

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ 5G

© 2022 Е. С. Брусов, И. Я. Львович

Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)

В статье обсуждаются вопросы, связанные с развитием беспроводных мобильных сетей, в частности сети 5G, влияния излучения мобильных устройств 5G на здоровье человека. Приведены характеристики и методы оценки излучения в мобильных сетях. Отмечены документальные нормы и предельно допустимые значения уровня излучения на территории РФ. Проведен расчет ориентировочных значений излучений мобильного устройства 5G. На основе полученных результатов дана оценка излучения мобильных устройств 5G.

Ключевые слова: мобильная сеть, сеть 5G, мобильное устройство, излучение.

Развитие сетей 5G в большинстве стран мира демонстрирует высокую эффективность и популярность.

Сеть 5G позволяет внедрить большее число устройств на квадратный метр, увеличить скорость передачи данных и снизить задержки в сети. Всё это создает предпосылки для реализации и внедрения быстрых, надежных, безопасных современных устройств и систем автоматизации, в каждый отдельный дом [1, 2].

Говоря о безопасности, стоит отметить, что речь идёт не только о защищенности самой сети или пользовательских данных. В современных условиях больше вопросов вызывает влияние сети и устройств 5G на окружающий мир и в основном на здоровье каждого человека.

В рамках данной статьи рассмотрим влияние мобильного устройства, работающего по технологии 5G и его излучение на организм человека.

Рассмотрим основные мировые нормы в области безопасности мобильных устройств на организм человека [3].

На западе, в странах Европы уровень излучения мобильным телефоном характеризует SAR – Specific Absorption Rate или удельный коэффициент поглощения электромагнитной энергии, отнесенный к единице массы тела или ткани.

Данное обозначение было введено для отображения количества электромагнитной

энергии, которое поглощается в тканях человека за одну секунду. В единицах Си – SAR определяется в Вт/кг. В соответствии с нормативными документами, предельно допустимая норма SAR в Европе равна 2 Вт/кг. В некоторых странах данная норма SAR может отличаться [4].

На территории Российской Федерации для мобильных телефонов и устройств радио и спутниковых технологий уровень излучения не характеризуют удельным коэффициентом поглощения. Оценка излучения мобильных устройств и базовых станций операторов связи в РФ характеризуется значениями плотности потока энергии (излучения). В соответствии с документальными нормами предельно допустимый уровень (ПДУ) мобильного телефона согласно Сан-ПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 равен 100 мкВт/см², то есть в 10 раз выше, чем ПДУ для секторов базовых станций (10 мкВт/см²).

Мобильное устройство представляет собой приёмо-передатчик. Мощность излучения, которого в активном режиме (режим приёмо-передачи) находится в пределах 0,1 – 2,0 Вт. Стоит отметить, что мощность в данном случае является величиной переменной и зависит от состояния канала связи [5, 6].

Оценка SAR является сложной задачей в связи с тем, что для этого требуются специализированные устройства и точные имитаторы тканей человеческого организма. На основании этого можно сделать вывод о том, что на текущий момент в мире нет единой методики таких измерений. То есть результаты, полученные в научных центрах разных стран, несомненно, могут различаться.

Рассмотрим влияние излучения мобильного устройства на основе оценки

Брусов Евгений Сергеевич – Воронежский институт высоких технологий, аспирант, e-mail: john_bru@mail.ru.

Львович Игорь Яковлевич – Воронежский институт высоких технологий, д.т.н. профессор, e-mail: office@vivr.ru.

плотности потока энергии (ППЭ), исходя из его мощности.

Каждое беспроводное устройство, в том числе мобильный телефон при работе является излучателем, которое в свою очередь создаёт электромагнитное поле и электромагнитное излучение (волны) [7, 8].

Электромагнитное поле – это совокупность двух неразрывно связанных между собой переменных полей, характеризующихся электрической напряженностью (E, В/м) и магнитной (H, А/м).

При распространении электромагнитного поля происходит перенос энергии, величина которой определяется вектором Умова-Пойтинга. Величина этого вектора измеряется в Вт/м² и называется плотностью потока энергии I (ППЭ):

$$I \text{ (ППЭ)} = E \cdot H = \frac{P}{4\pi \cdot r^2} \text{ Вт/м}^2$$

где P – мощность излучения антенны, r – расстояние между антенной и точкой наблюдения. Примем во внимание коэффициент усиления антенны. В данном случае плотность потока мощности электромагнитного поля ППЭ, излучаемого антенной можно рассчитать по формуле:

$$\text{ППЭ} = \frac{P \cdot G}{4\pi \cdot r^2} \text{ Вт/м}^2$$

Представим мощность излучения антенны мобильного телефона как P_М, коэффициент усиления G_М, расстояние до точки облучения через r. В данном случае формула расчета ориентировочной плотности потока мощности ППЭ_М будет иметь вид:

$$\text{ППЭ}_M = \frac{P_M \cdot G_M}{4\pi \cdot r^2} \text{ Вт/м}^2$$

На основе формулы, произведем расчеты ППЭ_М мобильного телефона работающего на основе технологии 5G.

Возьмём усредненные данные и параметры для мобильного телефона 5G:

- мощность излучения антенны мобильного телефона P_М = 2 Вт (взято практически максимальное значение);

- коэффициент усиления антенны устройства G_М = 17 dBi (взято практически максимальное значение усиления, на практике значение не превышает 1-5 dBi, т. е. имеет единичную направленность);

- расстояние от мобильного устройства до точки облучения r = 5 см.

Подставив значения в формулу, получаем следующий результат:

$$\text{ППЭ}_M = \frac{P_M \cdot G_M}{4\pi \cdot r^2} = 0,108 \text{ Вт/м}^2 \text{ или } 10,8 \text{ мкВт/см}^2.$$

Данное значение излучения устройства 5G не превышает нормы СанПиН и тем самым является допустимым к использованию с данными параметрами.

Из вышеописанного можно сделать вывод, что важнейшими условиями (параметрами) в данном случае будут являться – коэффициент усиления антенны и расстояние до устройства. Также стоит отметить, что в данных расчетах взяты условия, при которых объект облучения находится в потоке мощности круглосуточно, то есть устройство 5G постоянно работает в активном режиме, режиме приёма-передачи. На основе полученных данных произведем расчет примерного времени безопасного пользования мобильным устройством 5G. Разделив ППЭ_М на предельно допустимое значение потока мощности ППЭ_{доп} = 100 мкВт/см² получим число k, которое показывает во сколько раз ППЭ_М - фактическая интенсивность облучения, превышает допустимую.

$$k = \frac{\text{ППЭ}_M}{\text{ППЭ}_{\text{доп}}}$$

Такое превышение имело бы место, если бы объект облучения находился в потоке мощности круглосуточно [9]. Следовательно, чтобы определить предельно допустимое время t безопасной работы мобильного телефона в течение суток, достаточно 24 часа разделить на коэффициент превышения k:

$$t = \frac{24}{k}$$

Подставив значение ППЭ_М и новое значение k в формулу, получим:

$$t = \frac{96\pi \cdot r^2 \cdot \text{ППЭ}_{\text{доп}}}{P_M \cdot G_M}$$

Возьмём усредненные данные и параметры для мобильного телефона 5G:

- мощность излучения антенны мобильного телефона P_М = 2 Вт (взято практически максимальное значение);

- коэффициент усиления антенны устройства G_М = 17 dBi (взято практически максимальное значение усиления, на прак-

тике значение не превышает 1-5 dBi, т. е. имеет единичную направленность);

- расстояние от мобильного устройства до точки облучения $r = 5$ см;

- ППЭ_{доп} = 11.5 мкВт/см²

Для удобства, представим формулу с параметрами в следующих единицах измерения: часы переведем в минуты, мощность P_M выразим в микроваттах, расстояние r в сантиметрах, после перевода вид формулы имеет следующий вид:

$$t = \frac{5,76\pi \cdot r^2 \cdot \text{ППЭ}_{\text{доп}}}{P_M \cdot G_M \cdot 10^3} = 25,99 \text{ мин.}$$

Тогда видно, что с выбранными параметрами использование мобильного устройства 5G следует использовать около 26 минут в сутки. Также важно отметить, что при расчетах были взяты максимальные значения мощности и коэффициента усиления антенны. На практике, существующие мобильные устройства поддерживающие технологию 5G имеют меньшие значения мощности и усиления.

По текущим стандартам, антенны мобильных устройств 5G работают на мощности 0,2 Вт для диапазона частот FR1 (450 МГц – 6 ГГц) и 0,16 Вт для диапазона частот FR2 (24 250 МГц – 52.6 ГГц).

Можно сделать вывод, что уменьшение мощности антенн мобильных устройств 5G связано с уменьшением расстояния до секторов (антенн) базовых станций. Фактически, мощность излучения антенн мобильного телефона снижается с увеличением частоты электромагнитной волны.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Архитектура сети 5G. [Электронный ресурс]. Доступно по: <https://itechinfo.ru/node/136>.

2. Пятое поколение мобильной связи. [Электронный ресурс]. Доступно по: <http://www.tadviser.ru>.

3. Mironov V. V. Situation-oriented databases: processing office documents / V. V. Mironov, A.S. Gusarenko, N.I. Yusupova // Modeling, Optimization and Information Technology. – 2022. – Т. 10. – № 2 (37).

4. Zhuravleva K. I. Human resource management and extracting information about research activity in the field / K. I. Zhuravleva, O. N. Smetanina, N. I. Yusupova // Modeling, Optimization and Information Technology. – 2022. – Т. 10. – № 2 (37).

5. Гвоздев В. Е. Поддержка управления функциональной безопасностью аппаратно-программных комплексов на основе системных архетипов / В. Е. Гвоздев, О. Я. Бежаева, М. Б. Гузаиров, В. И. Васильев // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2022. – Т. 10. – № 2 (37).

6. Васильев В. И. Анализ и управление рисками информационной безопасности асу тп на основе когнитивного моделирования / В. И. Васильев, А. М. Вульфин, А. Д. Кириллова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2022. – Т. 10. – № 2 (37).

7. Ковалев И. В. Анализ тестовых задач мультиверсионного формирования отказоустойчивых программных систем / И. В. Ковалев, Д. И. Ковалев, Н. Д. Амбросенко, Д. В. Боровинский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2022. – Т. 10. – № 2 (37).

8. Рындин Н. А. Компонентная оптимизация развивающейся цифровой среды управления в организационных системах / Н. А. Рындин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2022. – Т. 10. – № 2 (37).

5G MOBILE DEVICE RADIATION ANALYSIS

© 2022 E.S. Brusov, I. Ya. Lvovich

Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)

The paper discusses issues related to the development of wireless mobile networks, in particular the 5G network, the impact of radiation from 5G mobile devices on human health. The characteristics and methods of radiation assessment in mobile networks are given. The documentary norms and maximum permissible values of the radiation level in the territory of the Russian Federation are noted. The approximate values of the radiations of the 5G mobile device were calculated. Based on the results obtained, the radiation of 5G mobile devices is estimated.

Keywords: mobile network, 5G network, mobile device, radiation.