**СОТОВАЯ СВЯЗЬ: ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ НАГРУЗКИ**

Курсовая работа

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ

1. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ МОНИТОРИНГ

1.1 ИСТОЧНИКИ ЭМП

1.2 ВЛИЯНИЕ ЭМП НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

1.3 ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ЭМП СВЧ ДИАПАЗОНА

1.4 ИНСТРУМЕНТАЛЬРЫЙ КОНТРОЛЬ УРОВНЕЙ ЭМП РАДИОСРЕДСТВ

2. МЕТОДИКА РАСЧЕТНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭМН

2.1 МЕТОД ОЦЕНКИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЭМН

2.2 МЕТОД ОЦЕНКИ КОЛЛЕКТИВНОЙ ЭМН

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА РАСЧЕТА ЭМН, СОЗДАВАЕМОЙ МОБИЛЬНЫМИ СРЕДСТВАМИ СВЯЗИ

3.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ

3.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛЛЕКТИВНОЙ НАГРУЗКИ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЯ

**ВВЕДЕНИЕ**

Отличительной особенностью современного этапа развития человечества является переход комплекса опасностей, имевших место в техносфере, в гео- и биосферу. Если буквально 20 - 25 лет назад воздействию значимых уровней электромагнитного излучения (ЭМИ) подвергался ограниченный круг людей-профессионалов, то в настоящее время можно говорить об угрозе воздействия ЭМИ на все население. Многочисленные радиовещательные и телевизионные станции, системы спутниковой и сотовой связи, навигационные системы оказались размещенными на территориях города и оказывают непосредственное воздействие на здоровье населения.

В настоящее время в связи с хозяйственной деятельностью человека уровень ЭМИ антропогенного происхождения в десятки тысяч раз превысил естественный электромагнитный фон. Масштабы электромагнитного загрязнения стали столь существенными, что Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) в 1992г. включила эту проблему в число актуальных проблем человечества [1]. По мнению ее экспертов, уровень электромагнитного загрязнения окружающей среды уже сравним с уровнем загрязнения среды вредными химическими веществами и в самое ближайшее время может превзойти его. Таким образом, сформировался новый существенный фактор окружающей среды - ЭМИ антропогенного происхождения. Особенность ситуации заключается в том, что природные электромагнитные поля – фактор поддержания жизни на Земле, а вызванное деятельностью человека искусственное электромагнитное загрязнение отрицательно влияет на все живое и является причиной многих заболеваний.

Актуальность и важность проблемы для России была определена Постановлением Президиума РАМН еще в 1994г. В решении Межведомственной Комиссии Совета Безопасности Российской Федерации по экологической безопасности №2-2 от 20.02.96г. указано, что "неблагоприятное воздействие на человека и окружающую среду электромагнитных излучений принимает опасные размеры" [2].

В последнее десятилетие сотовая связь стала приоритетным направлением в развитии телекоммуникационного рынка России и многих развитых стран. В основе данной технологии лежат электромагнитные поля сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазона, создаваемые передающими и принимающими аппаратами. На первый взгляд, уровни ЭМИ невысоки, но каков результат из воздействия на живой организм в хроническом многолетнем режиме, до сих пор не известно. Учеными разных стран проводились многочисленные исследования по влиянию электромагнитных полей сотовых телефонов (ЭМП СТ) на пользователей. Были получены неоднозначные выводы, требующие дополнительного углубленного изучения на большей статистической выборке.

В настоящее время под эгидой ВОЗ проводится программа медико-биологических исследований по определению приемлемого риска воздействия ЭМИ СТ, в которой участвуют ученые более 40 стран. Окончательные результаты исследований будут получены не ранее 2008 года. Однако уже сейчас на основе предварительных результатов исследований ВОЗ сформулировала ряд рекомендаций ограничительного характера. Данная позиция была полностью поддержана Российским национальным комитетом по защите от неионизирующих излучений и Минздравом России [3].

В настоящей работе в качестве ознакомления рассмотрены источники электромагнитного загрязнения, приведены данные о действии электромагнитных полей на биологические объекты (в частности, данные о влиянии ЭМП СВЧ диапазона на здоровье человека), а также методы оценки электромагнитной нагрузки (ЭМН).

Целью работы явилась оценка ЭМН, создаваемой сотовыми телефонами (СТ) в связи с характерным ростом числа пользователей сотовой связи.

**1. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ МОНИТОРИНГ**

* 1. **ИСТОЧНИКИ ЭМП**

Электромагнитные поля (ЭМП) окружают нас всегда.

Источники ЭМП делят на природные и антропогенные.

К природным источникам ЭМП относят постоянные электрическое и магнитное поля Земли, а также радиоволны, генерируемые космическими источниками (Солнце, галактики и пр.) или при некоторых процессах, происходящих в атмосфере Земли (например, разряды молнии).

В соответствии с международной классификацией антропогенные источники электромагнитных полей (ЭМП) делятся на две группы (приложение 1):

группа 1- источники, генерирующие так называемые крайне низкие и сверхнизкие частоты от 0 Гц до 3 кГц;

группа 2- источники, генерирующие излучение в радиочастотном диапазоне от 30 кГц до 300 ГГЦ, включая микроволны (СВЧ- излучение) в диапазоне от 300 МГц до 300 ГГц

К первой группе относят все системы производства, передачи и распределения электроэнергии (ЛЭП, трансформаторные подстанции, электростанции, системы электропроводки, различные кабельные системы); домашняя и офисная электро- и электронная техника; транспорт на электроприводе: ж/д транспорт и его инфраструктура; городской транспорт- метро, троллейбусы, трамваи.

Для данной работы представляет интерес вторая группа источников, которая отличается гораздо большим разнообразием как по назначению, так и по режимам излучения. Основную массу составляют так называемые функциональные передатчики - это источники ЭМП в целях передачи или получения информации, излучающие ее контролируемым образом в окружающую среду. Кроме них во вторую группу входят различное технологическое оборудование (50Гц-1МГц), медицинские терапевтические и диагностические установки (20МГц-3ГГц), средства визуального отображения информации на электронно-лучевых трубках (мониторы ПК, телевизоры и др.). Характерные параметры источников ЭМП этой группы приведены в приложении 2.

В последние годы в нашу жизнь устойчиво вошли мобильные телефоны. Если в 1997г. число пользователей сотовой связью в России составляло около 150 тыс. человек, то в настоящее время эта цифра уже составляет более 3 млн. абонентов. Сотовая связь состоит из сети базовых станций (БС) и ручных персональных радиотелефонов. БС расположены на расстоянии от 1 до 15 км друг от друга, образуя между собой так называемые "соты". Обмен информацией между ними осуществляется посредством радиорелейной связи. БС обеспечивают связь с персональными ручными радиотелефонами (мобильными телефонами) на частотах 450-1800 МГц. Частота и вид модуляции зависит от типа сотовой связи. На сегодняшний день основные системы сотовой связи в России- NMT-450, GSM-900/1800. Ручные телефоны сотовой связи имеют мощность от 0,2 до 7 Вт. Выходная мощность коррелирует с частотой, на которой он работает. Чем выше частота, тем ниже выходная мощность [2]. Диапазон частот и излучаемая мощность сотовых телефонов приведены в приложении 3.

**1.2 ВЛИЯНИЕ ЭМП НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ**

С гигиенической точки зрения ЭМИ не являются чуждым организму фактором. Электромагнитная среда нашей планеты определяется в основном электрическим и магнитным квазистатическими полями Земли, атмосферным электричеством, радиоизлучением Солнца и Галактик, а также полем искусственных источников. По-видимому, полное отсутствие электромагнитного поля так же нецелесообразно, как и его "излишек" [4].

Приведем очень интересные данные о неблагоприятном действии гипомагнитной среды (в условиях полного экранирования геомагнитного поля). При длительном пребывании в экспериментальных условиях у животных регистрируется преждевременная смерть на фоне резких нарушений физиологических и биохимических процессов, наблюдается атипический рост клеток и тканей, нарушение морфологии и функционирования внутренних органов. Так, у мышей была зарегистрирована структурная реорганизация миокарда, проявляющаяся в уменьшении объемного соотношения капилляров и кардиомиоцитов, что приводило к развитию гемодинамических нарушений. У микроорганизмов в гипомагнитных условиях проявляются мутантные формы клеток. Таким образом, полное отсутствие воздействия рассматриваемого фактора также может вызвать негативные биологические изменения, что лишний раз свидетельствует о важной роли воздействия ЭМП.

Особенностью воздействия ЭМП на живые организмы является его "резонансный характер". То есть, существенное значение имеют не только интенсивность ЭМИ, но и частотные характеристики, т.к. в случае совпадения частот внешних ЭМП с собственными колебаниями биомолекул клеточных мембран может происходить многократное усиление биологического действия. В этом же контексте можно рассматривать и исключительно высокую биологическую активность модулированных ЭМП. При этом модуляция (частота подачи импульсов) резко увеличивает эффективность воздействия ЭМП независимо от основной (несущей) частоты, если синхронизирована с собственными ритмами биологической системы. Установленная зависимость биологического эффекта ЭМП от их частотных характеристик позволяет объяснить тот факт, что переменное МП промышленных частот (50-60 Гц) оказывает выраженное воздействие на человека уже при величине индукции всего 0,2-0,4 мкТл, в то время как магнитное поле Земли (50-70 мкТл) не оказывает негативного влияния на биологические объекты и относится к естественным факторам окружающей среды (по частотным характеристикам оно относится к статическим полям) [5].

Несмотря на большое число публикаций, посвященных изучению последствий воздействия ЭМП на биообъекты, до сих пор нет единого мнения о механизмах воздействия ЭМИ на живой организм. Только с помощью экспериментальных и клинических исследований можно оценить характер воздействия ЭМИ на организм человека.

Характер взаимодействия электромагнитной волны с биологическим объектом определяется как параметрами излучения, так и физическими свойствами среды биологического объекта, в которой распространяется электромагнитная волна (диэлектрической проницаемостью, электрической проводимостью), а также параметрами, зависящими от этих величин: длиной электромагнитной волны, проникающей в ткани, глубиной проникновения, коэффициентом отражения от границы воздух-ткань.

Как известно, процессы жизнедеятельности имеют в своей основе химические реакции значительной степени сложности. При этом в ограниченном объеме (клетка, клеточная органелла) протекают многочисленные реакции, связанные воедино пространством и временем их реализации. Одной из точек приложения ЭМИ в метаболизме можно считать биохимические реакции, протекающие с образованием свободных радикалов (часть молекулы, которая имеет на внешней электронной орбите неспаренные электроны и в связи с этим обладает парамагнетизмом).

Накоплены сведения [6] о воздействии ЭМИ на такие процессы, как окислительное фосфорилирование, скорость транспорта ионов. Один из возможных механизмов действия магнитных полей - его ориентирующее действие на жидкие кристаллы клеточных мембран, что ведет к изменению их проницаемости.

Наиболее чувствительна к воздействию ЭМИ нервная система. Электроэнцефалографическими методами выявлены нарушения в собственных электрических потенциалах организма при его взаимодействии с внешними ЭМП. Практически все диапазоны ЭМИ оказывают дезактивирующее влияние на электрические процессы в коре и подкорковых образованиях головного мозга. Функционально это проявляется в изменениях простой двигательной реакции порога обонятельной чувствительности, памяти и внимания, соотношении между процессами возбуждения и торможения в центральной нервной системе (ЦНС), в замедлении выборки сложных динамических стереотипов. Следствием указанных отклонений на уровне целостного организма являются повышенная утомляемость, головные боли, расстройство памяти и сна, раздражительность. По мнению ряда исследователей, механизм действия ЭМП различной частоты на организм представляется как результат опосредованного действия через ЦНС, но также возможно непосредственное влияние на его биохимические и биоэлектрические процессы в тканях и органах [7].

Значительно выражено гонадо- и эмбриотропное действие ЭМИ. Критериями оценки функциональных и патологических сдвигов со стороны производящей системы служат обычно морфологические изменения (дегенерация, пикноз клеточных элементов сперматогенного эпителия, изменения в соотношении клеточных форм, цитохимические сдвиги), гормональные нарушения эстральной и сперматогенной функции. Общее, что показывают многие исследования при воздействии ЭМИ на животных - это снижение репродуктивной способности самок и тератогенные изменения в потомстве, нарушение эстрального цикла, снижение функционального состояния сперматозоидов. Некоторые авторы даже считают, что функция производства женских половых гормонов более чувствительна к ЭМИ [8].

При воздействии ЭМИ появляются изменения в иммунных и адаптационных системах, снижается фагоцитарная активность нейтрофилов и повышается бактерицидная активность крови.

Система кровообращения отвечает на воздействие ЭМИ фазовыми реакциями тонуса сосудов (повышение и понижение артериального давления) и сердечного ритма. Наблюдаемые эффекты можно рассматривать не только как результаты непосредственного действия ЭМИ на систему кровообращения, но и как результат нарушения ее регуляции.

Данные многочисленных экспериментальных и клинических исследований позволяют сделать вывод о существовании неблагоприятных аспектов действия ЭМИ на биологические объекты.

**1.3 ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ЭМП СВЧ ДИАПАЗОНА**

Наиболее интересным представляется исследование влияния ЭМП, создаваемых сотовыми телефонами (это мобильные приемо-передающие устройства, работающие в СВЧ диапазоне радиочастот (450-1800 МГц)). СВЧ диапазон отличается по своему воздействию на человека от более низких диапазонов радиочастот тем, что такие излучения обладают свойством непосредственного нагрева тканей организма [3].

Привычные методики исследований позволяют увидеть далеко не все эффекты, возникающие под действием слабых излучений. Тем не менее, подавляющее большинство ученых мира считают, что ЭМИ отрицательно влияет на здоровье человека и является причиной целого ряда заболеваний, в первую очередь онкологических, нервной и сердечно-сосудистой системы. Особенно подвержены воздействию ЭМИ дети, женщины в состоянии беременности, люди, страдающие аллергией. Вот результаты некоторых исследований:

При пользовании СТ мозг человека находится в непосредственной близости от источника модулированного ЭМП (антенна СТ располагается на расстоянии 2-5 см от головы человека). На первом месте по чувствительности к воздействию ЭМП, без сомнения, стоит нервная система (об этом свидетельствуют убедительные медицинские показания). Реакции на воздействия ЭМП радиочастот сходны вне зависимости от частотного диапазона. Во всех работах клинического плана авторы регистрировали у лиц, подвергающихся хроническому воздействию ЭМИ малой интенсивности, высокий в сравнении с контролем, уровень функциональных нарушений ЦНС. Это астенический, астеновегетативный синдромы, вегетативная дисфункция. Клинические данные указывают на неустойчивость эмоционального поведения и активного внимания, свидетельствующие о нарушении стабилизации ЦНС. Установлены типичные для хронического воздействия ЭМП расстройства в виде жалоб на головную боль, повышенную утомляемость, раздражительность, нарушения сна и памяти [9].

Основываясь на данных многолетних фундаментальных исследований по биоэффектам ЭМИ, можно прогнозировать у пользователей мобильными телефонами развитие других патологических изменений в организме. У контактирующих с ЭМИ чаще, чем в контрольной группе, диагностируются заболевания сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, снижение иммунитета, нарушения репродуктивной функции. У женщин регистрируются изменения менструального цикла и детородной функции в виде токсикозов беременности и самопроизвольных абортов. У мужчин наблюдается угнетение гормональной функции гонад. Указанные нарушения со стороны различных органов и систем рассматриваются специалистами, прежде всего, как следствие нарушения нервной регуляции [9].

Изменения в ЦНС подтверждаются данными электроэнцефалографических исследований. С увеличением продолжительности воздействия ЭМИ растет процент лиц с психической дезадаптацией. Однократное пятнадцатиминутное воздействие излечений мобильного телефона стандарта GSM приводит к активации коры головного мозга, продолжающейся после прекращения облучения. Авторы обосновано указывают на возможность негативного влияния на функцию мозга многократного воздействия ЭМИ СТ. Кратковременное воздействие излучений радиотелефонов GSM влияет на функцию мозга, в частности ускоряет время ответных реакций на предъявляемые стимулы [9]

К сожалению, наукой не изучены механизмы и отдаленные последствия воздействия модулированных ЭМИ сотовой связи. Однако анализ показывает, что имеющиеся данные о влиянии ЭМИ сотовых телефонов вписываются в общую картину имеющихся медицинских доказательств негативного влияния ЭМИ на здоровье человека.

**1.4 ИНСТРУМЕНТАЛЬРЫЙ КОНТРОЛЬ УРОВНЕЙ ЭМП РАДИОСРЕДСТВ**

сотовый мобильный связь излучение нагрузка

Электромагнитный мониторинг предполагает оценку (расчет и инструментальный контроль) электромагнитной обстановки в районе размещения излучающего средства на всех стадиях проектирования, строительства и реконструкции с целью контроля соответствия уровней ЭМП с действующими нормативами ПДУ [2].

Документами, регламентирующими методы и способы определения уровней ЭМП, являются методические указания (МУК) [9].

Нормативным документом, устанавливающим предельно допустимые уровни (ПДУ) ЭМИ РЧ для населения являются санитарные правила и нормы [11,12,13].

Для измерений уровней ЭМП в диапазоне частот 300 МГЦ-2400 МГц используются средства измерения, предназначенные для определения среднего значения плотности потока энергии (ППЭ).

Инструментальный контроль уровней электромагнитного поля производится с целью определения фактического состояния электромагнитной обстановки в районах размещения излучающих средств и служит средством оценки достоверности результатов расчетов.

Периодичность контроля - 1 раза в 3 года.

Определение ППЭ ЭМИ от сотовых телефонов проводят по утвержденным методикам на аттестованных средствах измерения (перечень рекомендуемых измерительных приборов приведен в таблице приложения 4.). При проведении измерений необходимо учитывать фоновые уровни ЭМИ и исключить возможность переизлучения.

Основным фактором, определяющим уровень ППЭ от радиотелефона, является его мощность. Учитывая изменение мощности в зависимости от удаления от БС, целесообразно проводить измерения на максимальном расстоянии применительно к изучаемому населенному пункту. Допускается проведение измерений в стационарных условиях (в здании лаборатории) [14].

Оценка ППЭ, создаваемой носимыми станциями в диапазоне частот 300-800 МГц, проводится на расстояниях от передней панели аппарата, представленных на рис. 1

Рис. 1. Расстояния, на которых следует проводить измерения плотности потока энергии от носимых радиопередающих средств сухопутной подвижной радиосвязи, работающих в диапазоне частот 300-800 МГц.

Оценка ППЭ, создаваемой носимыми станциями в диапазоне частот 800-2400 МГц, проводится на расстоянии 0,37 м. При этом контролируемый уровень ППЭ в диапазоне частот 300- 2400 МГц не должен превышать 3 мкВт/см2.

Результаты инструментального контроля интенсивности ЭМП, создаваемого сотовыми телефонами, приведены в приложениях 5 и 6.

Для оценки электромагнитной нагрузки (ЭМН), создаваемой мобильными средствами связи, существует расчетный метод.

**2. МЕТОДИКА РАСЧЕТНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭМН**

Расчетный метод оценки электромагнитной нагрузки (ЭМН), создаваемой мобильными средствами связи, заключается в определении индивидуальной и коллективной электромагнитных нагрузок [15]

Доза (нагрузка)- основная мера экспозиции, количественно характеризующая фактор, который воздействует на организм человека (индивидуальная доза) или население (коллективная доза).

Экспозиция- термин, обозначающий воздействие вредного фактора на индивидуальный организм или популяцию людей как с учетом количественной меры фактора, так и времени воздействия.

Расчет индивидуальной и коллективной доз ЭМИ при использовании средств мобильной связи проводится органами Госсанэпиднадзора в целях социально-гигиенического мониторинга и предприятиями связи при осуществлении производственного контроля для определения ЭМН.

**2.1 МЕТОД ОЦЕНКИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЭМН**

Расчеты индивидуальной нагрузки производятся по данным Санитарно-эпидемиологических заключений на различные типы средств мобильной связи, а также по результатам инструментальных измерений ЭМИ, проведенных испытательными лабораториями.

Определение индивидуальной нагрузки при использовании сотовых телефонов проводятся по показаниям измерительных приборов с учетом времени ведения переговоров.

Нормируемой величиной является уровень энергетической экспозиции (ЭЭ), выраженный в (мкВт\*ч/см2).

Следует учитывать как среднее, так и максимальное время ведения радиотелефонных переговоров в день, выраженное в часах. Соответственно ведется расчет средней (ИНср) и максимальной индивидуальной нагрузок (ИНмах).

Данные об уровне индивидуальной нагрузки используются для оценки неблагоприятного воздействия ЭМИ на здоровье человека, для расчета средних величин и сравнительного анализа разных предприятий, оказывающих услуги связи, для построения динамического ряда за наблюдаемый период времени.

* 1. **МЕТОД ОЦЕНКИ КОЛЛЕКТИВНОЙ ЭМН**

Определение коллективной нагрузки, создаваемой средствами мобильной связи, проводятся по данным расчета средней и максимальной индивидуальной нагрузок с учетом числа клиентов и персонала, выбранного для изучения предприятия связи, или суммарного количества пользователей изучаемого населенного пункта.

Расчет средней и максимальной коллективной нагрузок (КНср и КНмах) проводится по формуле: КНср(мах) =ИН ср(мах) \*n,

где n- число лиц, использующих мобильные средства связи.

Коллективная электромагнитная нагрузка выражается в (мкВт/см2)\*ч\*чел.

Результаты расчета коллективной электромагнитной нагрузки используются для гигиенической оценки электромагнитной обстановки, для оценки динамических изменений за многолетний период наблюдения.

Для сравнительного анализа различных территорий целесообразно проводить расчет удельной коллективной нагрузки на 1 жителя изучаемого населенного пункта.

Динамические наблюдения позволяют оценить меру влияния ЭМИ от сотовых телефонов на здоровье населения и сделать прогноз состояния популяционного здоровья.

**3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА РАСЧЕТА ЭМН, СОЗДАВАЕМОЙ МОБИЛЬНЫМИ СРЕДСТВАМИ СВЯЗИ**

* 1. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ**

Исходными данными для определения индивидуальной электромагнитной нагрузки служили результаты инструментальных измерений, представленные в приложениях 5 и 6.

Для расчета ИН при использовании сотовых телефонов учитывали официальные данные предприятий связи г. Красноярска о времени ведения радиопереговоров в среднем в день в расчете на 1 пользователя. Данные отражены в таблице 1. Под максимальным временем подразумевается среднее время ведения переговоров персоналом предприятия связи, а под средним - абонентами (клиентами) предприятия связи.

Табл.1

Время ведения радиотелефонных переговоров в среднем в день в расчете на 1 пользователя в г. Красноярске

|  |  |
| --- | --- |
| Годы | Время ведения переговоров (мин) |
| Максимальное  | Среднее |
| 1997 | 25 | 5 |
| 2004 | 120 | 30 |

В соответствии с методом, описанном в п.2.1, был выполнен расчет средней и максимальной индивидуальной нагрузок, создаваемых различными мобильными средствами связи, за 1997 и 2004 гг. А также было определено среднее значение ИН с учетом того, что количество пользователей-профессионалов составляет 1% от всего населения. Результаты расчета представлены в табл. 2.

Табл.2. Значения средней и максимальной индивидуальной нагрузок для различных моделей РТ по г. Красноярску

| Год  | Тип телефона | Стандарт | ППЭ, мкВт/см2 | Индивидуальная нагрузка, мкВт\*ч/см2  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ИНср | ИНмах |
| 1997 | Benefon Q  | NMT-450 | 123.03 | 10.3 | 51.3 |
| Ericsson DF338 | D- AMPS | 213.18 | 17.8 | 88.8 |
| Ericsson T20s | D- AMPS | 123.87 | 10.3 | 51.6 |
| Motorola 3188  | NMT-450 | 111.41 | 9.3 | 46.3 |
| Siemens M35i | AMPS | 117.01 | 9.8 | 48.8 |
| Motorola W2335Q | NMT-450 | 112.74 | 9.4 | 47.0 |
| Siemens S35i | AMPS | 110.82 | 9.2 | 46.2 |
|  | 11.3 |
| 2004 | Motorola V.66 | 900/1800 | 40.2 | 20.1 | 80.4 |
| Nokia THR 850 | 900/1800 | 38.0 | 19.0 | 76.0 |
| LG-510W | 900/1800 | 24.0 | 12.0 | 48.0 |
| Siemens S45 | 900/1800 | 30.4 | 15.2 | 60.8 |
| Ericsson LX588 | AMPS/DAMPS | 58.1 | 29.1 | 116.2 |
| Ericsson LX700 | AMPS/DAMPS | 65.8 | 32.9 | 131.6 |
|  |  | 21.3 |

Данные таблицы свидетельствуют о том, что с 1997г. среднее значение индивидуальной электромагнитной нагрузки, создаваемое мобильными средствами связи, выросло приблизительно в 1.9 раза, несмотря на появление на рынке услуг связи сотовых телефонов меньшей мощности.

Это, очевидно, связано с увеличением времени ведения радиопереговоров пользователями сотовой связи.

* 1. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛЛЕКТИВНОЙ НАГРУЗКИ**

Исходными данными по определению коллективной электромагнитной нагрузки являются значения средней ИН, представленные в таблице 2, а также официальные данные предприятий связи о количестве пользователей в г. Красноярске за 1997 и 2004 гг. (см. Табл. 3).

Табл. 3

Данные о населении и количестве пользователей сотовой связи г. Красноярска в 1997 и 2004 гг.

|  |  |
| --- | --- |
| Категория  | Годы |
| 1997 | 2004 |
| Население, чел. | 873900 | 912800 |
| Количество пользователей, чел. | 719 | 519000 |

В соответствии с методом, описанным в п.2.2, был проведен расчет коллективной нагрузки, а также расчет удельной коллективной нагрузки (УКН) на 1 жителя г. Красноярска. При расчете УКН использовались данные о населении г. Красноярска за 1997 и 2004 гг. (см. Табл. 3). Результаты расчетов представлены в таблице 4.

Табл. 4

Коллективная и удельная коллективная нагрузки, создаваемые средствами мобильной связи для г. Красноярска за 1997 и 2004 гг.

|  |  |
| --- | --- |
| Нагрузка | Годы |
| 1997 | 2004 |
| КН, мкВт/см2\*ч\*чел | 8,1\*103 | 11,1\*106 |
| УКН, мкВт/см2\*ч | 9,3\*10-3 | 12,2 |

Из таблицы видно, что за последние 7 лет произошел значительный рост как коллективной, так и удельной коллективной нагрузки. С 1997г. КН увеличилась в 1370.4 раза, а УКН – в 1307,6 раз. Причиной является увеличение числа пользователей мобильными телефонами (рост числа предприятий, оказывающих услуги радиосвязи).

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В настоящей работе была проведена оценка электромагнитной нагрузки, создаваемой мобильными средствами связи, на примере г. Красноярска.

С 1997 года на рынке услуг связи появились первые радиотелефоны сравнительно большой мощности. К 2004 году мощности производимых мобильных телефонов значительно понизились, а значит, и стали меньшими значения уровней ППЭ. Однако результаты расчетов показали значительный рост как индивидуальной, так и коллективной электромагнитной нагрузок. Следовательно, основным и определяющим фактором в оценке ЭМН является число пользователей сотовой связи, а также время ведения телефонных переговоров.

Увеличение удельной коллективной нагрузки говорит об угрозе воздействия ЭМИ не только на пользователей сотовыми телефонами, но и на все население. Поэтому проблема электромагнитного загрязнения окружающей среды ЭМИ РЧ наиболее актуальна и важна уже в настоящее время.

Таким образом, в предстоящие годы усилия специалистов в области санитарно-эпидемиологического надзора должны быть направлены на решение комплекса вопросов, связанных с оценкой воздействия ЭМИ РЧ на организм человека, а также на создание нормативов и усовершенствование санитарных правил и норм.

В дальнейшей работе планируется получить экспериментальные данные о влиянии ЭМИ РЧ на физиологические системы организма. В частности будет оценено влияние ЭМИ на показатели периферической крови и нервную систему животных. В настоящее время ведутся интенсивные работы по созданию специальной камеры, снабженной генератором ЭМИ РЧ, в которую будут помещаться лабораторные животные с целью оценки физиологических эффектов ЭМП РЧ. Полученные экспериментальные данные могут быть использованы в дальнейшем при нормировании ЭМН на население.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ**

ЭМИ – электромагнитное излучение

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

СВЧ – сверхвысокочастотный диапазон

ЭМП – электромагнитное поле

ЭМН – электромагнитная нагрузка

СТ – сотовый телефон

ЛЭП – линии электропередач

БС – базовые станции

ЦНС – центральная нервная система

ПДУ – предельно-допустимый уровень

МУК – методические указания

ЭМИ РЧ - электромагнитное излучение радиочастотного диапазона

ППЭ – плотность потока энергии

ЭЭ – энергетическая экспозиция

ИН – индивидуальная нагрузка

КН – коллективная нагрузка

УКН - удельная коллективная нагрузка

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Магнитные поля. – ВОЗ, Женева, 1992.

2. Демин А.К., Демина И.А. «Грязные» электромагнитные технологии опасны для здоровья //Электромагнитное загрязнение окружающей среды и здоровье населения России / Серия докладов по политике в области охраны здоровья населения. – Москва, 1997. – 91 с.

3. Проблема воздействия электромагнитных полей сотовой связи на организм человека // Санитарный врач. – 2004. - № 11. – С 85 – 89.

4. Ромпель В.А., Загорулько А.А., Белькова С.В., Мартынов В.Г., Жуль Е.Г. Санитарно-гигиеническая оценка электромагнитной обстановки в населенных местах Красноярского края / Отчет Центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора в Красноярском крае. – Красноярск, 1997. – 74 с.

5. Гичев Ю.П., Гичев Ю.Ю. Влияние электромагнитных полей на здоровье человека / Аналитический обзор. Серия «Экология», Вып. 52. – Новосибирск, 1999. –С. 12 – 26.

6. Кашкалда Д.А., Пащенко Е.А., Зюбанова Л.Ф.//Медицина труда и промышленная экология, 1995, № 10, С. 14-17

7. Думанский Ю.О., Сердюк А.Н., Лось И.П. Влияние электромагнитных полей радиочастот на человека.- Киев, Здоровье, 1975

8. Механизмы биологического действия электромагнитных излучений. Тез. докл.- Пущино, 1987.

9. Никитина В.Н. Обеспечение безопасности и охрана здоровья населения в условиях воздействия ЭМП сотовой связи // Сотовая связь и здоровье: медико-биологические и социальные аспекты / Материалы Международной научно-практической конференции, 20 – 22 сентября 2004 г., Москва; Материалы заседания Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений, 26 февраля 2004 г., Москва. – Москва, 2004. – 221 с.

10. Определение плотности потока энергии электромагнитного поля в местах размещения радиосредств, работающих в диапазоне частот 300 МГц-300ГГц. Методические указания (МУК 4.3.1167-02 10),-М., Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002.-80 с.

11. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих

радиотехнических объектов. Санитарные правила и нормы (СанПиН 2.1.8/2.2.4. 1383-03),-М., Госкомсанэпиднадзор России, 2003.

12. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи. Санитарные правила и нормы (СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03), -М., Госкомсанэпиднадзор России, 2003.

13. Электромагнитные поля в производственных условиях. Санитарные правила и нормы (СанПиН 2.2.4.1191-03), -М., Госкомсанэпиднадзор России, 2003.

14. Гигиеническая оценка электромагнитных полей, создаваемых радиостанциями сухопутной подвижной связи, включая абонентские терминалы спутниковой связи. Методические указания (МУК 4.31676-03) -М., Госкомсанэпиднадзор России, 2003.

15. Гигиеническая оценка коллективной и индивидуальной электромагнитной нагрузок, создаваемой мобильными средствами связи. Методические рекомендации.- М., Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. – 16 с.

**Приложение** 1.

Международная классификация электромагнитных волн по частотам в диапазоне 3 Гц-3000ГГц

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № диапазона | Диапазон радиочастот | Границы диапазона | Диапазон радиоволн | Границы диапазона |
| 1 | Крайние низкие, КНЧ | 3-30Гц | Декамегаметровые | 100-10мм |
| 2 | Сверхнизкие, СНЧ | 30-300Гц | Мегаметровые | 10-1мм |
| 3 | Инфранизкие, ИНЧ | 0,3-3кГц | Гектокилометровые | 1000-100км |
| 4 | Очень низкие, ОНЧ | 3-30кГц | Мириаметровые | 100-10км |
| 5 | Низкие частоты, НЧ | 30-300кГц | Километровые | 10-1км |
| 6 | Средние, СЧ | 0,3-3МГц | Гектометровые | 1-0,1км |
| 7 | Высокие частоты, ВЧ | 3-30МГц | Декаметровые | 100-10м |
| 8 | Очень высокие, ОВЧ | 30-300МГц | Метровые | 10-1м |
| 9 | Ультравысокие, УВЧ | 0,3-3ГГц | Дециметровые | 1-0,1м |
| 10 | Сверхвысокие, СВЧ | 3-30ГГц | Сантиметровые | 10-1см |
| 11 | Крайне высокие, КВЧ | 30-300ГГц | Миллиметровые | 10-1мм |
| 12 | Гипервысокие, ГВЧ | 300-3000Ггц | Децимиллиметровые | 1-0,1мм |

**Приложение** 2.

Характерные параметры источников ЭМП диапазона 30 кГц-300 ГГц\*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Мощность источника | от 10 до 100кВт | от 1 до10 кВт | от 10 до 1000кВт | от 5 до 30Вт | от 100 1до 50кВт | от 1 до 100 кВт | от 10 до 100 кВт | 200Вт-20кВт | 200Вт-20кВт |
| Характеристика ЭМП | 90В/м | 450В/м | 121В/м27,5В/м | 300мкВт/см2 | 10В/м5-20мкВт/см2 | 50 мкВт/см2 | < 2мкВт/см2 | 0,1-10мкВт/см2 | <250мкВт/см2<10мкВт/см2 |
| Расстояние от точки излучения | 300м | 50м | 50м220м | 10см | 1,5км | 1,5км | В зоне действия системы | 0,1-1,0км | 3м10м |
| Частота | 130-285кГц | 415-1606,5кГц | 3,95-26,1МГц | 400-1800МГц | 47-68МГц174-230МГц470-890МГц | 87,5-108Гц | 0,9-10ГГц | 1-10ГГц | 9-35ГГц |
| Источники излучения | Радиостанция НЧ | Радиостанция СВ | Радиостанция КВ | Мобильные телефоны | Телевизионные передатчики | Радиостанция FM | Система охраны | Радиолокаторы стационарные | Радиолокационные системы службы слежения авиационные |

По данным международного комитета от неионизирующих излучений, 1996г.

**Приложение** 3.

Диапазон частот и излучаемая мощность сотовых телефонов.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Стандарт | Диапазон используемых частот | Излучаемая мощность телефонов |
| Аналоговый |
| NMT-450 | 455-470 МГц | 1-2 Вт |
| AMPS | 820-895 МГц | 0.6-0.7 Вт  |
| Цифровой |
| D- AMPS | 820-895 МГц | 0.2 Вт |
| CDMA | 820-895 МГц | 0.6-0.7 Вт |
| GSM-900 | 890-965 МГц | 0.25 Вт |
| GSM-1800 (DCS) | 1710-1880 МГц | 0.125 Вт |

**Приложение** 4.

Перечень приборов, рекомендуемых для измерения ППЭ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип измерительного прибора | Измеряемый диапазон частот | Пределы измерений | Относительная погрешность | Производитель, поставщик прибора |
| П3-15/16/17 | 0,01—300 МГц | 1—3000 В/м | ±3 дБ | СКБ РИАП (Россия) |
| П3-21 | 0,01—300 МГц | 1—1000 В/м | ±2,5 дБ | СКБ РИАП (Россия) |
| П3-22 | 0,01—300 МГц | 1—1000 В/м | ±2,5 дБ | СКБ РИАП (Россия) |
| ИПМ-101 | 0,03—1200 МГц | 1—500 В/м | ± 20-40 % | НПП «Доза» (Россия) |
| П3-18/19/20 | 0,3—39,65 ГГц | 0,32-3200 мкВт/см2 | ±3 дБ | СКБ РИАП (Россия) |
| П3-18А/19А | 0,3—40 ГГц | 0,9-3200 мкВт/см2 | ±3 дБ | СКБ РИАП (Россия) |
| П3-30 | 0,3—40 ГГц | 3-30000 мкВт/см2 | ±2,5 дБ | СКБ РИАП (Россия) |
| EMR-20/30 | 0,1—3000 МГц | 0,8-800 В/м;0,17-170000 мкВт/см2 | ±3 дБ | «Wandel & Goltermann» (Германия) |
| EMR-200/300 | 0,1-18000 МГц | 1—1000 В/м;0,27-265000 мкВт/см2 | ±3 дБ | «Wandel & Goltermann» (Германия) |

Могут быть использованы также другие приборы с характеристиками, удовлетворяющими требованиям настоящих методических указаний.

**Приложение** 5.

Результаты инструментального контроля интенсивности ЭМП, создаваемого сотовыми телефонами, произведенного в рамках санитарно-эпидемиологической экспертизы за 2004 г. специалистами Центра Госсанэпиднадзора в г. Москве

(предоставлены Главным государственным санитарным врачом по г. Москве, письмо №9-513 от 03 сентября 2002 г.)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Фирма производитель | Страна изготовитель | Модель сотовых телефонов | Стандарт | Результаты тестирования, мкВт/см2 |
| Alcatel Business Systems | Франция | BF3 (ONE TOUCH310) | 900/1800 | 33.5/5.5 |
| Motorola | Германия | V.66 | 900/1800 | 40.2/27.8 |
| Nokia Corp, Nokia Mobile Phones Ltd | Финляндия | Nokia THR 850 | 900/1800 | 38.0 |
| LG Electronic Inc. | Корея | LG-510W | 900/1800 | 24.0 |
| Siemens AG | Германия | S45 (S30880-S5100) | 900/1800 | 30.4/11.7 |
| Ericsson | Мексика | LX588 | AMPS/DAMPS | 58.1/18.3 |
| США | LX700 | AMPS/DAMPS | 65.8/20.4 |

Примечание: в результатах тестирования через дробь указаны результаты измерений на 900/1800 МГц. Одна указанная цифра показывает уровни ППЭ во всем СВЧ-диапазоне без разделения на 900 МГц и 1800 МГц.

**Приложение** 6.

Результаты испытаний радиотелефонов, выполненных Центром электромагнитной безопасности в 1997г.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Фирма производитель | Модель сотовых телефонов | Стандарт | Результаты тестирования, мкВт/см2 |
| Benefon | Q | NMT-450 | 123.03 |
| Ericsson | DF338 | D- AMPS | 213.18 |
| Ericsson | T20s | D- AMPS | 123.87 |
| Motorola | 3188 | NMT-450 | 111.41 |
| Siemens | M35i | AMPS | 117.01 |
| Motorola | W2335Q | NMT-450 | 112.74 |
| Siemens | S35i | AMPS | 110.82 |