

# НАЦІОНАЛЬНА БЕЗПЕКА

УДК 504.064:53.087

## К ВОПРОСУ О ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ МОНИТОРИНГЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В УКРАИНЕ

Лавренко А.С., Троян Ю.И.

Запорожский национальный технический университет

Головатенко Д.А.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Произведен анализ требований действующих в Украине основных нормативных документов, устанавливающих предельно-допустимые уровни облучения электромагнитными полями работников предприятий и населения, а также условий проведения экспериментальных измерений показателей действующих полей. Установлено, что во многих случаях при анализе результатов измерений не выполняются требования относительно оценки суммарного уровня воздействия составляющих электромагнитных полей как в измеряемых частотных диапазонах, так и фоновых полей в других частотных диапазонах, поскольку в сертифицированных лабораториях отсутствуют необходимые комплексы соответствующего высокочувствительного оборудования. Показана целесообразность введения в нормативные документы ограничения допустимых уровней магнитных полей для населения Украины в соответствии с достигнутыми результатами мировой науки.

**Ключевые слова:** электромагнитные поля, опасность, экспериментальный мониторинг, защита, нормативные документы, безопасные уровни, принцип суммации.

**Постановка проблемы.** В настоящее время в промышленно развитых странах, в том числе и в Украине, отмечается существенный рост уровня загрязнения окружающей среды различными электромагнитными полями (ЭМП) антропогенного происхождения [1-3]. В совокупности с ЭМП естественного происхождения, такими как электромагнитное поле Земли, солнечная и космическая радиация, данные поля во многих случаях оказывают негативное воздействие на здоровье людей, а также представляют угрозу иным живым существам и растительности. Например [4], у людей ЭМП в ряде случаев вызывают появление раковых заболеваний, снижение рождаемости, потерю памяти и другие нарушения в развитии и поведении. Несмотря на то, что механизмы воздействия этих полей на живые существа и растительность в настоящее время интенсивно изучаются, реальная степень опасности ЭМП для представителей живой природы в достаточной мере неизвестна.

**Анализ последних исследований и публикаций.** С целью защиты населения, которое проживает в зоне распространения этих полей, а также работников, которые обслуживают оборудование, генерирующее ЭМП, разрабатываются и утверждаются соответствующие нормативные документы. В этих документах устанавливаются предельно-допустимые уровни (ПДУ) основных характеристик полей, в зависимости от частотного диапазона: напряженности электростатического и переменного электрического поля (В/м), напряженности постоянного и переменного магнитного поля (А/м) и плотности потока электромагнитной энергии (Вт/м<sup>2</sup>). По мере изучения проблемы и появления новых знаний, эти нормы пересматриваются, и как правило, в сторону более жестких значений [5, 6].

В самом начале изучения проблемы, ученые-исследователи обратили внимание на поля, которые способны были вызывать нагрев тканей организма. Поэтому и предельно-допустимые уровни устанавливали на уровне «до преодоления теплового порога». Затем было установлено, что даже эти ограниченные поля, которые считались «слабыми», также негативно влияют на живые организмы и растительный мир [1, 7].

Сейчас во всем мире ученые считают [3], что наиболее опасными для здоровья людей являются не электрические, а магнитные поля. Американские и шведские исследователи независимо друг от друга установили [6], что магнитные поля с индукцией, превышающей 0,2-0,3 мкТл, при продолжительном облучении в ряде случаев вызывают появление онкологических заболеваний. Именно поэтому во многих странах величина предельно допустимого значения плотности потока магнитной индукции для населения, проживающего в облучаемой местности, соответствует 0,2 мкТл. При таком значении магнитной индукции (В) напряженность магнитного поля (Н) в воздушной среде составляет около 0,16 А/м.

**Цель статьи.** Проанализировать современное состояние вопроса экспериментального мониторинга электромагнитных полей в Украине.

**Изложение основного материала.** В Украине действующими нормативными документами, регламентирующими безопасные уровни ЭМП является ДСанПиН 3.3.6-096-2002 [8] и ДСН 239-96 [9]. Требования первого документа распространяются на сотрудников предприятий, работающих в условиях воздействия постоянных электрических и магнитных полей, а также электромагнитного излучения в диапазонах частот от 50 Гц до 300 ГГц. Второй документ устанавливает требования к передающим радио- и телевизион-

ным станциям, а также высоковольтным линиям электропередач и иным объектам, которые излучают электромагнитную энергию в диапазонах частот 50 Гц и 30 кГц – 300 ГГц в окружающую среду, где обитает население.

В данных нормативных документах приведены значения ПДУ напряженностей электрических и магнитных (только для производственных условий) составляющих электромагнитных полей, а также плотностей потока энергии (в случаях диапазонов частот 300 МГц – 300 ГГц) в зависимости от частоты и продолжительности (только для производственных условий воздействия). При этом нормативный документ [9] для населения в Украине не предусматривает какого-либо ограничения уровней магнитных полей как промышленной частоты, так и других частотных диапазонов, несмотря на существенные воздействия магнитных полей на организм человека при продолжительном облучении.

В рассматриваемых нормативных документах также приводятся расчётные зависимости, позволяющие по принципу суммации оценить общий результирующий уровень имеющих место ЭМП. Например, при наличии нескольких источников излучения, которые работают в разных частотных диапазонах, необходимо обеспечить выполнение условий следующей аддитивной зависимости

$$\sum_{i=1}^n \frac{E_i}{E_{пду_i}} + \sum_{i=1}^n \frac{ППЭ_i}{ППЭ_{пду_i}} \leq 1$$

где  $E_i$  – напряженность компонентов ЭМП, создаваемая  $i$ -м источником;

$E_{пду_i}$  – предельно допустимый уровень напряженности для  $i$ -го источника;

$ППЭ_i$  – плотность потока энергии для  $i$ -го источника;

$ППЭ_{пду_i}$  – предельно допустимый уровень плотности потока энергии для  $i$ -го источника.

Поскольку в реальных условиях проживания на территориях населенных пунктов и работы на предприятиях люди постоянно подвергаются воздействию не только электромагнитных полей, создаваемых определенными известными источниками, но и так называемого «электромагнитного фона», уровень которого последние годы резко увеличивается [2], то при оценке степени опасности ЭМП в соответствии с вышеприведенной зависимостью необходимо в обязательном порядке учитывать уровни излучения как контролируемых, так и других источников, создающих этот электромагнитный фон.

В соответствии с требованиями нормативных документов [8, 9] периодический инструментальный контроль уровней действующих ЭМП является обязательным. Данный контроль осуществляют сертифицированные лаборатории санэпидстанции и Гоструда. При этом на практике, во время инструментального контроля уровня излучения того или иного конкретного источника во многих случаях не производятся измерения напряженностей полей во всех частотных диапазонах излучений, создающих фон, и соответственно, не осуществляются расчеты аддитивного вклада фоновых полей [10–13]. В протоколах измерений иногда отмечается, что средний уровень фонового излучения на других

частотных диапазонах не превышал предельно допустимых значений.

В данном случае уместно рассмотреть следующий пример. Если при инструментальном измерении напряженностей электрических полей в двух частотных диапазонах было установлено, что в первом и втором диапазонах величины отношений измеренных значений к соответствующим ПДУ были равны между собой и составляли число 0,9, а уровень измеренного фонового излучения в третьем частотном диапазоне составлял 0,7 долей от ПДУ, то в соответствии с уравнением аддитивной суммы имеем:

$$\frac{E_1}{E_{пду1}} + \frac{E_2}{E_{пду2}} + \frac{E_3}{E_{пду3}} = 0,9 + 0,9 + 0,7 = 2,5$$

что в два с половиной раза превышает допустимые значения данной суммы. При этом превышения ПДУ в каждом отдельном случае зарегистрировано не было.

Таким образом, в соответствии с требованиями действующих нормативных документов [8, 9] некорректно сопоставлять измеренные в каком-то одном частотном диапазоне величины показателей ЭМП с соответствующими ПДУ без учета относительных уровней излучений в остальных частотных диапазонах.

К сожалению, в реальных экономических условиях многие физические лаборатории Гоструда и санэпидстанций по нашим данным и другим [14, 15] сведениям не располагают необходимым комплексом измерительных приборов, с помощью которых возможно в каждом конкретном случае измерить частотные характеристики и уровни электромагнитного фона во всех регламентированных диапазонах. В распоряжении этих лабораторий имеются лишь ручные приборы, которые во многих случаях [11, 14] характеризуются недостаточной чувствительностью для измерения фоновых полей, излучаемых удаленными источниками. При этом процессы измерений во всех частотных диапазонах, последующая регистрация и обработка данных с использованием аддитивных зависимостей достаточно трудоемки. Упростить задачу позволяют специально предназначенные для мониторинга ЭМП стационарные и мобильные пункты контроля, связанные в единую систему и оснащенные современной высокочувствительной аппаратурой с вычислительными комплексами. Данное оборудование помогает операторам не только фиксировать и необходимым образом анализировать результаты измерений, но и наносить полученные значения на электронную карту местности. Подобные мобильные лаборатории и стационарные пункты контроля в последнее время начали использовать в крупных промышленных мегаполисах в странах ближнего и дальнего зарубежья [14, 16].

**Выводы и предложения.** 1. В процессе инструментального контроля уровней электромагнитных полей требования нормативных документов выполняются не в полной мере, так как не производятся измерения и учет значений фоновых полей во всех частотных диапазонах.

2. Назрела необходимость в новых нормативных документах Украины ограничить уровень магнитных полей для населения в соответствии с достижениями мировой науки.

**Список литературы:**

1. Ковалева А.В. Влияние электромагнитных полей и излучений на биообъект / А.В. Ковалева // Запорожский национальный университет [Электронное научное издание]: Актуальные вопросы биологии, экологии и химии. – 2009. – № 1. – С. 64-85. – Режим доступа: [http://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci/issues/files/2009/05/22/6557\\_1243256492\\_09kavpib.pdf](http://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci/issues/files/2009/05/22/6557_1243256492_09kavpib.pdf)
2. Савельев С.И. Электромагнитные поля окружающей среды / С.И. Соболев, С.В. Двоглазова. – Липецк, 2006. – 160 с.
3. Федорович Г.В. Экологический мониторинг электромагнитных полей / Г.В. Федорович. – М. – 2004. – 140 с.
4. Ковалева О.В. Вплив на організм людини електромагнітних полів антропогенного походження / О.В. Ковалева // Запоріжжя: Вісник Запорізького національного університету. – 2009. – № 2. – С. 96-104.
5. Грудзинский С.М. Проблема применения аппаратных средств для экологического мониторинга техногенных электромагнитных полей / Э.М. Грудзинский, П.Б. Дуб, В.А. Ничога // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2007. – № 4. – С. 3-7.
6. Семенов А.В. Обоснование предельно-допустимых норм на индукцию магнитных полей промышленной частоты для человека / А.В. Семенов // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Том 31. – № 1. – С. 197-200.
7. Шевель Д.М. Электромагнитная безопасность / Д.М. Шевель. – К.: Век+, НТИ, 2002. – 432 с.
8. ДСанПіН 3.3.6-096-2002 Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів. – Введені в дію з 01.04.2003 року. – К.: МОЗ України, 2002. – 4 с.
9. ДСН 239-96. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних полів. – Введені в дію з 29.08.1996 року. – К.: МОЗ України, 1996. – 2 с.
10. Васильев А.В. Особенности и результаты мониторинга электромагнитных полей в условиях территории Самарской области / А.В. Васильев, В.О. Бухонов, В.А. Васильев // Известия Самарского научного центра РАН. – 2013. – № 3-1. – Том 15. – С. 585-590.
11. Литвиненко А. Вышки мобильных операторов убивают? / Андрей Литвиненко // Комсомольская правда в Украине. – 2010. – 17 ноября (№ 896). – С. 6.
12. Федонюк М.А. До питання оцінки факторів електромагнітного забруднення території Шацького району / М.А. Федонюк, А.А. Федонюк, В.О. Фесюк, С.Г. Панькевич // Природа західного Полісся та прилеглих територій: зб. наук. пр. – Луцьк, 2012. – № 9 – С. 79-83.
13. Щодо проведення вибіркового моніторингу рівнів електромагнітних полів, які створюються базовими станціями мобільного зв'язку [Електронний ресурс]: лист Державної Санітарно-епідеміологічної служби України у Тернопільській області від 03.02.2016. – Режим доступу: [http://terses.gov.ua/images/statti/shso\\_vartoznati/mon\\_rivniv\\_el\\_poliv.pdf](http://terses.gov.ua/images/statti/shso_vartoznati/mon_rivniv_el_poliv.pdf)
14. Бегишев М.Р. Автоматизированный мониторинг интенсивности электромагнитного поля / М.Р. Бегишев, С.В. Двоглазова, В.А. Козьмин, Д.Е. Кочкин, С.И. Савельев // Специальная техника. – 2007. – № 2. – С. 34-39.
15. Федонюк М.А. До питання удосконалення системи державного екологічного моніторингу стану атмосферного повітря / М.А. Федонюк // Державне управління: удосконалення та розвиток. – 2013. – № 2. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Duur\\_2013\\_2\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Duur_2013_2_6)
16. Шодиев Б.В. Особенности контроля радиоизлучения систем сотовой связи в Бухаре. [Электронный ресурс]: Выпускная квалификационная работа бакалавра. – Ташкент: ТУИТ, 2013. – 88 с. – Режим доступа: <http://library.ziyounet.uz/ru/book/8815>

**Лавренко А.С., Троян Ю.І.**

Запорізький національний технічний університет

**Головатенко Д.А.**

Київський національний університет технологій та дизайну

## ДО ПИТАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ В УКРАЇНІ

### Анотація

Проведено аналіз вимог діючих в Україні основних нормативних документів, які встановлюють гранично-допустимі рівні опромінення електромагнітними полями робітників підприємств і населення, а також умов проведення експериментальних вимірювань показників діючих полів. Встановлено, що в багатьох випадках під час аналізу результатів вимірювань не виконується вимога відносно оцінки сумарного рівня впливу складових електромагнітних полів як у вимірюваних частотних діапазонах, так і фонових полів в інших частотних діапазонах, оскільки в сертифікованих лабораторіях відсутні необхідні комплекси відповідного високочутливого обладнання. Показано доцільність введення в нормативні документи обмежень допустимих рівнів магнітних полів для населення України у відповідності з досягнутими результатами світової науки.

**Ключові слова:** електромагнітні поля, безпека, експериментальний моніторинг, захист, нормативні документи, безпечні рівні, принцип сумачії.

**Lavrenko A.S., Troyan G.I.**

Zaporozhye National Technical University

**Golovatenko D.A.**

Kyiv National University Technology and Design

## **TO THE QUESTION OF EXPERIMENTAL MONITORING OF ELECTROMAGNETIC FIELDS IN UKRAINE**

### **Summary**

Requirements current in Ukraine normative documents, which establish maximum permissible levels of exposure to electromagnetic fields, employees of enterprises and population, as well as, the conditions of the experimental measurements of indicators of existing fields were analyzed. Defined that in many cases the analysis of the measurement results does not satisfy the requirement about the total level of exposure to electromagnetic fields in both the frequently used ranges and background fields in other frequency bands, because certified laboratories do not have the required complexes corresponding highly sensitive equipment. The expediency of introducing restrictions in permissible levels of magnetic fields into normative documents is shown for the population of Ukraine in accordance with the achieved results of world science.

**Keywords:** electromagnetic fields, danger, experimental monitoring, protection, regulations, safe levels, the principle of summation.