

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДХОДОВ К НОРМИРОВАНИЮ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Ляшенко Г. А., Черепнев И. А., Полянова Н. В.

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко

В статье рассмотрены подходы к нормированию воздействия электромагнитного поля на биологические объекты окружающей среды.

Постановка проблемы. Интенсивное использование электромагнитной и электрической энергии в современном информационном обществе привело к тому, что в последней трети XX века возник и сформировался новый значимый фактор загрязнения окружающей среды – электромагнитное излучение. К его появлению привело развитие современных технологий передачи информации и энергии, дистанционного контроля и наблюдения, некоторых видов транспорта, а также развитие ряда технологических процессов. С начала 90-х годов произошли изменения в структуре источников электромагнитного поля (ЭМП), связанные с возникновением их новых видов (сотовой и других видов персональной и мобильной коммуникации), освоением новых частотных диапазонов теле- и радиовещания, развитием средств дистанционного наблюдения и контроля и т. д. Особенностью этих источников является создание равномерной зоны "радиопокрытия", что является ничем иным, как увеличением электромагнитного фона в окружающей среде. Актуальность темы обусловлена в частности тем, что в настоящее время мировой общественностью признано, что электромагнитное поле (ЭМП) искусственного происхождения является важным значимым экологическим фактором с высокой биологической активностью.

Все существующие источники ЭМП можно разделить на следующие группы:

- системы производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии постоянного и переменного тока (0...3 кГц): электростанции, линии электропередачи (ВЛ), трансформаторные подстанции, системы электроснабжения и т. д.;

- транспорт на электроприводе (0...3 кГц): железнодорожный транспорт и его инфраструктура, городской транспорт - метрополитен, троллейбусы, трамвай и т. п.;

- функциональные передатчики: радиовещательные станции НЧ (30 – 300 кГц), СЧ (0,3 – 3 МГц), ВЧ (3 – 30 МГц) и ОВЧ (30 – 300 МГц) диапазонов; телевизионные передатчики; базовые станции (БС) систем подвижной (в т. ч. сотовой) радиосвязи; наземные станции космической связи; радиорелейные станции; радиолокационные станции (РЛС) и т. п. Источники ЭМП, как правило, являются источником комплексного электромагнитного излучения, которое оказывает воздействие на дикие и культурные растения, животных, насекомых и почвенную флору в зоне влияния ЭМП.

Сильные отклонения ЭМП от естественного уровня в большую или меньшую стороны выходят за

границы оптимума жизнедеятельности живых организмов и являются стрессорным фактором. Электромагнитное загрязнение может оказать непоправимый ущерб окружающей среде. Экспериментальные данные как отечественных, так и зарубежных исследователей свидетельствуют о высокой биологической активности ЭМП во всех частотных диапазонах (рис. 1).

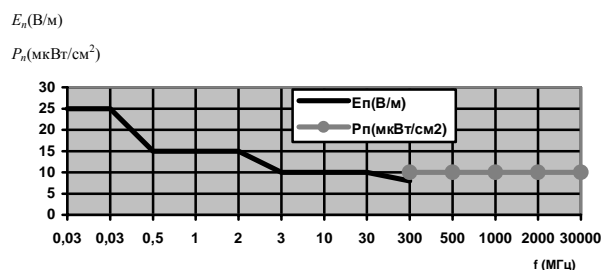


Рисунок 1 – Предельно допустимые уровни напряженности электрического поля и плотности потока мощности

Приведенные выше данные свидетельствуют о влиянии ЭМП широкого диапазона частот и разной интенсивности на состояние и функционирование компонентов экосистем. Воздействие ЭМП даже нетеплового уровня, отличающегося от параметров естественного фона, вызывает обратимые изменения регуляции физиологических процессов: у животных – изменение интенсивности обменных процессов, иммунной активности и т.п.; у растений – изменение процессов роста, газообмена, поглощения минеральных веществ и т.п. Под влиянием ЭМП изменяется и поведение животных – их двигательная активность, ориентация в пространстве, способность к выработке основных рефлексов.

Анализ последних достижений и публикаций. Проблема биологического действия ЭМП, оценки опасности для человека и окружающей среды занимает важное место как в деятельности важнейших международных организаций, так и в работе соответствующих государственных органов промышленно развитых стран. На международном уровне основным органом комплексной координации проблемы обеспечения безопасности биосистем в условиях воздействия ЭМП является Всемирная организация здравоохранения. С 1995 года в ВОЗ действует долгосрочная программа WHO EMF Project, основной задачей которой является координация соответствующих исследований и обобщение их результатов с целью выработки

глобальных оценок и рекомендаций по проблеме биологического действия ЭМП. Начиная с 1998 года, программа ВОЗ включает в сферу своих интересов проблему воздействия ЭМП на окружающую среду и элементы экосистем (ICNIRP, 2000).

Важным органом практической реализации обеспечения электромагнитной безопасности играет Международная Комиссия по защите от неионизирующих излучений (ICNIRP). Но до настоящего времени ее деятельность направлена, прежде всего, на обеспечение электромагнитной безопасности человека.

По отдельным направлениям проблемы ВОЗ сотрудничает с другими международными организациями – Международным агентством по изучению рака, Международной электротехнической комиссией, Международным радиотехническим союзом и другими. Вопросы регулирования загрязнения окружающей среды электромагнитным полем и контролем источников обычно решают профильные государственные учреждения, ведающие связью, телекоммуникациями, энергетикой, и природоохранные организации. Так в США это Агентство по охране окружающей среды (US Environment Protection Agency), в Германии – Министерство по охране окружающей среды и ядерной безопасности (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, www.bmu.de), в Нидерландах Министерство строительства, территориального планирования и охраны окружающей среды (Department of Housing, Spatial Planning and the Environment) и др.

Отдельными вопросами регулирования уровня ЭМП в окружающей среде занимаются органы по ионизирующим излучениям (специальный департамент в системе Агентства по охране окружающей среды США (US Environment Protection Agency), Национальный совет по радиационной защите Великобритании (National Radiological Protection Board), Департамент по радиационной защите Швеции (Swedish Radiation Protection Authority), Федеральное агентство по радиационной защите Германии (German Federal Office for Radiation Protection, www.bfs.de)).

Во многих странах имеются долгосрочные международные и национальные программы по оценке опасности ЭМП для населения. Например, Международный проект ВОЗ "ЭМП и здоровье", программа ЕС COST, Национальная программа исследований США электрических и магнитных полей и распространения общественной информации (EMF RAPID). Свои программы также имеют: Швеция, Финляндия, Франция, Великобритания, Австралия, Япония, Германия, Дания, Канада.

Целью статьи является определение на основе последних достижений и публикаций подходов к нормированию влияния ЭМП на природные экосистемы.

Основные материалы исследования. В Украине (и бывшем СССР) в качестве основного критерия санитарно-эпидемиологического нормирования воздействия ЭМП принято положение, в соответствии с которым безопасным для человека считается ЭМП такой интенсивности, нахождение в котором не приводит к даже временному нарушению гомеостаза (включая репродуктивную функцию), а также к напряжению защитных и адаптационно-компенса-

торных механизмов ни в ближайшем, ни в отдаленном периоде времени.

Первые нормативы были разработаны с целью регламентации ЭМП в условиях профессионального воздействия. В связи с резко возросшим темпом распространения источников ЭМП, их приближением к местам постоянного пребывания человека и общим увеличением электромагнитного загрязнения возникла необходимость разработки нормативов для условий непрофессионального воздействия, в т. ч. для населения. Проблема состояла в определении связи между плотностью тока, наведенного в тканях J_B и индукцией внешнего поля B . Вычисление плотности тока:

$$J_B = \pi R \gamma f B,$$

осложнялся тем, что его точный путь зависит от распределения проводимости в тканях тела.

Было определено, что безопасная для здоровья магнитная индукция составляет около 0,4 мТл при частоте 50 или 60 Гц.

На основании анализа результатов многочисленных исследований, в т. ч. экспериментов с хроническим воздействием в период с 1950 по 1990 гг. в СССР были определены предельно допустимые значения для условий профессионального и непрофессионального воздействия постоянного электрического и магнитного полей, электромагнитного поля промышленной частоты (50 Гц) и радиочастотного диапазона (10 кГц – 300 ГГц). В качестве базовой величины принята величина энергетической экспозиции (энергетической нагрузки) в падающем ЭМП. При определении ПДУ интенсивности ЭМП, прежде всего, рассматривалось так называемое нетепловое (низкоуровневое), или информационное действие ЭМП, т. е. влияние ЭМП на процессы обмена информацией между различными органами и тканями, вызывающее нарушение гомеостаза.

Существующая система санитарно-эпидемиологического нормирования ЭМП в Украине имеет существенные недостатки. Так, например, отсутствуют ПДУ, регламентирующие воздействие магнитной составляющей ЭМП во всем рассматриваемом частотном диапазоне (0 – 300 ГГц) для условий непрофессионального воздействия, прежде всего магнитного поля промышленной частоты 50 Гц. Необходимо создание ПДУ для квазистатического и низкочастотного (до 30 Гц) ЭМП, создаваемого транспортом на электроотяге, медицинским оборудованием и т. п., а также для ЭМП в диапазоне частот 50 Гц – 10 кГц. Кроме того, в имеющихся на сегодняшний день нормативах не рассматривается модифицирующее влияние модуляции ЭМП, в том числе импульсного воздействия, а также других факторов окружающей среды (физических и химических).

При этом полное или частичное заимствование ПДУ (менее жестких по сравнению с украинскими), содержащихся в стандартах по электромагнитной безопасности зарубежных стран и международных организаций, например, Международной комиссии по защите от неионизирующего излучения (ICNIRP), в настоящее время не представляется возможным из-за

принципиальных отличий в философии санитарно-эпидемиологического нормирования в Украине и за рубежом.

В настоящее время из-за увеличения электромагнитного загрязнения, появления новых видов источников ЭМП и их широкого распространения возникла необходимость регламентации воздействия ЭМП на окружающую среду.

Основным критерием экологического нормирования ЭМП может служить положение, в соответствии с которым безопасным для экосистемы считается ЭМП такой интенсивности, при которой возможна потеря отдельной особи при обязательном условии сохранения стабильности экосистемы. При экологическом нормировании ПДУ ЭМП имеет смысл верхнего предела устойчивости организма, при превышении которого ЭМП становится лимитирующим фактором для окружающей среды (рис. 2).

До настоящего времени ПДУ для оценки воздействия ЭМП на окружающую среду в целом не разработаны ни в одной стране мира. Имеются лишь разрозненные результаты отдельных исследований воздействия ЭМП на компоненты экосистем.

Единственным объектом живой природы, для которого разработаны и внедрены соответствующие ПДУ как в Украине, так и во многих государствах за рубежом, является человек.



Рисунок 2 – Условная кривая изменений показателей жизнедеятельности организма от интенсивности воздействующего ЭМП

К вопросу нормирования ЭМП для окружающей среды возможны несколько подходов:

– за ПДУ принимается *интенсивность ЭМП естественного происхождения*. При таком подходе разработка нормативов является простой задачей и сводится к обобщению имеющихся данных по интенсивности естественного электромагнитного фона в интересующем диапазоне частот (0 – 300 ГГц). Данный подход не оправдан ни с экономической, ни с экологической точки зрения, т. к. его реализация потребует почти полного прекращения функционирования объектов-источников ЭМП, а также проведения чрезвычайно дорогостоящих защитных мероприятий;

– за ПДУ принимается *технически минимально достижимая интенсивность ЭМП*, которая обеспечивает бесперебойную работу технических устройств. Подход является техническим, и вопрос нормирования рассматривается в отрыве от воздействия ЭМП на

живые организмы. Установленные при таком подходе ПДУ могут быть в несколько раз выше пороговых значений, обоснованных биологическими исследованиями;

– за ПДУ принимаются *ПДУ, разработанные для человека*. Перенесение требований нормативных документов, разработанных для человека, на экосистемы в целом представляется чрезмерно грубым приближением, даже при условии введения соответствующих поправочных коэффициентов, т. к. характер воздействия ЭМП определенного типа на представителей флоры и фауны может радикально отличаться от характера его воздействия на человека. Особенно это различие может наблюдаться у организмов, так или иначе использующих ЭМП естественного происхождения для обеспечения своего процесса жизнедеятельности;

– за ПДУ принимаются *биологически обоснованные уровни*, установленные в результате физических, физиологических, клинических, биохимических и других исследований на биологических объектах.

Этот подход является наиболее правильным, так как ПДУ определяется на основе комплексных исследований с оценкой последствий влияния ЭМП на жизнедеятельность видов и сообществ различной организации.

Список использованных источников

1. Григорьев О. А. Проблема экологических нормативов в условиях электромагнитного загрязнения окружающей среды / О. А. Григорьев, А. В. Меркулов – Материалы 3-й междунар. конф. "Электромагнитные поля и здоровье человека. Фундаментальные и прикладные исследования", 17 – 24 сентября 2002 г.: Москва – С.Петербург. – М., 2002. – С. 25 – 27.

2. Чехов В. И. Экологические аспекты передачи электроэнергии / В. И. Чехов. Под ред. Г. К. Зарудского. – М.: изд-во МЭИ, 1991. – 44 с.

Анотація

ВИЗНАЧЕННЯ ПІДХОДІВ ДО НОРМУВАННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Ляшенко Г. А., Черепньов І. А., Полянова Н. В.

У статті розглянуті підходи до нормування впливу електромагнітних полів на біологічні об'єкти навколишнього середовища.

Abstract

DETERMINATION OF APPROACHES TO SETTING OF NORMS OF INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC FIELDS ON THE ENVIRONMENT

G. Lyashenko, I. Cherepnev, N. Polyanova

The approaches to setting of norms of influence of electromagnetic fields on biological objects of the environment are considered in the article.