

УДК 613:614.3

## **ВОПРОСЫ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ И ВВЕДЕНИИ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ СОТОВОЙ СВЯЗИ**

**Луценко Л.А., Гвоздева Л.Л., Турдыев Р.В.**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,  
Мытищи, Россия

*В статье представлен анализ проектной документации на размещение и введение в эксплуатацию базовых станций сети подвижной радиотелефонной связи; дана оценка сопоставимости расчетных величин плотности потока энергии в контрольных точках и фактически измеренных уровней электромагнитного излучения от передающих антенн. Сформулированы предложения к необходимости расчета зоны ограничения застройки как по высоте, так и по протяженности для нижних лепестков в направлении излучения антенн; учету коэффициента расширенной неопределенности измеренных значений плотности потока энергии, что создаст дополнительный запас надежности защиты здоровья человека в условиях многофакторных источников электромагнитного поля радиочастот.*

**Ключевые слова:** базовые станции; расчетные и измеренные уровни ЭМП РЧ

**Для цитирования:** Луценко Л.А., Гвоздева Л.Л., Турдыев Р.В. Вопросы гигиенической безопасности при размещении и введении в эксплуатацию базовых станций сотовой связи. Медицина труда и экология человека. 2019; 1:11-15.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2019-10002>

## **PROBLEMS OF THE HYGIENIC SAFETY DURING PLACEMENT AND INTRODUCTION INTO SERVICE OF BASE STATIONS OF CELLULAR COMMUNICATION**

**Lutsenko, L.A. Gvozdeva L.L. Turdyev, R.V.**

FBSI "Federal scientific center of hygiene them.F. F. Erisman" Federal Service,  
Mytishchi, Russia

*The article presents an analysis of the design documentation for the placement and the stage of commissioning of the base stations of the mobile radiotelephone network; an assessment of the comparability of the calculated values of the energy flux density at the control points and the actually measured levels of electromagnetic radiation from the transmitting antennas. The proposals to the need to calculate the ZOZ both in height and in length for the lower lobes in the direction of antenna radiation are formulated; taking into account the coefficient of expanded uncertainty of the measured values of PPE, which will create an additional margin of reliability of human health protection in conditions of multifactor EMF sources of RF.*

**Key words:** base stations; calculated and measured RF EMF levels

**For quotation:** *Lutsenko, L.A. Gvozdeva L.L. Turdyev, R.V. Problems of the hygienic safety during placement and introduction into service of base stations of cellular communication. Occupational health and human ecology 2019; 1:11-15.*

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2019-10002>

Повсеместное присутствие электромагнитного фактора как естественного фона земли, наличие многочисленных источников электромагнитного поля радиочастот (ЭМП РЧ) в производственной и окружающей среде придает глобальную актуальность проблеме защиты здоровья человека от вредного воздействия электромагнитного излучения. Особенность сложившихся новых экологических условий характеризуется термином «электромагнитное загрязнение среды», введенным в обиход Всемирной организацией здравоохранения». Многочисленные публикации отечественных и зарубежных исследователей свидетельствуют о высокой биологической активности ЭМП всех частотных диапазонов. Механизм действия электромагнитного излучения на живые организмы до сих пор окончательно не изучен. Некоторые исследователи считают, что при длительном воздействии ЭМП биологический эффект накапливается. При этом неблагоприятными последствиями влияния ЭМП высоких и сверхвысоких частот являются: значительное напряжение регуляторных процессов в организме человека; последующее истощение компенсаторных резервов; снижение адаптивных возможностей даже после прекращения воздействия излучения [1].

В современный период среди многочисленных антропогенных источников ЭМП следует отметить особенно интенсивное распространение сети базовых станций (БС), обеспечивающих передачу информации. Число действующих БС, особенно в городах, быстро увеличивается в связи с активным внедрением систем коммуникаций 3-го (3g) и 4-го (4g) поколений. Нередко передающие радиотехнические объекты (ПРТО) размещаются в окружении плотной многоэтажной застройки с высотой подвеса антенн значительно ниже прилегающей застройки и направлением их излучения в сторону жилых зданий.

Для современных БС характерно увеличение числа антенн, работающих в диапазонах GSM (900 и 1800 МГц); UMTS (900 и 2100 МГц); LTE (450, 800, 1800 и 2600 МГц); число сторонних операторов на одной площадке может достигать до 3–5. Это диктует необходимость уже на стадии проектирования БС строго соблюдать требования безопасности при выборе мест размещения ПРТО, в том числе - учитывать перспективную застройку на территории, прилегающей к БС.

В нашей стране, в соответствии с действующими требованиями, контролируемым параметром интенсивности ЭМП в диапазоне частот сотовой связи (300 МГц – 3 ГГц) является среднее значение плотности потока энергии (ППЭ) эквивалентной плоской волны, выраженное в мкВт/см<sup>2</sup>. Согласно данным Роспотребнадзора, наблюдается определенное увеличение удельного веса базовых станций сотовой связи (с 1,3% – в 2014 г. до 1,9% - в 2015 г. и до 2,2% - в 2016 г.), не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по уровню ЭМП РЧ [2].

### **Материалы и методы.**

Нами проведен анализ проектной документации на размещение и эксплуатацию приемо-передающих антенн базовых станций сети радиотелефонной связи, предназначенных для передачи телематических служб; использованы данные собственных измерений уровней ЭМП РЧ на стадии выдачи разрешения на эксплуатацию БС ПРТО. Антенны БС являлись источником электромагнитного излучения на частоте 2620-2640 МГц при мощности излучающих антенн преимущественно 24,2–24,4 Вт.

Дана оценка размещения базовых станций, характеристика зоны ограничения застройки (ЗОЗ); обращено внимание на особенности распространения потока излучения от антенн БС; проведен выборочный анализ сопоставимости расчетных величин плотности потока энергии (ППЭ, мкВт/см<sup>2</sup>) в контрольных точках (КТ) и фактически измеренных уровней на кровле зданий и также внутри жилых помещений. Точки измерений были наиболее приближены к местам, обозначенным в КТ. В обработку были включены КТ с расчетными значениями 5 и более мкВт/см<sup>2</sup> и соответствующие этим КТ измеренные величины ППЭ. Измерения ППЭ проведены прибором NBM-550 с антенной EF 0691 в соответствии с МУК 4.3.1677-03; МУК 4.3.1167-02; оценка результатов дана согласно СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03; СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 (с изменениями №1 СанПиН 2.1.8/2.2.4.2302-07).

### **Результаты и обсуждение.**

Включенные в разработку базовые станции размещались преимущественно на кровлях зданий, лишь 2 из 74 (2,7%) – на отдельно стоящих опорах. БС были оборудованы двумя (8,1%), тремя (90,5%) и шестью антеннами (1,4%). Антенны БС устанавливались на кровле жилых (9,7%), нежилых зданий (70,8%) и торговых объектах (19,5%). Высота жилых зданий составляла от 16 до 60 м; нежилых – от 4,0 до 53,7 м; торговых объектов – от 8 до 28,8 м. Наибольшее число обследованных БС (40,2%) было размещено на кровлях зданий высотой более 20 м; около 1/4 - на кровлях зданий высотой от 10,1 до 15 м. Относительно большая доля БС (16,7%) была размещена на кровлях зданий высотой до 10 м, среди которых встречались здания высотой около 4 м. При этом почти все БС (за исключением трех) размещались среди преимущественно смешанной застройки (47,3%). В 40,6% случаях БС были размещены в нежилой застройке. Только 8,1% БС были размещены в жилой застройке.

Очень часто (68,1%) антенны БС размещались на кровлях зданий, на которых уже были установлены антенны других операторов сотовой связи – от 1 (43,1%) до 4 (1,4%).

Максимальная протяженность зоны ограничения застройки (ЗОЗ) от антенн БС колебалась в широких пределах: от 16,2 до 101,0 м. Высота ЗОЗ более чем в 50% случаев не превышала 15 м от уровня земли, при этом почти в 40% случаев она была не выше 10 м, а от 6,8% антенн нижняя граница излучения, превышающего ПДУ для населения (10 мкВт/см<sup>2</sup>), опускалась на высоту 5 м и менее от уровня земли. Максимальная протяженность ЗОЗ для низко установленных антенн при ЗОЗ по высоте до 10 м простиралась до 40,1-50 м (40%) и даже до 70,1 м и более (13,8%).

На ситуационном плане зоны с повышенными уровнями излучения, т.е. зона ограничения застройки, изображается в виде лепестков, контуром которых является величина плотности потока энергии, соответствующая ПДУ ЭМП РЧ. Лепестки ЗОЗ на

ситуационном плане в горизонтальной плоскости имеют, как правило, вытянутую форму в направлении максимального излучения антенны. На ситуационном плане в вертикальной плоскости лепесток имеет вытянутую форму с несколько выпуклыми верхним и нижним контурами, постепенно сближающимися между собой и сходящимися в конце лепестка. Здания, располагающиеся на территориях, прилегающих к обследованным базовым станциям, находились вне зоны ограничения застройки как по протяженности, так и по высоте от уровня земли.

Помимо основного лепестка, около антенн наблюдаются боковые и нижние лепестки, имеющие, как правило, небольшую протяженность. В нашем исследовании наличие нижнего лепестка было отмечено у 25% антенн. При этом у 3 антенн было два нижних лепестка различной протяженности и высоты от уровня земли. У 1/3 антенн расстояние от антенны до края нижнего лепестка составляло менее 5 м и у 2/3 – от 5 до 10 м. Минимальная высота от уровня земли до нижнего края лепестка у 15,1% антенн была менее 5 м, у 30,2% - от 5,1 до 10 м. Как показали наши исследования, в проектной документации очень часто высота ЗОЗ при наличии нижних лепестков обозначается или только по нижнему, или только по основному лепестку, что может вызывать затруднения при проведении экспертизы проектной документации.

Анализ проектной документации по месту расположения КТ (на кровле зданий, на которых были установлены антенны БС; на кровлях отдельных зданий, расположенных в пределах ЗОЗ по протяженности, но по этажности ниже ЗОЗ по высоте и соответствующим им расчетным уровням ЭМП) показал следующее: более чем у 1/3 (37,5%) БС в проектной документации на ситуационном плане не были обозначены КТ на кровле около антенн и, соответственно, не были приведены значения уровней ЭМП в них. Из БС с имеющимися расчетными значениями КТ на кровле в 80% случаев отмечено превышение ПДУ ЭМП.

При проведении измерений уровней ЭМП на кровле встретились некоторые трудности, не позволившие их осуществить. Так, 4 антенны были расположены на самом краю кровли. У 21 БС замеры на кровле, где расположены антенны, не были выполнены в виду отсутствия безопасного выхода на кровлю или наличия двускатной кровли.

По результатам выполненных измерений нами был проведен выборочный анализ сопоставимости расчетных величин КТ (при ППЭ, равной  $5 \text{ мкВт/см}^2$  и более) и соответствующих им фактически измеренных уровней ЭМП на кровле зданий и внутри жилых помещений (около окон коридоров, на лестничных площадках и в холлах). Исследования показали, что измеренные величины ППЭ были ниже (иногда значительно) расчетных значений, но они более приближались к расчетным величинам при введении коэффициента расширенной неопределенности величины ППЭ. Так, при расчетных величинах ППЭ в контрольных точках на кровле зданий от  $5,1$  до  $13,0 \text{ мкВт/см}^2$  реально измеренные значения ППЭ составляли от  $3,1$  до  $8,3 \text{ мкВт/см}^2$ , тогда как с учетом расширенной неопределенности:  $5,3$ – $14,1 \text{ мкВт/см}^2$ . При расчетных значениях ППЭ в КТ на стенах зданий от  $5,0$  до  $8,4 \text{ мкВт/см}^2$  реально измеренные величины ППЭ внутри здания составили от  $2,0$  до  $5,4 \text{ мкВт/см}^2$ , а с учетом расширенной неопределенности – от  $3,4$  до  $9,7 \text{ мкВт/см}^2$ .

**Выводы.**

1. Антенны базовых станций могут размещаться как на отдельно стоящих опорах, так и на кровлях зданий различного функционального назначения. Высота установки антенн может быть различна. Наибольшую гигиеническую настороженность должны вызывать антенны, установленные на кровле жилых зданий, на зданиях высотой до 10 м, а также имеющие ЗОЗ по высоте 5 м и ниже от уровня земли.
2. Наличие нижних лепестков у контура излучения антенн с уровнями, превышающими ПДУ, имеет гигиеническое значение при размещении антенн на краю кровли здания, так как создается опасность электромагнитного излучения для верхних этажей зданий, пешеходов, посетителей открытых кафе и т.п.
3. При наличии нижних лепестков у контура излучения антенн зона ограничения застройки по высоте в проектной документации должна быть рассчитана дифференцированно для каждого нижнего и основного лепестков с указанием их максимальной протяженности. Такие данные важны для определения допустимой высоты зданий, расположенных в области распространения электромагнитного излучения, а также для выявления «опасных» объектов.
4. При уровнях ППЭ на кровле здания, превышающих ПДУ ЭМП РЧ, следует контролировать наличие комплекса защитных мероприятий, предусмотренных действующими нормативно-методическими документами.
5. Для обеспечения безопасности населения считаем наиболее приемлемым ориентироваться на измеренные значения ППЭ, рассчитанные с учетом расширенной неопределенности, большее соответствие которых расчетным значениям в КТ создает дополнительный запас надежности обеспечения защиты здоровья человека в условиях недостаточно учитываемых многофакторных источников ЭМП РЧ.

**Список литературы:**

1. Викторов А.А., Ксенофонтов А.И., Морозова Е.Е. Экологические риски здоровью населения. Москва: НИЯУ МИФИ; 2014.
2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2016 году: Государственный доклад. Москва: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2017.

**References**

1. Viktorov A.A., Ksenofontov A.I., Morozova E.E. Environmental risks to the health of the population. Moscow: NRNU MEPhI; 2014 (in Russian).
2. On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2016: State report. Moscow: Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, 2017 (in Russian).

Поступила/Received: 16.11.2018

Принята в печать/Accepted: 24.01.2019