

УДК 621.395.6 + 621.395.722

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

© Ф.И. Одинаев, Ш.Ф. Одинаев, Ш.И. Шафиев, С.В. Шутова

Ключевые слова: электромагнитное поле; электромагнитные излучения; сотовая связь; здоровье человека.

В обзоре освещены современные представления об электромагнитных излучениях, классификации, источниках излучения, биологических эффектах в организме человека. В последние годы получило широкое распространение использование аппаратуры, приборов, бытовой техники, мобильных телефонов, техногенных источников электромагнитных излучений. На основании анализа литературы показано вредное воздействие электромагнитного излучения, в частности мобильных телефонов, на организм человека. Авторы разделяют тревогу, что перспективы дальнейшего расширения производства и использования сотовой связи, другого оборудования с источниками электромагнитных излучений могут привести к разрушительному действию электромагнитных излучений на многие системы организма и указывают на необходимость более углубленных научных исследований в этом направлении.

Об электромагнитных полях (ЭМП) и источниках электромагнитных излучений, создающих эти поля, известно давно. Так, в 1926 г. академиком В.И. Вернадским было высказано утверждение, что вокруг нас, в нас самих, всюду и везде без перерыва, вечно сменяясь, совпадая и сталкиваясь, идут излучения разной длины волны. Мы едва начинаем сознавать их разнообразие, понимать отрывочность и неполноту наших представлений об окружающем и проникающем нас мире излучений, об их основном значении в окружающих нас процессах. И хотя прошло немало лет, и в повседневной жизни человека появилось немало источников электромагнитных излучений, и сегодня его высказывания не теряют смысла [1–3].

К существующим электрическим и магнитным полям Земли, атмосферному электричеству, радиационному Солнца и Галактики добавилось множество электромагнитных полей искусственного происхождения. Человек в основном приспособлен к действию природного электромагнитного излучения. Но за последние десятилетия добавилось множество электромагнитных излучений антропогенного происхождения, и суммарная напряженность электромагнитных полей значительно превосходит естественный фон примерно в 1000 раз [4–7].

К источникам электромагнитных излучений относятся линии электропередач высокого напряжения, технические средства радиовещания, телевидения, спутниковая связь, радиолокационные установки, радиотелефонные передающие станции и др. В повседневной жизни на человека воздействуют электромагнитные поля, создаваемые электротранспортом, электробытовыми приборами и аппаратурой (микроволновые печи, нагревательная аппаратура, персональные компьютеры, медицинская аппаратура, фены, «теплые полы» и др.).

И хотя вышеизложенное присутствует в нашей жизни уже много лет, лишь в последнее десятилетие получило распространение понятие «электромагнитный смог», под которым понимают всю совокупность электромагнитных полей и излучений от различных

источников, которые, суммируясь, существенно влияют на естественный электромагнитный фон Земли, Галактики, Солнца, нередко превышая их уровни [8–11].

В последние годы получили распространение электромагнитные поля, создаваемые средствами сотовой связи, что связано с широким, массовым использованием мобильных телефонов. Сегодня невозможно представить человека без мобильного телефона, часто люди имеют не один, а несколько «мобильников». Мобильными телефонами пользуются подростки, дети.

Электромагнитное излучение нельзя увидеть, почувствовать, услышать, но оно существует. Это природный радиационный фон, состоящий из космических лучей (16,1 %), гамма-излучений земного происхождения (21,9 %), внутренних излучателей (живых организмов, получающих микроколичества радионуклеидов из окружающей среды) (19,5 %), излучений радона и торона (42,5 %) [12–16].

Немаловажную роль играют электромагнитные излучения в быту, техногенного происхождения. Высокая биологическая активность электромагнитных излучений в настоящее время является установленным фактом, и отрицательное их влияние как на все живое, так и на организм человека неоспоримо. Так, цветы реагируют на звуковые частоты, рыбы плохо переносят электромагнитные излучения частотой 50 Гц. Электромагнитные излучения определенных частот используются в физиотерапевтической практике. Электромагнитные поля сверхвысоких частот оказывают отрицательное воздействие на организм человека: нарушается работоспособность, наблюдается снижение памяти, внимания, повышается риск развития сердечно-сосудистых, онкологических заболеваний, снижается потенция у мужчин, иммунитет, не исключены генетические эффекты [17–22].

В настоящее время различают электромагнитные волны низкой частоты (НЧ от 3 до 300 кГц), средней частоты (СЧ от 300 кГц до 3 мГц) и высокой частоты (ВЧ от 3 до 30 мГц). В свою очередь электромагнитные волны низкой частоты подразделяются на крайне низкие, сверхнизкие, инфранизкие, очень низкие и низкие

частоты. Электромагнитные волны высокой частоты подразделяются на высокие, очень высокие, ультравысокие, сверхвысокие, крайне высокие, гипервысокие.

Соответственно, электромагнитные волны подразделяются по длине волнового диапазона: декаметровые, мегаметровые, гектометровые, мерпаметровые, километровые, метровые, миллиметровые, децимиллиметровые. Электромагнитные излучения и соответственно создаваемые электромагнитные поля обладают сильным биологическим действием. У растений появляются аномалии развития, меняются формы и размеры цветков, лепестков, листьев; у пчел – агрессивность, беспокойство, снижается продуктивность; у человека могут развиваться болезни сердечно-сосудистой, нервной систем организма.

В 1960–1970-х гг. в СССР были разработаны санитарные нормы и правила «защиты населения от воздействия электромагнитного поля». Человеческий организм всегда реагирует на электромагнитное поле.

Учитывая возрастающую распространенность и мощность источников электромагнитных излучений, ученые многих стран с тревогой высказывают мнение о разрушительном действии электромагнитных излучений на организм человека, не уступающем радиации, недооценке опасности длительного его воздействия. И если уровень радиации можно измерить и мониторировать, то для измерения уровня электромагнитного излучения отсутствуют средства измерения.

Взаимодействие электромагнитных излучений с организмом человека зависит от интенсивности электромагнитного излучения, времени, в течение которого оно воздействует, частоты, наибольшей точки приложения. Наиболее чувствительными являются нервная, иммунная, эндокринная, сердечно-сосудистая и половая системы [23–26].

Авторы отмечают эффект накопления, возможность развития отдаленных воздействий. Низкочастотные электромагнитные поля (<105 Гц) воздействуют на весь организм, но это воздействие на разные ткани неодинаково. Нервная система весьма чувствительна к воздействию ЭМП низкой частоты. Воздействие ЭМП низкой частоты приводит к поглощению электромагнитной энергии живыми тканями, что сопровождается повышением температуры, которая отводится от глубоких тканей посредством кровообращения, а от поверхности кожи рассеивается конвекцией, теплопроводностью, испарением, и заметное нагревание тканей не наблюдается, но вызывает общие неспецифические механизмы, в особенности ЭМП сверхнизкой частоты (повышение активности гипофизарно-надпочечниковой системы, сопровождающееся у большинства активацией половой, гипофизарно-тиреоидной системы) [30–34]. Некоторыми исследователями выявлена связь между низкочастотным электромагнитным излучением и развитием опухолей. Более выражен этот эффект в развитии лейкоза у детей, лейкоза и опухолей у взрослых. Вредное воздействие ЭМП низкой частоты до конца не изучено и непредсказуемо. Особенно опасными являются сверхнизкочастотные ЭМП, под воздействием которых высвобождаются свободные радикалы, которые, в свою очередь, действуют на ДНК и РНК, вызывая крайне негативные, отдаленные последствия, вплоть до вырождения генотипа, которые обнаружить непосредственно весьма трудно [3; 8; 11; 12].

Биологическое действие электромагнитных полей высокой частоты обусловлено в основном тепловой

энергией, которая выделяется в облученных тканях, и механизмы теплоотдачи не компенсируются теплопродукцией. Водные средства организма поглощают энергию СВЧ в наибольшей степени, претерпевая при этом наибольшее нагревание, и могут нанести ущерб здоровью. СВЧ-излучение широко применяется в работе радиолокационных установок, и нарушение правил техники безопасности может нанести серьезный ущерб здоровью человека, работающего на радиолокационных станциях (головная боль, раздражительность, ослабление памяти, сонливость, вплоть до энцефалопатии). Низкоинтенсивное СВЧ-поле, модулированное в частотном диапазоне собственных частот мозга, собственных биоритмов, может привести к усилению или ослаблению этих ритмов и порождать разнообразные психофизиологические эффекты с отрицательным исходом за счет резонансных явлений с биоритмом человека. Электромагнитные излучения существенно отражаются на здоровье человека (боли в момент облучения, угнетение окислительно-восстановительных реакций, повышение АД, ощущение тепла, астенизация, изменение биоэлектрической активности мозга, изменения на ЭКГ, нарушение кровяной, иммунной систем, репродуктивной функции у мужчин – импотенция, нарушение детородной функции у женщин – токсикозы, патология родов, выкидыши).

Особого внимания заслуживает постоянное действие радиочастотных сигналов, которые могут отрицательно повлиять на человека. Особенно это связано с растущей бурной «телефонизацией», и людей стало беспокоить влияние ЭМП на здоровье (постоянные головные боли, проблемы с памятью, боль в ушах, усталость). При долгом пользовании мобильный телефон может нагреть мозг человека. Пользующиеся микроволновыми печами знают, что ЭМИ разогревает продукты, а посуда остается холодной. Точно так же действие ЭМИ разогревает наши ткани. Нагревание происходит из-за поглощения тканями энергии электромагнитного поля, и разогревание может быть локально на 10 °С. Техногенные ЭМП могут играть значительную роль в этиогенезе психических, сердечно-сосудистых, офтальмологических заболеваний, оказывать воздействие на генетические структуры.

Современная сотовая связь, на которой работают современные мобильные телефоны, находится в пределах от 450 мГц до 1,9 ГГц. Число пользователей мобильных телефонов в мире около миллиарда человек, тысячи – работники ретрапеляционных станций.

Мировые стандарты основаны на измерении удельного коэффициента поглощения энергии электромагнитного поля, выделяющего в тканях за одну секунду – SAR (удельный коэффициент поглощения). Измеряется энергия, «входящая» в ткани за одну секунду, в ваттах на килограмм. В Европе допустимое значение излучения 2 Вт/кг. В России измерение интенсивности электромагнитных полей отличается от мировых – в ваттах на квадратный сантиметр, т. е. энергия, «входящая» в ткань за одну секунду на 1 см². Излучение производимых мобильных телефонов значительно ниже допустимого в Европе коэффициента поглощения (Specific Absorption Rate, SAR) – 2 Вт/кг.

Однозначных доказательств как безвредности, так и вреда мобильных нет, но, с другой стороны, все больше свидетельств жертв излучения мобильных телефонов. И на вопрос, вреден ли сотовый телефон или нет, можно определенно ответить – конечно, вреден.

Прикладывая к уху мобильный телефон, мы подносим встроенный в него радиопередатчик к головному мозгу, и он воздействует на расстоянии 35–40 см, т. е. мозг становится частью этого передатчика, активно участвуя в формировании сигнала. Это грозит развитием нейродегенеративных процессов, заболеваниями центральной нервной системы, особенно в детском возрасте. Поэтому не рекомендуют использование сотовых телефонов детям до 18 лет, беременным женщинам. В режиме ожидания интенсивность электромагнитного излучения мобильным телефоном мала, и говорить желательно не более 30 мин. в сутки. Излучение сотового телефона во много раз превосходит излучение компьютера (Ю.П. Пальцев, НИИ медицины труда).

Происходящие в организме человека биохимические процессы сопровождаются образованием и излучением электромагнитных полей, электромагнитных сигналов, связанных с деятельностью сердца, мозга, сокращением мышц и др., что можно зарегистрировать соответствующими медицинскими приборами.

Воздействие техногенных источников электромагнитного излучения может быть гораздо сильнее, чем электромагнитное поле человека, что может нарушить собственные биоритмы. Так, воздействие электромагнитного поля частотой 1–350 Гц на нервную систему может вызывать нарушения условных рефлексов, десинхронизацию биоотоков коры головного мозга. На электроэнцефалограмме (ЭЭГ) появляются медленные высокоамплитудные колебания, иногда возникают эпилептиформные разряды [12; 13; 21–23].

Воздействие низкочастотных электромагнитных полей вызывает дремотное состояние, сонливость, изменение в работе сердечно-сосудистой системы и дыхания, снижение АД, числа сердечных сокращений. На ЭКГ наблюдается снижение вольтажа зубцов, увеличивается систолический показатель, интервал ST. Наблюдаются гематологические сдвиги в системе свертывания крови – снижение тромбопластической и повышенные антикоагулянтной активности крови, повышение концентрации фибриногена, изменяется обмен углеводов, белков, нуклеиновых кислот, изменяется содержание гормонов гипоталамуса, надпочечников, щитовидной железы, а изменение выработки половых желез приводит к импотенции, мужскому бесплодию. Отмечены случаи развития лейкозов [14–16; 24–27].

Техногенные ЭМП могут играть этиологически большую роль в эпидемиологии психических, онкологических, офтальмологических, сердечно-сосудистых и других заболеваний, воздействуя отрицательно на иммунную, эндокринную систему, генетические структуры человеческого организма [8; 12–16; 29–33]. Влияние электромагнитного излучения проявляется по мере накопления, и поэтому четкой связи возникшего заболевания с воздействием ЭМИ выявить не удается.

Мобильный телефон, по сравнению с другой бытовой техникой, наиболее вреден. При излучении антенной большого потока электромагнитных излучений в момент подключения связи, разговора, мобильный телефон находится в непосредственной близости к голове. Поток электромагнитных излучений с частотой от 400 до 1200 мГц облучает головной мозг, мозг подвергается «локальному» тепловому перегреву, образуя «сваренные» участки [4; 5; 17–20].

Значительны психологические эффекты влияния мобильных телефонов. Это проявления психологической зависимости (беспокойство по поводу отсутствия

мобильного телефона, постоянное ожидание звонка, sms, опасения прослушивания и др.). Особенно опасно это влияние на плохо защищенный детский мозг. Регулярное пользование наушниками ускоряет процесс старения слуха в два, три раза [34; 35]. Риск развития опухоли на стороне прикладывания телефона в 3,9 раза выше, чем на другой стороне [36].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дальнейшее развитие технологий с использованием электромагнитных излучений, совершенствование и широкое внедрение мобильной связи в повседневную жизнь человека, неоспоримые факты вредного влияния электромагнитного излучения на здоровье диктуют необходимость более углубленных исследований вредного влияния на организм человека с целью выявления ранних признаков, предфакторов предболезни, разработки научно-обоснованных мер профилактики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Румянцев Г.И. и др. Анализ патогенетической значимости излучений мобильных телефонов // Гигиена и санитария. 2004. № 5. С. 31-35.
2. Андропова Т.И. Гелио-метеотропные реакции здорового и больного человека. Л.: Медицина, 1982. 248 с.
3. Большаков М.А., Князева И.Р., Евдокимов Е.В. Электромагнитное излучение как дезадаптирующий фактор в эмбриогенезе дрозофил. Механизмы адаптации организма. Томск: ТГУ, 1996. С. 54-56.
4. Григорьев Ю.Г. Влияние электромагнитного поля сотового телефона на куриные эмбрионы // Радиационная биология. 2003. Т. 43. № 5. С. 541-543.
5. Гвоздарев А.Ю. Введение в электромагнитную экологию: учеб. пособие. Горно-Алтайск, 2004. 117 с.
6. Григорьев Ю.Г. Сотовая связь: радиобиологические проблемы и оценка опасности // Радиационная биология. Радиоэкология. 2001. Т. 41. № 5. С. 500-513.
7. Чибрикян В.М. Динамика социальных процессов и геомагнитная активность // Биофизика. 1995. Т. 40. № 5. С. 731-735.
8. Ершова Л.К., Мухарский М.С. Влияние электромагнитных полей средних и коротких частот на некоторые показатели функционального состояния нервной системы // Гигиена населенных мест. 1975. № 4. С. 105-109.
9. Агаджанян Н.А., Ораевский В.Н., Макарова И.И. и др. Медико-биологические эффекты геомагнитных возмущений. М.: ИЗМИРАН, 2001. 136 с.
10. Виноградов Г.И. О сенсibiliзирующем действии электромагнитных полей сверхвысокой частоты // Гигиена и санитария. 1975. № 9. С. 31-35.
11. Виноградов Г.И. и др. Феномен адаптивного иммунитета при воздействии неионизирующей микроволновой радиации // Радиобиология. 1991. Т. 31. № 5. С. 718-721.
12. Виноградов Г.И., Науменко Г.У. Экспериментальное моделирование аутоиммунных реакций при воздействии неионизирующей микроволновой радиации // Радиобиология. 1986. Т. 26. № 5. С. 705-708.
13. Ситнова О.Ф., Новоселова Е.Г., Огай В.В. и др. Влияние электромагнитных волн сантиметрового диапазона на продукцию фактора некроза опухолей и интерлейкина-3 иммунизированных мышей // Биофизика. 2002. Т. 47. № 1. С. 78-82.
14. Вермель А.Е. Заболевания, вызываемые воздействием электромагнитных излучений диапазона радиочастот / под ред. Н.Ф. Измерова. М.: Медицина, 1983. С. 203-216.
15. Исмаилов Э.Ш. Биофизическое действие СВЧ-излучений. М.: Энергоатомиздат, 1987. 144 с.
16. Дунаев В.Н., Лукьянов Э.В. Оценка формирования электромагнитной нагрузки при использовании средств сотовой связи // Материалы 10 съезда гигиенистов и санитарных врачей. М., 2007. С. 660-662.
17. Сафонкин С.В., Прилуцкий Т.С., Ермилова Г.Н. и др. Гигиеническая оценка электромагнитной обстановки, создаваемой базовыми станциями сотовой связи // Материалы 10 съезда гигиенистов и санитарных врачей. М., 2007. С. 432-434.
18. Горлышко А.В., Сомов А.О. Проблемы эколого-технического развития сетей сотовой связи // Вестник связи. 2003. № 10. С. 60-69.

19. *Гичев Ю.П.* Загрязнение окружающей среды и здоровье человека. (Печальный опыт России). Новосибирск: СОРАМН, 2002. 230 с.
20. ГН 2.1.8/2.2.4.019-94. Временные допустимые уровни (ВДУ) воздействия электромагнитных излучений, создаваемых системами сотовой связи. Гигиенические нормативы. М.: Информ. издат. центр Госкомсанэпиднадзор России, 1995. 4 с.
21. *Бородин С.А.* Сопряженность вариаций КНЧ электромагнитных полей среды обитания и состояния организма человека: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Томск, 1999. 23 с.
22. *Варин И.Е.* К вопросу о профессиональной вредности при работе с медицинскими генераторами УВЧ // Гигиена и санитария. 1964. № 1. С. 28-34.
23. *Виллорези Дж.* Влияние межпланетных и геомагнитных возмущений на возрастание числа клинически тяжелых медицинских патологий // Биофизика. 1995. Т. 40. № 5. С. 817-820.
24. *Владимирский Б.М., Кисловский Л.Д.* Влияние солнечной активности на биосферу. М.: Наука, 1982. 234 с.
25. *Гордон З.В.* Вопросы гигиены труда и биологического действия электромагнитных полей сверхвысоких частот. Л.: Медицина, 1996. 163 с.
26. *Думанский Ю.Д., Сердюк А.М., Лось И.П.* Влияние электромагнитных полей радиочастот на человека. Киев: Здоровья, 1975. 15 с.
27. *Ершова Л.К., Думанский Е.Д.* Физиологические изменения центральной нервной системы животных при хроническом воздействии непрерывных СВЧ-полей // Гигиена населенных мест. 1975. № 14. С. 89-92.
28. *Исмаилов Э.Ш. и др.* Механизмы биофизического действия микроволн // Радиационная биология. Радиоэкология. 1998. Т. 38. № 6. С. 920-923.
29. *Лебедева Н.Н., Сулимов А.В., Сулимова О.П.* Исследование биоэлектрической активности мозга спящего человека при действии на него электромагнитного поля мобильного телефона // Биомедицинская радиоэлектроника. 1999. № 7. С. 47-52.
30. *Шандала М.Г., Виноградов Г.И., Руднев М.И.* Неионизирующая микроволновая радиация как индуктор аутоаллергических процессов // Гигиена и санитария. 1985. № 8. С. 32-35.
31. *Плеханов Г.Ф.* О восприятии человеком неоощущаемых сигналов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 1967. 20 с.
32. *Плеханов Г.Ф.* Основные закономерности низкочастотной электромагнитобиологии. Томск: Томский гос. ун-т, 1990. 186 с.
33. *Птицина Н.Г., Виллорези Дж., Дорман Л.И.* Естественные и техногенные низкочастотные магнитные поля как факторы, потенциально опасные для здоровья // Успехи физических наук. 1998. Т. 168. № 7. С. 765-791.
34. *Райнер М.М.* Безопасность портативных сотовых радиотелефонов // Вестник связи. 1998. № 4. С. 180-185.
35. *Ораевский В.Н., Кулешова В.П., Гурфинкель Ю.Ф. и др.* Медико-биологические эффекты естественных электромагнитных вариаций // Биофизика. 1998. Т. 4. № 5. С. 76-79.
36. *Майер В.А.* Мобильная связь и ее воздействие. СПб.: Знание, 1999.

Поступила в редакцию 19 июня 2015 г.

Odinaev F.I., Odinaev S.F., Shafiev S.I., Shutova S.V.
ELECTROMAGNETIC RADIATION AND HUMAN HEALTH

The review describes the modern concepts of electromagnetic radiation, classification, sources of radiation, biological effects in the human body. In recent years, the widespread use of the equipment, units, household appliances, mobile phones, technogenetics sources of electromagnetic radiation is observed. Literature analysis shows the harmful effect of electromagnetic radiation, in particular, mobile phones on the human body. The authors share the concern that prospects for further expansion of the production and use of mobile communication, other equipment from electromagnetic radiation sources can lead to the destructive effects of electromagnetic radiation on many systems of body and point to the need for more deep research in this direction.

Key words: electromagnetic field; electromagnetic radiation; mobile communications; human health.

Одинаев Фарход Исмагуллаевич, Институт последипломного образования в сфере здравоохранения, г. Душанбе, Республика Таджикистан, доктор медицинских наук, профессор, декан терапевтического факультета, e-mail: nnnn70@mail.ru

Odinaev Farkhod Ismatullaevich, Institute of Post-graduate Education in Public Health Sphere, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Doctor of Medicine, Professor, Dean of Therapeutic Faculty, e-mail: nnnn70@mail.ru

Одинаев Шухрат Фарходович, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино (Авиценны), г. Душанбе, Республика Таджикистан, доктор медицинских наук, доцент кафедры внутренних болезней № 1, e-mail: nnnn70@mail.ru

Odinaev Shukhrat Farkhodovich, Avicenna Tajik State Medical University, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Doctor of Medicine, Associate Professor of Internal Diseases Department № 1, e-mail: nnnn70@mail.ru

Шафиев Шамсудин Исмоилович, Таджикский НИИ профилактической медицины МЗиСЗН РТ, г. Душанбе, Республика Таджикистан, научный сотрудник, e-mail: Shafievsorbon@mail.ru

Shafiev Shamsudin Ismoilovich, Tajik Scientific Research Institute of Preventive Medicine of the Ministry of Health and Social Protection of Population, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Scientific Worker, e-mail: Shafievsorbon@mail.ru

Шутова Светлана Владимировна, Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация, кандидат биологических наук, доцент кафедры медицинской биологии с курсом инфекционных болезней, e-mail: shutovatgu@rambler.ru

Shutova Svetlana Vladimirovna, Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russian Federation, Candidate of Biology, Associate Professor of Medical Biology with the Course of Infectious Diseases Department, e-mail: shutovatgu@rambler.ru