
УДК 504.6**Электромагнитный смог в селитебных зонах населенных пунктов**

Соловьев Л.П.

В работе проведен анализ состояния уровней и воздействия электромагнитных полей на человека в жилых помещениях и на селитебных территориях населенных пунктов. Охарактеризованы механизмы биологического воздействия ЭПМ на живые организмы, отмечена особая опасность воздействий переменных магнитных полей. Проанализировано законодательно-нормативное обеспечение системы защиты от воздействия электромагнитных полей. Проведен обзор источников электромагнитных излучений в селитебных зонах и жилых домах. Электротранспорт является достаточно мощным источником магнитного поля в диапазоне частот от 0 до 1000 Гц. Линии электропередач в основном генерируют повышенные напряженности электрических полей в области промышленных частот. Электропроводка в жилых домах в основном генерирует магнитные поля на промышленной частоте. Основные уровни электромагнитных излучений в жилых помещениях создаются при работе различных видов электрических и электронных приборов, чему способствует отсутствие заземления в большинстве жилых домов. Отмечается значительный вклад в электронный смог селитебных зон радиостанций транслирующих радиопередачи на ультракоротких волнах ОВЧ и УВЧ-диапазонов. Обращено внимание на первоочередную необходимость развертывания системы мониторинга селитебных зон.

Ключевые слова: электромагнитное поле, селитебная территория, биологическое воздействие, электротранспорт, электропроводка, электрические и электронные приборы, ОВЧ и УВЧ радиостанции, сотовая связь.

Electromagnetic smog in the residential areas of cities

Solovjev L.P.

The paper analyzes the state of the levels and effects of electromagnetic fields on human in dwellings and in the residential areas of settlements. Characterize the mechanism of EPM biological effects on living organisms, marked by a special danger to an alternating magnetic field. It analyzed the legal and regulatory system to ensure protection from exposure to electromagnetic fields. A review of sources of electromagnetic radiation in residential areas and homes. Electric transport is quite a powerful source of the magnetic field in the frequency range from 0 to 1000 Hz. Power lines generally generate higher intensity electric fields in the field of industrial frequency. Electrical wiring in homes primarily generates magnetic fields at the power frequency. Basic levels of electromagnetic radiation in dwellings are created by the different types of electrical and electronic devices, aided by the lack of grounding in most houses. There is a significant contribution to electronic smog residential areas of radio stations broadcasting on VHF radio waves VHF and UHF bands. Attention is drawn to the priority need for the deployment of residential areas monitoring system.

Keywords: electromagnetic field, residential areas, biological effects, electric motor, wiring, electrical and electronic products, VHF and UHF radios, mobile communication.

Введение

Возникновение и эволюция жизни на Земле, проходила в условиях воздействия различных физических и химических факторов окружающей среды. В ходе эволюционных изменений у всех живых организмов (в том числе и у человека) сформировалась способность переносить неблагоприятное влияние того или иного фактора среды обитания. Диапазоны толерантности к действию различных факторов окружающей среды у человека сравнительно невелики в том числе для слабых электромагнитных полей (ЭМП) естественного происхождения, источниками которых являются солнечное и космическое излучения, магнитное поле Земли, атмосферные и гидросферные процессы. Изменения уровней интенсивности даже этих достаточно слабых полей, оказывают влияние на жизнедеятельность живых организмов, и естественно на человека. Так например колебания солнечной активности оказывают существенное влияние на состояние здоровья пожилых людей.

В течении XX века и особенно в последние десятилетия интенсивность ЭМП техногенного происхождения в различных регионах Земли увеличилась по сравнению с естественными ЭМП в сотни тысяч – миллионы раз. Рост интенсивности ЭМП техногенного происхождения идет не только за счет увеличения мощности аппаратуры для радиолокации и связи, увеличения мощности и развития систем генерации, канализации и распределения электроэнергии, но и за счет значительного расширения номенклатуры радиоизлучающей аппаратуры в промышленности, в транспорте, в медицине, и особенно в быту (телевизоров, мобильных средств связи, персональных компьютеров, сверхвысокочастотных (СВЧ) печей и т.д.). Все это привело к резкому увеличению численности людей, подвергающихся воздействию ЭМП, и что особенно опасно – к резкому росту уровней излучений на селитебных территориях городов и в жилых домах.

Биологическое действие электромагнитных полей

Экспериментальные данные большого количества исследователей [1, 2] показывают высокую биологической активности ЭМП во всем частотном диапазоне. С теоретической точки зрения [3, 4] при достаточно высоких интенсивностях облучающего ЭМП присутствует тепловой механизм воздействия, при низкой интенсивности ЭМП (например для диапазона УВЧ и выше, плотность потока энергии (ППЭ) составит менее 1 мВт/см²) проявляется или информационный характер воздействия на организм, при нетепловом характере воздействия пока изучены очень мало. Исследования биологического действия ЭМП на живые организмы [5, 6] позволили определить наиболее критичные системы организма человека: нервная, иммунная, эндокринная и половая. Воздействия ЭМП носят кумулятивный характер, т.е. в течении многолетних воздействий биологические изменения накапливаются, что может привести к ряду отдаленных последствий (дегенерация нервной системы, лейкозы, опухоли, гормональные заболевания).

Источники электромагнитных излучений в селитебных зонах и жилых домах

Электротранспорт – электропоезда, троллейбусы, трамваи и т. п. – является достаточно мощным источником магнитного поля в диапазоне частот от 0 до 1000 Гц. По данным [7], максимальные значения плотности потока магнитной индукции в пригородных электропоездах достигают 75 мкТл при среднем значении 20 мкТл. Среднее значение потока магнитной индукции на транспорте с электроприводом постоянного тока зафиксировано на уровне 29 мкТл.

Линии электропередач. Вокруг работающей линии электропередачи создается в прилегающем пространстве электрическое и магнитное поля промышленной частоты. Расстоя-

ние, на которое распространяются эти поля от проводов линии достигает десятков метров. Ширина санитарно-защитной зоны определяется из величины предельно допустимой напряженности электрического поля равной 1 кВ/м.

Дальность распространения магнитного поля зависит от величины протекающего тока или от нагрузки линии электропередачи. Предельно допустимая величина плотности потока магнитной индукции магнитного поля для населения в России установлена 20 мкТл [8]. В то время как иностранными специалистами рекомендована допустимая величина плотности потока магнитной индукции 0,2 - 0,3 мкТл.

Электропроводка. Наибольший вклад в электромагнитную обстановку жилых помещений в диапазоне промышленной частоты 50 Гц вносят все электросиловые линии проходящие внутри здания, силовые и распределительные щиты, осветительная арматура. Уровень электрического поля промышленной частоты создаваемый электропроводкой обычно не высокий и не превышает ПДУ [9] для жилых помещений равный 500 В/м. В помещениях, по стенам которых электросиловые линии повышенной мощности, обычно повышен уровень плотности потока магнитной индукции магнитного поля промышленной частоты, вызываемый протекающим электротоком и может достигать 1...2 мкТл. Предельно допустимая величина плотности потока магнитной индукции магнитного поля для жилых помещений в России установлена 5 мкТл [8], что также выше рекомендованных специалистами значений.

Все виды бытовой электроники и электротехники, работающие с использованием электрической энергии, являются источниками электромагнитных полей. Различные источники характеризуя уровни плотности потока магнитной индукции магнитного поля промышленной частоты создаваемые бытовой

электроникой и электротехникой обычно отмечают, что конкретные виды бытовых приборов могут создавать магнитные поля промышленной частоты интенсивность которых может изменяться в достаточно широком диапазоне. Например: микроволновая печь – 4...12 мкТл; электрическая плита – 0,4...4,5 мкТл; дрель – 2,2...5,4 мкТл. При этом не уточняется, что является причиной таких значительных колебаний, а причина проста – в нашей стране в жилом секторе практически отсутствует заземление.

При обеспечении электроснабжения жилых многоквартирных домов используют разновидности так называемых систем заземления TN. Система TN — система, в которой нейтраль источника питания (трансформаторной подстанции), глухо заземлена, то есть, соединена с заземляющим устройством, а открытые проводящие части электроприборов присоединены к глухозаземленной нейтрали источника посредством нулевых защитных проводников.

В свою очередь TN системы подразделяются на подсистемы:

- система TN-C — система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всем её протяжении;
- система TN-S — система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены на всем её протяжении;
- система TN-C-S — система TN, в которой функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике в какой-то её части, начиная от источника питания.

В домах советской постройки в основном применялась система TN-C. Это так называемая «двухпроводная» система, которая раньше повсеместно использовалась при строительстве жилых домов, где отдельного заземления электроприборов не предусматривалось. Си-

стемы TN-S (при вводе в жилой дом) и TN-C-S (при вводе в квартиру) являются трехпроводными и обеспечивают заземление корпусов и (или) внутренних металлических каркасов приборов через защитный нулевой проводник, снижая на них переменные электрические потенциалы и отводя переменные токи на землю. Это позволяет резко снизить значения напряженностей переменных электрических и магнитных полей излучаемых прибором и одновременно обеспечивает его электробезопасность, так как защитный нулевой проводник является компонентом устройства защитного отключения, отключающего электропитание квартиры при попадании электрического напряжения на металлический корпус (каркас) прибора.

Эффективность заземления для снижения напряженностей переменных электрических и магнитных полей излучаемых электротехническими и электронными приборами можно проиллюстрировать на следующем примере. Хотя часто отмечается, что значения напряженности электрического поля промышленной частоты практически всех электробытовых приборов не превышают нескольких десятков В/м на расстоянии 0,5 м от прибора, но при проведении специальной оценки условий труда в нашем институте были получены совершенно другие результаты. Согласно требованиям [10] при работе персонального компьютера его электромагнитное излучение в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц по напряженности электрического поля не должно превышать 25 В/м, по плотности потока магнитной индукции – 250 нТл. В результате замеров было получено, на расстоянии 0,5 м: у заземленных компьютеров напряженность электрического поля колебалась в пределах 5...12 В/м, магнитного поля – 75...200 нТл; у незаземленных компьютеров напряженность электрического поля колебалась в пределах 220...350 В/м, магнитного поля – 1...3 мкТл, что существенно превышает нормативные пределы.

Отсюда следует, что за счет заземления всей бытовой электроники и электротехники можно существенно улучшить электромагнитную обстановку в жилых помещениях [11]. Но парадокс заключается в том, что до настоящего времени использование систем TN-S или TN-C-S не является обязательным заказчик или проектировщик могут сами выбирать систему электропроводки с заземлением или без него.

Теле- и радиостанции. На территории нашей страны функционирует достаточно большое количество передающих радиостанций, большинство которых располагается в отдалении от населенных пунктов. Исключение составляют передающие телецентры, находящиеся обычно на территориях крупных городов, и значения напряженности электрического поля создаваемые ими на расстоянии 1 км могут достигать 10...20 В/м от передатчика мощностью 0,8...1 МВт. Но по мере развития спутникового и кабельного телевидения значимость излучения передающих телецентров будет падать.

В последние два десятилетия в городах значительно увеличилось количество радиопередающих центров транслирующих радиопередачи на ультракоротких волнах ОВЧ и УВЧ-диапазонов. Несмотря на сравнительно невысокую мощность передатчиков этих радиопередающих центров (20...25 кВт), они могут создавать напряженности электрического поля 20...50 В/м на расстоянии 30...50 м. С учетом того, что передающие центры в основном расположены непосредственно в жилых зонах, и антенны обычно подняты невысоко над крышами зданий, их излучение может представлять определенную опасность.

Сотовая связь. Сотовая радиотелефония является сегодня самой интенсивно используемой телекоммуникационной системой. В настоящее время количество абонентов сотовой связи в России превысило число ее жителей (211 миллионов по числу проданных SIM-

карт). Реальное количество абонентов конечно на несколько десятков миллионов меньше, тем не менее, большая часть населения нашей страны пользуется сотовой связью.

Системы сотовой связи образуются сочетаниями базовых станций (БС) и мобильных радиотелефонов (МРТ). Каждая из базовых станций обеспечивают радиосвязь с мобильными радиотелефонами в пределах определенной территории (соты) в диапазоне частот от 463 до 1880 МГц. Условия распространения радиоволн в разных сотах могут достаточно сильно отличаться, вследствие чего мощность передатчиков БС в сотах может значительно отличаться в пределах от нескольких десятком до нескольких сотен ватт [12]. Мобильные радиотелефоны имеют максимальную мощность излучения в пределах 1..2 Вт [13], но реально мощность, излучаемая МРТ определяется состоянием канала связи "МРТ – БС", при ухудшении связи мощность излучения возрастает и приближается к максимальной. Большое количество исследований степени влияния МРТ на здоровье человека привели к неоднозначным результатам, но тем наличие реакции человеческого организма на облучение МРТ не отрицается. Неоспоримым остается лишь тот факт, что организм человека "откликается" на наличие излучения сотового телефона, поскольку эксперимент российских ученых показал, что мозг человека не только ощущает излучение сотового телефона, но и различает стандарты сотовой связи [14].

Выводы

Уровни электромагнитного загрязнения селитебных зон к настоящему времени достигли такого значения, что возникло новое понятие электронный смог [15], представляющий собой совокупное воздействие ЭМП техногенного происхождения начиная с промышленного диапазона частот и вплоть до сверхвысоких частот. Особенности воздействия электронного смога заключаются в том, что:

- у человека нет рецепторов, способных отмечать наличие электромагнитного излучения различных частотных диапазонов (за исключением светового диапазона);
- последствия электромагнитного облучения обычно проявляются через длительное время в ходе накопления изменений в организме;
- последствия одновременного облучения ЭМИ различных частот суммируются в организме;
- исследований характера биологического действия ЭМП одновременного в широком частотном диапазоне практически не проводилось;
- систематический мониторинг напряженностей ЭМП, как по площадям селитебных зон, так и внутри жилых помещений отсутствует;
- система электропитания абсолютного большинства многоэтажных жилых домов «способствует» увеличению уровней излучений ЭМП от всех электробытовых приборов.

Решение проблемы электромагнитного смога в селитебных на первом этапе необходимо осуществлять в следующих направлениях:

- разработка и развертывание системы мониторинга уровней напряженностей ЭМП в селитебных зонах и внутри жилых помещений;
- изменить на уровне СНиП требования к проектированию электроснабжения жилых многоквартирных зданий обязательным требованием использование систем TN-S и TN-C-S.

Литература

1. Агафонов Л.К. Техногенные электромагнитные излучения и их влияние на экосферу Земли // Электросвязь, 1997, № 9. – С. 30-32.
2. Алексеев Д.В., Кориченков Н.И., Кокин С.М. О воздействии электромагнитных полей на здоро-

вье человека // Неделя науки 2000-2002 гг.: тр. науч.-практ. конф. В 3 ч. – М.: МИИТ, 2006. – С. XXIV-2.

3. Аполлонский С.М. Электромагнитные поля в общей проблеме безопасности жизнедеятельности человека // Безопасность жизнедеятельности, 2009, N 11, Приложение. – С.1-24; N 12. – С.1-24.

4. Белик Д.В. Магнитноэлектрическая медицина: науч. изд. – Новосибирск: Сибпринт, 2013. – 252 с.

5. Юсупова А.Х., Фатыхов М.А. Влияние электромагнитного поля на организм человека // Актуальные проблемы современной физики: материалы Всерос. дистанционной науч.-практ. конф. с междунар. участием, Краснодар, 15 июня 2008. – Краснодар: Кубан. гос. ун-т, 2008. – С.131-134

6. Электромагнитные поля и здоровье человека / Под ред. Ю.Г. Григорьева. – М.: РУДН, 2002. – 180 с.

7. Frohn O., Koffke K., Stenzel E., Dunker J., Plotzke O. 1996: Rechnergestützte Methoden zur großflächigen Erfassung niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder, EMV Kompendium '96, – S. 32.

8. ГН 2.1.8/2.2.4. 2262-07. Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц в помещениях жилых, общественных зданий и на населенных территориях.

9. СанПиН 2.1.2.2645-10 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях.

10. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

11. Петухов В. Электромагнитная экология. TN-C система - виновник ухудшения // Новости электротехники, 2005, N 1(31). – С.80-81.

12. Мощность, радиус действия и распространение сигнала. // Режим доступа: <http://www.mobitelreview.ru/text/64>

13. Опасность сотовых телефонов. // Режим доступа: http://test.amobile.ru/pol/danger_mob.htm

14. Федорович Г.В. Экологический мониторинг электромагнитных полей. – М., 2004. – С.57-59.

15. Байрамов А.А. Электромагнитный смог в помещениях // Петербургский журнал электроники, 2004, N 2(39). – С.53-56.

References

1. Agafonov L.K. Tehnogennye jelektromagnitnye izlucheniya i ih vliyanie na jekosferu Zemli [Man-made electromagnetic radiation and their effects on the Earth's ecosphere] // Jeletkrosvjaz' [Telecommunications], 1997, № 9. – P. 30-32.

2. Alekseev D.V., Korichenkov N.I., Kokin S.M. O vozdeystvii jelektromagnitnyh polej na zdoro-v'e cheloveka [About the impact of electromagnetic fields on human health] // Nedelja nauki 2000-2002 gg.: tr. nauch.-prakt. konf. V 3 ch. [Science Week of 2000-2002.] – Moscow: MIIT, 2006. – P. XXIV-2.

3. Apollonskij S.M. Jelektromagnitnye polja v obshhej probleme bezopasnosti zhiznedejatel'nosti cheloveka [Electromagnetic fields in the general problem of the safety of human life] // Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti [Life Safety], 2009, N 11, Prilozhenie. – P.1-24; N 12. – P.1-24.

4. Belik D.V. Magnitnojelektricheskaja medicina: nauch. izd. [Magnetic electric medicine]. – Novosibirsk: Sibprint, 2013. – 252 p.

5. Jusupova A.H., Fatyhov M.A. Vliyanie jelektromagnitnogo polja na organizm cheloveka [The influence of the electromagnetic field on the human body] // Aktual'nye problemy sovremennoj fiziki: materialy Vseros. distancionnoj nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem, Krasnodar, 15 ijunya 2008 [Actual problems of modern physics]. – Krasnodar: Kuban. gos. un-t, 2008. – P.131-134.

6. Jelektromagnitnye polja i zdorov'e cheloveka [Electromagnetic fields and human health] / Ed. Ju.G. Grigorjev. – Moscow: RUDN, 2002. – 180 p.

7. Frohn O., Koffke K., Stenzel E., Dunker J., Plotzke O. 1996: Rechnergestützte Methoden zur großflächigen Erfassung niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder, EMV Kompendium '96, S. 32.

8. GN 2.1.8/2.2.4. 2262-07. Predel'no dopustimye urovni magnitnyh polej chastotoj 50 gc v pomeshhenijah zhilyh, obshhestvennyh zdaniy i na selitebnyh territorijah [Limits of magnetic fields at 50 Hz in residential, public buildings and residential areas].

9. SanPiN 2.1.2.2645-10 Sanitarno-jepidemiologicheskie trebovanija k uslovijam prozhivaniya v zhilyh zdaniyah i pomeshhenijah [Sanitary requirements for living conditions in residential buildings and premises].

10. SanPiN 2.2.2/2.4.1340-03. Gigienicheskie trebovanija k personal'nym jelektronno-vychislitel'nym mashinam i organizacii raboty [Hygienic requirements for personal computers and work organization].
11. *Petuhov V.* Jelektromagnitnaja jekologija. TN-C sistema - vinovnik uhudshenija [Electromagnetic Environment. TN-C system - the deterioration of the culprit] // *Novosti jelectrotehniki* [Electrical engineering news], 2005, N 1(31). – P.80-81.
12. Moshhnost', radius dejstvija i rasprostranenie signala [Power, range and signal distribution] // <http://www.mobitelreview.ru/text/64>
13. Opasnost' sotovyh telefonov [The danger of cell phones]. // http://test.amobile.ru/pol/danger_mob.htm
14. *Fedorovich G.V.* Jekologicheskij monitoring jelektromagnitnyh polej [Environmental monitoring of electromagnetic fields]. – Moscow, 2004. – P.57-59.
15. *Bajramov A.A.* Jelektromagnitnyj smog v pomeshhenijah [Electromagnetic smog in rooms] // *Peterburgskij zhurnal jelektroniki* [Petersburg electronics magazine], 2004, N 2(39). – P.53-56.

Статья поступила в редакцию 28 мая 2015 г.

Соловьев Лев Петрович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техносферная безопасность» Муромского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром, Россия. E-mail: solovjev47@mail.ru

Solovjev Lev Petrovich – Ph.D., Murom Institute of Vladimir State University, Murom, Russia. E-mail: solovjev47@mail.ru