

ВСТАНОВЛЕННЯ ЗОН ОБМЕЖЕНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ З ВРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ

© Перович Л.М., Ткачик О.І., 2011

*Определены функции зависимости распространения электромагнитного поля вдоль
линий электропередачи от напряжения электрического поля и магнитной индукции.*

*Определены научно обоснованные размеры санитарно-защитных зон вдоль
воздушных линий электропередачи.*

*In the article defined the functions depending on the electromagnetic field along the electrical power
lines from electric field intensity and magnetic induction. Scientifically grounded size of sanitary
protection zones along the overhead electrical power lines.*

Постановка проблеми. При здійсненні кадастрового зонування земель об'єктів енергетики важливим питанням сьогодні залишається визначення охоронних та санітарно-захисних зон вздовж ліній електропередачі (ЛЕП). Важливою складовою їх визначення при цьому є врахування електромагнітного поля, що утворюється навколо проводів при проходженні струму. Лише з врахуванням цього поля і визначення його рівня впливу на живий організм можна надалі планувати шляхи використання обмеженої території.

Зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями. При визначенні шляхів використання території поблизу ліній електропередач потрібно враховувати можливий негативний вплив електромагнітного поля на довкілля, керуючись при цьому нормами та рекомендаціями, які встановлені українським законодавством, міжнародними організаціями, з метою забезпечення безпеки життєдіяльності та охорони праці.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Встановлення охоронних та санітарно-захисних зон вздовж ліній електропередачі Україні регулюється Земельним кодексом[1], Законом України «Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів»[2], «Державними санітарними нормами та правилами захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань» [3], «Державними санітарним нормами і правилами при роботі з джерелами електромагнітних полів» [4] та іншими нормативними актами. При цьому зазначається вплив електромагнітного поля на довкілля та діяльність людини, однак не обґрунтовано його врахування при формулюванні розмірів територій обмеженого використання. В Німеччині та Швейцарії протягом останнього десятиліття було проведено ряд досліджень щодо визначення області поширення електромагнітного поля вздовж ліній електропередачі. Серед них: «Електромагнітне поле в повсякденному житті» («Elektromagnetische Felder im Alltag», Німеччина, 2002р.) [5], «Електросмог в навколишньому середовищі» («Elektrosmog in der Umwelt», Швейцарія, 2005р.) [6]. Ці дослідження дають широке поле для аналізу та подальшого опрацювання отриманих даних.

Невирішені частини загальної проблеми. Актуальним сьогодні є питання обґрунтування встановлених законодавством розмірів санітарно-захисних та охоронних зон вздовж повітряних ліній електропередач з врахуванням поширення електромагнітного поля.

Постановка завдання. Основним завданням було визначити розміри охоронних та санітарно-захисних зон вздовж ЛЕП з врахуванням території поширення електричного та

магнітного полів наближеним методом на основі опрацювання графічних матеріалів програми розрахунку поля «Коперфільд».

Виклад основного матеріалу. У 2002 році німецькими вченими опубліковано наукове дослідження [5], в якому графічно представлено область поширення електричного і магнітного полів, визначені на основі програми розрахунку поля «Коперфільд» (рис. 1, 2). Розрахунки проводилися для ЛЕП з типом опори «Дунай»: робоча напруга 123 кВ (110- ЛЕП), 245 кВ (220-ЛЕП) і 430 кВ (380- ЛЕП), робочий струм 0,535 кА (110-ЛЕП), 1,29 кА (220-ЛЕП) і 2,58 кА (380- ЛЕП), відстань провідників від землі становить 12 м у місці найбільшого провисання ліній.

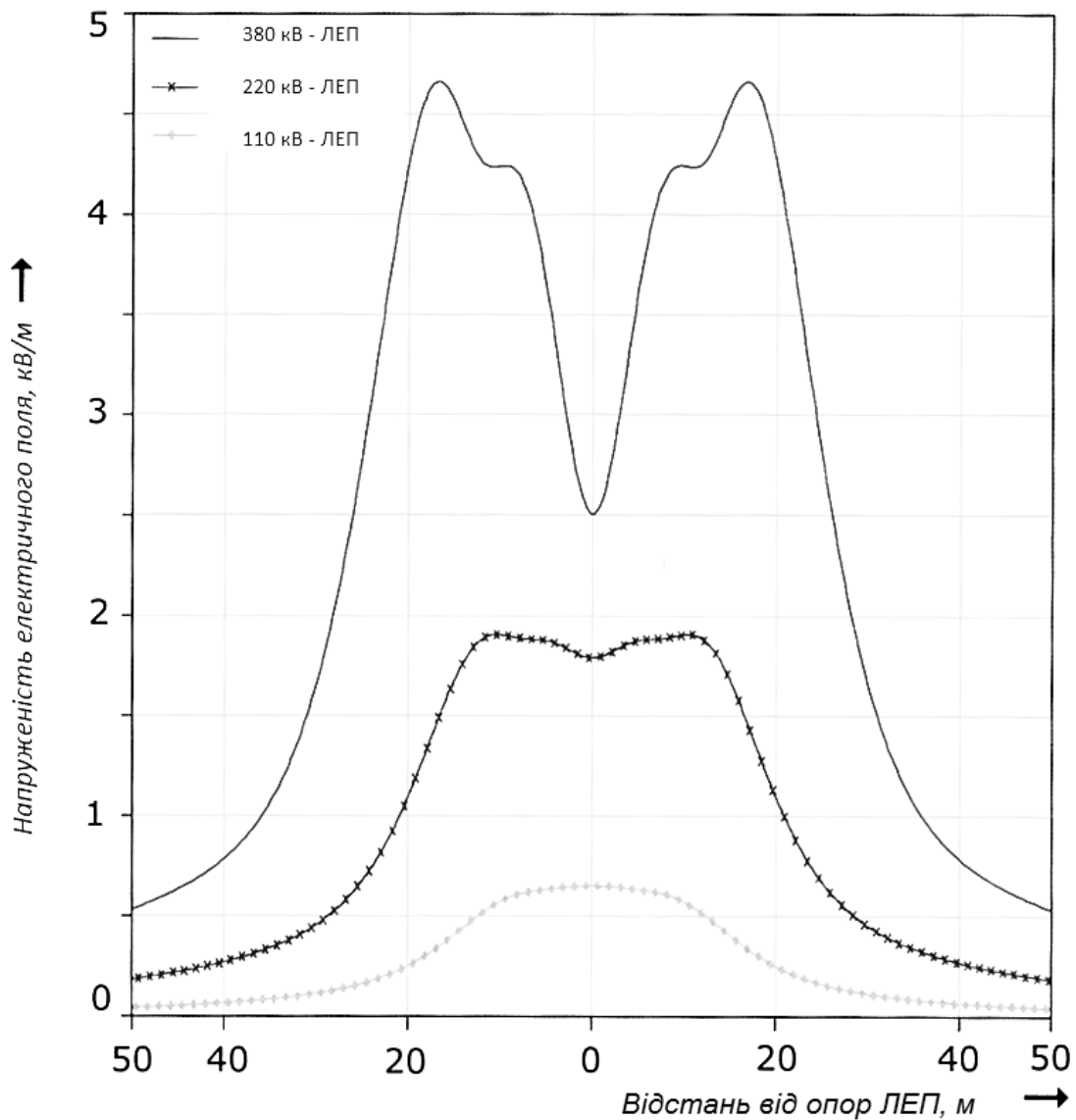


Рис. 1. Характеристика електричного поля

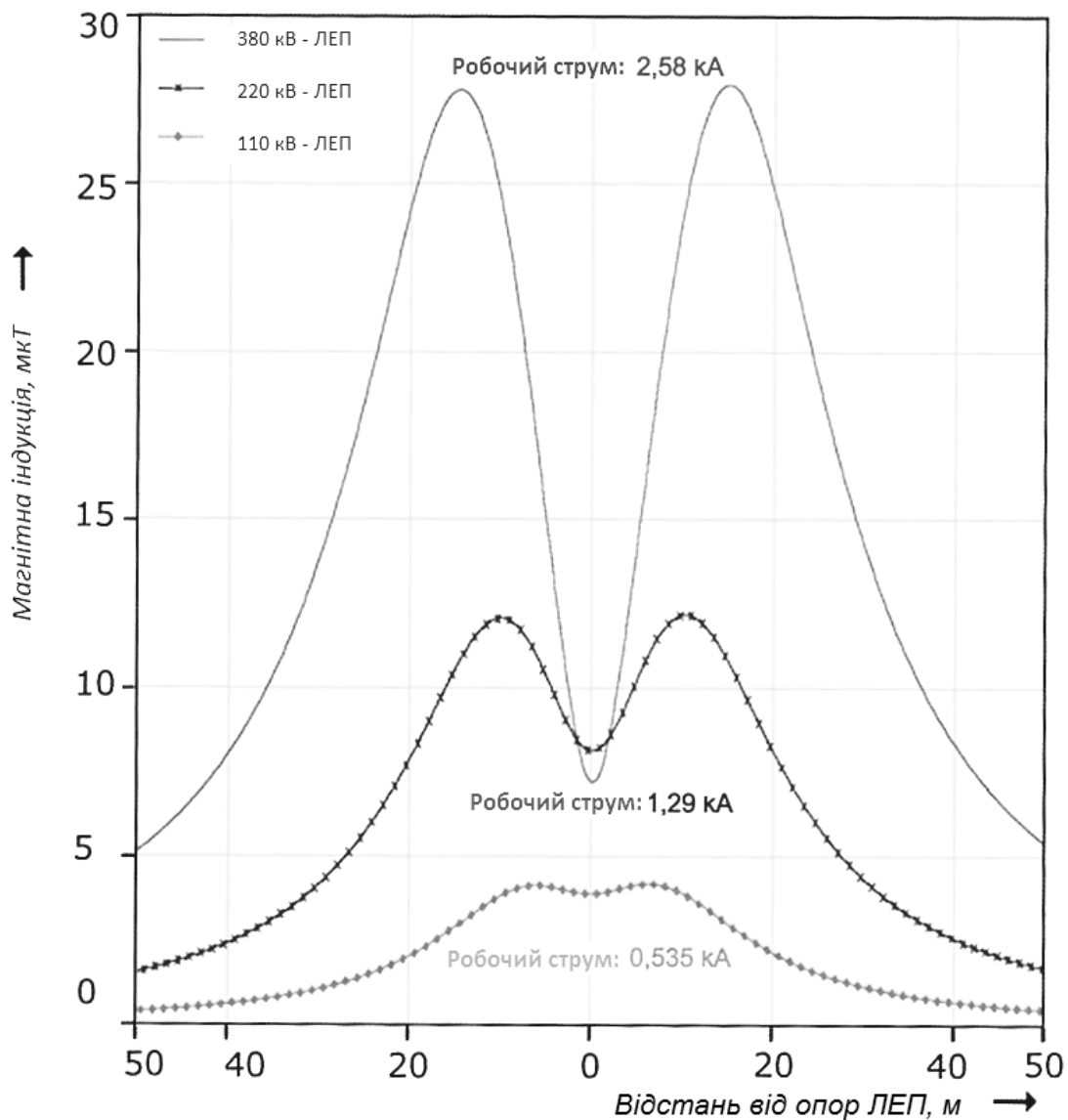


Рис. 2. Характеристика магнітного поля

Примітка: На рис. 1, 2 подано характеристики електричного та магнітного полів нижче лінії електропередачі на висоті 1 м над поверхнею землі перпендикулярно до напрямку траси (напрямку ЛЕП) у місці найбільшого провисання проводів. Опора знаходиться у нульовому положенні.

Законодавством України передбачено встановлення охоронних та санітарно-захисних зон поблизу ЛЕП. Так, санітарно-захисна зона об'єктів енергетики встановлюється для захисту населення від шкідливого впливу електричних полів, спричиненого певною їх напругою. Санітарно-захисною зоною вважається територія, на якій напруга електричного поля перевищує допустимі норми. Крім цього, санітарно-захисна зона вздовж повітряних та кабельних ліній електропередачі залежно від їх напруги встановлюється у вигляді території, межі якої регламентуються по обидва боки ліній на певній відстані від проекції крайніх фазних проводів чи/або кабелів на землю в перпендикулярному до електролінії напрямку.

Охоронні зони об'єктів енергетики встановлюються вздовж повітряних та кабельних ліній електропередачі та навколо електростанцій, електростанцій, струмопроводів і пристроїв, для забезпечення нормальних умов експлуатації об'єктів енергетики, запобігання ушкодженню, а також зменшення їх негативного впливу на людей та довкілля, суміжні землі та інші природні об'єкти. Охоронні зони уздовж повітряних ліній електропередачі встановлюються у вигляді земельної

ділянки і повітряного простору, обмежених вертикальними площинами, що віддалені по обидва боки ліній від крайніх проводів за умови невідхиленого їх положення на певній відстані залежно від напруги ліній електропередачі.

При цьому розмір охоронних та санітарно-захисних зон уздовж повітряних ліній електропередачі визначається паралельними прямими по обидва боки ліній від крайніх проводів на відстані від 2,0 до 40,0 м залежно від напруги [2].

Врахування впливу електромагнітного поля при визначенні охоронних та санітарно-захисних зон вздовж ЛЕП можна обґрунтувати, керуючись нормативними актами [3, 4]. Так, у п.4.2.1 [4] зазначено, що перебування в електричному полі напруженістю до 5 кВ/м допускається виключно протягом 8 годин робочого дня. Тобто 5 кВ можна прийняти як граничнодопустиме значення електричного поля для встановлення охоронних зон. Однак, оскільки напруженість електричного поля для 380-, 220- та 110-кВ – ЛЕП менша за 5 кВ/м (рис 1.), то при визначенні охоронних зон її можна не враховувати.

Для населення допустимий рівень значно менший. Згідно з 2.3.1 [3] прийняті такі граничнодопустимі значення напруженості електричного поля:

- всередині житлових будинків – 0.5 кВ/м;
- на території зони житлової забудови – 1 кВ/м;
- у населеній місцевості, поза зоною житлової забудови (землі в межах міста з урахуванням перспективного розвитку на 10 років, приміські та зелені зони, курорти, землі селищ міського типу, в межах селищної межі і сільських населених пунктів, у межах цих пунктів), а також на території городів і садів – 5 кВ/м;
- на ділянках перетину повітряних ліній з автомобільними шляхами I – IV категорій – 10 кВ/м;
- у ненаселеній місцевості (незабудована територія, яку відвідують люди, доступна для транспорту та сільськогосподарські угіддя) – 15 кВ/м;
- у важкодоступній місцевості (не доступній для транспорту та сільськогосподарських машин) та на ділянках, спеціально відгороджених для виключення доступу населення – 20 кВ/м.

Прийнявши за основну умову встановлення санітарно-захисних зон проживання поблизу ЛЕП, можна прийняти граничне значення напруженості електричного поля на рівні 1 кВ/м.

Для обґрунтованого визначення санітарно-захисної зони необхідно встановити функцію поширення електромагнітного поля вздовж ЛЕП. Для цього використаємо дані, представлені на рис. 1. З цією метою на рис. 3–4 відобразимо значення напруженості електричного поля від крайніх проводів (праворуч або ліворуч).

Оскільки напруженість електричного поля для ЛЕП-110 нижча за 1кВ/м, то її можна не враховувати при визначенні санітарно-охоронної зони.

Дослідження показують, що з достатнім ступенем точності ($R^2 = 0,9675 - 0,9750$) залежності зміни напруженості електричного поля в напрямку, перпендикулярному від джерела напруги (крайніх проводів ЛЕП), апроксимують експоненціальні функції.

Так, для ЛЕП напругою 380 кВ маємо:

$$y = 4,9764e^{-0,0688x}; \quad (1)$$

для ЛЕП напругою 220 кВ

$$y = 1,8601e^{-0,0584x}, \quad (2)$$

де

y – напруженість електричного поля, кВ/м; x – відстань від крайнього проводу, м.

Або для ЛЕП-380

$$x = 23,184 + 14,17 \ln y; \quad (3)$$

для ЛЕП-220

$$x = 10,938 + 16,58 \ln y. \quad (4)$$

Приймаючи граничнодопустиме значення напруженості електричного поля 1 кВ/м з формул (3) і (4), відповідно, отримуємо 23,2 м та 10,9 м.

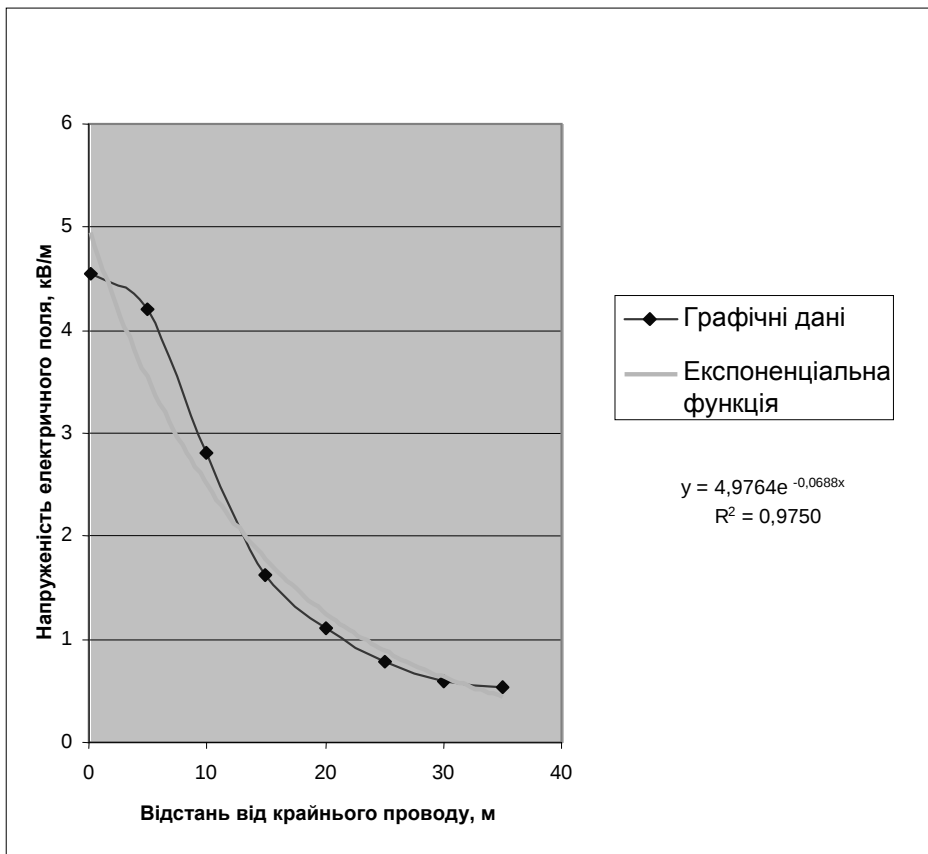


Рис. 3. Графік залежності напруженості електричного поля від відстані поширення для ЛЕП-380

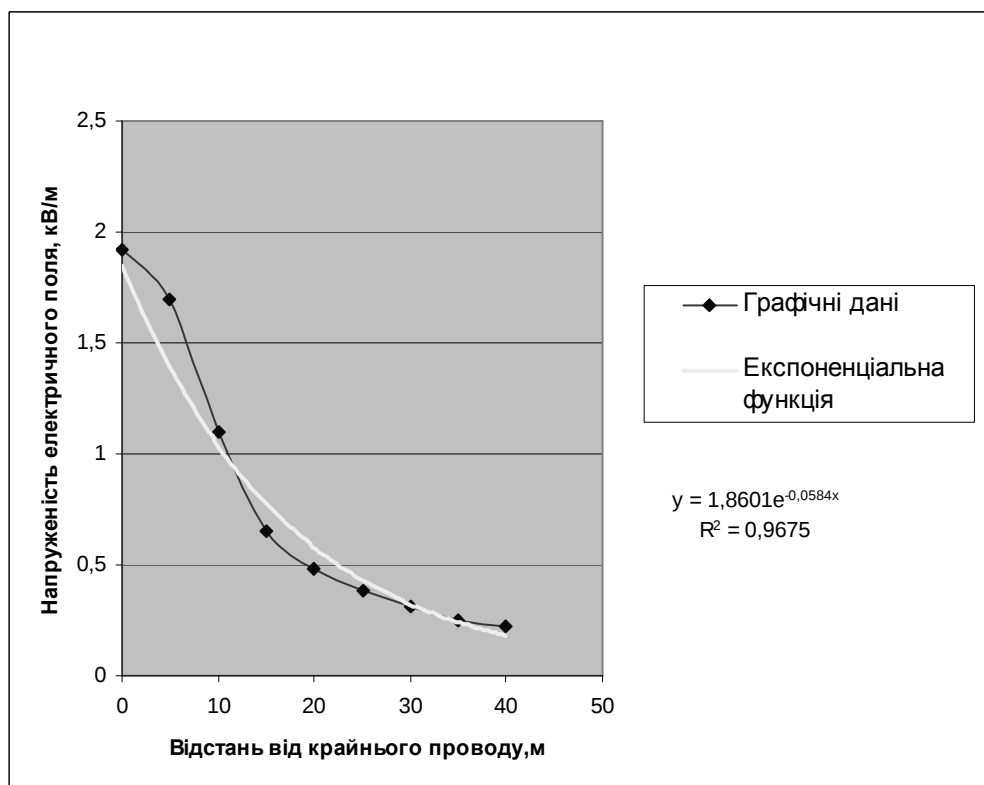


Рис. 4. Графік залежності напруженості електричного поля від відстані поширення для ЛЕП-220

Розглянемо вплив магнітних полів на перебування в зоні їх дії на людський організм. В п. 4.3.2. [4] зазначено час перебування людини в магнітному полі (табл.1).

Таблиця 1

Граничний час перебування людини в магнітному полі

Час перебування персоналу, год	1	2	3	4	5	6	7	8
Напруженість магнітного поля, кА/м	6,0	4,9	4,0	3,2	2,5	2,0	1,6	1,4
Магнітна індукція, мТ	7,5	6,13	5,0	4,0	3,13	2,5	2,0	1,75

Експериментальними дослідженнями (рис.2) встановлено, що магнітна індукція для 380-, 220- та 110-кВ ЛЕП не перевищує 0,03 мТ. Отже, при визначенні охоронних зон її можна не враховувати.

Аналізуючи дані табл.1, видно значні розбіжності між нормативними [4] та графічними даними (рис.2), що вказує на необхідність приведення існуючих в державі нормативних і технічних документів до європейських стандартів.

При визначенні санітарно-захисних зон доцільно керуватися міжнародно визначеним граничним значенням магнітної індукції на рівні 1 мкТ [6].

Керуючись наведеними вище даними (рис. 2), визначимо функціональну залежність між територією поширення магнітного поля та магнітною індукцією (рис. 5–7).

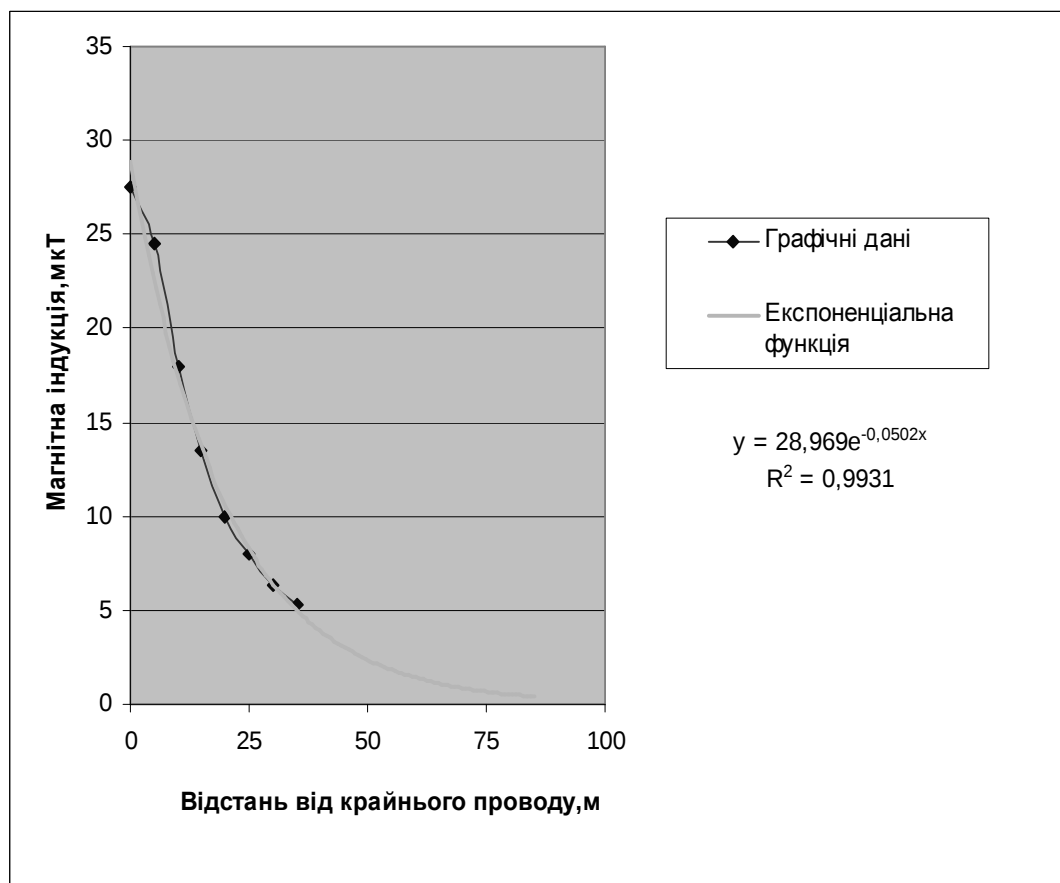


Рис. 5. Графік залежності магнітної індукції та території поширення магнітного поля для ЛЕП-380

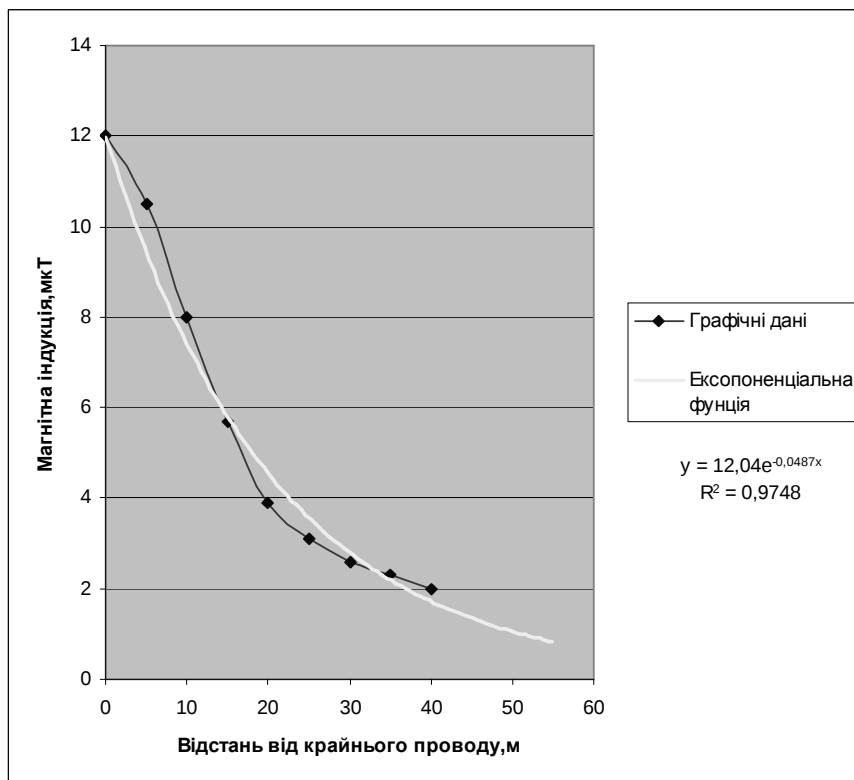


Рис. 6. Графік залежності магнітної індукції та території поширення магнітного поля для ЛЕП-220

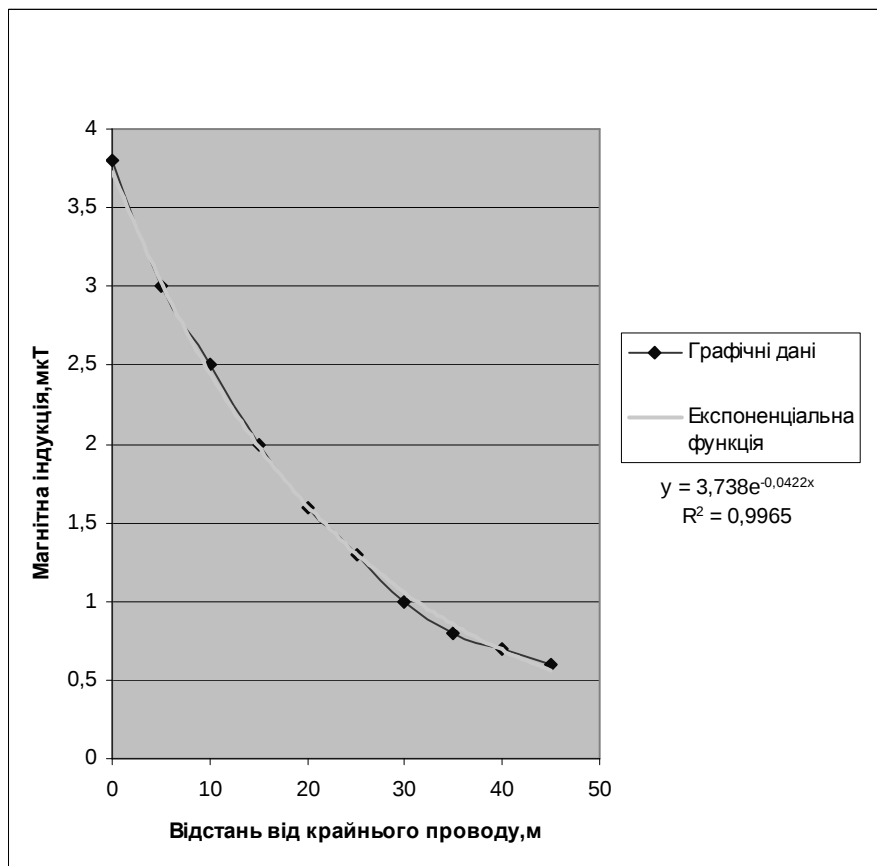


Рис. 7. Графік залежності магнітної індукції та території поширення магнітного поля для ЛЕП-110

З достатньою точністю ($R^2 = 0,9748 - 0,9931$) залежності магнітної індукції від території поширення магнітного поля вздовж ліній електропередачі описують експоненціальні функції.

Так, для ЛЕП напругою 380 кВ маємо:

$$y = 28,969e^{-0,0502x}; \quad (5)$$

для ЛЕП напругою 220 кВ

$$y = 12,04e^{-0,0487x}; \quad (6)$$

для ЛЕП напругою 110 кВ

$$y = 3,738e^{-0,0422x}; \quad (7)$$

де y – магнітна індукція, мкТ; x – відстань від крайнього проводу, м.

Або, для ЛЕП-380

$$x = 66,708 + 19,78 \ln y; \quad (8)$$

для ЛЕП-220

$$x = 50,348 + 20,03 \ln y; \quad (9)$$

для ЛЕП-110

$$x = 31,21 + 23,61 \ln y. \quad (10)$$

Приймаючи граничнодопустиме значення магнітної індукції 1 мкТ, з формул (8), (9), (10), відповідно, отримуємо 66,7 м, 50,3 м та 31,2 м.

Тобто приведені числові значення величин санітарно-захисних зон є науково обґрунтованими і скеровані на забезпечення життєдіяльності людей.

Вихідні дані розрахунків виконані з врахуванням програми розрахунку поля «Коперфільд» за умови «найгіршого сценарію». Отже, можна навести оптимальні (кратні 5) відстані у зведеній таблиці, які необхідно враховувати при визначенні санітарно-захисних зон на основі поширення електричного та магнітного полів:

Таблиця 2

**Зведена таблиця врахування електричного та магнітного полів
при визначенні санітарно-захисних зон**

Напруга ЛЕП, кВ	Ширина санітарно-захисної зони (відстань від крайніх проводів), м	
	для граничного значення напруженості електричного поля (1 кВ/м)	для граничного значення магнітної індукції (1 мкТ)
380	25	65
220	10	50
110	Не враховується	30

Загальна ширина санітарно-захисної зони обмеженого використання буде:

$$D = 2d + S, \quad (11)$$

де D – загальна ширина санітарно-захисної зони, м; d – відстань від крайніх проводів (табл.2), м;

S – відстань між проводами, м.

Нами встановлено, що при визначенні охоронних зон можна не враховувати вплив електричного та магнітного полів (які в сукупності утворюють електромагнітне поле вздовж ліній електропередачі). Тобто їх значення залежатиме практично виключно від потреб обслуговуючого персоналу енергетичних компаній (доступність до ЛЕП, забезпечення безпечного подальшого функціонування тощо).

При встановленні санітарно-захисних зон, керуючись європейськими нормативами, необхідно враховувати вплив магнітного та електричного поля. Отримані результати практично вдвічі перевищують встановлені вітчизняним законодавством межі санітарно-захисних зон. Результати, подані в табл. 2, демонструють, що допустиме значення магнітного поля має значно більший вплив при визначенні граничних відстаней санітарно-охоронних зон вздовж ЛЕП, ніж електричне, а тому саме на нього потрібно звертати подальшу увагу при формуванні меж територій обмеженого використання.

Висновки. На основі результатів спостережень за електричним і магнітним полями вздовж ЛЕП встановлено функціональну залежність між напруженістю електричного поля, магнітною індукцією та зоною їх впливу. В результаті проведених досліджень доведено, що визначення

територій поширення електричного та магнітного полів є вирішальним фактором при визначенні санітарно-охоронних зон вздовж ліній електропередач, тоді як при визначенні охоронних зон керуються в основному безпекою експлуатації електричних мереж. Аналіз нормативних документів, в яких зазначено період перебування працівників в зоні впливу магнітного поля, показав, що це питання потребує подальшого опрацювання. Зіставляючи отримані значення щодо впливу електричного і магнітного поля на діяльність людини, з'ясовуємо, що магнітне поле потребує все ж більшої уваги та подальших досліджень.

1. Земельний кодекс України / Відомості Верховної Ради України від 25.10.2001р., № 2768-III.
2. Закон України «Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів» / Відомості Верховної Ради України від 09.07.2010р., № 2480-VI.
3. ДСН 239-96. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань / Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 01.08.1996р., №239.
4. ДСанПіН 3.3.6-096-2002. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів / Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 18.12.2002р., №476.
5. Elektromagnetische Felder im Alltag // Herausgegeben von der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Auflage 1. – Karlsruhe, 2002. – 82s.
6. Elektromog in der Umwelt // Bundesamt für Umwelt, Wald, und Landschaft. – Buwal, 2005. – 60s.