

**УДК 577.24:575.22**

Л. Ф. ДОЛИНА – к.т.н., приват-профессор, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, кафедра «Гидравлика и водоснабжение», gidravlika2013@mail.ru

В. А. КОЗАЧИНА – ассистент, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, кафедра «Гидравлика и водоснабжение», gidravlika2013@mail.ru

О. П. САВИНА – ассистент, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, кафедра «Гидравлика и водоснабжение», gidravlika2013@mail.ru

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕФОНОВ И СМАРТФОНОВ**

*Статью представил д. т. н., проф. Н. Н. Беляев*

**Постановка проблемы**

Широкомасштабные исследования электромагнитных полей были начаты ещё в 60-е годы прошлого столетия. К тому времени уже был накоплен значительный клинический материал о неблагоприятном воздействии электромагнитных полей на здоровье человека. Было даже предложено ввести новый вид нозологического заболевания «Радиоволновая болезнь» или «Хроническое поражение микроволнами».

Тогда же было установлено, что электромагнитные и акустические (звуковые) поля обладают информационным воздействием на человека.

Электромагнитные поля оказывают сильное влияние на организм человека во всех его частотных диапазонах. Причём при высокочастотном облучении возникает тепловое воздействие на организм человека, а при низкочастотном возникает нетепловое или информационное воздействие.

Информационное воздействие, как бы навязывает определённый ритм колебательного процесса той или иной функциональной системе человеческого организма. Если информационные частоты воздействующего фактора синхронизированы с нормальными ритмами волновой матрицы личного гомеостаза, вреда человеку это не

приносит. Но человек живёт в агрессивной окружающей среде «электромагнитного смога» и наравне с безопасными для него частотами постоянно подвержен влиянию чужеродных для своего организма электромагнитных воздействий.

Одним из источников электромагнитных излучений (ЭМИ), контакт с которым имеет подавляющее большинство людей на Земле, является мобильный телефон, смартфон. В связи с этим очевидным и необходимым является изучение степени опасности, которую несет в себе использование данных видов устройств.

**Анализ последних исследований и публикаций**

Известно, что биологические последствия от электромагнитного воздействия телефона при его непосредственной близости к пользователю не изучено. Более того, современные стандарты безопасности ЭМИ систем мобильной связи базируются исключительно на представлениях о тепловом воздействии ЭМИ на биологические системы. Вместе с тем огромный массив экспериментальных исследований о биологических эффектах ЭМИ нетепловых интенсивностей не принимаются во внимание. Это значит, что при всей широте внедрения

технологии мобильной связи вопросы экологической безопасности данных систем все еще остаются открытыми. К сожалению, эпидемиологические исследования последних лет подтверждают серьезность подобного рода опасений. Так, исследования шведских онкологов показывают значительное возрастание риска развития некоторых форм рака мозга при длительном, более 10 лет, пользовании мобильным телефоном (в 2–5 раз по сравнению с контрольной группой) [1]. Кроме того, ускоренное развитие других форм рака было установлено израильскими исследователями у людей, живущих в непосредственной близости возле базовых станций мобильной связи [2]. Ухудшение ряда субъективных показателей состояния здоровья (головная боль, головокружение, упадок сил) было отмечено у людей, живущих в непосредственной близости (до 300...400 м) от базовых станций мобильной связи [3].

Эпидемиологические исследования указывают на значимость долгосрочных влияний ЭМИ систем мобильной связи для проявления негативных воздействий на состояние здоровья человека. Вместе с тем некоторые модельные исследования демонстрируют выраженное негативное действие ЭМИ мобильных телефонов на биологические системы даже при краткосрочном воздействии. Так, исследования в Национальном центре репродуктивной медицины (Кливленд, США) выявили, что однократное воздействие излучения стандартной модели мобильного телефона на образцы спермы человека приводило к достоверному снижению подвижности спермиев и возрастанию уровня активных форм кислорода в них [4].

**Цель.** Целью данной работы является измерение и исследование ЭМИ мобильных телефонов и смартфонов и, соответственно, оценка их потенциальной опасности для пользователей.

В 2007 году со студентами-экологами ДНУЖТ им. академика В. Лазаряна мы по-

бывали в городской СЭС (с 2011 г. – ДУ «Держсанепідемслужба України в Дніпропетровській області»). Следует отметить, что наша санэпидемстанция оснащена довольно хорошо современными приборами для измерения параметров окружающей среды (шумомерами, дозиметрами, масс-спектрографом, жидкостными и газовыми хроматографами и др.). Поэтому наша кафедра «Гидравлика и водоснабжение» старается ежегодно проводить занятия-экскурсии в этом медицинском учреждении.

Целью занятий было ознакомление с электромагнитным «смогом» в нашем городе. Источниками электромагнитного загрязнения среды являются: радио- и телепередающие устройства, радиолокационные станции, радиостанции (портативные и стационарные). СВ-печи, термические цеха заводов, электропечи металлургических предприятий, линии электропередач и многие другие установки и предприятия, в том числе мобильные телефоны и усилители сигналов (антенны) различных операторов мобильной сети.

Замеры были произведены на 50 мобильных телефонах разных марок и типов, которыми пользуются наши студенты при частоте радиосигнала 900 МГц (табл. 1).

Руководствующим стандартом на сегодня в сфере электромагнитного загрязнения является «Державні санітарні норми та правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань» (Київ, 1999, затверджено МОЗ України від 01.08.96 №293) [5]. В нем регламентирован предельно допустимый уровень излучения базовых станций мобильной связи (900 и 1800 МГц, суммарный уровень от всех источников) в санитарно-селитебной зоне – 2,5 мкВт/см<sup>2</sup>. Это одно из самых «жестких» нормативных значений безопасного электромагнитного излучения. Для России оно составляет 10 мкВт/см<sup>2</sup>, для некоторых стран Скандинавии – 100 мкВт/см<sup>2</sup>.

Таблица 1

Плотность электромагнитной энергии  
мобильных телефонов «старых»  
образцов

Марка мобильного телефона	Результаты измерения, мкВт/см <sup>2</sup>	Превышение предельно-допустимой нормы
Nokia	32-40	12,8-16
Nokia	7-10	2,8-4
Nokia	3-5	1,2-2
Nokia	16-17	2,4-6,8
Nokia	13-16	5,2-6,4
Nokia	30-35,7	12-14,3
Nokia	10-16	4-6,4
Nokia	7-35	2,8-14
Nokia	5,9-25	2,4-10
Motorolla	7-13	2,8-5,2
Samsung	4-5	1,6-2
Samsung	9-20	3,6-8
Samsung	9-10	3,6-4
Siemens	19-20	7,6-8
Sony Ericsson	16-28	6,4-11,2
Nokia+hand-free	0,3-0,5	

Впервые мобильную связь стали использовать в армейских частях более полвека тому назад, когда на вооружении появились радиорелейные станции. Первый современный сотовый телефон в 1973 г. изобрел сотрудник компании Motorola Dyna Тес американец Мартин Купер. Сегодня паутиной радиостанций, работающих в диапазоне сверхвысоких радиочастот, покрыты огромные территории планеты. Как считает Международный союз электросвязи при ООН (МСЭ), к концу 2014 г. количество мобильных телефонов превысит число жителей Земли. Те, кто мало-мальски знакомы с электромагнитным излучением, рано или поздно задумывались о вреде контакта с данным прибором – источником электромагнитных волн.

На сегодняшнее время нет единого мнения о вреде или ее отсутствии от использо-

вания мобильных телефонов, однако уже сейчас ведущие изготовители данных устройств поставлены в жесткие рамки предельно допустимых норм мощности излучения.

Для определения уровня облучения, возникающего при работе мобильных устройств, в мировой практике используется единица измерения, называемая удельным коэффициентом поглощения (SAR – Specific Absorption Rate):

$$SAR = \frac{\sigma \vec{E}^2}{\rho}, \quad (1)$$

где  $\sigma$  – электрическая проводимость человеческих тканей (См/м);  $\rho$  – плотность человеческих тканей (кг/м<sup>3</sup>);  $\vec{E}$  – напряженность электрического поля (В/м).

Предельное значение SAR, установленное в директивах международной организации ICNIRP, равно 2,0 Вт/кг с усреднением до десяти граммов ткани [6]. Измерения коэффициента SAR выполняется в стандартном рабочем положении устройства в режиме максимальной мощности передатчика, указанной в технических характеристиках, во всех диапазонах рабочих частот.

Например, наибольшее значение коэффициента SAR для Nokia 1110 в соответствии с директивами ICNIRP составляет 0,78 Вт/кг около уха.

Значение коэффициента SAR может изменяться при использовании аксессуаров, а также отличаться в зависимости от государственных стандартов и требования к испытаниям, а также от частотных диапазонов.

Уже сейчас известно, что люди, проживающие вблизи радиостанций, чаще других жалуются не только на головные боли, но и на другие отрицательные симптомы. Исследователями Швеции, Великобритании установлено, что раком мозга болеют те люди, которые имеют возраст более 50 лет и пользуются мобильным телефоном свыше 10 лет.

Понятно, что эффективной защиты от излучения базовых станций нет – есть «за-

шита расстоянием»: чем дальше от источника излучения, тем лучше. А пока их зеркальные рупоры с сектором охвата в 60...70 градусов неусыпно ведут мониторинг за каждым владельцем мобильного телефона.

Каждый орган человека работает на определенной частоте, например, сердце – около 700 герц (колебаний в секунду); мозг в состоянии сна – 10 Гц, бодрствования – 50 Гц. Если рядом есть постоянный источник излучения, работающий на аналогичной или кратной частоте, это может привести к увеличению или уменьшению нормальной частоты работы органа. Если увеличить частоту работы сердца в 1,5 раза – это уже угроза возникновения стенокардии. Во Франции принят закон о запрещении ношения мобильного телефона в области сердца, если человек пользуется электро-стимулятором сердца.

Проведенные исследования показали, что мобильным телефоном можно пользоваться только при достижении 14 лет и не более 20 минут в день. Во многих странах Европы и Америки использование мобильных телефонов детьми запрещено. Существуют разные мнения по поводу мобильных телефонов: провоцируют развитие раковых заболеваний, влияют на механизм наследственности, негативно действуют на деятельность мозга, волны СВЧ-диапазона негативно сказываются на зрении, способствуют преждевременному старению.

В 2014 году две группы студентов-экологов ДНУЖТ им. академика В. Лазаряна провели занятие в ДУ «Дніпропетровський обласний лабораторний центр Держсанепідемслужби України» с целью измерения ЭМИ от различных смартфонов и 2х мобильных телефонов современного образца. Замеры производились российским сертифицированным прибором.

Итак, измерения показали, что большинство устройств укладываются в норму, за исключением HTC Desire SV, Nexus 4 (табл. 2).

Таблица 2

Плотность электромагнитной энергии мобильных телефонов и смартфонов

Марка (смартфоны)	Результаты измерения, мкВт/см <sup>2</sup>	Марка (телефоны)	Результаты измерения, мкВт/см <sup>2</sup>
Samsung GT-7272	0,26	HTC Desire X	0,4
Samsung GT-	0,7	Nexus 4	2,13
Samsung GT-8160	1,21	HuaweiAscend P6	1,18
Samsung GT-7562	0,64	LG L90	0,32
HTC Desire	3,57	Nokia Lumia 720	1,2
HTC Desire	0,5	Nokia 501	0,36
HTC One M7	0,18	Samsung Duos	1,87 (0,58)*
HTC Evo 3D	0,15	Nokia 201	1,96 (1,54)

Примечание: \*1,87 – в момент вызова, 0,58 – во время разговора

**Результаты.** Предыдущие и новые измерения показали, что по уровню ЭМИ мобильные телефоны более опасны, чем смартфоны, в особенности мобильные телефоны «старого» образца.

**Выводы**

Пока прямых, однозначных ответов на вопросы касательно явной связи между электромагнитным излучением и риском заболевания нет, все же необходимо указать некоторые рекомендации относительно правил пользования мобильными телефонами и смартфонами:

- не рекомендуется носить телефон на груди, на поясе, в кармане;
- в зоне неустойчивого приема сигнала аппарат желательно на некоторое время

выключить, если не ожидается ранее оговоренный звонок.

Помните, что на максимальном сигнале мобильные телефоны и смартфоны работают и в момент набора номера. Поэтому следует дождаться появления на экране дисплея сообщения об установлении связи с абонентом и только после этого можно трубку прикладывать, не сильно прижимая, к уху:

- пользователям переносных телефонов сильной мощности (от 20 Ватт) держать трубку как можно дальше от уха;
- следите за тем, чтобы антенна не оказалась случайно прикрыта рукой;
- качество связи внутри здания (из-за эффекта поглощения энергии сигнала стенами) не всегда удовлетворительное. Следовательно, не ленитесь лишний раз подойти к окну или выйти на улицу, таким образом вы снизите энергию излучения трубки вблизи собственной головы;
- во время передвижения старайтесь держать трубку как можно дальше от себя и ваших спутников;
- мобильные телефоны, смартфоны на ночь все же безопаснее класть от себя подальше. Также не держите рядом зарядных устройств;
- безопаснее пользоваться беспроводной гарнитурой, например hand-free. Особенно она удобна, если вы за рулем;
- существуют специальные карты-наклейки для мобильных телефонов и смартфонов, которые, поглощая ЭМИ, преобразовывая его в тепло (неощутимое для владельца), защищают человека от излучения.

#### Библиографический список

1. Hardell, L. Mobile phones, cordless phones and the risk for brain tumours [Text] / L. Hardell, M. Carlberg // Int J. Oncol. – 2009. – 35, No 1. – P. 5-17.

2. Wolf, R. Increased incidence of cancer near a cell-phone transmitted station [Text] / Trends in cancer prevention: Ed. F. Columbus // R. Wolf, D. Wolf – Nova Science Publishers, Inc, 2007. – P. 1-8.
3. Santini, R. Study of the health of people living in the vicinity of mobile phone base stations: 1. Influences of distance and sex [Text] / R. Santini, P. Santini, J. M. Danze et al. // Pathol. Biol. – 2002. – No 50. – P. 369-373.
4. Agarwal, A. Effects of radiofrequency electromagnetic waves (RF-EMW) from cellular phones on human ejaculated semen: an in vitro pilot study [Text] / A. Agarwal, N. Desai, K. Makker et al. // Fertil. and Steril. – 2009. – 92, No 4. – P. 1318-1325.
5. Державні санітарні норми та правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань» [Текст]: затв. МОЗ України від 01.08.96 №293. – Київ, 1999.
6. ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz) [Text] // Health Phys. – 1998. – 74, No 4. – P. 494-522.

**Ключові слова:** електромагнітне поле, частота випромінювання, мобільний телефон, смартфон, потік електромагнітної енергії, питомий коефіцієнт поглинання

**Ключевые слова:** электромагнитное поле, частота излучения, мобильный телефон, смартфон, поток электромагнитной энергии, удельный коэффициент поглощения

**Keywords:** electromagnetic field, frequency of radiation, mobile phone, smartphone, flow of electromagnetic energy, specific absorption rate

Поступила в редколлегию 20.05.2014