

УДК: 613.168(470.53-25)

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ ГОРОДА ПЕРМИ

Боталов Н.С.¹, Некрасова Ю.Э.¹, Чепкасова Н.И.¹, Рязанова Е.А.¹, Токарева А.А.¹

¹ФГБОУ ВО Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера Минздрава России, Пермь, Россия

(614000, Пермь, ул. Петропавловская, 26), e-mail: nikitabotalov@gmail.com

Боталов Н.С. (Botalov N.S.) – студент медико-профилактического факультета ФГБОУ ВО “Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера” Минздрава России

Некрасова Ю.Э. (Nekrasova J.E.) – студентка медико-профилактического факультета ФГБОУ ВО “Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера” Минздрава России;

Чепкасова Н.И. (Chepkasova N.I.) – студентка медико-профилактического факультета ФГБОУ ВО “Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера” Минздрава России;

Рязанова Е.А. (Ryazanova E.A.) – доцент кафедры коммунальной гигиены и гигиены труда ФГБОУ ВО “Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера” Минздрава России

Токарева А.А. (Tokareva A.A.) – врач-интерн кафедры коммунальной гигиены и гигиены труда ФГБОУ ВО “Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера” Минздрава России;

Для корреспонденции: Боталов Никита Сергеевич, 614000, г. Пермь, ул. Петропавловская 26, e-mail: nikitabotalov@gmail.com, тел: 89519544113.

Специальность 32.08.06 – Коммунальная гигиена

В последней трети XX века в связи с интенсификацией использования искусственных источников электромагнитного поля возросла угроза электромагнитного загрязнения. Опасность, создаваемая электромагнитным излучением в местах пребывания людей, возрастает вместе с количеством его источников. Поэтому возникает необходимость измерения и нормирования уровня излучения.

Проведена оценка состояния территории города Перми по электромагнитной обстановке в процессе санитарного надзора. Источниками являются технические средства и изделия, которые предназначены для применения в различных сферах человеческой деятельности и в основе которых используются физические свойства этих излучений. Свойства электромагнитных излучений радиочастот и сверхвысоких частот могут распространяться в пространстве и использоваться в сфере коммуникаций (радио- и телестанции, ретрансляторы, радио- и сотовые телефоны), радиолокации (радиолокационные комплексы различного функционального назначения, навигационное оборудование).

Непосредственными источниками электромагнитного излучения являются те части технических изделий, которые способны создавать в пространстве электромагнитные волны. В радиоаппаратуре это антенные системы, генераторные лампы, катодные выводы магнетронов, места неплотного сочленения фидерных трактов, разкранированные места генераторных шкафов, экраны электронных визуальных средств отображения информации; на установках по термообработке материалов – рабочие индукторы и конденсаторы, согласующие трансформаторы, батареи конденсаторов.

Ключевые слова: Электромагнитные излучения, электромагнитная обстановка, безопасность, источники электромагнитного излучения.

HYGIENIC ESTIMATION OF ELECTROMAGNETIC SITUATION OF THE CITY OF PERM

Botalov N.S.¹, Nekrasova J.E.¹, Chepkasova N.I.¹, Ryazanova E.A.¹, Tokareva A.A.¹

¹Acad. E.A. Wagner Perm State Medical University, Perm, Russia

In the last third of the XX century, in connection with the intensification of the use of artificial sources of electromagnetic field, the threat of electromagnetic pollution increased. The danger created by electromagnetic radiation in places where people stay, increases with the number of its sources. Therefore, it becomes necessary to measure and normalize the level of electromagnetic radiation.

An assessment of the condition of the territory of the city of Perm on the electromagnetic environment, assessment of various research methods in the process of sanitary supervision. The sources are technical means and products that are intended for use in various spheres of human activity and are based on the physical properties of these emissions. The properties of electromagnetic radiations of radio frequencies and ultrahigh frequencies can propagate in space and be reflected from the boundary of two media used in communications (radio and television stations, repeaters, radio and cell phones), radiolocation (radar complexes of various functional purposes, navigation equipment).

The immediate sources of electromagnetic radiation are those parts of technical products that are capable of creating electromagnetic waves in space. In radio equipment, these are antenna systems, generator lamps, cathode terminals of magnetrons, places of loose connection of feeder paths, shielded places of generator cabinets, screens of electronic visual information display devices; on heat treatment equipment - working inductors and capacitors, matching transformers, capacitor banks.

Keywords: Electromagnetic radiation, electromagnetic environment, safety, sources of electromagnetic radiation.

Электромагнитные волны — это поперечные волны (волны сдвига), в которых вектора напряжённостей электрического и магнитного полей колеблются перпендикулярно направлению распространения волны, но они существенно отличаются от волн на воде и от звука тем, что их можно передать от источника к приемнику [2].

Источниками электромагнитных излучений радиочастот (ЭМИ РЧ) и сверхвысоких частот (СВЧ) являются технические средства и изделия, которые предназначены для применения в различных сферах человеческой деятельности и в основе которых используются физические свойства этих излучений.

Радиолокационные системы работают на частотах от 500 МГц до 15 ГГц. Создаваемый ими ЭМ-сигнал принципиально отличается от излучения других источников, потому что периодическое перемещение антенны в пространстве приводит к пространственной прерывистости облучения, которая обусловлена цикличностью работы радиолокатора на излучение. У метеорологических радиолокаторов с временной прерывистостью 30 мин - излучение, 30 мин - пауза, суммарная наработка не превышает 12 ч, в то время как радиолокационные станции аэропортов в большинстве случаев работают круглосуточно [4].

Метеорологические радары могут создавать плотность потока энергии (ППЭ) ~ 100 Вт/м² на удалении 1 км за каждый цикл облучения. Радиолокационные станции аэропортов создают ППЭ $\sim 0,5$ Вт/м² на расстоянии 60 м. Морское радиолокационное оборудование устанавливается на всех кораблях, обычно оно имеет мощность передатчика не превышающую 10 Вт/м².

Теле- и радиостанции. Передающие радиоцентры (ПРЦ) размещаются в специально отведенных для них зонах и могут занимать довольно большие территории (до 1000 га). По своей структуре они включают в себя одно или несколько технических зданий, где находятся радиопередатчики, и антенные поля, на которых располагаются до нескольких десятков антенно-фидерных систем (АФС) [3].

Зону возможного неблагоприятного действия ЭМИ, создаваемых ПРЦ, можно условно разделить на две части. Первая часть зоны – это собственно территория ПРЦ, где размещены все службы, обеспечивающие работу радиопередатчиков и АФС. Вторая часть зоны – это прилегающие к ПРЦ территории, доступ на которые не ограничен и где могут размещаться различные жилые постройки, в этом случае возникает угроза облучения населения, находящегося в этой части зоны.

Основными элементами системы сотовой связи являются базовые станции (БС), которые поддерживают радиосвязь с мобильными радиотелефонами (МРТ). Базовые станции БС и МРТ являются источниками электромагнитного излучения в УВЧ-диапазоне. БС поддерживают связь с находящимися в их зоне действия мобильными радиотелефонами и работают в режиме приема и передачи сигнала. В зависимости от стандарта, БС излучают электромагнитную энергию в диапазоне частот от 463 до 1880 МГц [1].

Антенны БС устанавливаются на высоте 15–100 метров от поверхности земли на уже существующих постройках (общественных, служебных, производственных и жилых зданиях, дымовых трубах промышленных предприятий) или на специально сооруженных мачтах. К выбору места размещения антенн БС с точки зрения санитарно-гигиенического надзора не предъявляется никаких иных требований, кроме соответствия интенсивности электромагнитного излучения значениям предельно допустимых уровней, установленных действующими Санитарными правилами и нормами СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона» [1].

Мобильный радиотелефон представляет собой малогабаритный приемопередатчик. В зависимости от стандарта телефона, передача ведется в диапазоне частот 453 – 1785 МГц.

Мощность излучения МРТ является величиной переменной, в значительной степени, зависящей от состояния канала связи «мобильный радиотелефон – базовая станция», т. е. чем выше уровень сигнала БС в месте приема, тем меньше мощность излучения МРТ. Максимальная мощность находится в границах 0,125–1 Вт, однако в реальной обстановке она обычно не превышает 0,05 – 0,2 Вт [1].

Персональный компьютер (ПК). Основными составляющими частями ПК являются: системный блок и разнообразные устройства ввода/вывода информации: клавиатура, дисковые накопители, принтер, сканер и т. п. Каждый ПК включает средство визуального отображения информации – дисплей. ПК часто оснащают сетевыми фильтрами, источниками бесперебойного питания и другим вспомогательным электрооборудованием. Все эти элементы при работе ПК формируют сложную электромагнитную обстановку на рабочем месте пользователя (см. таблицу 1) [3].

Табл.1. Частотные характеристики электромагнитного излучения ПК

Источник	Диапазон частот (первая гармоника)
Монитор сетевой трансформатор блока питания	50 Гц
Статический преобразователь напряжения в импульсном блоке питания	20 - 100 кГц
Блок кадровой развертки и синхронизации	48 - 160 Гц
Блок строчной развертки и синхронизации	15 - 110 кГц
Ускоряющее анодное напряжение монитора (только для мониторов с ЭЛТ)	0 Гц (электростатика)
Системный блок (процессор)	50 Гц - 1000 МГц
Устройства ввода/вывода информации	0 Гц, 50 Гц
Источники бесперебойного питания	50 Гц, 20 - 100 кГц

Бытовые приборы. Из бытовых приборов наиболее мощными следует признать СВЧ-печи, различного рода грили, холодильник, оснащенный системой "No frost", кухонные вытяжки, электроплиты, телевизоры. Реально создаваемое ЭМИ в зависимости от конкретной модели и режима работы может сильно различаться среди оборудования одного типа. Все нижеприведенные данные относятся к магнитному полю промышленной частоты 50 Гц. Согласно современным представлениям, оно может быть опасным для здоровья человека, если происходит продолжительное облучение (регулярно, не менее 8 часов в сутки, в течение нескольких лет) с уровнем выше 0,2 мкТл. (Табл. 2) [4].

Табл.2. Распространение магнитного поля промышленной частоты от бытовых электрических приборов (выше уровня 0,2 мкТл).

Источник	Расстояние, на котором фиксируется величина больше 0,2 мкТл
Холодильник, оснащенный системой "No frost" (во время работы компрессора)	1,2 м от дверцы; 1,4 м от задней стенки
Холодильник обычный (во время работы компрессора)	0,1 м от электродвигателя компрессора

Утюг (режим нагрева)	0,25 м от ручки
Телевизор 14"	1,1 м от экрана; 1,2 м от боковой стенки
Электрорадиатор	0,3 м
Торшер с двумя лампами по 75 Вт	0,03 м (от провода)
Электродуховка	0,4 м от передней стенки
Аэрогриль	1,4 м от боковой стенки

Цель работы: изучить электромагнитную обстановку на территории г.Перми.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись передающие радиотехнические объекты (ПРТО) связи, вещания и радионавигации, мобильные средства связи, объекты энергетики. На 2015 год их количество составило 4062 объекта ПРТО. Исследования проводили на основе данных Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации» за 2014-2015 годы.

Методики исследования. Измерение электромагнитных излучений проводится при помощи приборов ПЗ-31 Измеритель электромагнитных излучений, измеритель ПЗ-41 с расширенным выводом информации, Narda SRM-3000 - Селективный измеритель уровней излучения электромагнитных полей. Измеритель мощности излучения.

За 2015 год проведено 47610 измерений, из них: базовые станции сотовой связи – 46501; радиотелепередающие центры – 638; радиолокационные станции – 0; земные станции спутниковой связи – 12; прочие источники ЭМИ (радиорелейные передатчики, узлы связи) – 459.

Нормативные документы на основе которых проводилось сравнение результатов являются СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи», СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов», СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях».

Определение уровня электромагнитного поля от источников проводится в соответствии с МУК 4.3.1677-03 «Определение уровней электромагнитного поля, создаваемого излучающими техническими средствами телевидения, ЧМ радиовещания и базовых станций сухопутной подвижной радиосвязи».

Результаты. Число источников ЭМИ, воздействующих на население, увеличивается в последние годы весьма динамично в основном за счет наиболее интенсивно развивающихся телекоммуникационных систем. Это различные ПРТО связи, вещания и радионавигации, мобильные средства связи, объекты энергетики.

В 2015 году продолжился рост числа установленных ПРТО, в основном за счет увеличения числа БС сотовой связи, что обусловлено развитием систем мобильной связи в связи с продолжением работ по внедрению систем коммуникаций 3-го и 4-го поколений (3G, 4G). Всего общее число объектов надзора в 2015 году составило 4062, в 2014 г. на 170 объектов больше (увеличилось на 4,4%). Наибольшее количество базовых станций размещено на территории крупных городов Пермского края: г. Перми, Березники, Соликамска, Чайковского [5].

По результатам внеплановых проверок объектов, а также в ходе рассмотрения обращений по вопросам размещения ПРТО, в 2014 году вынесено 11 постановлений о наложении штрафов, выдано 13 предписаний об устранении выявленных нарушений. Основные нарушения: размещение ПРТО при отсутствии санитарно-эпидемиологических заключений о соответствии санитарным правилам, ввод в эксплуатацию ПРТО без согласования с Управлением.

За период 2015 года Управлением выдано 1134 санитарно-эпидемиологических заключений на проекты размещения ПРТО, что на 1,7% больше по сравнению с 2014 г. В 2015 году Управлением рассмотрено 1091 документов на ввод в эксплуатацию ПРТО, что на 43,9% больше по сравнению с 2014 г., при этом количество отклоненных от согласования материалов на ввод в эксплуатацию ПРТО составляет 11% от общего числа рассмотренной документации [5].

Электромагнитная карта г. Перми. В 2013г. Федеральным бюджетным учреждением науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» совместно с Управлением Роспотребнадзора по Пермскому краю разработан атлас электромагнитной обстановки города Перми. Атлас представляет собой динамическую трехмерную карту распространения электромагнитных полей в г. Перми в сопряжении с тематической пространственной информацией о местах постоянного проживания и временного пребывания населения. В ходе разработки атласа электромагнитной обстановки города Перми проведена инвентаризация основных источников ЭМП, расположенных на территории города, с определением их характеристик, расчет уровней ЭМП на всей территории города на 22 разных высотах от 2 до 75 метров над уровнем земли, критериальная оценка полученных результатов и зонирование территории города Перми по уровням ЭМП.

В качестве основы для выполнения оценки существующего уровня ЭМП был использован специализированный программный продукт «ПК АЭМО 4.0». Расчеты проводились в городской системе координат в более чем 109 тысячах точек. Инвентаризация источников излучения на территории города Перми показала, что внешнесредовую нагрузку

формируют 2-11 источников телекоммуникационной деятельности и оборудования, которые являются причиной насыщения окружающей среды электромагнитной энергией в различных частотных диапазонах. Сформирована база данных об источниках ЭМИ, в которую включены: 1666 базовых станций сотовой связи, которые расположены равномерно по всей территории города Перми; 248 единиц радиорелейных линий связи; 95 антенн трех передающих радиостанций (башня ФГУП «РТРС» филиал «ПКРТПЦ» г. Пермь, ул. Техническая, 7; башня ЗАО ТРК «Авторadio-ТВ», башня ОАО «Ростелеком»); 2 трассовых обзорных радиолокатора на территории аэропорта «Большое Савино». По результатам расчетов получена трехмерная карта электромагнитного загрязнения города Перми в виде карт-схем расчетных уровней ЭМП на различных высотах. (Рис.1-3)

Рис. 1 Уровень ЭМП в г. Перми на высоте 3 метров

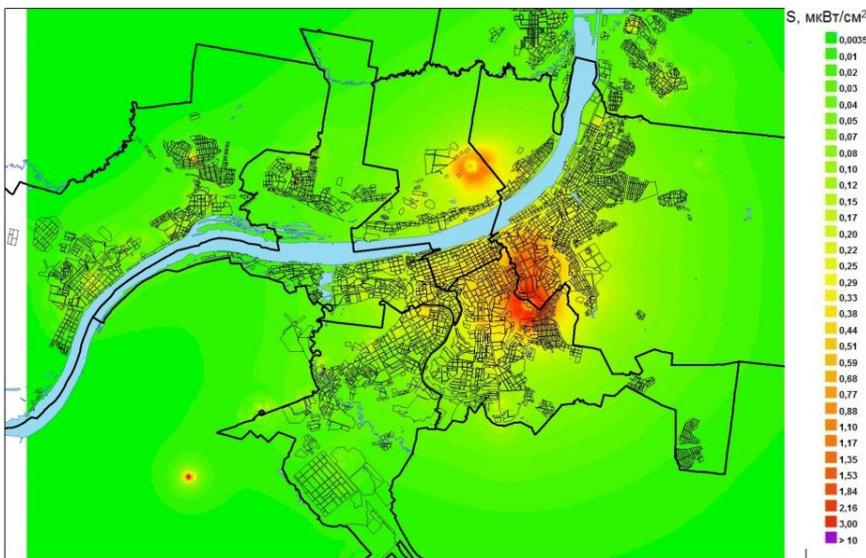


Рис. 2 Уровень ЭМП в г. Перми на высоте 12 метров.

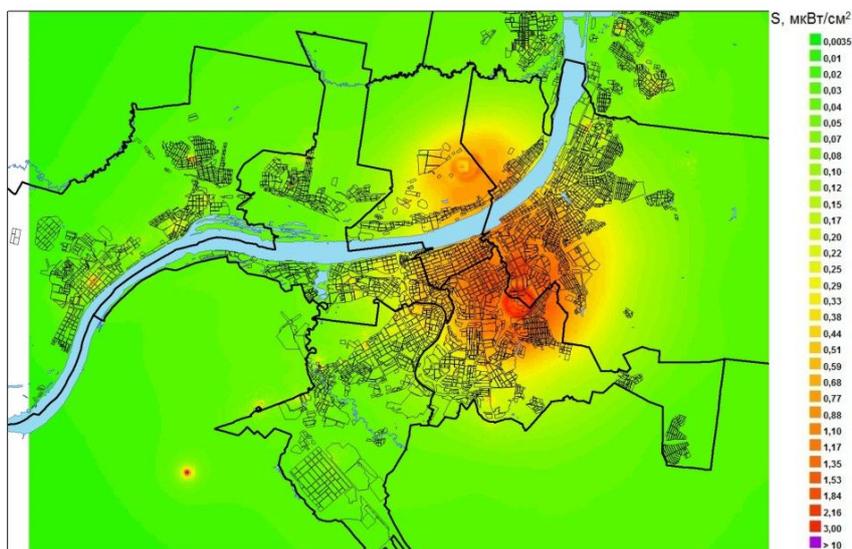
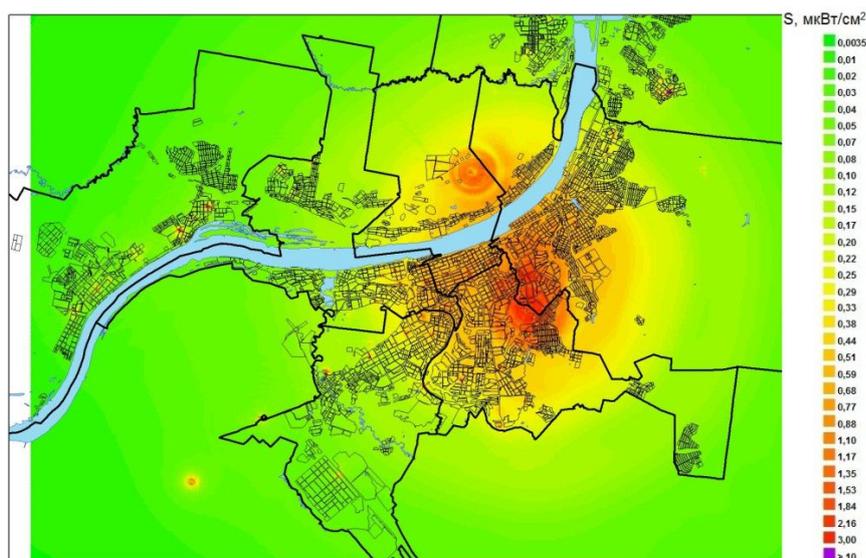


Рис. 3 Уровень ЭМП в г. Перми на высоте 30 метров.



По результатам расчетов выделена зона (0,8 км²) с превышением предельно допустимого уровня (1,52ПДУ), которая расположена на технической территории аэропорта «Большое Савино», находящейся за пределами жилой застройки. В настоящее время в зоне с ненормативным уровнем ЭМП отсутствует жилая застройка. Порядка 80% всех расчетных точек характеризовались параметрами ЭМП в диапазоне 0,1-1 мкВт/см². Максимальные значения находились в диапазоне 0,4-0,55ПДУ и были установлены на высотах 4-7 этажей в разных зонах города Перми. Определено, что с увеличением высоты уровни ЭМП в целом по городу возрастают, достигая максимума на уровнях 9-18 метров, затем постепенно снижаются, однако продолжают оставаться более высокими, чем в приземном слое. Так, площадь территории с уровнем ЭМП 1-10 мкВт/см² на высоте 3 метра (первые этажи зданий) составляет 5,86 км², на высоте 12 метров (2-4 этажи зданий) – 20,9 км², на высоте 30 метров (9-11 этажи зданий) – 13,6 км², на высоте 48 метров – 14,5 км². В зонах, характеризующихся с плотностью потока энергии от 1 до 10 мкВт/см², расположено 1000 домов, в которых на текущий момент проживает 145 тысяч человек.

На основании выполненных расчетов были обоснованы точки инструментальных измерений для программ социально-гигиенического мониторинга, поставлены задачи по оценке риска для здоровья населения, длительное время проживающего в зонах наибольшего электромагнитного загрязнения. Материалы расчетов рассматриваются как основа для обоснования размещения БС сотовой связи и иных ПРТО, предусмотренных Генеральным планом города и программой его социально-экономического развития.

Заключение. В результате проведенных исследований было выявлено, что зона с превышением предельно допустимого уровня (1,52ПДУ) располагается на технической территории аэропорта «Большое Савино» (0,8 км²) и находится за пределами жилой застройки. В настоящее время в зоне с ненормативным уровнем ЭМП отсутствует жилая застройка. Порядка 80% всех расчетных точек характеризовались параметрами ЭМП в диапазоне 0,1-1 мкВт/см². Таким образом, для улучшения и сохранения на должном уровне электромагнитной обстановке на территории г. Перми необходимо разрабатывать мероприятия по профилактике влияния электромагнитного излучения на организм человека.

Список литературы

1. Ратынский М.А. Основы сотовой связи – М.: Радио и связь – 2000 г. – с. 248
2. Зинковская М. Курсовая работа «Влияние электромагнитных полей на живые организмы» - Днепропетровск: ДНУ – 2001 г. – с. 19
3. Никитина Е.М. Эргономика – защита пользователей от негативных воздействий электромагнитных полей дисплея - М.: 2008 г. – с. 10
4. Ромашев Д.К. Электромагнитное поле и его влияние на здоровье человека - СПб: СПГТУ – 2011 – с. 21
5. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2015 году».