

СОВРЕМЕННЫЕ ФАКТОРЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

АЛЬКОВА Т.А.

Пензенский государственный технологический университет, (г. Пенза, Россия), e-mail: tanya.alkova@mail.ru

Аннотация

Проблема физического загрязнения окружающей среды резко обострилась к концу XX в. в связи с бурным развитием и повсеместным внедрением на производстве и в быту компьютерной техники, систем мобильной связи, разнообразных средств электроники и электротехники, а также быстрого роста численности автомобилей, авиации, железнодорожного скоростного транспорта, повышения плотности застройки, в том числе разнообразными производственными объектами. Эти, и ряд других обстоятельств привели к значительному увеличению уровней физического загрязнения во всех сферах среды нахождения человека. Наибольшую остроту, по степени неблагоприятного воздействия на здоровье человека, в настоящее время, приобрели шум, электромагнитные излучения (ЭМИ), искажения геомагнитного поля (ГМП), вибрации, радиационные воздействия. В предложенной работе проведен анализ современных данных по действию на организм человека шума, вибрации, ЭМИ, деформаций электромагнитного поля. В соответствии с действующими нормативными документами, отражено состояние мониторинга и предельно допустимые уровни (ПДУ) физических загрязнений в РФ, приведены результаты инструментальных измерений уровней шума на улицах г. Пензы с оживленным движением.

Ключевые слова: шум, вибрация, электромагнитные излучения (ЭМИ), искажения геомагнитного поля (ГМП), нормирование, предельно допустимые уровни (ПДУ) физических загрязнений

Введение

Под физическим загрязнением окружающей среды подразумевают выбросы любых видов энергии. Проблема физического загрязнения стала нарастать в последней четверти XX века в связи с быстрым ростом численности транспортных средств, бурного развития систем мобильной связи и компьютеризации практически всех сфер деятельности, внедрения многочисленных видов оргтехники и бытовой электроники, укрупнения городов и мегаполисов, роста плотности объектов производства, инфраструктуры.

Преобладающими видами физического загрязнения стали шум, вибрации, электромагнитные излучения (ЭМИ), радиоактивные и радиационные загрязнения в целом, выбросы теплоты низкого потенциала. Значительную экологическую проблему представляют искажения геомагнитного поля Земли (ГМП) под воздействием зданий, металлических конструкций и сооружений, линий электропередач (ЛЭП), воздействий на ионосферу Земли.

Основная часть

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) безвредным является уровень шума до 30 дБА (децибел), что соответствует шуму листвы, тиканию часов, журчанию ручья. С ростом уровня шума более 35 дБА (бытовые электроприборы) при длительном воздействии возникают нарушения сна, усталость, понижение работоспособности. Обычный городской фоновый шум (40-50 дБА) вызывает изменения в вегетативной нервной системе; шум спокойных городских улиц (50-65 дБА) – нарушает коммуникацию людей, трудности в обучении и концентрации внимания. Шум шоссейной дороги со средней интенсивностью движения (более 250 авт/ч) примерно в 40 м от человека характеризуется уровнем 70-75 дБА и вызывает нарушения нормального речевого общения, при длительном воздействии – расширение зрачков, нарушение сердечного ритма с преобладанием брадикардии, нарушения моторики ЖКТ, нарушения в работе эндокринной системы.

Шум с уровнем 80-85 дБА, характерный для метрополитена, вокзалов, аэропортов, смещает порог слышимости, вызывает сужение кровеносных сосудов и изменения функционального состояния лейкоцитов крови.

При 90 дБА, характерных для городского транспорта в час пик, работе электроники, тяжёлой техники, при длительном воздействии может привести к необратимой потере слуха, нарушению работы вестибулярного аппарата. Неврозу, повышению артериального давления, стойкой сосудистой гипотонии, заболеваниям нервной системы, расстройствам работы ЖКТ.

При воздействии шума с уровнем 100-110 дБА, наблюдающегося на дискотеках и рок-концертах, углубляет поражения систем человеческого организма, отмеченные выше.

Шум пневматических молотков (120 дБА) может вызвать потерю слуха при кратковременном воздействии.

По данным исследований врачей-физиологов США, проведенных с 2005 г., шум является ведущим фактором развития нервной депрессии у 62% взрослого населения мегаполисов старше 40 лет.

По указанным причинам в большинстве стран ЕЭС, в США и Японии проводится постоянный мониторинг уровня шума в городах и, особенно, в мегаполисах, на основе которого разрабатываются практические решения по снижению шумовых нагрузок (применение звукопоглощающих экранов вдоль авто- и железнодорожных магистралей, использование специальных шумопоглощающих покрытий зданий и автодорог), всё жестче нормируются шумовые характеристики автомобилей, самолётов и других транспортных средств.

Гигиенические нормативы безопасных уровней шума, установленные в XX в., в том числе и в СССР, для жилых массивов – 45 дБА днем и 35 дБА ночью оказались невыполнимыми для большинства стран, поэтому современными нормами в РФ СН 2.2.4/2.1.8.562-96, СП 51.13330.2011 (1,2) установлены соответственно, 55 и 45 дБА, однако и эти нормативы в большинстве городов РФ превышаются. Таким образом, большинство городского населения живёт в экологически неблагоприятных по шуму условиях. Мониторинг шумовых воздействий в РФ стал развиваться в начале XXI в. в Петербурге и медленно внедряется в практику других городов с целью составления карт районов, отражающих их шумовые характеристики. Измеренные нами в 2018 г. эквивалентные уровни звукового давления на ул. Терновского, ул. Калинина, пр. Победы и пр. Строителей г. Пензы составили от 65-70 дБА до 84-89 дБА в зависимости от времени суток и интенсивности движения. Измерения проводились сертифицированным шумомером АТТ 9000 в соответствии с требованиями ГОСТ 312961-2005 И [3,4]. Полученные результаты подтверждают общую тенденцию неуклонного повышения шумовой нагрузки в средних и крупных городах с ростом численности автомобиле- Пензе около 310 ед. на 1000 жителей на 2018 г.

Вибрации и инфразвуки обладают столь же неблагоприятным действием [5], что и шум, поэтому при мониторинге шумов одновременно проводится измерение их параметров. В результате значительно повышается качество экологических исследований и оценок в мониторинге физических загрязнений в целом. Источниками инфразвуков, оказывающих неблагоприятное действие на альфа- и бета- ритмы мозга, являются аэродинамические шумы транспортных систем, железнодорожные составы и автопоезда, двигательные установки с турбонадувом, газовые горелки, воздухопроводы и вентиляционные системы в целом, ветроэнергетические установки и ряд других объектов. Особенностью инфразвуков является их низкое поглощение поверхностью земли и большинством строительных материалов, а также резонансное взаимодействие с пустотными плитами перекрытий и другими элементами зданий и сооружений, что значительно обостряет экологическую ситуацию.

Главными источниками вибрации в окружающей среде являются транспортные системы. Вибрации от полотна дороги, поездов легко передаются через грунты на основания зданий и сооружений и, как следствие, на все помещения и объекты в них вследствие использования монолитных железобетонных конструкций. Происходит истощение нервной системы и системные поражения организма человека и животных.

Электромагнитные поля (ЭМП) переменных характеристик образуются вокруг всех приборов, машин и устройств, работающих на электрическом токе, а так же ЛЭП. С ростом их количества, плотности возникла проблема *электромагнитного смога*, то есть человек и экосистемы в целом стали подвергаться всё более опасному воздействию ЭМИ.

Особенностью ЭМП и ЭМИ в настоящее время стало преобладание высокочастотных излучений от 2-400 кГц – ПЭВМ; 870/900–1800/1900 МГц – систем мобильной связи и излучений широкого спектра частот специальных устройств военного и гражданского назначения.

Действие на организм человека высокочастотных излучений в значительной степени отличается от действия низкочастотных, так как с ростом частоты ЭМИ растёт уровень поглощения энергии излучения биологическими тканями, достигая максимума в микроволновых печах – 2,43-2,67 ГГц. Однако, кроме теплового повреждения тканей, особенно мозга, преобладает «информационное» действие магнитных составляющих излучений на генетические структуры и действие на клеточные мембраны, в том числе, излучений низкой частоты. В результате выявляется всё больше данных о канцерогенном и мутагенном действии ЭМИ. В частности, слабоинтенсивные ЭМИ высокой частоты МГц-диапазона значительно повышают заболеваемость населения онкологическими заболеваниями. По этой причине Международное агентство по изучению рака (МАИР) с 2012 г. включило мобильную связь к канцерогенным факторам. Кроме того, выявлено канцерогенное и мутагенное действие излучений высоковольтного оборудования промышленной частоты. По данным Американского общества врачей, частота онкологических заболеваний у электриков, обслуживающих высоковольтное оборудование и ЛЭП в 7,5 превышает средние показатели по работникам других отраслей.

В последнее время растёт количество отклонений в здоровье активных пользователей Wi-Fi системы беспроводного общения, подвергающихся длительному воздействию ЭМИ частотой 1900 МГц. При этом наблюдаются нарушения сна, головные боли, беспокойство, страх (фобии), брадикардия и др.

Нормирование электромагнитных воздействий производится с середины XX в. Основными показателями предельно допустимых уровней (ПДУ) ЭМП являются плотность потока энергии ППЭ Вт/(м²с), напряжённость электрического поля E (В/м),

плотность магнитного потока H (нТл, мкТл; А/м: $1\text{ А/м} = 1,256\text{ мкТл}$ или $1\text{ мкТл} = 0,8\text{ А/м}$), напряжённость электростатического поля (В/м, кВ/м).

Для территории жилой застройки в РФ в соответствии с ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07 [6] ПДУ для магнитных полей установлен равным от 8 до 100 мкТл; в Швеции и других Скандинавских странах – 0,3 мкТл, ПДУ ЭМП ЛЭП напряжением менее 330 кВ в РФ практически не нормируется. В то же время, даже электропроводка с напряжением 220 В характеризуется магнитным потоком до 100 мкТл на расстоянии 3 см и до 4 мкТл на расстоянии 30 см. Большинство электробытовой техники и электроинструмента также характеризуется опасным для здоровья уровнем магнитного излучения на расстоянии 3 см: фены – от 6 до 2000 мкТл, пылесосы – от 200 до 800 мкТл, переносные электрообогреватели 10-180 мкТл, электроутюги до 30 мкТл.

Для ПЭВМ и видеомониторов ПДУ напряжённости электрического поля в низкочастотном диапазоне от 5 Гц до 2 кГц установлен равным 25 В/м (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [7] и Сан ПиН 2.2.2/2.4.2198-07); в диапазоне 2 кГц – 400 кГц 2,5 В/м. Плотность магнитного потока – 250 нТл (0,25 мкТл) при низких частотах 5 Гц – 2 кГц и 25 нТл в диапазоне 2 кГц – 400 кГц, а напряженность электростатического поля – 15кВ/м; для природных условий – до 500 В/м.

Указанные нормативы для ПЭВМ в низкочастотном интервале целесообразны и для ПДУ в жилых районах и помещениях.

Гигиенические нормативы ГН 2.1.8./2.2.4.2262-07 ПДУ магнитных полей частотой 50 Гц установлены для жилых помещений 5 мкТл; для селитебных территорий – 10 мкТл, что, однако, более чем в 10 раз превышает нормативы стран ЕЭС и российские нормативы при работе на ПЭВМ.

Геомагнитное поле Земли (ГМП) характеризуется уровнем магнитной индукции, зависящей от географической широты и местных условий, связанных, главным образом, с наличием месторождений железных руд. Величина индукции постоянного ГМП на поверхности Земли находится в пределах от 26 до 68 мкТл, на территории РФ 45-55 мкТл, а в районе курской магнитной аномалии до 190 мкТл. ГМП характеризуется периодическими вариациями: длительными вековыми периодами (8000, 600 лет) и более короткими (60, 22, 11 лет), а также короткими, большей частью, устойчивыми, суточными вариациями от единиц до сотен нТл (менее 1 мкТл), сильно влияющими на биологические ритмы живых организмов.

В период возмущений (магнитных бурь) наблюдается глобальное возбуждение микропульсаций, и тогда они могут регистрироваться десятки часов по всему земному шару. Магнитные бури являются результатом проникновения в атмосферу летящих от

Солнца со скоростью 1000-3000 км/с заряженных частиц, так называемого солнечного ветра, интенсивность которого обусловлена солнечной активностью (солнечными вспышками и др.). Период устойчивых колебаний геомагнитного поля определяется также величиной межпланетного магнитного поля, а их интенсивность – его направлением.

Геомагнитное поле как экологический фактор привлекает все более пристальное внимание исследователей. Показано, что у различных организмов (от бактерий до человека) выявляется целый ряд реакций со стороны различных систем организма на изменение ГМП. Накоплено значительное количество данных, которые не только подтверждают чувствительность организмов к геомагнитному полю, но и не исключают у многих из них способности воспринимать содержащуюся в нем пространственно-временную информацию. Это свидетельствует о том, что геомагнитное поле является существенным компонентом среды обитания. Наличие в некоторых органах у различных живых организмов (пчелы, голуби, моллюски, человек) биогенного магнетита, позволяет сделать заключение о возможности прямой магниторецепции, в отличие от косвенной, осуществляемой посредством наведенных электрических полей. Изучение магниторецепции у человека дало основание считать, что она представлена как в структурах мозга, так и в надпочечниках.

Следует отметить, что на состояние организма могут оказывать влияние не только колебания величины ГМП под влиянием вспышек на Солнце (магнитные бури), но и его аномалии земного происхождения.

Показана гигиеническая значимость ослабления геомагнитного поля – одного из факторов естественной электромагнитной среды и научно обоснован принцип его регламентации в производственных условиях, разработан гигиенический норматив – временный допустимый уровень ослабления ГМП на рабочих местах, включенный в СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях» и ГОСТ Р 51724-2001 «Экранированные объекты, помещения, технические средства. Поле гипогеомагнитное. Методы измерений и оценки соответствия уровней полей техническим требованиям и гигиеническим нормативам.»

Нормируется коэффициент ослабления интенсивности ГМП ($K_0^{\text{ГМП}}$), который равен отношению напряженности ГМП открытого пространства (H_0) к его напряженности внутри помещения (H_v):

$$K_0^{\text{ГМП}} = [H_0] / [H_v],$$

где $[H_0]$ – модуль вектора напряженности магнитного поля в открытом пространстве; $[H_v]$ – модуль вектора напряженности магнитного поля в помещении.

Определяющим при расчете $K_0^{\text{ГМП}}$ является минимальное из всех зарегистрированных в каждой точке помещения значение напряженности ГМП.

Временный допустимый уровень (ВДУ) ослабления ГМП на рабочих местах не должен превышать двух ($K_0^{\text{ГМП}} \leq 2$).

Продолжительная работа в помещениях с коэффициентом ослабления геомагнитного поля, превышающим установленный гигиенический норматив, на фоне комплекса факторов производственной среды (техногенные ЭМП, отсутствие естественного освещения, низкие концентрации аэроионов и др.), оказывает выраженное влияние на функциональное состояние центральной нервной, сердечно-сосудистой, иммунной систем и системы крови.

Выявлен высокий относительный риск развития артериальной гипертензии и ишемической болезни сердца и формирование этих форм патологии в более молодом возрасте у персонала, подвергающегося воздействию ЭМИ сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазона в сочетании с гипогеомагнитными условиями. Выявлены изменения, свидетельствующие о нарушении неспецифических факторов защиты и иммунологической реактивности организма с формированием количественно-функционального иммунодефицита. При этом показано, что частота заболеваний, входящих в синдром иммунологической недостаточности среди обследованных лиц составляют 40,5%, что существенно превышает частоту данных заболеваний среди практически здоровых лиц (не более 10%).

Неблагоприятные последствия для здоровья человека происходят при ослаблении ГМП более чем в 2 раза. Такие условия характерны для зданий с использованием железобетонных конструкций (ослабление ГМП в 1,3-2,5 раза), кабин и салонов автобусов, троллейбусов, поездов, легковых автомобилей (ослабление ГМП в 1,2-4 раза) и во многих производственных условиях.

Заключение

Наложение техногенных ЭМИ значительно усугубляет ситуацию, поэтому технически контроль ЭМП носит востребованный актуальный характер, также, как и контроль шума и вибрации в производственных и непроизводственных сферах в связи с его практическим отсутствием в Российской Федерации в настоящее время [8,9]

Список литературы

1. Санитарные нормы. СН 2.2.4/32.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки Санитарные правила. – М.: 1996.
2. СП 51.13330.2011 Свод правил. Защита от шума
3. ГОСТ 31296.1-2005 Межгосударственный стандарт. Шум. Описание, измерения и оценка шума на местности. Часть 1. Основные величины и процедуры оценки
4. ГОСТ 2044-85 Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики
5. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы
6. Гигиенические нормативы ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07. предельно допустимые уровни (ПДУ) магнитных полей частотой 50 Гц в помещениях жилых, общественных зданий и на селитебных территориях. – М.: 2007.
7. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. (В ред. постанов. гл. гос. сан. врача РФ от 03.09.2010 №116)
8. Постановление Правительства РФ от 31 марта 2003 года № 177 «Об организации и осуществлении государственного мониторинга окружающей среды (государственного экологического мониторинга)»
9. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях.

CONTEMPORARY FACTORS OF ENVIRONMENTAL POLLUTION

Alkova T. A.

Penza state technological university (Penza, Russia)

Annotation

The problem of physical pollution of the environment sharply worsened by the end of the 20th century. in connection with the rapid development and widespread introduction of computer equipment, mobile communication systems, a variety of electronic and electrical equipment, as well as rapid growth in the number of cars, aviation, railway high-speed transport, and increased density of construction, including a variety of production facilities. These, and a number of other circumstances led to a significant increase in levels of physical pollution in all areas of the human environment. At present, noise, electromagnetic radiation (EMR), geomagnetic field distortion (GMF), vibration, radiation effects have become the most acute, according to the degree of adverse effect on human health. The proposed work analyzes modern data on the effect on the human body of noise, vibration, EMR, deformations of the electromagnetic field. In accordance with the current regulatory documents, the monitoring status and maximum permissible levels of physical contamination in the Russian Federation are reflected, and the results of instrumental measurements of noise levels in the streets of Penza with a lively movement are given.

Keywords: noise, vibration, electromagnetic radiation (EMR), geomagnetic field distortion (GMF), rationing, maximum permissible levels (PDE) of physical impurities

E-mail: tanya.alkova@mail.ru