

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Анализируется краткое содержание раздела "Обеспечение экологической безопасности при воздействии электромагнитных полей" в лекционном курсе учебной дисциплины "Безопасность жизнедеятельности".

Ключевые слова: экологическая безопасность, электромагнитное поле, безопасность жизнедеятельности, техносферная безопасность.

T.N. Bakaeva, L.P. Mileshko, L.V. Tolmacheva **ECOLOGICAL SAFETY WHEN EXPOSED TO ELECTROMAGNETIC FIELDS**

Analysis of brief review of the content of the section "Ensuring ecological safety when exposed to electromagnetic fields" in the lecture course of the discipline "Life safety" was carried out.

Key words: ecological safety, electromagnetic field, life safety, technosphere safety.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 15 декабря 2015 г.

Обеспечение экологической безопасности при воздействии электромагнитных излучений в помещениях жилых и производственных зданий, где человек проводит значительную часть своей жизни, является актуальной темой, требующей дальнейшего развития. С точки зрения экологии, **электромагнитное поле (ЭМП)** – это один из видов энергетического загрязнения окружающей среды.

Технические средства радиосвязи, радиовещания и телевидения излучают огромное количество электромагнитной энергии. Мощности передатчиков изменяются от милливатт (например, мощность передатчика радиотелефонной трубки) до сотен киловатт и даже единиц мегаватт (радиовещательные передатчики НЧ и СЧ диапазонов). Следует учитывать, что электромагнитную энергию излучают и множество других технических средств, основные функции которых не связаны с преднамеренным процессом излучения, например, энергетические установки, электрифицированный транспорт, линии электропередач, бытовые приборы, компьютеры и т.п.

Из-за несовершенств конструкций всегда существует утечка электромагнитной энергии от такого оборудования. Каждый генератор действует как источник ЭМП, способный стать причиной вредных эффектов, зависящих от уровней излученной мощности.

В совокупности все источники ЭМП формируют новый глобальный техногенный экологический фактор, влияющий на клеточном уровне на популяции и организмы.

Проблема неблагоприятного воздействия электромагнитных полей на работников, население и экологические системы приобрела в настоящее время особую актуальность, так как антропогенные уровни излучений в десятки тысяч раз превышают естественный электромагнитный фон Земли. Поэтому вопросы охраны здоровья работников и населения от воздействия ЭМП имеют важное социально-экономическое значение.

Исторически сложилось так, что комплексы технических средств НЧ-, СЧ- и ВЧ-диапазонов размещались обычно за пределами селитебной территории. Однако бурное развитие городов и населенных пунктов, а также посёлков и городков проживания производственного персонала этих комплексов привело к нарушению экологической обстановки в местах пребывания людей вследствие загрязнения электромагнитным полем.

Особенность проблемы заключается в том, что основными источниками электромагнитного загрязнения окружающей среды являются наиболее динамично развивающиеся отрасли со значительными привлеченными капиталами и инвестициями как в техническую инфраструктуру, так и в целом в экономику отраслей [1].

Анализ тенденции развития отраслей связи, передачи информации, современных технологий показывает, что в ближайшее время экологические проблемы *глобального электромагнитного загрязнения* станут более актуальными за счёт 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 [2].

Проблема биологического воздействия ЭМП на человека и другие живые организмы открывает широкий диапазон возможностей для исследователей. Поэтому в печати постоянно появляются новые результаты экспериментов, которые при соответствующем подтверждении их достоверности, могут быть использованы в дальнейшем при формировании новых нормативных документов или пересмотре уже действующих.

На настоящее время действует достаточно подробно проработанный и обоснованный нормативный документ [3], в котором использованы результаты исследования биологического воздействия ЭМП на человека, приводится общий алгоритм оценки риска для здоровья населения при воздействии ЭМИ. Этот алгоритм включает в себя этапы: идентификация опасности; оценка зависимостей "экспозиция-ответ"; оценка экспозиции; характеристика риска; оценка неопределенности; подготовка данных для информирования о рисках, в том числе для лиц, принимающих решения.

Степень биологического воздействия ЭМП зависит от многих показателей, включая частоту колебаний, интенсивность, напряжение, режим генерации (импульсное или непрерывное), длительность излучения. По данным различных исследований воздействию, прежде всего, подвергаются нервная, эндокринная, иммунная, сердечнососудистая и половая системы человека.

На этапе идентификации опасности осуществляется оценка полноты и достоверности имеющихся данных об уровнях ЭМИ на исследуемой территории и наличие сведений о количественных критериях, требуемых для последующего анализа риска для здоровья.

На основе анализа совокупности отечественных и зарубежных данных о динамике развития глиом и менингиом и лейкозов под воздействием ЭМИ (на фоне естественного возникновения этих заболеваний) разработаны эволюционные и статистические математические модели развития неблагоприятных эффектов под воздействием высокочастотных электромагнитных излучений [3].

Доказанными на настоящий момент считаются эффекты в отношении лейкозов у детей под воздействием ЭМИ населенных мест и формировании опухолей головного мозга (менингиомы, глиомы) при длительном (более 10 лет) интенсивном (более 1 часа в день) использовании сотовых телефонов.

На основе анализа исследований влияния электромагнитных полей различной частоты и напряженности на человека установлено, что в биологическом объекте происходит усиление ЭМП на молекулярно-клеточном уровне. При этом величина усиления поля зависит от диэлектрической постоянной среды. В результате этого усиления наблюдается генерация под действием ЭМП мембранного потенциала, который сравним по значению с его действующей биологической величиной [4].

Исследование уровня интенсивности воздействия ЭМП в условиях городской среды является основой для разработки рекомендаций по обеспечению безопасности с использованием конструктивных мероприятий для помещений жилых и производственных зданий.

Оценка перспектив развития отраслей связи, передачи информации и современных информационных технологий указывает на то, что в ближайшее время экологические проблемы глобального электромагнитного загрязнения станут еще более актуальными за счет применения новых технологий и источников, генерирующих ЭМИ.

Недавно открыт новый фактор регуляции физиологических процессов ЭМИ СВЧ диапазона нетепловой (информационной) интенсивности, сопоставимой по величине с естественной солнечной радиацией, который оказывает влияние на биоритмы живых организмов. В этой связи представляет особый интерес изучение непосредственного влияния ЭМИ СВЧ диапазона нетепловой (информационной) интенсивности, а также в комбинации с ультрафиолетовым излучением на сельскохозяйственных и других животных с целью активизации адаптационных возможностей организма и повышения продуктивности.

Комплексное воздействие электромагнитных излучений ультрафиолетового и СВЧ диапазонов во многом соответствует параметрам солнечной радиации, поэтому можно ожидать благотворного влияния этих излучений на физиологические процессы сельскохозяйственных животных особенно в зимний и переходный периоды года [5].

На основании теории поляризации диэлектрика Лоренца предложена новая модель механизма воздействия электромагнитного поля на биологический объект. Она позволяет объяснить влияние слабого ЭМП на биологический объект. Показано, что в биологическом объекте имеет место усиление ЭМП на молекулярно-клеточном уровне. Величина усиления поля зависит от диэлектрической постоянной среды. Результатом этого усиления является генерация под действием ЭМП мембранного потенциала, сравнимого по величине с его действующим биологическим значением [4].

Особенностями электромагнитного облучения населения крупных городов (на примере Санкт-Петербурга) являются [2]: одновременный двойственный характер облучения: электромагнитный фон от множества статических источников (интегральный параметр) и ЭМП от сосредоточенных источников (дифференциальный параметр); высокая концентрация источников ЭМП и населения на единицу площади, что затрудняет анализ электромагнитного облучения; высокая вероятность в ряде случаев долговременного воздействия ЭМП (круглосуточно и на протяжении ряда лет); воздействие на большие контингенты людей, включая детей, стариков и больных, в том числе имеющих предрасположенность к развитию злокачественных опухолей [6].

Главной задачей в защите человека от электромагнитного излучения является разработка методов защиты для обеспечения эпидемиологических, санитарно-гигиенических условий в жилых и рабочих помещениях зданий. Сохранение здоровья человека осуществляется путём гигиенической регламентации ЭМП.

При совершенствовании гигиенического нормирования необходимо решать следующие задачи: проведение медико-биологических исследований по определению степени риска воздействий ЭМП для различных экспонируемых категорий и совершенствование гигиенических регламентов; развитие дозиметрии, с учётом многолетнего международного опыта, и поиск взаимосвязи между дозой и ПДУ, обоснованных данными медико-биологических исследований; разработка комплексных методик оценки уровней электрической и магнитной компоненты ЭМП, а также определение величины удельной поглощенной мощности.

Принятие необходимых превентивных мер защиты на стадии проектирования становится все более значимым. Возрастает роль разработки нормативно-методических документов для персонала и населения, позволяющих оценить степень опасности источника ЭМП и принять меры защиты на всех стадиях жизненного цикла этого источника.

Во многих странах, включая Россию, идет процесс совершенствования нормирования безопасных для здоровья людей напряженностей электрического и магнитного полей, а также потока мощности высокочастотных полей [7].

Обоснование норм в последние годы становится все более значимым. При этом проявляются две тенденции: 1 – стремление установить более жесткие нормы, закладывая в них большие коэффициенты запаса и возможности проявления механизмов влияния на здоровье слабых, но длительно действующих

щих полей промышленной частоты, и 2 – стремление оценить реальную опасность полей для здоровья человека, что служит основанием для пересмотра существующих и введения новых норм по допустимым напряженностям полей и ограничениям пребывания человека в них.

Проявление этих тенденций тесно связано с экономическими аспектами, так как соблюдение санитарных и строительных норм по допустимым напряженностям полей, обеспечение нормированных зон отчуждения для линий электропередачи высокого напряжения и т.д. сопряжено с большими затратами или экономическими потерями.

Оптимальным является нанесение всех источников ЭМИ на электронную карту населенного пункта для разработки электромагнитной карты территории радиочастотного диапазона с возможностью анализа и моделирования различных ситуаций и сценариев изменений электромагнитных полей.

Электронная карта территории должна позволять оценивать численность населения, находящегося под воздействием излучений определённого уровня. Целесообразным является сбор и привязка к карте данных, позволяющих оценить половозрастной состав экспонируемого населения.

Важную роль играет расчётное прогнозирование электромагнитной обстановки вблизи излучающих технических средств радиосвязи, радиовещания и телевидения. Разработана методологическая база для решения конкретных задач расчётного прогнозирования [8].

В настоящее время защита человека от ЭМП осуществляется путем использования следующих принципов:

- защита временем, то есть ограничение продолжительности пребывания в местах повышенного уровня электромагнитных полей;

- защита расстоянием – увеличение расстояния от источника продолжительного электромагнитного излучения (бытовые источники ЭМП в жилых помещениях; распределительные шкафы, трансформаторные подстанции);

- применение средств коллективной или индивидуальной защиты – использование персоналом 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 придаёт лёгкость и гибкость при использовании, не теряя защитных свойств. Расчёт экранов, выбор материалов и конструкций экранов представлены в работе [9];

- применение защитных экранов – экранирование непосредственно места пребывания человека при помощи экранов, изготовленных из поглощающих и отражающих ЭМП волны материалов. Такими свойствами также обладают многие строительные материалы, однако, 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 [2]:

- 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;

- заземление проводки помещений;

- 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;

- снижение мощности и напряженности электрического и магнитного полей.

На основании вышесказанного необходимо скорректировать содержание лекционного материала в разделе "Защита человека от опасностей технических систем и технологий" учебной дисциплины "Безопасность жизнедеятельности", чтобы усилить просветительскую составляющую этой общепрофессиональной дисциплины и обратить внимание студентов, особенно радиотехнических направлений, на необходимость учитывать опасность воздействия ЭМП при разработке и эксплуатации соответствующей техники.

Для решения проблем защиты окружающей среды, охраны природы очень важно изменить сознание современного человека, сформировать его отношение к природе не только как к "мастерской", но как и к "храму", повысить его экологическую культуру. Экологическую культуру можно рассматривать как органическое единство экологически развитого сознания и научно обоснованной практической деятельности [1].

Литература

1. **Ергалиева Г.Т.** Экологические аспекты курса электродинамики // Вестник современной науки. 2015. № 3 (3). С. 27-31.
2. **Шафигуллин Р.И., Куприянов В.Н.** Экологическая безопасность городской среды при воздействии электромагнитных полей // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 1. С. 171-181.
3. **Методические** рекомендации МР2.1.10.0061-12 "Оценка риска для здоровья населения при воздействии переменных электромагнитных полей (до 300 ГГц) в условиях населённых мест".
4. **Сидоренко В.М.** Механизм воздействия слабого электромагнитного излучения на человека // Известия ЮФУ. Технические науки. 2009. № 10 (99). С. 83-87.
5. **Ленькин А.А.** Физиологическое состояние организма животных при действии электромагнитных излучений СВЧ- и УФ-диапазонов: автор. дис. ... канд. биол. наук. Нижний Новгород, 2007.
6. **Никитина В.Н., Лашко Г.Г., Копытенко Ю.А, Абабурко Л. В., Смыченко В.В** Гигиеническая оценка магнитных полей в электропоездах и технологических зонах метрополитена // Медицина труда и промышленная экология. 2002. № 3. С. 16-18.
7. **Харлов Н.Н.** Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учеб. пособие. Томск: изд-во ТПУ, 2007. 207 с.
8. **Сподобаев Ю.М., Кубанов В.П.** Основы электромагнитной экологии. М.: Радио и связь, 2000. 240 с.
9. **Островский О.С., Одаренко Е.Н., Шматько А.А.** Защитные экраны и поглотители электромагнитных волн. ФИП ФИП PSE, 2003, том 1, № 2, vol. 1, No. 2. С 161- 173.