей, которая фактически требует от Роспотребнадзора уникальной универсальности, что объективно невозможно, и это также очевидно специалистам заинтересованных отраслей. Мировая практика показывает, что именно этот путь становится наиболее эффективным. По мнению большинства участников программы

ВОЗ по неионизирующим излучениям, это даст наивысшую эффективность в решении задачи управления электромагнитной обстановкой, обеспечивая баланс здоровья нации и развития технологий. Как показал наш анализ, мировая практика контроля и управления электромагнитной обстановкой преимущественно отнесена либо к ведению самостоятельных агентств, либо к ведению агентств по атомной энергии, либо к телекоммуникационным или экологическим ведомствам [23]. При этом критериальные показатели безопасности (предельно допустимые или контролируемые уровни) определяются не ведомствами (Роспотребнадзор), а разрабатываются независимыми профессиональными обществами и утверждаются преимущественно на законодательном уровне.

Заключение

Использование многочастотных импульсных электромагнитных сигналов для целей коммерческой подвижной сотовой связи и систем беспроводной передачи данных увеличивает риск развития заболеваний, вызываемых хроническим облучением. Это положение основано на результатах ранее проводимых медико-биологических экспериментальных и клинико-физиологических исследований, а также на национальных данных о заболеваемости в группе детей 15 — 17 лет, которая является индикатором.

Наиболее важные направления исследований — доказательство надежности существующих предельно допустимых уровней для населения при хроническом облучении сложноорганизованным электромагнитным полем, а также поиск технико-экономического баланса между ограничениями на характеристики излучения радиотехнических объектов, вкладом отрасли связи в экономику, затратами на здравоохранение и реабилитацию контингентов с нарушенными адаптационными возможностями организма и повышенным риском заболеваний.

В качестве краткосрочных и среднесрочных мероприятий по

предупреждению заболеваемости в условиях увеличения “экспозиции” населения ЭМП радиочастот целесообразно:

развивать информационно-предупредительные мероприятия, в том числе предупредительную маркировку бытовых источников радиочастот;

перейти от политики санитарно-эпидемиологического ограничения электромагнитной эмиссии к политике управления электромагнитной обстановкой, для чего использовать принципы зонирования территорий по фактической и предельной электромагнитной обстановке;

вывести электромагнитную проблематику из ведения Роспотребнадзора, поскольку управление электромагнитной обстановкой в современных условиях является самостоятельной межведомственной задачей повышенной научно-технической сложности и оправдано успешными опытами международной практики.

Литература

1. Вуттон Дэвид. Изобретение науки: Новая история научной революции/ Пер. с англ. Ю. Гольдберга. – М.: Колибри. 2018. 656 с.
2. Костин С.И. О физиологическом действии электричества на расстоянии: Ист.-крит. обзор лит. вопроса. – СПб.: К.Л. Риккер. 1899. 20 с.: ил.
3. Актуальные вопросы радиобиологии и гигиены неионизирующих излучений/ Сборник докладов Всероссийской научной конференции. Москва. 12 – 13 ноября 2019 г. – М.: Российский национальный комитет по защите от неионизирующих излучений 2019. 215 с.
4. Григорьев Ю.Г., Григорьев О.А. Сотовая связь и здоровье: электромагнитная обстановка, радиобиологические и гигиенические проблемы, прогноз опасности/ Второе издание, перераб. – М.: Экономика. 2016. 574 с.
5. Schiavoni A. What is 5G and what is IoT? WHO Annual International Advisory Committee Meeting on EMF// WHO HQ. Geneva. 29 May 2019. 13 p.
6. Evaluation de l'exposition du public aux ondes électromagnétiques 5G. Volet 1: Présentation générale de la 5G// ANFR. Juillet 2019. p.17
7. Зубарев Ю.Б., Самойлов А.Г. Развитие мобильной связи пятого поколения// Научное общество. 2018. № 1. С. 37 – 43.
8. Evaluation de l'exposition du public aux ondes électromagnétiques 5G. Volet 2: Premiers résultats de mesures sur les pilotes 5G dans la bande 3400-



3800 MHz// ANFR. Avril 2020. 34 p.

9. Colombi D., Thors B., Törnevik C. Implications of EMF Exposure Limits on Output Power Levels for 5G Devices above 6 GHz/ IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters. Vol. PP. No. 99. Pp.1. Feb. 2015.

10. Keshvari J. IEEE/ICES EMF Exposure Limits Standards Progress and Status Update/ WHO Radiation Program International Advisory Committee (IAC) Meeting. Geneva. 28 – 29 May 2019.

11. Мастерова И.Ю. Состояние тканевых окислительно-восстановительных систем при действии модулированных электромагнитных полей радиочастотного диапазона (экспериментальное исследование): Автореферат дис. кандидата медицинских наук./ Лен. усовер. врачей. – СПб. 1991. 23 с.

12. Могила А.И. Сравнительная оценка неблагоприятных эффектов воздействия на организм модулированных многочастотных и одночастотных электромагнитных излучений (клинико-экспериментальное исследование): Автореферат дис. кандидата медицинских наук./ Воен. мед. акад. им. С.М. Кирова. – СПб. 2003. 20 с.

13. Report of the Advisory Group to Recommend Priorities for the IARC Monographs during 2020 – 2024/ International Agency for Research on Cancer. Lyon, France. Pp. 148 – 149.

14. Лукьянова С.Н. Электромагнитное поле СВЧ диапазона нетепловой интенсивности как раздражитель для центральной нервной системы. – М.: ФМБЦ им. А.И. Бурназяна. ФМБА России. 2015. 200 с.

15. Володько Т.С., Карацев А.Б., Пичугин В.Ю., Энговатов В.В. Влияние пакетно-импульсного СВЧ-излучения на двигательную активность обезьян./ Электромагнитное загрязнение окружающей среды: Тез. докл. конф. – СПб. 1993. С. 47 – 49.

16. Grigoriev Y.G., Grigoriev O.A., Ivanov A.A. et al. Confirmation studies of Soviet research on immunological effects of microwaves: Russian immunology results. Bioelectromagnetics 31:589-602 (2010).

17. Шафиркин А.В., Васин А.Л., Никитина В.Н. Риск для здоровья человека хронического действия ЭМП высоких и сверхвысоких частот./ Материалы 6-го Международного симпозиума по электромагнитной совместимости и электромагнитной экологии. 21 – 24 июня 2005 г. – СПб. 2005. С. 297 – 301.

18. Васин А.Л., Шафиркин А.В. Оценка изменений различных систем организма при адаптации к хроническому действию электромагнитных полей на основе обобщенных показателей./ Ежегодник РНКЗНИ 2004 – 2005. – М.: Изд-во АЛЛАНА. 2006. С. 75 – 104.

19. Полька Н.С. Функциональное состояние развивающегося организма как критерий гигиенической регламентации ЭМП// Гигиена и санитария. 1989. № 10. С. 36 – 39.

20. Ежегодник Российского Национального Комитета по защите от неионизирующих излучений за 2008 год/ Сборник трудов. – М.: Изд-во АЛЛАНА. 2008. С. 118 – 119.

21. Российский статистический ежегодник. 2018: Стат.сб. – М.: Росстат. 2018. С. 217 – 218.

22. Barnes Frank, Ben Greenebaum. Setting Guidelines for Electromagnetic Exposures and

Research Needs. Bioelectromagnetics. Published online in Wiley Online Library. 22 Apr 2020.

23. Григорьев О.А., Гошин М.Е., Прокофьева А.В., Алексеева В.А. Особенности национальной политики, определяющей подходы к гигиеническому нормированию электромагнитного поля радиочастот в различных странах// Гигиена и санитария. 2019. 98(11).

24. Зубарев Ю.Б., Григорьев Ю.Г., Алексеева В.А. и др. Практическая реализация предупредительного принципа защиты для пользователей сотовой связи и систем беспроводной передачи данных./ В сб. Актуальные вопросы радиобиологии и гигиены неионизирующих излучений: Сборник докладов Всероссийской научной конференции. Москва. 12 – 13 ноября 2019 г. – М.: Российский национальный комитет по защите от неионизирующих излучений. 2019. С. 141 – 147.

25. Шандала М.Г. Физические факторы окружающей среды как гигиеническая проблема// Вестник АМН СССР. 1981. № 1. С. 9 – 15.

26. Дмитриев А.С., Ицков В.В., Рыжов А.И., Григорьев О.А. Экспериментальная апробация персонального дозиметра микроволнового электромагнитного излучения “Мера”// Журнал радиоэлектроники. 2020. № 7.

27. Гигиенические нормативы и специальные требования к устройству, содержанию и режимам работы в условиях цифровой образовательной среды в сфере общего образования./ Руководство. – М.: НМИЦ здоровья детей Минздрава России. 2020. 20 с.

Управление электромагнитной обстановкой: баланс между здоровьем и технологиями *Electromagnetic Environment Management: Balance between Public Health and New Communication Technology*

Проанализированы возможные последствия облучения населения сложноорганизованным электромагнитным полем, включающим многочастотную импульсную компоненту, возникшую при распространении технологий подвижной связи с ортогональным частотным разделением каналов (в том числе LTE-4G, 5G). Предложены направления развития исследований и организационно-технические мероприятия по решению важной социально-экономической задачи — защите здоровья населения при сохранении возможности развития новых технологий.

Was analyzed effects for public health which possible after expose of the general population with electromagnetic field of new wireless technology of communication, which now use a multifrequency impulse component, which is used in mobile communication technologies with orthogonal frequency division multiplexing (including LTE-4G, 5G). An important socio-economic problem is the public health protection while maintaining the possibility of developing new electromagnetic technologies. Proposed the roadmap for research, as well as a plan of organizational and technical actions.

Ключевые слова: электромагнитное поле, здоровье, модуляция, электромагнитная обстановка, управление, многочастотный, центральная нервная система, адаптация, дети, санитарные нормы.

Keywords: *electromagnetic field, health, modulation, electromagnetic environment, control, multifrequency, central nervous system, adaptation, children, sanitary rules.*