

Оглавление

Введение.....	3
Классификация источников ЭМИ и их воздействие на биологический организм.....	5
Заключение.....	12
Список реферируемой литературы.....	13

Введение

Электромагнитное излучение (ЭМИ) представляет собой электромагнитные волны, возбуждаемые всяким излучающим объектом, начиная с заряженных частиц, атомов и заканчивая антеннами высокотехнологичного современного оборудования, высоковольтными линиями электропередач, то есть искусственно созданными системами.

ЭМИ возникает при наличии возмущения магнитного поля. Магнитное поле, в свою очередь, генерируется при наличии движущихся электрических зарядов. Таким образом, ЭМИ – следствие фундаментальных законов физики, действующих в природе. За миллионы лет эволюции биосфера Земли приспособилась к природным электромагнитным воздействиям, их интенсивности, периодичности колебаний.

В последние десятилетия в связи с интенсивным развитием технологий отмечен высокий рост использования в промышленных производствах электрооборудования, машин и механизмов с электроприводами. Высоковольтные линии электропередач используются для электрификации производственных комплексов, жилых домов, общественных учреждений, для работы пассажирского и грузового электротранспорта и т.д. Электро- и радиооборудование необходимо в авиационной, судовой, космической, оборонной промышленности. Научно-исследовательские центры, лаборатории также оснащены электро- и радиооборудованием. В медицинской диагностике привычны рентген и МРТ. Операторы технологических линий наблюдают и корректируют их работу с использованием компьютерных систем. Компьютеризация прочно заняла место в банковских операциях, бухгалтерском учете любой организации, логистике и регулировании товарооборота, учебном процессе от начальной школы до высших учебных заведений и т.д.

В обществе в эпоху технического прогресса трансформируются потребности и возможности. В современном мире уже не представляется

функционирование общества без теле- и радиовещания, сотовой телефонной связи, интернет-ресурсов, разнообразной бытовой техники.

Все обозначенные выше инженерные системы, аппараты, бытовые приборы и компьютерное оборудование являются источниками ЭМИ искусственного происхождения. Незаменимость их в промышленности и науке, массовый характер использования даже на бытовом уровне определили повышенный интерес к выбранной теме исследования.

Изучение характера и степени воздействия ЭМИ на биологические организмы имеет высокую актуальность и поставлено целью настоящей работы.

Для достижения выбранной цели сформулированы следующие задачи:

- анализ и систематизация литературных данных по теме исследования;
- рассмотрение классификации источников ЭМИ;
- изучение особенностей воздействия различных видов ЭМИ на биологический организм.

Классификация источников ЭМИ и их воздействие на биологический организм

Классификация источников ЭМИ проводится по ряду характерных признаков. Общеизвестным является разделение источников ЭМИ по происхождению на естественные (магнитное поле Земли и электрические атмосферные процессы, ядерный синтез в недрах Солнца) и искусственные, вызванные работой созданных человеком электросистем, аппаратов, приборов. Естественные источники ЭМИ воздействуют на человека непрерывно, напряженность электрического и магнитного полей Земли связана с электромагнитными явлениями в ее атмосфере и ионосфере и зависит от солнечной активности [6].

Классификация ЭМИ на диапазоны по частотной характеристике согласно [4] представлена на рис.1.

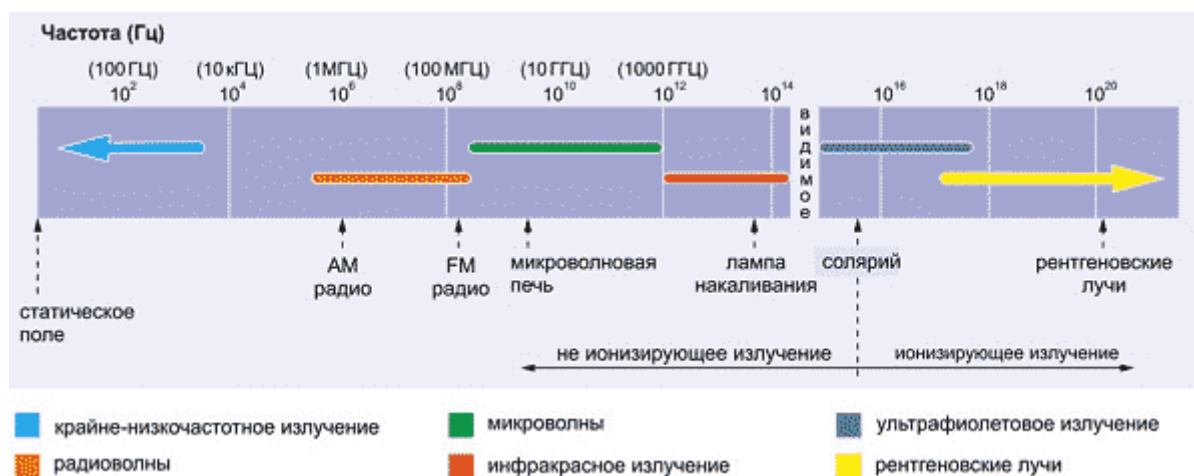


Рисунок 1 – Диапазоны ЭМИ по частоте излучения

Однако для характеристики условий труда согласно источникам [2, 6, 8] выделен более локальный участок частотной шкалы. Это ЭМИ в пределах частот, наиболее активно излучаемых в процессе производственной деятельности, при работе транспорте, в сфере услуг и в бытовых приборах. Общеизвестным в нормативной документации и указанных выше источниках

является деление ЭМИ в пределах следующих диапазонов (радиочастотные и микроволновые излучения):

- 30–300 кГц ($\lambda = 10^4$ – 10^3 м) – низкие частоты (НЧ);
- 300–3000 кГц ($\lambda = 10^3$ – 10^2 м) – средние частоты (СЧ);
- 3–30 МГц ($\lambda = 10^2$ – 10 м) – высокие частоты (ВЧ);
- 30–300 МГц ($\lambda = 10$ – 1 м) – очень высокие частоты (ОВЧ);
- 300–3000 МГц ($\lambda = 1$ – $0,1$ м) – ультравысокие частоты (УВЧ);
- 3–30 ГГц ($\lambda = 10$ – 1 см) – сверхвысокие частоты (СВЧ);
- 30–300 ГГц ($\lambda = 1$ – $0,1$ см) – крайне высокие частоты (КВЧ).

Кроме частоты колебаний ЭМИ характеризуются напряженностью электрической и магнитной составляющей, плотностью потока и мощностью излучения.

Эти базовые характеристики ЭМИ отмечены в работах [1 – 6] и обобщая данные указанных работ следует отметить следующее.

К источникам с высоким уровнем ЭМИ относят:

- ЛЭП;
- электротранспорт и его инфраструктура (контактные провода для наземного и рельс под напряжением – для подземного транспорта);
- телевизионные башни и вышки, радиовышки, станции мобильной и передвижной связи;
- распределяющие электрические подстанции, трансформаторы для преобразования напряжений электросетей;
- силовые электромеханические установки (подъемные устройства, лифты, промышленные механизмы с электроприводом).

Источники низкоуровневых ЭМИ – это:

- все устройства с экранами на основе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ-дисплей); сюда относятся платежные терминалы, компьютерные мониторы и др.;
- вся бытовая техника;

- инженерные системы подачи электропитания (кабели, электросчетчики и др.).

Как показал анализ работ [1, 5 – 7], ЭМИ оказывают специфическое воздействие на биологический организм.

В периоды солнечных вспышек, магнитных бурь регистрируется повышенное количество сердечно-сосудистых обострений, ухудшение самочувствия гипертоников, возрастает частота дорожно-транспортных происшествий [6].

Электромагнитные поля антропогенных источников характеризуются обычно более высокой интенсивностью, но механизм воздействия и естественных, и искусственных ЭМИ одинаков.

Поскольку в электрическом поле молекулы и атомы человеческого тела и любого биологического организма поляризуются, то и в крови, являющейся электролитом, и в межклеточных жидкостях появляются ионные токи. Переменное электрическое поле вызывает переменную поляризацию диэлектриков и появление токов проводимости. Этому физическому явлению сопутствует довольно ощутимый тепловой эффект, поскольку поглощенная электромагнитная энергия переходит в тепло нагрева биологических тканей. При этом возбуждаются терморцепторы, локально повышается температура тканей и органов [5, 7].

Нагрев особенно опасен для органов со слаборазвитой сосудистой системой с интенсивным кровообращением (глаза, мозг, желудок и др.). При воздействии интенсивного излучения СВЧ-диапазона на глаза в течение нескольких дней возможно помутнение хрусталика, ведущее к катаракте [5].

Кроме теплового воздействия, электромагнитные поля изменяют ориентацию клеток или цепей молекул, являющихся биполярными, и тем самым влияют прежде всего на биохимическую активность белковых молекул и состав крови. Это вредно сказывается как на сердечно-сосудистой, так и на эндокринной системах.

Нервная система также не может корректно работать в условиях ЭМИ. Возникающие индукционные и другие токи, пересекая нервные окончания, возбуждают их и вынуждают подавать ложные сигналы анализаторам, внося хаос в работу конкретных органов и биоритмов в целом.

Длительное пребывание человека в зонах воздействия ЭМИ приводит к развитию синдрома старения организма: снижается работоспособность и иммунитет, угнетается функция репродуктивной системы, развиваются возрастные патологии в ранние годы. Доказано увеличение лейкозов у детей, проживающих вблизи линий электропередач промышленной частоты, опухолей мозга у работников электротехнических профессий [1, 7].

Если рассмотреть специфичность воздействия ЭМИ различной частоты на биологический организм, то согласно авторам [4, 5] наиболее высокой биологической активностью обладают электромагнитные воздействия КВЧ и СВЧ диапазонов. Именно ЭМИ этих частот обуславливают наиболее тяжелые формы поражения организма человека.

В то же время энергия низкочастотных колебаний электромагнитного поля обладает высокой проникаемостью через ткани организма. Вследствие этого более низкочастотные ЭМИ вызывают тепловой нагрев в основном глубоко расположенных внутренних органов [7]. Если механизм терморегуляции человека не справляется с отводом генерируемого ЭМИ тепла, то наступает общий перегрев организма. Критическим является значение плотности потока энергии, равное 10 мВт/см^2 [6, 8]. Согласно санитарным нормативам ЭМИ оно считается *тепловым порогом* и при его превышении уже невозможен нормальный теплообмен.

Предельно-допустимые уровни (ПДУ) электромагнитных полей частотой до 300 МГц (напряженность электрического поля, В/м) и свыше 300 МГц (плотность потока энергии, мкВт/см^2) при непрерывном круглосуточном воздействии представлены в табл. 1.

Таблица 1 – ПДУ ЭМП [8]

Метрическое подразделение диапазона ЭМ волн	Частота, Гц	Длина волны	ПДУ
Километровые волны (низкие частоты)	30-300 кГц	10-1 км	25 В/м
Гектометровые волны (средние частоты)	0,3-3 МГц	1-0,1 км	15 В/м
Дециметровые волны (высокие частоты)	3-30 МГц	100-10 м	10 В/м
Метровые волны (очень высокие частоты)	3-300 МГц	10-1 м	3 В/м
Дециметровые волны (ультравысокие частоты)	300-3000 МГц	1-0,1 м	10 мкВт/см ²
Сантиметровые волны (сверхвысокие частоты)	3-30 ГГц	10-1 см	10 мкВт/см ²

Защититься от воздействия ЭМИ возможно временем, расстоянием, экранированием. Это отмечается в работах [1 – 4, 6].

Защита временем подразумевает ограничение продолжительности пребывания человека в зоне действия ЭМИ.

Если нет возможности сократить время пребывания человека в опасной зоне, используется защита расстоянием – это увеличение расстояния между излучателем и персоналом.

Для ослабления интенсивности ЭМИ также применяется экранирование источников излучения стальными листами, сетками из стали, алюминиевой или медной фольгой, металлизированной тканью, стеклом с полупроводниковым покрытием. Они могут быть исполнены в виде экранов или замкнутых камер, кожухов [1, 3, 4].

Рассматривая вредное и опасное воздействие ЭМИ на человека интересно было задаться вопросом состояния организма в гипوماгнитных условиях, т.е при дефиците электромагнитных полей.

Экранированием можно добиться снижения напряженности как искусственных ЭМИ, так и естественного геомагнитного поля. Наиболее информативным сравнительным показателем в этом случае принят

коэффициент ослабления поля внутри экранированного объекта по сравнению с напряженностью геомагнитного поля открытого пространства – K_0 . Деревянные дома имеют коэффициент ослабления от 1,05 до 1,1; железобетонные конструкции – от 1,15 до 1,4; автомобили – от 1,2 до 4,0; подземные сооружения, например, метро, либо в самолете (дополнительное ослабление расстоянием) – от 1,8 до 11 [9].

Как показали исследования [7], гипомагнитные условия негативно влияют на функциональное состояние живого организма. При ослаблении напряженности естественного геомагнитного поля экранированием (в 1000 раз) обнаружены изменения в процессах клеточного деления, сначала деградация, а затем гибель клеток, нарушения эмбрионального развития и патологии строения внутренних органов (тестировалось на млекопитающих и птицах).

При наблюдении физического состояния людей, работающих в условиях ослабления геомагнитного поля в 2 – 5 раз, отмечено 40%-ное повышение заболеваемости сердечно-сосудистыми заболеваниями и заболеваниями ЦНС. У работающих в гипомагнитных условиях наблюдались ярко выраженные явления нервного торможения, замедленная реакция на движущийся объект, а со стороны сердечно-сосудистой системы – нарушения частоты и ритма сердечных сокращений, скачкообразное изменение артериального давления, слабый тонус мозговых сосудов [7].

Таким образом, была нормирована и установлена биологическая граница коэффициента ослабления электромагнитного поля ($K_0 = 2$), разделяющая гипомагнитные условия труда на вредные и безопасные [9].

В результате сопоставления полученных литературных данных хочу отметить очевидную необходимость искусственных источников ЭМИ в современном обществе, однако требующую строгого соблюдения нормативных значений ПДУ в зонах их воздействия. Особенно это относится к профессиональной деятельности в условиях ЭМИ, где на человека они влияют постоянно в течение рабочей смены.

Считаю эффективными защитные меры по ослаблению ЭМИ, рассмотренные авторами [1 – 4, 6], поскольку различие в защитных механизмах расстоянием, временем и механическим экранированием позволяет использовать хотя бы один из них при технической невозможности остальных.

В вопросе вредности сверхнормативной интенсивности ЭМИ для человека все реферируемые авторы единогласны и это заключение подтверждено многолетними исследованиями темы. Однако, как оказалось, и дефицит электромагнитных полей приводит к патологиям развития органов и тканей на клеточном уровне и профессиональной заболеваемости у работников в условиях гипوماгнитного поля.

Заключение

В работе рассмотрены вопросы классификации источников ЭМИ и особенностей их биологического действия. В качестве реферируемых литературных источников были выбраны публикации по безопасности жизнедеятельности и охране труда, инженерной и промышленной экологии, а также нормативные документы.

Поскольку под ЭМИ в широком смысле подразумевается диапазон излучений от низкочастотного до рентгеновского, в ряде работ выделяемого как особый вредный фактор (ионизирующее излучение), в настоящей работе подробно рассмотрены ЭМИ в пределах частот, наиболее активно излучаемых производственными силовыми установками, ЛЭП, электротранспортом и его инфраструктурой, компьютерным оборудованием, терминалами и бытовыми приборами. Все эти ЭМИ фактически относятся к радиоволновому и микроволновому диапазонам неионизирующих излучений.

В результате анализа работ реферируемых авторов представлен механизм биологического воздействия ЭМИ. Отмечено, что ЭМИ провоцируют тепловые и клеточно-информационные поражения биологических органов и тканей.

Таким образом, в работе обоснована важность грамотного подхода к нормированию уровней ЭМИ и соблюдения гигиенических нормативов.

В продолжение исследования влияния ЭМИ на живой организм был рассмотрен вопрос практически полного экранирования магнитных полей. Такие исследования начались еще с 60-х годов прошлого века и продолжают в настоящее время. Показано, что дефицит электромагнитных полей также приводит к патологиям, наряду с избыточными уровнями ЭМИ. Здесь имеется в виду ослабление естественного геомагнитного поля Земли. Это можно объяснить адаптивными механизмами эволюции, которые

приспособили человека к определенной интенсивности и частотной составляющей естественных ЭМИ.

Список реферируемой литературы

1. Аполлонский С. М. Безопасность жизнедеятельности человека в электромагнитных полях / С.М. Аполлонский, Т.В. Каляда, Б.Е. Синдаловский. – М.: Политехника, 2008. – 264 с.
2. Ахмедзянов И.М. Гигиенические нормативы. Физические факторы окружающей и производственной среды / И.М.Ахметзянов, С.В.Гребеньков, О.П.Ломов [и др.]. – СПб.: Профессионал, 2011. – 796 с.
3. Безопасность жизнедеятельности / Боровик С.И. и др.; под ред. А.И. Сидорова. – М.: КноРус, 2007. – 495 с.
4. Буторина М.В. Инженерная экология и экологический менеджмент / М.В.Буторина, Л.Ф.Дроздова, Н.И. Иванов [и др.]. – М.: Логос, 2004. – 520 с.
5. Венцель В.Д. Основы промышленной экологии и природопользования / В. Д. Венцель, В. С. Сердюк, С. В. Янчий. – Омск: ОмГТУ, 2010. – 136 с.
6. Гордиенко В.А. Физические поля и безопасность жизнедеятельности. – М.: АСТ: Астрель: Профиздат, 2006. – 316 с.
7. Любимов В.В., Рагульская М.В. Электромагнитные поля, их биотропность и нормы экологической безопасности // Успехи современной радиоэлектроники. – 2004, №3. – С. 74 – 80.
8. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. Утв. Постановлением главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 года № 2.
9. СанПиН 2.1.8/2.2.4.2489-09. Гипогеомагнитные поля в производственных, жилых и общественных зданиях и сооружениях. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М., 2009.