



УДК 504.75

Шафигуллин Р.И. – аспирант

E-mail: mailram@yandex.ru

Куприянов В.Н. – доктор технических наук, профессор

E-mail: kuprivan@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Экологическая безопасность городской среды при воздействии электромагнитных полей

Аннотация

Приведен обзор и анализ исследований по влиянию электромагнитных полей различной частоты и напряженности на человека, исследование уровня интенсивности воздействия электромагнитных полей в условиях городской среды, как основы для разработки рекомендаций по экологической безопасности при помощи конструктивных мероприятий для жилых и рабочих помещений зданий.

Анализ тенденции развития отраслей связи, передачи информации, современных технологий показывает, что в ближайшее время экологические проблемы глобального электромагнитного загрязнения станут более актуальными за счет использования новых технологий, генерирующие электромагнитное излучение в городской среде. В связи с чем обеспечение экологической безопасности при воздействии электромагнитного излучения в жилых помещениях здания, где человек проводит значительную часть жизни, является весьма актуальной задачей.

Ключевые слова: экологическая безопасность, электромагнитное поле, электромагнитное загрязнение, источники электромагнитных полей, методы защиты.

Актуальность проблемы

Человек живет в электромагнитном мире, насыщенном различными благами научно-технического прогресса. Хаотичная энергия искусственных электромагнитных полей (далее ЭМП) может воздействовать с огромной интенсивностью на биоэлектромагнитное поле человека.

Анализ тенденции развития отраслей связи, передачи информации, современных технологий показывает, что в ближайшее время экологические проблемы глобального электромагнитного загрязнения станут более актуальными за счет использования новых технологий, генерирующие электромагнитное излучение в городской среде.

В мире понятие «глобального электромагнитного загрязнения» появилось в 1995 году. Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) официально ввела этот термин в международные программы по защите от электромагнитного излучения. Примером реализации таких проектов является «международный электромагнитный проект (WHO International EMF Project)». Появление и реализация таких проектов указывает на актуальность и значимость вреда электромагнитного излучения.

Механизмы нейтрализации электромагнитных полей, имеющих характеристики, отличных от природных, у человека малораспространены. В связи с этим обеспечение защиты от электромагнитного излучения в жилых помещениях здания, где человек проводит значительную часть жизни является весьма актуальной задачей.

Из классической физики известно, что электромагнитные поля состоят из электрических и магнитной полей. Для нормирования уровня излучения в РФ предусмотрены предельно допустимые нормы ПДУ. Требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях нормируется СанПиН 2.1.2.2645-10. В основе этих нормативов преимущественно лежат методы защиты «временем» и «расстоянием» без учета защитных свойств ограждающих конструкций здания. В современном проектировании и строительстве уделяется недостаточное внимание конструктивной защите жилых помещений здания.

Характеристики электромагнитных полей и источников излучений

Что такое «электромагнитное поле»? Из курса физики мы знаем: «Электромагнитное поле – это особая форма материи, посредством которой осуществляется воздействие между электрическими заряженными частицами. Проще говоря ЭМП – это взаимосвязанные между собой электрическое и магнитное поля. Электрическое поле образуется зарядами. Магнитное поле создается при движении электрических зарядов по проводнику. ЭМП неподвижных или равномерно движущихся заряженных частиц неразрывно связано с этими частицами. Ускоренное движение заряженных частиц приводит к отделению ЭМП от них, в результате чего существует самостоятельно в виде электромагнитных волн. Примером этого являются радиоволны, которые не исчезают при отсутствии тока в антенне. Электромагнитные радиоволны передающих радиостанций возбуждаются быстропеременными электрическими токами в системе проводов (то есть в антеннах) [1]. Для возбуждения электромагнитных волн существенное значение имеет наличие электрических зарядов, движущихся ускоренно.



Рис. 1. Силовые линии электрического и магнитного полей

Физическое объяснение образования электромагнитного поля заключается в том, что изменяющееся во времени электрическое поле «Е» порождает магнитное поле «Н». Изменяющееся магнитное вихревое поле порождает электрическое. То есть электрическое «Е» и магнитное «Н» поля, изменяясь, поочередно возбуждают друг друга.

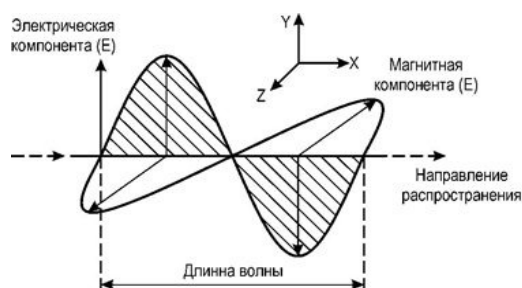


Рис. 2. Распространение электромагнитной волны

Электрическое поле характеризуется понятием «напряженность электрического поля E » (единица измерения В/м – «вольт на метр»). Величина магнитного поля характеризуется «напряженностью магнитного поля H » (единица измерения А/м – «ампер на метр») и «магнитной индукцией B » (единица измерения Тл – «Тесла»). Понятие магнитной индукции обычно используется для сверхнизких и крайне низких частот. В России для частот свыше 300 МГц используется понятие «плотности потока электромагнитной энергии S » (ППЭ) или «вектор Пойтинга» (единица измерения Вт/м²). Плотность потока электромагнитной энергии характеризует количество энергии, переносимой электромагнитной волной в единицу времени через единицу поверхности, перпендикулярной направлению распространения волны. За рубежом плотность потока энергии измеряется для частот свыше 1 ГГц.

Для описания колебания электромагнитной волны используют понятия «длина волны λ » и «частота волны f ». Взаимосвязь между ними описывается нижеприведенной формулой:

$$\lambda = v/f,$$

где V – скорость распространения волны в данной среде.

Все существующие электромагнитные волны можно подразделить на группы. Классификация волн приведена в табл. 1.

Таблица 1

Классификация электромагнитных волн

Название диапазона		Границы диапазона частоты, ν	Длины волн, λ	Источники
Радиочастотные волны	30-50 Гц	–	6000 км	Источники промышленной частоты
	менее 30 кГц	Сверхдлинные	более 10 км	Природные явления (атмосферные и магнитосферные процессы), радиосвязь
	30-300 кГц	Длинные	10-1 км	
	300 кГц-3 МГц	Средние	1 км-100 м	
	3-30 МГц	Короткие	100-10 м	
30 МГц-300 ГГц	Ультракороткие	10 м-1 мм		
Инфракрасное излучение		300 ГГц-429 ТГц	1 мм-780 нм	Излучение молекул и атомов при тепловых и электрических воздействиях
Видимое излучение		429-750 ТГц	780-380 нм	
Ультрафиолетовое		$7,5 \cdot 10^{14}$ - $3 \cdot 10^{16}$ Гц	380-10 нм	Излучение атомов под воздействием ускоренных электронов
Рентгеновские		$3 \cdot 10^{16}$ - $6 \cdot 10^{19}$ Гц	10 нм-5 пм	Атомные процессы при воздействии ускоренных заряженных частиц
Гамма		более $6 \cdot 10^{19}$ Гц	менее 5 пм	Ядерные и космические процессы, радиоактивный распад

Также существует международная классификация электромагнитных волн по частотам. Согласно классификации частоты подразделяются на 12 частотных диапазонов от крайне низких КНЧ частот (3-30ГГц) до гипервысоких ГВЧ (300-3000ГГц) [2].

Характеристики электромагнитных волн зависят от типа и мощности источника. Источники электромагнитных излучений могут быть классифицированы на два типа: естественные (естественный фон окружающей среды) и искусственные (техногенные).

К группе естественных источников относятся все природные объекты, такие как Солнце, Земля, объекты Вселенной и др. К группе искусственных источников относятся все объекты, появившиеся в результате техногенной жизнедеятельности человека, которые в разы превышают естественный фон Земли. При этом электромагнитные поля естественного фона окружающей среды и источников техногенного происхождения могут взаимодействовать, что может привести к неточностям при исследовании уровней излучения в городской среде.

Рассматривая вопрос о вреде источников различного происхождения интересным фактом является то, что электромагнитное поле естественного фона земли не оказывает отрицательного воздействия на организм. Искусственное электромагнитное загрязнение, вызванное деятельностью человека, в зависимости от интенсивности и частоты излучения, является потенциальной опасностью и оказывает негативное влияние на все живое окружающего мира. Доказательством этого являются многочисленные исследования ученых в различных областях науки, включая медицину, экологию, строительство и др.

Основные источники техногенного происхождения, оказывающие влияние на человека приведены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Таблица существующих источников ЭМП (за пределами здания)

№	Наименование	Диапазон частот излучения	Примечание
1	Системы сотовой связи, транкинговая связь	450 МГц, 900 МГц, 1800 МГц, 2100 МГц	Практически повсеместно распространено.
2	Радиорелейная связь	0,3-300 ГГц	
3	Спутниковая связь	1,5-30 ГГц	
4	Любительская радиосвязь (КВ, УКВ)	150 кГц-1 ГГц	Маломощные источники.
5	Радиосвязь на средствах транспорта	30 кГц-3 ГГц	Железнодорожная связь действие до 8 Вт. Радиус действия 5-10 км.
6	Телевидение	30 МГц-3 ГГц	
7	Радио и телевидение	30 кГц-3 ГГц	Мощный источник.
8	Радиолокационные станции, радары	3 МГц-110 ГГц	
9	Транспорт на электроприводе (железнодорожный, электропоезда, метро, троллейбус, трамвай)	0 до 1000 Гц.	Мощным источником магнитного поля являются электродвигатели. Максимальные значения плотности потока магнитной индукции в «электричках» – до 75 мкТл.
10	Высоковольтные линии электропередач (ЛЭП)	50 Гц	ЛЭП (за городом до 1000 кВ; по городу 220 кВ).
11	Городские линии освещения	50 Гц	Напряжение 380 В, мощность до 100 кВт.
12	Системы производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии (трансформаторные подстанции, распределительные подстанции)	до 105 Гц	За пределами города напряжение до 750 кВ. В пределах города о 220 кВ.
13	Электростанции (ГЭС, АЭС, ТЭЦ)	50 Гц	Наличие различных частот ЭМП зависит от оборудования которым снабжен объект.
14	Системы производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии (трансформаторные подстанции, распределительные подстанции)	до 105 Гц	Напряжение до 750 кВ (в населенных пунктах нет, на ЛЭП только в полях, лесах).

Таблица 3

Таблица существующих источников ЭМП (в здании)

№	Наименование	Диапазон частот излучения	Примечание
1	Электробытовые приборы (микроволновая печь, холодильник, кофеварка)	20 Гц-1 ГГц	Маломощные источники (радиус действия до 10 м)
2	Сотовые телефоны	450 МГц, 900 МГц, 1800 МГц, 2100 МГц	
3	Wi-fi, Bluetooth	2,4-5,2 ГГц	Маломощные источники (радиус действия до 50 м)
4	Радиотелефоны	1000 МГц	Маломощные источники (радиус действия до 10 м)
5	Средства визуального отображения информации на электроннолучевых трубках (мониторы, телевизоры).	20 Гц-1 ГГц	Маломощные источники (радиус действия до 5 м)
6	Промышленное оборудование на электропитании.	50 Гц	
7	Медицинские терапевтические и диагностические установки	50 Гц-1 ГГц	
8	Технологическое оборудование различного назначения, использующее сверхвысокочастотное излучение, переменные и импульсные магнитные поля.	3-30 ГГц	
9	Персональные компьютеры	50 Гц-1000 МГц	Маломощные источники (радиус действия до 5м)
10	Электропроводка, домашняя электросеть	50 Гц	
11	Электроштиты	50 Гц	

Воздействие электромагнитных полей на человека

Степень биологического воздействия ЭМП зависит от многих показателей, включая: частота колебаний, интенсивность, напряжение, режим генерации (импульсное или непрерывное), длительность излучения. Воздействие полей разных частот и диапазонов различается. Считается, чем меньше длина волны, тем больше потенциальной энергией она обладает. Например, при кратковременном пребывании в поле линии электропередач здоровый человек не ощущает негативного воздействия. Кратковременное излучение способно повлиять на человека при условии, если человек болен, наследственно предрасположен к восприятию электромагнитных волн или обладает отдельными видами аллергии.

По данным различных исследований воздействию, прежде всего, подвергаются нервная, эндокринная, иммунная, сердечнососудистая и половая системы человека [3, 4]. Эффект электромагнитного поля при условии длительного воздействия может накапливаться. Как результат – развитие последствий, которые включают в себя негативные процессы в центральной нервной системе, опухоли мозга, рак крови, гормональные заболевания. При оценке опасности электромагнитного излучения на головной мозг значимым является то, что поглощение энергии волны происходит неравномерно. Следствием этого могут быть изменения структуры нервных клеток мозга. В качестве примера отрицательного влияния ЭМП в зависимости от положения источников можно привести использование сотовых телефонов. За последние годы использование средств мобильной связи сильно увеличилось. Широкое использование сотовых телефонов привело к необходимости проведения санитарно-гигиенических исследований. Для сохранения здоровья населения требуется разработать мероприятий по снижению и защите от негативного воздействия на человека. «...Радиотелефоны

являются специфическим источником электромагнитных импульсов, действие которого имеет прерывистый локальный характер и в различные периоды времени влияет на головной мозг человека – высший отдел нервной системы...» [6]. «...Многочисленные исследования показывают, что к ЭМИ наиболее чувствительными (критическими) системами организма человека являются: нервная, эндокринная, иммунная и половая...» [5].

Имеется информация о воздействии слабого электромагнитного излучения на человека [6]: «...ведущее место в реакции живого организма на ЭМП принадлежит нервной системе...». При этом необходимо отметить, что для определения эффекта влияния на организм человека электромагнитных волн различной интенсивности и частоты требуется наблюдения в течении многих лет. «...Установлено, что все диапазоны электромагнитных излучений влияют на здоровье и работоспособность людей, причем последствия этого влияния могут проявляться не сразу...» [7]. Также электромагнитное излучение интенсивнее всего оказывают воздействие: на внутренние органы с большим содержанием воды; на органы со слабо развитой сосудистой системой; на органы с недостаточным кровообращением. Это объясняется тем, что при перегреве система кровоснабжения работает как система охлаждения. «...Тело человека содержит жидкость, которая по электрофизическим свойствам является электролитом (раствором в воде большого количества кислот, солей микроэлементов и т.п.), то есть является средой с большими диэлектрическими потерями электромагнитной энергии, которая тратится на ее нагревание. Поскольку мозг человека насыщен жидкостью, он является средой, которая интенсивно нагревается при действии на него электромагнитного излучения...» [8].

Много литературы имеется об отрицательном влиянии ЭМП на детский организм. «...В материале совещания ВОЗ, проведенного во второй половине 2001 года указывается на удвоение числа случаев заболевания лейкемией у детей при хроническом воздействии магнитного поля промышленной частоты со значениями магнитного потока от 0,3 до 0,4 мкТл...» [9]. «...Разнообразные раздражители окружающей среды, такие как электромагнитное излучение, влияет на развитие детского организма, уменьшая адаптационные возможности почек. Поэтому необходимо стремиться к минимизации таких влияний и разработать способы профилактики и лечения...» [10].

Интенсивное электромагнитное поле промышленной частоты (далее ПЧ) вызывает нарушение функционального состояния центральной нервной и сердечнососудистой системы [9]. При этом наблюдается повышенная утомляемость, снижение точности движений, изменение кровяного давления и пульса, возникновение болей в сердце, сопровождающихся сердцебиением и аритмией, и.т.п. Особого внимания требуют оценки возможного развития у населения отдельных последствий после длительного контакта с ЭМП: развитие рака (включая лейкемию), деградации нервных клеток. Для анализа отдаленных последствий проводятся долговременные эпидемиологические исследования. До последнего времени считалось, что только электрическая составляющая электромагнитного поля ЛЭП может быть достаточно высокой, чтобы оказать влияние на здоровье человека. Поэтому и у нас в стране и в мире вопросу контроля параметров электрического поля промышленной частоты уделялось значительное внимание [9]. Эпидемиологические работы зарубежных ученых, заставили обратить пристальное внимание на роль магнитной составляющей ЭМП ПЧ. «...В последние 30-35 лет в литературе Великобритании, США, Швеции и др. стран появились публикации, в которых отмечалась возможность возникновения онкогенных заболеваний у лиц, подвергающихся воздействиям ЭМП ПЧ как в условиях производства, так и в местах их проживания. Причем в этих исследованиях основное внимание уделялось возможному преобладающему влиянию не электрической, а магнитной составляющей...» [9]. Потенциальную опасность представляют все ЛЭП класса 35-1150 кВ, а особую обеспокоенность вызывают ЛЭП 35-330 кВ расположенных в кварталах больших и маленьких городов, где в зданиях и домах (в отличие от внешних электрических полей) отсутствует защита от внешних магнитных полей. Также известен ионизирующий эффект воздуха вблизи ЛЭП, когда при дыхании в организме человека происходит оседание заряженных частиц. К группе риска, прежде всего, относятся люди, проживающие длительное время вблизи линий электропередач, лица, имеющие профессии, связанные с пребыванием под воздействием электромагнитных полей.

Обобщая краткий анализ воздействия ЭМП на человека приведем три таблицы по воздействию: напряженности магнитного поля, А/м (табл. 4) [12], плотности потока энергии (ППЭ) мкВт/см² (табл. 5) и магнитной индукции, мТл (табл. 6) [12].

Таблица 4

Возможные изменения в организме под влиянием напряженности магнитного поля

Напряженность магнитного поля, А/м	Диапазон частот, Гц	Проявления
$5 \cdot 10^3 - 10^4$	10-100	Появление мерцания на периферийных участках поля зрения
$2 \cdot 10^4 - 6 \cdot 10^4$	10-100	Ощущение наличия поля
$7 \cdot 10^4 - 2 \cdot 10^5$	10-100	Объективно регистрируемые нарушения зрения, недомогание
$5 \cdot 10^5 - 4 \cdot 10^6$	20-600	Нарушение работы сердца
$2 \cdot 10^6 - 10^7$	50-1000	Нарушение работы нервной системы
$10^5 - 10^7$	100-10000	«Джоулев» нагрев тканей при мощности 4 Вт/кг

Таблица 5

Возможные изменения в организме человека при воздействии плотности потока энергии различной интенсивности

ППЭ мкВт/см ²	Возможные изменения в организме
500-800	Болевое ощущение при облучении
200	Угнетение окислительно-восстановительных процессов в тканях
100	При включении – повышение кровяного давления с последующим резким спадом; при длительном воздействии – стойкая гипотония, двухсторонняя катаракта
40	Ощущение тепла; расширение сосудов; при облучении более 0,5 часа – повышение кровяного давления на 20-30 мм рт. ст.
20	Стимуляция окислительно-восстановительных процессов в тканях
10	Изменения условно-рефлекторной деятельности; изменения биоэлектрической активности головного мозга; астенизация после 15 минут облучения
8	Неопределенные сдвиги со стороны крови с общим временем облучения 150 часов; изменение свертываемости крови
6	Электрокардиографические изменения; изменения в рецепторном аппарате
4-5	Изменение артериального давления при многократных облучениях; непродолжительная лейкопения
3-4	Замедление электропроводимости сердца
2-3	Выраженный характер снижения артериального давления; учащение пульса; незначительные колебания объема сердца
1	Снижение артериального давления; тенденции к учащению пульса
0,4	Слуховой эффект при воздействии импульсными электромагнитными излучениями
0,3	Некоторые изменения со стороны нервной системы при хроническом воздействии в течение 5-10 лет
0,1	Электрокардиографические изменения
До 0,05	Тенденции к понижению артериального давления при хроническом воздействии

Таблица 6

Эффекты, воздействия на человека магнитного поля индуцированного тока

Величина воздействующей плотности магнитного потока (магнитной индукции), мТл	Величина индуцированной плотности тока, мА/м ²	Прогнозируемые эффекты воздействия
0,5-5	1-10	Минимальные биологические эффекты
5-50	10-100	Эффекты со стороны органов зрения и нервной системы
50-500	100-1000	Существует опасность для здоровья: стимуляция возбудимой ткани
Более 500	Более 1000	Острое нарушение состояния здоровья, экстрасистолия и фибрилляция желудочков сердца

Защита человека от электромагнитных излучений в городской среде

Главной задачей в защите человека от электромагнитного излучения является разработка методов защиты для обеспечения эпидемиологических, санитарно-гигиенических условий проживания в жилых и рабочих помещениях зданий. В настоящее время защита человека от ЭМП осуществляется путем использования следующих принципов:

1) *защита временем*. Защита временем это соблюдение дозы гигиенических нормативов. Принцип метода заключается в ограничении продолжительности пребывания в местах повышенного уровня электромагнитных полей;

2) *защита расстоянием*. Принцип метода заключается в увеличении расстояния от источника продолжительного электромагнитного излучения (для ночного отдыха в жилых помещениях максимальное удаление от бытовых источников ЭМП; увеличение расстояния от распределительных шкафов, трансформаторных подстанции; при устройстве конструкций полов с электроподогревом в жилых помещениях выбирать системы с минимально возможными показателями излучения электромагнитных полей;

3) *применение средств коллективной или индивидуальной защиты*. Принцип метода заключается в использовании персонала радиоэкранирующих материалов. Например, в качестве таких материалов могут быть использованы металлизированные ткани на синтетической основе. Эти материалы изготавливают методом химической металлизации тканей. Современное оборудование позволяет изменять толщину наносимого металла от сотых долей до единиц мкм, тем самым меняя сопротивление тканей от десятков до долей Ом. Такие экранирующие материалы могут изготавливаться малой толщины, что придает легкостью и гибкость при использовании, не теряя защитных свойств.

4) *применением защитных экранов*. В основе данного принципа лежит экранирование непосредственно место пребывания человека при помощи экранов изготовленных из поглощающих и отражающих ЭМП волны. Такими свойствами обладают многие строительные материалы. Отличие заключается только в том, что в зависимости от структуры, плотности и толщины материалов экранирующих конструкций уровень защиты и поглощения может быть разным.

Особое место для защиты человека от электромагнитного излучения в строительной отрасли занимают конструктивные мероприятия, которые могут использоваться при проектировании зданий:

1) *сетка «Фарадея»*. Для защиты населения от воздействия электромагнитных излучений в строительных конструкциях могут применяться металлические сетки и листы или другое проводящее покрытие. В отдельных случаях достаточно устройство заземленной металлической сетки под облицовочным или штукатурным слоем в помещении. В качестве экранов могут применяться также различные пленки и ткани с металлизированным покрытием.

2) *заземления проводки помещений*.

3) *устройство конструктивных слоев в ограждающих конструкциях стен здания*. Например, использование «шунгитовой» штукатурки; применение для оконных

блоков специальных металлизированных стекол. Это свойство стекла достигается применением тонкой прозрачной пленки окислов металлов (например, олова), либо нанесением таких металлов как серебро, медь, никель. Пленка обладает достаточной оптической прозрачностью и химической стойкостью. При нанесении на одну поверхность стекла уменьшение интенсивности излучения достигается в тысячи раз.

4) *снижение мощности и напряженности электрического и магнитного полей.*

По результатам выполненного обзора существующей литературы по защите людей от электромагнитных полей, по результатам выборочных полевых исследований можно сделать вывод, что тема защиты от электромагнитного смога в условиях активно развивающейся техники и технологий в городских условиях является актуальным. В рамках гражданского проектирования и строительства в настоящее время защите от ЭМП оказывается недостаточное внимание, что с точки зрения сохранения здоровья населения недопустимо. Требуется поиск и разработка современных конструктивных методов защиты от ЭМП различных диапазонов.

Заключение

Краткий обзор и анализ влияния электромагнитных полей на человека позволил сформулировать первоочередные задачи по защите человека от воздействия ЭМП в зданиях и городской среде:

1. Установить источники электромагнитных излучений в городской среде, их параметры и границы опасного воздействия.

2. Установить количественные параметры электрических и магнитных полей от источников излучения вблизи жилых и общественных зданий (величина, интенсивность, продолжительность действия).

3. Установить параметры ЭМП в помещениях зданий, как от внешних источников проникающих через ограждения, так и внутренних, исходящих от источников находящихся внутри помещения. Провести сравнение полученных параметров с их допустимыми значениями, определенными в нормах СанПин.

4. Разработать рекомендации по защите человека в зданиях от избыточных ЭМП конструктивными мероприятиями.

Список библиографических ссылок

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Учеб. пособие: Для вузов. в 5 т. Т. III. Электричество, 4-е изд., стереот. – М.: ФИЗМАТЛИТ: Изд-во МФТИ, 2004. – 656 с.
2. Регламент радиосвязи. Статьи. Регламент конвенции международного союза электросвязи (ITU). – Женева: Швейцария, 2014. – 424 с.
3. Григорьев Ю.Г., Григорьев О.А., Степанов В.С., Пальцев Ю.П. Электромагнитное загрязнение окружающей среды и здоровье населения России. – М.: Фонд «Здоровье и окружающая среда», 1997. – 91 с.
4. Сподобаев Ю.М., Кубанов В.П. Основы электромагнитной экологии. – М.: Радио и связь, 2000. – 240 с.
5. Естафьев В.Н., Гоженко С.А. Уровни электромагнитных излучений, создаваемые мобильными телефонами и другими носимыми радиопередающими устройствами // Актуальные проблемы транспортной медицины, 2014, № 1 (35). – С. 46-57.
6. Сидоренко В.М. Механизм воздействия слабого электромагнитного излучения на человека // Известия южного федерального университета. Технические науки, 2009, № 10 (99). – С. 83-87.
7. Слукин В.М. Техногенные электромагнитные излучения как фактор экологии населенных пространств // Академический вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН, 2010, № 4. – С. 112-116.
8. Крушевский Ю.В., Кравцов Ю.И., Бородай Я.А. Влияние электромагнитного излучения устройств сотовой связи на человека // Научные труды винницкого национального технического университета, 2008, № 1. – С. 17.

9. Мисриханов М.Ш., Рубцова Н.Б., Токарский А.Ю. Обеспечение электромагнитной безопасности электросетевых объектов: научное издание. – М.: Наука, 2010. – 870 с.
10. Одинец Ю.В., Головачева В.А., Горбач Т.В., Яровая Е.К. Влияние электромагнитного излучения на почки детей в современном обществе // Украинський журнал нефрології та діалізу, 2013, № 3. – С. 56-60.
11. Минин Б.А. СВЧ и безопасность человека. – М.: Сов. радио, 1974. – 348 с.
12. Харлов Н.Н. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 207 с.

Shafigullin R.I. – post-graduate student

E-mail: mailram@yandex.ru

Kupriyanov V.N. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: kuprivan@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420078, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Environmental safety of the urban environment under the influence of electromagnetic fields

Resume

Man lives in the electromagnetic world saturated with various benefits of scientific progress. Chaotic energy of artificial electromagnetic fields can affect with great intensity on the bioelectromagnetic field of person. Analysis of trends in the industry communication, information, modern technologies shows that in the near future will increase the use of technical means of generating electromagnetic energy to the environment. Mechanisms neutralize electromagnetic fields, with different characteristics from natural, man poorly distributed. Therefore, protection from electromagnetic radiation in a residential area of the building, where a person spends much of his life is a very urgent task.

The degree of biological effects of electromagnetic fields on the human body depends on the frequency of oscillation of tension and intensity of the field, its mode of generation (pulsed, continuous), the duration of exposure. Biological effects of fields of different ranges differently.

The main task in protecting people from electromagnetic radiation is to develop methods to ensure the protection of epidemiological, sanitary – hygienic living conditions in residential buildings and workplaces. Overview and analysis of the impact of electromagnetic fields on human allowed to formulate priorities for the protection of humans from exposure to electromagnetic fields in the buildings and the urban environment. A special place to protect people from electromagnetic radiation in the construction industry take constructive actions that can be used in the design of buildings.

Keywords: ecological safety, electromagnetic field, electromagnetic pollution, sources of electromagnetic fields, methods of protection.

Reference list

1. Sivukhin D.C. General course of physics. The textbook. benefit: For universities, 5 t, T. III. Electrichestvo, 4th ed., stereot. – М.: FIZMATLIT Publishing MIPT, 2004. – 656 p.
2. The radio regulations. Article. The regulations of the Convention of the international telecommunication Union (ITU). – Geneva: Switzerland, ISBN 978-92-61-14024-3, 2014. – 424 p.
3. Grigoriev Y.G., Grigoriev O.A., Stepanov C.S., Palcev Y.P. Electromagnetic pollution and the health of the population of Russia. – М.: Fond «Zdorovie I okrugayushaya sreda», 1997. – 91 p.
4. Spodarev Y. M., Kubanov B.N. Fundamentals of electromagnetic ecology. – М.: Radio and svyaz, 2000. – 240 p.

5. Astafiev V.N., Gogenko C.A. The levels of electromagnetic radiation produced by mobile phones and other portable transmitting devices // Aktualnyie problem transportnoy mediciny, 2014, № 1 (35). – P. 46-57.
6. Sidorenko C.M. Mechanism of action of weak electromagnetic radiation on the human // PROCEEDINGS of the SOUTHERN FEDERAL UNIVERSITY. TECHNICAL SCIENCE, 2009, № 10 (99). – P. 83-87.
7. Slukin C.M. Man – made electromagnetic radiation as a factor in the ecology of populated spaces // Akademicheskii vestnik URALNIIPROECT raac, 2010, № 4. – P. 112-116.
8. Kruszewski Y.C., Kravtsov Y.I., Boroday Y.A. Influence of electromagnetic radiation devices sotoi communication per person // Nauchniye trudy Vinnickogo nacionalnogo technicheskogo universiteta, 2008, № 1. – P. 17.
9. Misrikhanov M.W., Rubtsov N.B., Tokarski A.Y. Ensuring electromagnetic safety of electric grid objects: a scientific edition. – M.: Nauka, 2010. – 870 p.
10. Odinets Y.C., Golovachev C.A., Gorbach T.C., Iarovaia E.K. Influence of electromagnetic radiation on the kidneys of children in contemporary society // UKRAINSKII JOURNAL NEPHROLOG DALSU, 2013, № 3. – P. 56-60.
11. Minin A.B. Microwave and human security. – M.: Owls.radio, 1974. – 348 p.
12. Kharlov N.N. Electromagnetic compatibility in power generation: a Training manual. – Tomsk: Publishing house of TPU, 2007. – 207 p.