



DOI: <https://doi.org/10.15688/NBIT.jvolsu.2018.3.6>

УДК 621.37

ББК 32.884.161.3

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СОТОВОЙ СВЯЗИ НА ЧЕЛОВЕКА

Сергей Викторович Черных

Кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры телекоммуникационных систем,  
Волгоградский государственный университет  
schtk@list.ru  
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

**Аннотация.** Проведен анализ многочисленных точек зрения на проблему влияния микроволнового излучения сотовой связи на человека, получены оценки интенсивности электромагнитного поля сотовой связи для различных ситуаций, наиболее часто встречающихся в повседневной жизни. На основе проведенного анализа и полученных оценок сделана попытка прогноза дальнейшего развития сотовой связи.

**Ключевые слова:** микроволновое излучение, системы сотовой связи, стандарт GSM 900/1800, негативное воздействие, функции мобильных телефонов, инновации.

### Введение

Телефонная плотность подвижной радиотелефонной связи на 100 человек населения за 2017 г. в Российской Федерации (РФ) составляет 200,3 [8]. Это означает, что каждый человек в РФ является пользователем различных систем сотовой связи (ССС) и практически каждый россиянин имеет по два сотовых телефона. Основным стандартом мобильного телефона (МТ) в РФ можно считать стандарт GSM 900/1800. Главным фактором воздействия СССР на окружающую среду является электромагнитное поле (ЭМП), источником которого эти системы сотовой связи и являются, и которое может оказывать на здоровье людей негативное воздействие.

Во избежание недоразумений определимся с терминологией. В соответствии с международным регламентом радиосвязи радиочастоты делят на 12 диапазонов, куда входят диапазон ультравысоких частот УВЧ (0,3–3 ГГц), диапазон сверхвысоких частот

СВЧ (3–30 ГГц) и диапазон крайне высоких частот КВЧ (30–300 ГГц). Частоты ЭМП систем сотовой связи (примерно 0,5–2 ГГц) входят в диапазон УВЧ.

В гигиенической практике принята несколько иная классификация радиочастот, представленная в Таблице 2 Санитарных норм и правил при работе с источниками электромагнитных полей высоких, ультравысоких и сверхвысоких частот № 848-70 от 30 марта 1970 г. с изменениями от 8 февраля 1978 года. В упомянутых санитарных нормах УВЧ (дециметровые волны), СВЧ (сантиметровые волны), КВЧ (миллиметровые волны) объединяются в СВЧ диапазона 0,3–300 ГГц (микроволны). Для ЭМП диапазона 0,3–300 ГГц (общее название – «СВЧ-излучение») в РФ существуют единые предельно допустимые уровни (ПДУ), измеряемые в интенсивностях (плотностях потока энергии (ППЭ)) Вт/см<sup>2</sup> (эти ПДУ прописаны в таких нормативных документах, как Санитарные нормы и правила № 848-70 от 30 марта 1970 г., Гигиеничес-

кие нормативы ГН 2.1.8./2.2.4.019-94 «Временные допустимые уровни (ВДУ) воздействия электромагнитных излучений, создаваемых системами сотовой радиосвязи», Санитарные правила и нормы 2.2.4/2.1.8.055-96 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)» № 9 от 8 мая 1996 г., Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов» СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03), что наводит на мысль об одинаковом влиянии на здоровье населения ЭМП, относящихся ко всему диапазону частот 0,3–300 ГГц. На перечисленные выше нормативные документы в дальнейшем будут делаться неоднократные ссылки, поэтому их названия приводятся полностью.

В зарубежной (часто и в отечественной) литературе под общим термином «микроволновое излучение» (МВИ) объединяют излучение сантиметрового диапазона (СВЧ) и излучение дециметрового диапазона (УВЧ) длин волн. Поскольку ЭМП ССС входят в диапазон дециметровых волн, то в настоящей работе эти ЭМП будут называться «микроволновые излучения».

В отечественных и зарубежных изданиях имеется огромное число статей, посвященных проблеме воздействия МВИ МТ. Кратко, на примере отдельных работ, покажем самое общее положение дел по этой проблеме. В работе [10] автор, «инженер в области электроники, космической связи и информационных систем, участник подготовки запуска первых спутников и полета Гагарина» [10], опираясь на его более чем тридцатилетний опыт работы в области радиотехники и электроники, со всей ответственностью заявляет, что «от мобильного в кармане никакого вреда, кроме возможного механического соударения или, пардон, сползания брюк под его тяжестью, быть не может» [10]. В других работах можно встретить информацию совершенно иного толка. В таких работах советуют держать МТ как можно дальше от тела, носить его не в карманах, а, например, в сумке. При нахождении дома МТ необходимо класть от себя на расстоянии полметра и больше.

Также в публикации [10] утверждается, что «мобильный выключенный или включен-

ный телефон, если по нему не говорить, работает на прием, поэтому он никакого вреда принести не может...». Однако в других источниках находим, что телефон всегда работает в пульсирующем режиме и обменивается данными с базовой станцией, даже когда разговор не ведется, и телефон находится в режиме ожидания вызова. Работа [1] даже успокаивает, что «если телефон находится в режиме ожидания, то излучение незначительно, поскольку обмен данными с базовой станцией продолжается всего доли секунды».

Автор работы [10] не без основания полагает, «что в заинтересованности в шумихе о вреде мобильных можно подозревать:

- во-первых, производителей сотовых телефонов и операторов сотовой связи, которые в борьбе за клиента могут запугивать потребителей более высокими мощностями мобильных телефонов у других конкурентов;
- во-вторых, чиновников учреждений здравоохранения и научных деятелей и врачей, которые из-за неопределенности в исследованиях, могут еще долго “ловить рыбку в мутной воде”, получая гранты и рабочие места за счет налогов встревоженных людей;
- в-третьих, всяческих шарлатанов, продающих наивным людям “микросхему для ослабления излучения на голову” или что-то подобное “устройство для отведения излучения от головы”, хотя любой человек, изучивший физику электромагнитных волн, даже студент радиотехнического ВУЗа может уверенно заявить, что такого не может быть, как говорят в науке, “по определению”;
- а также некоторые СМИ, для которых любая шумиха – их хлеб».

Как видно из приведенных примеров, многие работы в этой области весьма противоречат друг другу, сильнее запутывая и без того сложный вопрос о вреде или пользе сотовой связи. Существует мнение, что сложность в этом вопросе является искусственной, она выгодна, прежде всего, производителям и операторам сотовых телефонов. Критики утверждают, что результаты исследований часто зависят от того, принимали ли в них участие (или финансировали ли их) компании-производители и операторы сотовых телефонов или нет. Вряд ли производитель сотовых телефонов, проведя научные изыскания и най-

для ССС вредными для населения, заявит об этом на весь мир и свернет свою деятельность, причинив себе экономический ущерб.

В средствах массовой информации (СМИ) и Интернете можно найти сведения о скандалах, связанных с тем, что тот или иной ученый путем умалчивания, сокрытия или «приукрашивания» (естественно, не безвозмездно) результатов реальных исследований опровергал вред мобильных телефонов (например, деятельность профессора Андерса Ахлбома (Ahlbom), «Конфликт интересов в Здоровой Канаде»).

Существуют также работы, позиция которых заключается в том, что возможно сотовая связь вредна, но исследованиями прямо это доказать или не удалось, или весьма и весьма трудно, или на это потребуются десятилетия. И это несмотря на то, что этой проблемой занимаются десятки (если не сотни) научных учреждений, сотни (если не тысячи) ученых и делятся эти исследования уже не один десяток лет! Поневоле задумаешься над словами автора статьи [10], приведенными выше.

Таким образом, все работы о вреде или пользе ССС можно приближенно разделить на три большие группы: 1) сотовая связь ни в коем случае не вредна для людей; 2) сотовая связь однозначно вредна для населения; 3) не «за» и не «против». Создается впечатление, что такими публикациями усиленно формируется следующее общественное мнение:

– возможно, сотовая связь в некотором роде вредна для человека, но это, по большому счету, не страшно;

– если вы все-таки боитесь за свое драгоценное здоровье, то ученые научат вас правильно пользоваться сотовым телефоном, чтобы свести вред от него к минимуму;

– поскольку сотовая связь в настоящее время глубоко и прочно вошла в нашу повседневную жизнь и от нее уже никуда не деться, то, по большому счету, всем нам надо перестать дергаться, надо расслабиться и принимать удовольствие от пользования сотовой связью.

Но вопросы остаются. Действительно ли кто-то хочет нашей безопасности, кто-то горит желанием научить нас правильно пользоваться сотовым телефоном, чтобы мы случайно не навредили сами себе? Сравнение

работ [1] и [3] сеет большие сомнения в этом. Действительно, в публикации [1] говорится, что «безопаснее всего носить мобильник на внешней стороне бедра, чуть выше колена, где ковбои носили кобуру». А в статье [3] говорится о том, «что наиболее чувствительными к облучению являются глаза и семенники». «При уровнях МВИ, превышающих  $5 \text{ мВт/см}^2$ , и хроническом действии полей меньшей интенсивности наблюдается... повышенная утомляемость, слабость, вялость, разбитость, а также раздражительность, головкружение. Иногда наблюдаются приливы к голове, чувство жара, половая слабость (по типу ослабления влечения), приступы тошноты и даже потемнение в глазах» [3]. Однако в повседневной жизни как-то не наблюдается прямого соответствия между наличием сотового телефона и плохим самочувствием, болезнями или бесплодием. Неужели сотовая связь так вредна?

Как видим, вопросы заданы и требуют своего исследования, которое будет проведено на основе фактов и данных, взятых из источников учебной и научной литературы, СМИ, Интернета. Настоящее исследование не претендует на подробное и исчерпывающее решение проблемы влияния на человека сотовой связи. Цель настоящего исследования – представить независимую техническую точку зрения по вопросу о влиянии на человека сотовой связи. Для определенности будем говорить о стандарте GSM 900/1800.

### Польза сотовой связи

Сотовый телефон давно является необходимой частью нашей жизни. Польза сотовой связи состоит в функциях МТ. Вот только некоторые из них:

– возможность постоянно находиться на связи;

– в случае непредвиденных обстоятельств можно оперативно на них реагировать;

– возможность быть в курсе местонахождения собственных детей;

– в случае какой-либо неприятности всегда можно вызвать помощь независимо от местонахождения;

– возможность управлять своими сбережениями в банке;

– возможность быть в курсе событий при помощи Интернета.

Одно из основных преимуществ сотовой связи – дешевизна строительства и эксплуатации (примерно в три раза дешевле по сравнению с проводными сетями [6]). Это преимущество способствовало быстрому развертыванию сотовых сетей почти по всей территории нашей страны и ликвидации отставания в области связи по сравнению с мировым уровнем. Мобильность сотовой связи способствовала взрывному спросу на услуги этого вида связи и, как следствие, резкому увеличению числа абонентов.

С помощью сотовой связи ведется административная и управленческая работа, оперативно проводятся деловые переговоры. Для бизнеса польза сотовой связи просто очевидна. Мобильная связь заняла прочное место в общении людей. В настоящее время можно встретить людей, общающихся по телефону намного больше, чем в реальной жизни. Можно сказать, что сотовая связь – средство единения и сближения людей.

Сотовая связь заняла настолько прочное место в нашей жизни, что медики стали сообщать о появлении у людей различных отклонений, фобий и зависимостей, связанных с мобильной связью [4]. Одной из них является страх потери телефона, когда человек боится остаться без мобильного (номофобия). Если вы сомневаетесь в сказанном, то попробуйте отключить ваш мобильный телефон хотя бы на сутки и наблюдайте за своей реакцией. Если не страх, то определенный дискомфорт вы непременно ощутите. Это с одной стороны.

С другой стороны, появились разработки на основе сотовой связи для психического и телесного здоровья человека, например так называемый «мобильно-телефонный ангел-хранитель от навязчивых страхов» (см. URL: <http://psyfactor.org/lib/mobilt.htm>). Автор подобной разработки утверждает, что «мобильно-телефонный ангел-хранитель» может избавить нас даже от тревожных ночных мыслей и страхов перед внезапными стихийными бедствиями (землетрясением, наводнением) и техногенными катастрофами, а также от беспокой-

ства о возможности посещения нас ночными пришельцами из параллельных миров. Таким образом, сотовая связь порождает расстройство и фобии, и она же избавляет от них. Куда уже дальше?

На фоне сказанного выше претензии к сотовой связи в вопросах ее отрицательного влияния на здоровье людей выглядят даже несколько неуместно.

### Вред сотовой связи

Исследуем некоторые утверждения противников сотовой связи. Первое из них заключается в том, что *микроволновое излучения сотового телефона отрицательно влияет на здоровье взрослого человека*. В публикации [3] упоминается о проведенных в СССР в 60–70-х гг. XX в. долговременных наблюдениях за большой группой профессионалов, которые подвергались ежедневному воздействию СВЧ-излучения. В результате этих наблюдений были получены данные, согласно которым только ЭМП с ППЭ порядка 1 мкВт/см<sup>2</sup> не оказывали негативного влияния на здоровье людей. При интенсивностях ЭМП, «не превышающих сотых долей милливатта на квадратный сантиметр» (то есть порядка 10 мкВт/см<sup>2</sup>), у части работников, обслуживающих такие источники СВЧ-излучения, развивалась радиоволновая болезнь (РВБ) [3; 9].

Санитарные нормы и правила № 848-70 утверждают следующее. «<...> 9. Интенсивность электромагнитных полей радиочастот на рабочих местах не должна превышать: ... в) в диапазоне свч: (300 МГц – 300 000 МГц) при облучении в течение всего рабочего дня 10 мкВт/см<sup>2</sup>; при облучении не более 15–20 мин. за рабочий день 100 мкВт/см<sup>2</sup>) 1 мВт/см<sup>2</sup>) при условии обязательного пользования защитными очками. В остальное рабочее время интенсивность облучения не должна превышать 10 мкВт/см<sup>2</sup>».

Согласно гигиеническим нормативам ГН 2.1.8./2.2.4.019-94 для населения, проживающего на прилегающей селитебной территории, ППЭ от антенн базовых станций должна составлять 10 мкВт/см<sup>2</sup>.

Санитарные правила и нормы 2.2.4/2.1.8.055-96 допускают нахождение людей (ра-

бочий персонал) под облучением (в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц), ППЭ которых составляет 1000 мкВт/см<sup>2</sup>, в течение 0,2 и менее часов. А если ППЭ будет 25 мкВт/см<sup>2</sup>, то под таким облучением людям можно находиться 8 и более часов. Однако для населения, лиц, не достигших 18 лет, и женщин в состоянии беременности Санитарные правила и нормы 2.2.4/2.1.8.055-96 устанавливают ППЭ равным 10 мкВт/см<sup>2</sup>.

СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 устанавливают следующие ПДУ для персонала и для населения. Предельно допустимые уровни электромагнитных полей диапазона частот 300 МГц – 300 ГГц на рабочих местах персонала: предельно допустимое значение энергетической экспозиции плотности потока энергии (ЭППЭ) составляет 200 (мкВт/см<sup>2</sup>)·ч; максимальный ПДУ ППЭ составляет 1000 мкВт/см<sup>2</sup>. Предельно допустимые уровни ЭМП диапазона частот 300 МГц – 300 ГГц для населения составляет 10 мкВт/см<sup>2</sup>.

В стандартах GSM 05.05 и 3GPP-ETSI TS 45.005 предусмотрены несколько классов мобильных терминалов (телефонов, модемов, роутеров и т. д.) с разной максимальной выходной мощностью: 8 Вт, 5 Вт, 2 Вт, 0,8 Вт (GSM 900); 1 Вт, 0,25 Вт, 4 Вт (GSM 1800). Однако в настоящее время на практике мобильные терминалы выпускаются с выходной мощностью до 2 Вт в диапазоне GSM 900, и до 1 Вт в диапазоне GSM 1800.

Считая антенну МТ всенаправленной, плотность потока энергии  $I$  микроволнового излучения в центре головы абонента найдем по формуле

$$I = P / (4\pi r^2), \quad (1)$$

где  $P$  – мощность отдельного МТ;  $r$  – расстояние от МТ, прижатого к уху, до центра головы абонента.

Для определенности допустим, что  $P = 2$  Вт, а  $r = 10$  см, тогда, согласно (1), получим  $I = 1592$  мкВт/см<sup>2</sup>.

Как видим, полученное значение ППЭ на несколько порядков превышает величину, установленную для населения упомянутыми выше нормативными документами и в почти 1,6 раза превышает предельную величину, установленную для рабочего персонала теми же

нормативными документами. Население от рабочего персонала отличается тем, что к рабочему персоналу применяются меры защиты от воздействия ЭМИ и он должен участвовать в лечебно-профилактических мероприятиях.

Если даже допустить, что после непродолжительной работы на максимальной выходной мощности в самом начале сеанса связи МТ, работающий в диапазоне GSM 900, по командам базовой станции достаточно быстро снизит максимальную выходную мощность с 2 Вт до 5 мВт, то данный факт представляется не совсем реальным. Наличие в городе большого количества железобетонных построек и условия плотной застройки не позволит значительно снизить выходную мощность мобильного телефона. Наличие в городе (или за городом) лесопарковой зоны также не способствует значительному снижению выходной мощности МТ. Также значительному снижению выходной мощности МТ не способствуют атмосферные осадки (снег, дождь) и наличие большого количества пыли в атмосфере.

Другое утверждение противников сотовой связи заключается в том, что *базовые станции сотовой связи облучают нас постоянно и облучают всех: и тех, кто говорит по мобильнику, и тех, кто вообще им не пользуется*. Чтобы разобраться в этом вопросе, будем рассуждать следующим образом. Будем считать антенну базовой станции всенаправленной. Также будем считать влияние антенн базовых станций других сот (кроме нашей) на ППЭ в нашей соте ничтожным. Для GSM 900 многостанционный доступ с временным разделением, использующий 8 слотов и 248 физических полудуплексных каналов, составляет группу из 1984 полудуплексных каналов. Если размер кластера равен 7, то число полудуплексных каналов в одной соте будет примерно 283 (1984/7). В работе [5] показано, что разбиения, содержащего семь наборов частот, достаточно для охвата произвольно большой области, если применять повторное использование частот с учетом допустимого расстояния между сотами.

По данным различных источников, чувствительность приемников базовых станций стандарта GSM колеблется от -100 дБм до

-115 дБм, а чувствительность приемников сотовых телефонов стандарта GSM колеблется от -90 дБм до -105 дБм. Например, для стандарта GSM 1800, согласно источнику [2], реальная чувствительность приемника базовой станции составляет -110 дБм, а реальная чувствительность приемника абонентской станции (сотового телефона) составляет -102 дБм.

Таким образом, дуплексных каналов в одной соте будет примерно 141. Пусть выходная мощность одного МТ будет 2 Вт. Поскольку чувствительность приемника базовой станции и приемника сотового телефона можно считать примерно одинаковыми, то мощность излучения базовой станции при ответе мобильному телефону должна быть примерно равна мощности излучения этого МТ (в нашем случае 2 Вт). Если одновременно позвонят все 141 абонент, то в течение одного слота суммарная мощность излучения базовой станции будет примерно 35 Вт  $((141/8) \cdot 2)$ . Полученное значение не противоречит сведениям о том, что четвертому классу мощности стандарта GSM 900 соответствует мощность базовой станции 40 Вт и мощность МТ 2 Вт.

Найдем теперь с помощью формулы (1) расстояние  $r$ , где плотность потока энергии  $I$  микроволнового излучения будет равной  $10 \text{ мкВт/см}^2$ . Значение  $P$  в этом случае будет 35 Вт, тогда  $r = 5,28 \text{ м}$ . Как видим, при нахождении антенны базовой станции на расстоянии 5,28 м и больше от нас, излучение базовой станции можно считать для нас безвредным.

Антенны базовых станций размещаются на мачтах или башнях. Высота расположения антенн базовых станций меняется в широких пределах: на зданиях – от 20 до 40 м; на башнях (дискретно) – 45, 50, 60, 72, 100 м. Так что нахождение даже непосредственно под антен-

нами базовых станций, согласно нашим расчетам и гигиеническим нормативам (и СанПиН) России для сотовой связи, можно считать безопасным для здоровья населения.

Третье утверждение противников сотовой связи: *микроволновое излучение мобильных телефонов действует не только на их владельцев, но и на окружающих людей*. Для выяснения достоверности данного утверждения построим свои рассуждения так, как показано на рисунке 1. Отдельно стоящий человек подвергается воздействию ЭМП средств сотовой связи группы из  $N$  пользователей, занимающих приближенную площадь круга радиуса  $R$ . Пользователи ССС находятся недалеко друг от друга по сравнению с отдельно стоящим человеком, поэтому  $r > R$ , где  $r$  – расстояние от центра круга радиуса  $R$  до отдельно стоящего человека.

Вследствие сделанных выше предположений для приближенной оценки плотности потока энергии  $I$  микроволнового излучения в месте нахождения человека на рисунке 1 воспользуемся формулой (2).

$$I = (N \cdot P) / (4\pi r^2), \quad (2)$$

Пусть  $N = 4$ ,  $P = 2 \text{ Вт}$ ,  $r = 200 \text{ см}$ . В итоге получаем  $I = 15,9 \text{ мкВт/см}^2$ . Как видим, расстояния в 2 м в данной ситуации явно недостаточно, чтобы быть в безопасности согласно гигиеническим нормативам (и СанПиН) нашей страны. Рассмотренную выше ситуацию можно наблюдать с той или иной степенью приближенности, например, в общественном транспорте в «часы пик», в школах и вузах во время перерывов между уроками и парами.

В работе [3] по этому поводу рассуждают несколько иначе, как показано на рисунке 2.

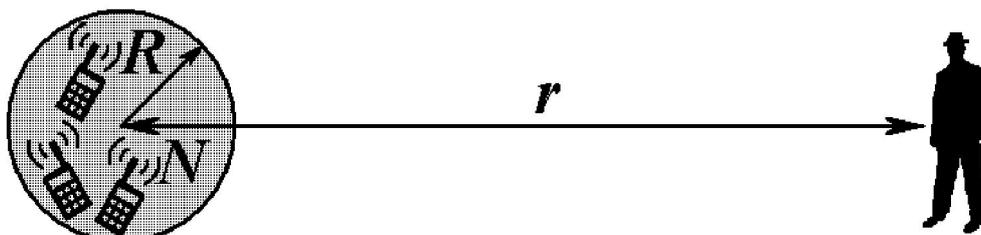


Рис. 1. Облучение отдельного человека группой из  $N$  пользователей

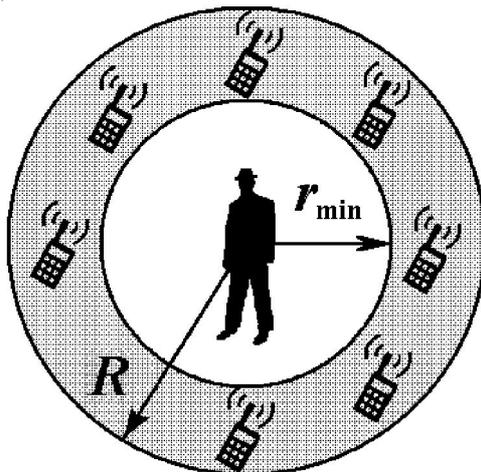


Рис. 2. Облучение отдельного человека окружающими его пользователями

Здесь отдельный человек подвергается воздействию ЭМП средств сотовой связи пользователей, которые находятся вокруг него в пределах кольца, ограниченного окружностями с радиусами  $r_{\min}$  и  $R$ ,  $r_{\min}$  – минимальное расстояние между человеком и ближайшим к нему мобильным телефоном. На рисунке 2 площадь, занимаемая пользователями ССС, заштрихована. Обсуждаемая в публикации [3] ситуация, на наш взгляд, более приближена к реальности, однако она требует более сложных (понятных меньшему количеству читателей) расчетов.

Приведем некоторые очень интересные данные, полученные в работе [3] согласно схеме рисунка 2. В случае одновременной работы всех МТ на территории Москвы плотность потока энергии  $I$  микроволнового излучения, воздействующего на человека в центре Москвы, составляет  $7 \text{ мкВт/см}^2$  [3].

Однако пользователи ССС размещены неравномерно по городу. Наибольшее скопление пользователей ССС наблюдается в так называемых деловых центрах. Предположив, что на круговой территории площадью  $1000 \text{ м}^2$  (при  $r_{\min} \ll R$ ) размещено 500 МТ (мощность каждого из них составляет 1 Вт), получаем в центре этой круговой территории при одновременной работе всех МТ величину  $I = 95 \text{ мкВт/см}^2$  [3].

В работе [3] также делается оценка величины  $I$  для случая многоэтажных деловых центров с уподоблением их сфере радиуса  $R$ , внутри которой мощность МВИ МТ рас-

пределена равномерно. Полагая мощность каждого МТ равной 1 Вт, число МТ равным 500, радиус  $R$  сферы равным 8 м, получим  $I = 800 \text{ мкВт/см}^2$ . При сравнении приведенных выше данных [3] с данными гигиенических нормативов (и СанПиН) комментарии, как говорится, излишни.

#### Анализ точек зрения сторонников и противников сотовой связи

Позиция сторонников сотовой связи очень прочная. Суть этой позиции можно выразить следующими вопросами. Лично вы видели, чтобы кто-то заболел или умер от сотовой связи? Если ваш ответ – да, то уверены ли вы в том, что это произошло именно по вине сотовой связи, а не потому, что человек отравился некачественными продуктами питания, пострадал от плохой экологии, пострадал от затяжного нервного стресса, пострадал от алкоголя или от неправильно назначенного лечения? Если ваш ответ – да, то на чем базируется ваша уверенность, если тысячи ученых и сотни лабораторий не могут утвердительно сказать, что сотовая связь вредна однозначно? Как видим, опровергнуть такую позицию весьма сложно.

А если обвинить экологов и других исследователей в излишней подозрительности, в желании везде и во всем найти вред и заговор против здоровья населения с целью получения денег на свои сомнительные исследования, то позиция сторонников сотовой связи становится совершенно «непробиваемой».

Анализируя различные точки зрения на сотовый телефон, нельзя не коснуться темы полезных функций МТ. Сотовый телефон заменяет собой многие бытовые предметы – телевизор, радиоприемник, фонарик, калькулятор... Почему МТ так перенасыщен полезными функциями? Это совершенно невыгодно с точки зрения торгового бизнеса. Новые модели МТ дешевлею стремительнее, чем, например, телевизоры, компьютеры и радиоприемники. Да и стоит МТ гораздо дешевле, например, ноутбука. Ведь гораздо выгоднее продавать отдельно, например, компьютер, телевизор, телефон и фонарик? Почему телефонные аппараты фиксированной (проводной) связи не обладают таким богатым набором полезных функций, как их «коллеги» – сотовые телефоны? А ведь это было бы очень востребовано.

Можно предположить, что создатели сотовой связи хорошо понимали степень опасности данного вида связи для здоровья людей. Они понимали, что рано или поздно люди осознают эту опасность и постараются значительно сократить время пользования ССС либо совсем отказаться от них. Но тот огромный комфорт, что принесла сотовая связь в нашу повседневную жизнь, сделает процесс отказа от нее весьма болезненным и медленным или вообще невозможным.

### **Сотовая связь и инновации**

Таким образом, сотовая связь, в том виде как она существует (имеется ввиду стандарт GSM 900/1800), вредна для населения. Функционирование сотовой связи приводит к экологическому загрязнению окружающей среды. Данный вывод сделан на основе проведенных нами расчетов и на основе государственных нормативных документов. Приведенные нами расчеты и их логику специально стремились сделать максимально простыми и понятными по возможности всем (даже школьникам). Цифры в государственных нормативных документах являются результатом длительных, сложных и кропотливых научных исследований. У нас нет оснований не доверять данным государственных нормативных документов. Так вот, сравнение наших расчетов и данных государственных норматив-

ных документов оказывается явно не в пользу сотовой связи.

От сотовой связи необходимо отказаться? Давайте посмотрим на эту проблему несколько шире. Возьмем, к примеру, автомобиль. Это очень опасный продукт научно-технического прогресса. Во-первых, он загрязняет окружающую среду, что вызывает различные болезни населения. Во-вторых, в автомобильных катастрофах гибнет большое количество людей. Сводки ГИБДД о погибших и раненных в автомобильных катастрофах напоминают сводки из районов боевых действий. В-третьих, дефицит движения, вызванный автомобилями, способствует развитию таких заболеваний, как, например, гиподинамия. То есть автомобиль фактически убивает нас. И практически все знают об этом. Но никто не протестует против автомобилей, не пишет статьи с призывами «долой машин-убийц».

А бытовой газ, который имеется в каждой квартире. Он (газ) является причиной огромного числа взрывов, пожаров и отравлений в жилых домах, приводящих к большому числу жертв среди населения. Бытовое электричество, которое также имеется в каждой квартире (освещение, отопление квартир) – причина многих возгораний и пожаров. Однако никто даже и не думает отказываться от бытового газа и электричества. Они стали отличительными признаками человеческой цивилизации. Тот огромный комфорт, который они нам принесли, сделал невозможным отказ от них. И таких примеров сотни!

Дальнейшее существование сотовой связи видится в организации научных исследований в области безопасности сотовой связи для населения, ее экологичности. Это, в свою очередь, приведет к проведению специальных мероприятий, а также разработке и совершенствованию приборов и устройств, уменьшающих воздействие ЭМП средств сотовой связи на пользователей. В первую очередь необходимо обезопасить голову абонента от излучений, что достигается созданием антенн МТ со специальной (не затрагивающей голову абонента) диаграммой направленности, или созданием и совершенствованием специальных приборов, позволяющих вести переговоры по МТ, не прислоняя МТ к голове (такие

гаджеты уже существуют). В идеале, конечно, необходимо обезопасить все тело абонента от воздействия ЭМП собственного МТ если не на все время, то хотя бы во время разговора по МТ, но для решения этой задачи необходимы дополнительные научные исследования.

К специальным мероприятиям можно отнести размещение базовых станций недалеко от мест постоянного активного пользования сотовой связью (например, деловые центры, вузы). Поскольку после непродолжительной работы на максимальной выходной мощности в самом начале сеанса связи мобильный терминал, работающий в диапазоне, например, GSM 900, по командам базовой станции достаточно быстро снизит максимальную выходную мощность с 2 Вт до более низкого, достаточного для связи, уровня (например, 5 мВт, как это доказывается в [7]), то данное обстоятельство позволит значительно уменьшить воздействие ЭМП как собственного МТ абонента, так и воздействие окружающего абонента ЭМП. Можно продолжить и далее перечень предлагаемых мероприятий, приборов и устройств, однако это будет весьма приблизительно, а поэтому неверно. Более точно на это ответят возможные будущие научные исследования.

Все, предложенное выше, есть не что иное, как будущие инновации в области безопасного пользования сотовой связью. Действительно, согласно одному из определений, инновация, нововведение – это внедренное новшество, обеспечивающее качественный рост эффективности процессов или продукции, востребованное рынком. Является конечным результатом интеллектуальной деятельности человека, его фантазии, творческого процесса, открытий, изобретений и рационализации.

### Заключение

В итоге можно сделать следующие выводы. Сотовая связь в ее настоящем виде (имеется ввиду стандарт GSM 900/1800) вредна для населения. Функционирование сотовой связи приводит к экологическому загрязнению окружающей среды. Отказ от использования сотовой связи практически нереален из-за ог-

ромных возможностей и комфорта, предоставляемых населению. Дальнейшее существование и развитие сотовой связи видится в инновациях в области безопасного пользования этой связью, в области экологической защиты населения от микроволнового излучения сотовой связи.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анканов, А. Что нужно знать об излучении мобильных / А. Анканов // Газета.ру. – Электрон. дан. – 24.08.2006. – Режим доступа: [http://www.gazeta.ru/techzone/2006/08/23\\_a\\_743929.shtml](http://www.gazeta.ru/techzone/2006/08/23_a_743929.shtml) (дата обращения: 05.09.2018). – Загл. с экрана.
2. Бабков, В. Ю. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование : учеб. пособие для вузов / В. Ю. Бабков, М. А. Вознюк, П. А. Михайлов. – 2-е изд., испр. – М. : Горячая линия-Телеком, 2007. – 224 с.
3. Баранов, Н. Н. Экологические проблемы сотовой связи в России / Н. Н. Баранов, И. И. Климовский // Альтернативная энергетика и экология. – 2007. – № 4 (48). – С. 163–173.
4. Батенева, Т. SMS-«зомби» / Т. Батенева // Российская газета – Неделя № 6020 (44). – Электрон. дан. – 02.03.2013. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2013/02/28/nomofobia.html> (дата обращения: 05.09.2018). – Загл. с экрана.
5. Берлин, А. Н. Цифровые сотовые системы связи / А. Н. Берлин. – М. : Эко-Трендз, 2007. – 296 с.
6. Дятлов, Б. Мобильником по проводам / Б. Дятлов // Эксперт Северо-Запад № 5 (114) (10 февраля 2003 – 17 февраля 2003). – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://expert.ru/northwest/2003/05/> (дата обращения: 05.09.2018). – Звгл. с экрана.
7. Излучение телефонов: мифы и легенды – и от чего зависит мощность передатчика телефона // ВымпелКом (Билайн) : [блог компании]. – Электрон. дан. – 15 ноября 2013. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/company/beeline/blog/202216/> (дата обращения: 05.09.2018). – Загл. с экрана.
8. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. Статистика отрасли. 2017 г. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://minsvyaz.ru/ru/activity/statistic/statistika-otrasli/> (дата обращения: 05.09.2018). – Загл. с экрана.
9. Садчикова, М. Н. Клиника, патогенез, лечение и исходы радиоволновой болезни / М. Н. Садчикова, К. В. Глотова // О биологическом действии электромагнитных полей радиочастот : тр. лаб. электромагнитных полей радиочастот Института гигие-

ны труда и профессиональных заболеваний АМН СССР / под ред. З. В. Гордона. – М. : НИИ экономики и информации по радиоэлектронике, 1973. – Вып. 4. – С. 43–48.

10. Шильников, Е. Н. К вопросу о вреде сотовых телефонов / Е. Н. Шильников // Образовательный портал «Слово». – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.portal-slovo.ru/impressionism/36292.php> (дата обращения: 05.09.2018). – Загл. с экрана.

## REFERENCES

1. Ankanov A. Chto nuzhno znat ob izluchenii mobilnikov [What You Need to Know about the Radiation of Mobile Phones]. *Gazeta.ru*, 24 August 2006. URL: [http://www.gazeta.ru/techzone/2006/08/23\\_a\\_743929.shtml](http://www.gazeta.ru/techzone/2006/08/23_a_743929.shtml) (accessed 5 September 2018).

2. Babkov V.Yu., Voznyuk M.A., Mikhaylov P.A. *Seti mobilnoy svyazi. Chastotno-territorialnoe planirovanie: ucheb. posobie dlya vuzov* [Mobile Networks. Frequency-Territorial Planning. Textbook for Students]. Moscow, Goryachaya liniya-Telekom Publ., 2007. 224 p.

3. Baranov N.N., Klimovskiy I.I. Ekologicheskie problemy sotovoy svyazi v Rossii [Environmental Problems of Cellular Communication in Russia]. *Alternativnaya energetika i ekologiya*, 2007, no. 4 (48), pp. 163-173.

4. Bateneva T. SMS – «zombi» [SMS Zombies]. *Rossiyskaya gazeta*, no. 6020 (44), 28 February 2013. URL: <http://www.rg.ru/2013/02/28/nomofobia.html> (accessed 5 September 2018).

5. Berlin A.N. *Tsifrovye sotovye sistemy svyazi* [Digital Cellular Communication Systems]. Moscow, Eko-Trendz Publ., 2007. 296 p.

6. Dyatlov B. Mobilnikom po provodam [Cell-Phone by Wire]. *Ekspert Severo-Zapad*, no. 5 (114),

10 February 2003. URL: <http://expert.ru/northwest/2003/05/> (accessed 5 September 2018).

7. Izluchenie telefonov: mify i legendy – i ot chego zavisit moshchnost peredatchika telefona [Radiation of Phones: Myths and Legends, and What the Power of the Transmitter Phone Depends on]. *VympelKom (Beeline): blog kompanii* [VympelKom (Beeline): Company's Blog], 15 November 2013. URL: <http://habrahabr.ru/company/beeline/blog/202216/> (accessed 5 September 2018).

8. *Ministerstvo tsifrovogo razvitiya, svyazi i massovykh kommunikatsiy Rossiyskoy Federatsii. Statistika otrasli. 2017 g.* [Ministry of Digital Development, Communications and Mass Media of the Russian Federation. Statistics of the Sector. 2017]. URL: <http://minsvyaz.ru/ru/activity/statistic/statistika-otrasli/> (accessed 5 September 2018).

9. Sadchikova M.N., Glotova K.V. Klinika, patogenez, lechenie i iskhody radiovolnovoy bolezni [Clinic, pathogenesis, treatment, and outcome of radiowave sickness]. Gordon Z.V., ed. *O biologicheskom deystvii elektromagnitnykh poley radiochastot: tr. lab. elektromagnitnykh poley radiochastot Instituta gigienny truda i professionalnykh zabolevaniy AMN SSSR* [On the Biological Effect of Electromagnetic Fields of Radio Frequencies: Works of Laboratory for Electromagnetic Fields of Radio Frequencies of the Institute of Occupational Hygiene and Occupational Diseases of the Academy of Medical Sciences of the USSR]. Moscow, NII ekonomiki i informatsii po radioelektronike Publ., 1973, iss. 4, pp. 43-48.

10. Shilnikov E.N. K voprosu o vrede sotovykh telefonov [On the Harm of Cell Phones]. *Obrazovatelnyy portal «Slovo»* [Educational Portal 'Slovo']. URL: <http://www.portal-slovo.ru/impressionism/36292.php> (accessed 5 September 2018).

## ANALYSIS OF THE IMPACT OF CELLULAR MICROWAVE RADIATION ON PEOPLE

Sergey V. Chernykh

Candidate of Sciences (Physics and Mathematics),  
Associate Professor of Department of Telecommunication Systems,  
Volgograd State University  
schtk@list.ru  
Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

**Abstract.** In the media there is a huge amount of material on the impact of cellular communication on people. In many materials, there are partially contradictory, and often mutually exclusive, points of view on this problem. Since this problem can be defined as personal for almost any inhabitant of our planet, there is a quite natural desire to find the 'most correct' point of view, with which almost every person (or the overwhelming majority) would agree.

In this paper, we analyze the numerous points of view on the effect of microwave radiation from cellular communication on humans, and estimate the intensity of the electromagnetic field of cellular communication for various situations most frequently encountered in everyday life. Based on the analysis and estimates received, an independent technical position on this issue is presented and an attempt is made to forecast the further development of cellular communication.

The further existence of cellular communication is seen in the organization of scientific research in the field of security of cellular communication for the population, its environmental friendliness. This, in turn, will lead to special events, as well as the development and improvement of devices that would reduce the impact of EMF means of cellular communication on users. First of all, it is necessary to protect the subscriber's head from radiation, which is achieved by creating MT antennas with a special (not affecting the subscriber's head) directional diagram, or by creating and improving special devices that allow to negotiate MT without leaning MT to the head (such gadgets already exist). Ideally, of course, it is necessary to protect the entire body of the subscriber from the impact of EMF of its own MT, if not all the time, then at least during the conversation on MT, but to solve this problem, additional scientific research is needed.

**Key words:** microwave radiation, systems of cellular communication, standard GSM 900/1800, negative impact, functions of mobile phones, innovations.