

## РОЗДІЛ VII. ТЕХНОЛОГІЇ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

УДК 621.31:614

*Юрій Денисов, Наталья Денисова*

### ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Юрій Денисов, Наталя Денисова*

### ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА СТАН ЗДОРОВ'Я ПРАЦІВНИКІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ

*Yuri Denisov, Natalya Denisova*

### INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC RADIATION ON THE HEALTH OF WORKERS OF ELECTRIC POWER ENTERPRISES

*На основе исследований санитарно-гигиенических условий работы работников электротехно-энергетических предприятий предлагаются новые подходы к оценке влияния электромагнитных полей.*

**Ключевые слова:** электромагнитные излучения, охрана труда, энергетическое предприятие.

*Табл.: 3. Библ.: 5.*

*На основі досліджень санітарно-гігієнічних умов праці працівників електротехні-енергетичних підприємств пропонуються нові підходи до оцінювання впливу електромагнітних полів.*

**Ключові слова:** електромагнітні випромінювання, охорона праці, енергетичне підприємство.

*Табл.: 3. Библ.: 5.*

*Based on the study researches sanitation workers work electrotechnical energy companies and proposing new approaches to assessing the impact of electromagnetic fields on the health of workers.*

**Key words:** electromagnetic radiation, health and safety, energy company.

*Tabl.: 3. Bibl.: 5.*

**Постановка проблемы.** Одним из основных принципов охраны труда является обеспечение права работника на труд без риска потери здоровья. В последнее время расширяется количество различных источников электромагнитного излучения (ЭМИ) как в производственных, так и в бытовых условиях, создавая все большую опасность для здоровья человека. Диапазон полей достаточно широк от постоянных магнитных и электростатических полей и до рентгеновских и гамма излучений с частотами  $3 \cdot 10^{21}$  Гц и выше. Сложность влияния заключается в отсутствии у человека рецепторов для распознавания вредности фактора. Нормирование ЭМИ проводится по магнитной и электрической составляющим, а также по величине плотности потока энергии (для частот выше 10 МГц). Сложное взаимопроникновение электромагнитных полей, характерное для современных предприятий электроэнергетической отрасли, в настоящее время комплексно не учитывается.

**Анализ последних исследований и публикаций** Проведенные ранее исследования электромагнитных излучений основывались на том, что не было учтено влияние электромагнитного излучения на различные органы человеческого организма [5]. Расчет напряженности ЭМИ, проводился упрощенно, считалось, что электромагнитные поля проникают и действуют на органы человека одинаково. Не учитывалось также сложное взаимодействие полей различной напряженности и частоты.

**Цель статьи.** Цель статьи – показать, что появившееся в последнее время новые методики расчета напряженностей электромагнитного поля в биологических объектах должны быть учтены специалистами в области охраны труда для выработки новых рекомендаций. Выработка таких рекомендаций приведет к изменению трудового законодательства, появлению новых методик расчета вреда здоровью. Задачи, которые ставит данная публикация – анализ новых данных по расчету напряженности ЭМИ в различных средах с учетом условий работы сотрудников энергетической отрасли.

**Влияние ЭМП на здоровье работников энергокомпаний и энергоемких электро-технологических производств.** Следует отметить, что, по нашему мнению, существует отдельная группа людей, которые подвергаются электромагнитному излучению в большей степени, чем остальные. К такой категории относятся работники электрогенерирующих, электрораспределяющих компаний, работники цехов и предприятий с энергопреобразующими установками. Отдельно следует отметить работников телекоммуникационных компаний. Надо заметить, что первая и вторая категория работников в процессе труда подвергается электромагнитному излучению значительно более низких частот, чем третья. В первую категорию можно отнести работников электростанций (ТЭЦ, АЭС, ГРЭС) – это работники ремонтники-эксплуатационники электросетей, а также цехов и предприятий с большой плотностью, насыщенностью, энергопреобразующих установок и мощного электропривода. Частота электромагнитных полей в этих случаях значительно ниже и составляет десятки герц. Однако в третьей категории частота значительно выше и составляет довольно широкий диапазон частот, который лежит в пределах от десятков до миллиарда герц. Электромагнитные поля оказывают свое влияние на различные системы и органы человека, вызывая те или иные расстройства здоровья и, по нашему мнению, нельзя проводить прямое сравнение всех выделенных нами категории по отношению степени опасности. К примеру, работники генерирующих компаний могут подвергаться не только влиянию ЭМП, но и других вредных факторов, таких как радиация и выбросы продуктов сжигания топлива. Работники электротранспортирующих компаний подвергаются облучению ЭМП в основном в процессе мониторинга электросетей электроустановок электротехнического оборудования, так как ремонтные работы проводятся в основном при отключенном электрооборудовании. Работники предприятий с электротехнологическими установками подвергаются воздействию ЭМП постоянно в процессе работы. В табл. 1 из [5] приведены напряженности электромагнитных полей в теле человека в районе ЛЭП 110 КВт при уровне напряженности 5 кВ/м.

Таблица 1

*Напряженности электромагнитных полей в теле человека*

Местоположение человека от ЛЭП	Ем кВ/м
1 зона 2–15 м	79,1
2 зона до 20 м	26,3

В табл. 2 показаны напряженности электромагнитных полей различных электротехнологических установок [1].

Таблица 2

*Напряженности электромагнитных полей электроустановок*

Частота измерения, МГц	Уровень электромагнитного излучения, мкВ/м, от различных электротехнологических преобразователей.			
	Нерегулируемый электропривод	Высокочастотные преобразователи (ВЧПП)	Регулируемый электропривод	Электропривод и ВЧПП
0,15	1200	1300	2300	4500
0,30	20	32	1300	1300
0,60	-	80	110	250
0,80	-	-	37	150

Проанализируем влияние ЭМП на здоровье работников энергокомпаний и энергоемких электротехнологических производств. Что касается работников электрогенерирующих компаний и компаний транспортировки электроэнергии, то здесь имеет место облучение полями низкочастотного спектра. В настоящее время выделяют следующие проблемы, связанные с длительным воздействием электро-технологических установок на нервную систему: проблема памяти, сложность в понимании, бессонница, депрессия, постоянные головные боли, парезы, нарушения равновесия, дезориентация в пространстве. Может возникать головокружение, мышечные боли, мышечная усталость, трудность в подъеме тяжести, нарушения со стороны сердечно-сосудистой системы, склонность к гипотонии, боли

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

в области сердца и др. У персонала ЛЭП отмечены нарушения функции зрения, изменения цветоощущения, сужение зрительных полей на зеленый, красный и особенно синий цвета, сосудистые изменения сетчатки. Учитывая вышеуказанные отрицательные влияния можно обобщить следующие общие для всех категорий работников отрицательные симптомы влияния ЭМП на человека. А именно повышенная утомляемость, головные боли, нагрев, который может привести к изменениям и даже к повреждениям тканей и органов. Механизм поглощения энергии достаточно сложен и описан в известных литературных источниках [4–5]. Возможны также, изменение частоты пульса, сосудистых реакций. Поля сверхвысоких частот могут оказывать воздействие на глаза, приводящее к возникновению катаракты (помутнению хрусталика). Многократные повторные облучения малой интенсивности могут приводить к стойким функциональным расстройствам центральной нервной системы. Степень биологического воздействия электромагнитных полей на организм человека зависит от частоты колебаний, напряженности и интенсивности поля, длительности его воздействия [2–3]. Биологическое воздействие полей разных диапазонов неодинаково. Изменения, возникающие в организме под воздействием электромагнитных полей, чаще всего обратимы. В результате длительного пребывания в зоне действия электромагнитных полей наступают преждевременная утомляемость, сонливость или нарушение сна. Могут появляться частые головные боли, наступает расстройство нервной системы и др. При систематическом облучении наблюдаются стойкие нервно-психические заболевания, изменение кровяного давления, замедление пульса, атрофические явления. Аналогичное воздействие на организм человека оказывает электромагнитное поле промышленной частоты в электроустановках сверхвысокого напряжения. Интенсивные электромагнитные поля вызывают у работников нарушение функционального состояния центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы. При этом наблюдаются повышенная утомляемость, вялость, снижение точности рабочих движений, изменение кровяного давления и пульса, возникновение болей в сердце (обычно сопровождается аритмией), головные боли. Предполагается, что нарушение регуляции физиологических функций организма обусловлено воздействием поля на различные отделы нервной системы. При этом повышение возбудимости центральной нервной системы происходит за счет рефлекторного действия поля, а тормозной эффект – за счет прямого воздействия поля на структуры головного и спинного мозга. Считается, что кора головного мозга, а также промежуточный мозг, особенно чувствительны к воздействию поля. Наряду с биологическим действием электрическое поле обуславливает возникновение разрядов между человеком и металлическим предметом, имеющим иной, чем человек, потенциал. Если человек стоит непосредственно на земле или на токопроводящем заземленном основании, то потенциал его тела практически равен нулю, а если он изолирован от земли, то тело оказывается под некоторым потенциалом, достигающим иногда нескольких киловольт. Очевидно, что прикосновение человека, изолированного от земли, к заземленному металлическому предмету, равно как и прикосновение человека, имеющего контакт с землей, к металлическому предмету, изолированному от земли, сопровождается прохождением через человека в землю разрядного тока, который может вызывать болезненные ощущения, особенно в первый момент. Часто прикосновение сопровождается искровым разрядом. В случае прикосновения к изолированному от земли металлическому предмету большой протяженности (трубопровод, проволочная ограда на деревянных стойках и т. п. или большого размера металлическая крыша деревянного здания и пр.) сила тока, проходящего через человека, может достигать значительных, опасных для жизни.

**Нормирование электромагнитных полей.** Исследованиями установлено, что биологическое действие одного и того же по частоте электромагнитного поля зависит от напряженности его составляющих (электрической и магнитной) или плотности потока мощности для диапазона более 300 МГц. Это является критерием для определения

биологической активности электромагнитных излучений. Для этого электромагнитные излучения с частотой до 300 МГц разбиты на диапазоны, для которых установлены предельно допустимые уровни напряженности электрической, В/м, и магнитной, А/м, составляющих поля. Для населения еще учитывают их местонахождение в зоне застройки или жилых помещений. Согласно ГОСТ 12.1.006–84, нормируемыми параметрами в диапазоне частот 60 кГц – 300 МГц являются напряженности  $E$  и  $H$  электромагнитного поля. На рабочих местах и в местах возможного нахождения персонала, профессионально связанного с воздействием электромагнитного поля, предельно допустимая напряженность этого поля в течение всего рабочего дня не должна превышать нормативных значений.

Эффект воздействия электромагнитного поля на биологический объект принято оценивать количеством электромагнитной энергии, поглощаемой этим объектом при нахождении его в поле, Вт.

В табл. 3 приведено допустимое время пребывания человека в электрическом поле промышленной частоты сверхвысокого напряжения (400 кВ и выше).

Таблица 3

*Допустимое время пребывания человека в электрическом поле*

Электрическая напряженность $E$ , кВ/м	Допустимое время пребывания, мин.	Примечание
$<5$ 5—10 10—15 15—20 20—25	Без ограничений рабочий день $<180 <90 <10 <5$	Остальное время рабочего дня человек находится в местах, где напряженность электрического поля меньше или равна 5 кВ/м

Ограничение времени пребывания человека в электромагнитном поле представляет собой так называемую «защиту временем». Если напряженность поля на рабочем месте превышает 25 кВ/м или если требуется большая продолжительность пребывания человека в поле, чем указано в табл. 3, работы должны производиться применением защитных средств. Пространство, в котором напряженность электрического поля равна 5 кВ/м и больше, принято называть опасной зоной или зоной влияния. Приблизительно можно считать, что эта зона лежит в пределах круга с центром в точке расположения ближайшей токоведущей части, находящейся под напряжением, и радиусом  $R = 20$  м для электроустановок 400–500 кВ и  $R = 30$  м для электроустановок 750 кВ. На пересечениях линий электропередачи сверхвысокого (400–750 кВ) и ультравысокого (1150 кВ) напряжения с железными и автомобильными дорогами устанавливаются специальные знаки безопасности, ограничивающие зоны влияния этих воздушных линий.

Допустимое значение тока, длительно проходящего через человека и обусловленного воздействием электрического поля электроустановок сверхвысокого напряжения, составляет примерно 50–60 мкА, что соответствует напряженности электрического поля на высоте роста человека примерно 5 кВ/м. Если при электрических разрядах, возникающих в момент прикосновения человека к металлической конструкции, имеющей иной, чем человек, потенциал, установившийся ток не превышает 50–60 мкА, то человек, как правило, не испытывает болевых ощущений. Поэтому это значение тока принято в качестве нормативного (допустимого). Все вышеуказанные нормировочные данные получены в результате теоретических и экспериментальных исследований, однако проведенные в последнее время исследования говорят о том, что влияние ЭМП на тело человека неоднородно и вызывает вследствие этого различные заболевания различных внутренних органов не связанных друг с другом. Это, в свою очередь, приводит к усложнению постановки диагноза и последующего лечения. Этот факт говорит о том, что государство вынуждено в лице органов социального обеспечения направлять на социальную реабилитацию и лечение работников большие средства.

**Выводы.** С учетом полученных в [5] новых сведений о методах расчета напряженности ЭМП следует выработать новые нормы пребывания работников электроэнергетических компаний, учитывающие сложное взаимопроникновение электромагнитных

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

полей различных частот и напряженностей, а также других вредных факторов, которые влияют на работников электроэнергетической отрасли.

## Список использованных источников

1. Денисов Ю. О. Системы перетворювальної техніки : навч. посіб. / Ю. О. Денисов. – Чернігів : Черніг. нац. технол. ун-т, 2014. – 171 с.
2. Довгуша В. В. Электромагнитные поля. Роль и механизмы контроля над сознанием и заболеваемостью / В. В. Довгуша, Л. В. Довгуша // Медицина экстремальных ситуаций. – 2008. – № 2 (24). – С. 49–59.
3. Довгуша В. В. Электромагнитный фактор – источник множества заболеваний / В. В. Довгуша, М. Н. Тихонов // Медицина экстремальных ситуаций. – 1999. – № 1. – С. 5–10.
4. Расчетный выбор параметров электромагнитных экранов сложной пространственной конфигурации / М. М. Резинкина, А. А. Щерба, В. С. Гринченко, К. О. Резинкина // Технічна електродинаміка. – 2012. – № 1. – С. 10–16.
5. Щерба А. А. Электромагнитные поля и их воздействие на объекты : проект «Наукова книга» / А. А. Щерба, М. М. Резинкина. – К. : Наукова думка, 2009. – 191 с.

## References

1. Denysov, Yu. O. (2014). Systemy peretvoriuvalnoi tekhniki [Systems of converter equipment]. Chernihiv: Chernih. nats. tekhnol. un-t, 171 p. (in Ukrainian).
2. Dovgusha, V. V., Dovgusha, L. V. (2008). Elektromagnitnye polia. Rol i mekhanizmy kontroli nad soznaniem i zabolevaemosti [Electromagnetic fields. The role and mechanisms of control over the mind and morbidity]. *Meditsina ekstremalnykh situatsii – Medicine of emergency situations*, no. 2 (24), pp. 49–59 (in Russian).
3. Dovgusha, V. V., Tikhonov, M. N. (1999). Elektromagnitnyi faktor istochnik mnozhestva zabolevani [Electromagnetic factor - the source of many diseases]. *Meditsina ekstremalnykh situatsii – Medicine of emergency situations*, no. 1, pp. 5–10. (in Russian).
4. Rezinkina, M. M., Shcherba, A. A., Grinchenko, V. S., Rezinkina K. O. (2012). Raschetnyi vybor parametrov elektromagnitnykh ekranov slozhnoi prostranstvennoi konfiguratsii [Estimated range of electromagnetic parameters of complex spatial configuration screens]. *Tekhnichna elektrodynamika – Technical electrodynamics*, no. 1, pp. 10–16. (in Russian).
5. Shcherba, A. A., Rezinkina, M. M. (2009). Elektromagnitnye polia i ikh vozdeistvie na obekty : proekt «Naukova kniga» [Electromagnetic fields and their effect on objects: the project "Scientific book"]. Kyiv: Naukova dumka, 191 p. (in Russian).

**Денисов Юрий Александрович** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой промышленной электроники, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

**Денисов Юрий Александрович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри промислової електроніки, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

**Denisov Yuri** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Industrial Electronics, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** den711td@gmail.com

**Денисова Наталья Николаевна** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры пищевых технологий, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

**Денисова Наталя Миколаївна** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

**Denisova Natalya** – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Department of Food Technology, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** 422786@rambler.ru

УДК 543.2:504.61:51.322

*Олена Купчик, Жанна Дерій*

## ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ПРИДОРОЖНЬОЇ СМУГИ ЗА БІОІНДИКАЦІЙНИМИ ТА ХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

*Олена Купчик, Жанна Дерій*

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИДОРОЖНОЙ ПОЛОСЫ ПО БИОИНДИКАЦИОННЫМ И ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

*Olena Kupchuk, Zhanna Derii*

## THE ECOLOGICAL STATE OF WAYSIDE STRIPE ACCORDING TO BIOINDICATION AND CHEMICAL INDEXES

Розглянуто різні підходи до визначення забруднення довкілля м. Чернігова. Наведено можливість використання для індикації забруднення повітря лишайників. Визначено коефіцієнт покриття дерев та середня величина коефіцієнта покриття дерев лишайником. Отримані результати свідчать про невисокий рівень забруднення повітря придорожньої зони. Як хімічні індикатори стану снігового покриву і ґрунту отримано просторовий розподіл таких важких металів, як цинк, кадмій, свинець та купрум. Визначення вмісту елементів проводилось методом інверсійної вольтамперометрії. Отримані значення вмісту важких металів відповідають граничнодопустимим концентраціям. Проаналізовано зв'язок між вмістом забруднювачів та наявністю антропогенного впливу. Встановлено, що повітря та ґрунт досліджуваної території порівняно чисті, тоді як уздовж автомагістралі є деяке забруднення.

**Ключові слова:** лишайники, важкі метали, біоіндикація, інверсійна вольтамперометрія, сніговий покрив, ґрунт, повітря.

**Рис.:** 3. **Табл.:** 1. **Бібл.:** 14.