Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Навчально-науковий інститут комп'ютерної фізики та енергетики

Кафедра фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології

**Пояснювальна записка**

до дипломної роботи

за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр»

# на тему: «Моніторинг електромагнітного фонового поля промислової частоти території одного із районів м.Харкова»

Виконав : студент 4 курсу, групи НФ-41

Багрінець Андрій Віталійович

Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Освітня програма: прикладна фізика енергетичних систем

Керівник д-р фіз.-мат. наук, професор Пелехатий Микола Михайлович

Харків - 2021 рік

**ЗМІСТ**

ВСТУП……...7

РОЗДІЛ 1. Світова практика та норми регулювання фонового електромагнітного поля промислової частоти…….....…17

1.1 Гіперчутливість до електромагнітних полів……....17

1.2 Базові станції та бездротові технології ……18

1.3 Статичні електричні і магнітні поля…….23

1.4 Наслідки для здоров'я……24

1.5 Міжнародні стандарти……25

РОЗДІЛ 2. Цілі та матеріали дослідження,……..25

2.1 Матеріали та методи досліджень…….……25

2.2 Результати вимірювань напруженості електричного поля ……27

2.3 Застосування двох-факторного дисперсійного аналізу до первинної обробки даних таблиці…….....29

ВИСНОВКИ……....36

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……..…38

ДОДАТОК……40

***Додаток 18***

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна

Інститут Навчально-науковий інститут комп'ютерної фізики та енергетики
Кафедра фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр
Спеціальність 105. «Прикладна фізика та наноматеріали»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

_____
**Віктор ТКАЧЕНКО**
підпис ініціали, прізвище

"____"
_____2021__року

# З А В Д А Н Н Я
## НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)

_____
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи «Моніторинг електромагнітного фонового поля промислової частоти території одного із районів м.Харкова»

керівник роботи Пеліхатий М.М., професор, доктор ф.-м. наук_____
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від "___"_____20__ року №___

2. Строк подання студентом роботи_____

3. Перелік питань, які потрібно розробити

Аналіз фонового електромагнітного поля визначеної території. Дослідження норм та стандартів регулювання електромагнітного випромінення побутових приладів. Проведення експерименту для визначення фонового електромагнітного поля побутової частоти.

4. План роботи

| № з/п | Назви етапів роботи |
|---|---|
| 1. | Аналіз прийнятих норм на стандартів МОЗ України. |
| 2. | Аналіз вже існуючих досліджень, заходів стосовно вимірювання електромагнітного поля. |
| 3. | Проведення власного дослідження по визначенню рівня електромагнітного поля на певній території. |
| 4. | Формування таблиці результатів та аналіз проведеної роботи. |

5. Дата видачі завдання_____

**Студент** _____ **Андрій БАГРІНЕЦЬ**

підпис ініціали, прізвище

**Керівник роботи** _____ **Микола ПЕЛІХАТИЙ**

підпис ініціали, прізвище

## Реферат

**Багрінець Андрій Віталійович** «Дослідження фонового електромагнітного поля території селища П’ятихатки Київського району м. Харкова» (випускна робота бакалавра), - Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2021.-40 с.

Робота складається з вступу, трьох розділів, висновків; містить 5 рисунків, 3 таблиці, список використаних джерел з 17 найменувань.

Проаналізовано існуючі нормативні документи з регулювання і формування рівня електромагнітного випромінювання для населення. Проведено експеримент по визначенню рівня електромагнітного випромінювання промислової частоти на території одного з районів міста Харків. Проаналізовано отримані результати дослідження.

***Ключові слова:*** Електромагнітне випромінювання, електростатичне випромінювання, санітарні норми.

## Abstract

**Bagrinets Andriy Vitaliyovych** «Investigation of the background electromagnetic field in the village of Pyatihatky, Kyiv district, Kharkiv» (bachelor's thesis), - Kharkiv: KhNU named after VN Karazina, 2021.- 40 p.

The work consists of an introduction, three sections, conclusions; contains 5 figures, 3 tables, a list of used sources of 17 items.

The existing normative documents on regulation and formation of the level of electromagnetic radiation for the population are analyzed. An experiment was conducted to determine the level of electromagnetic radiation of industrial frequency in one of the districts of Kharkiv. The obtained research results are analyzed.

***Key words***: Electromagnetic radiation, electrostatic radiation, sanitary norms.

# ВСТУП

Широке використання хвильових електромагнітних процесів в повсякденному житті привело до того, що до природних електромагнітних полів (ЕМП), які супроводжували зародження і розвиток життя на Землі, додалися штучні, спеціально створені безліччю випромінювальних пристроїв, в першу чергу лінії електропередач (ЛЕП), підземні електричні кабелі , антени радіопередавальних пристроїв систем радіозв'язку, теле- і радіомовлення, а також антени стільникового зв'язку.

Добре відомо, що електромагнітні хвилі (ЕМХ) є біологічно активними чинниками. Виявлено несприятливий вплив радіочастотного випромінювання на навколишнє середовище і, зокрема, на людину. В екології виник новий напрям - електромагнітна екологія з рядом специфічних проблем: біофізичних, медико-біологічних, а також науково-технічних. Електромагнітна екологія - це розділ екології, що вивчає взаємодію людини і навколишнього середовища з електромагнітними полями.

Відповідно до Декларації про керівні принципи використання супутникового мовлення для вільного поширення інформації, розвитку освіти та розширення культурних обмінів (Париж, 15 листопада 1972 г.) і частини 2 ст. 44 Статуту Міжнародного союзу електрозв'язку, радіочастоти обмежені природними ресурсами, що належать всім народам, і їх використання регулюється Конвенцією Міжнародного союзу електрозв'язку і його Регламентом радіозв'язку.

У 1995 році Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) вперше застосувала поняття «електромагнітне забруднення навколишнього середовища». Варто зазначити, що Програма ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП, Найробійських декларація 1997 г.) і Міжнародний проект ВООЗ по ЕМП (2002 г.) підкреслюють, що електромагнітне поле (ЕМП) є біологічно активним, а в деяких випадках біотропного фактором, здатним викликати патологічні зміни. в організмі людини і порушують його повноцінне функціонування. Існує безліч досліджень і публікацій щодо визначення впливу ЕМП на організм людини.

В цілому за останні 30 років опубліковано близько 25 000 статей з проблем біологічних ефектів і медичного неіонізуючого випромінювання. Хоча деякі люди вважають, що дослідження в цій галузі слід і далі розширювати, наукові знання в цій галузі сьогодні набагато ширше, ніж у більшості хімічних речовин.

Грунтуючись на недавньому поглибленому огляді наукової літератури, ВООЗ дійшла висновку, що наявні дані не вказують на несприятливий вплив на здоров'я в результаті впливу електромагнітних полів низької інтенсивності. Але є деякі прогалини в знаннях про біологічні ефекти, які вимагають подальших досліджень.

Електричні поля існують всюди, де є позитивні або негативні електричні заряди. Вони сильно впливають на інші навантаження на землі. Сила або напруженість електричного поля (EF) вимірюється в вольтах на метр (В / м). Будь-провід під напругою створить супутнє електричне поле, яке буде існувати навіть при відсутності струму. Чим вище натяг, тим сильніше EF на заданій відстані від проволокі. Самие сильні електричні поля знаходяться в безпосередній близькості від джерела заряду або проводів під напругою, і в міру віддалення від них напруженість електричних полів швидко зменшується. Провідники, такі як метали, є дуже ефективним захистом від електромагнітних завад. Інші матеріали, такі як будівельні матеріали або дерево, забезпечують деякий захист. Таким чином, потужність електричної енергії, що формується з ліній електропередач (ЛЕП) за межами будинку, в самій будівлі знижується через стін, будівельних матеріалів і дерев. Якщо кабелі прокладені під землею, КЕ на поверхні трохи визначається.

Одним із прикладів поля дуже низької частоти (VLF) є FE, що генерується електричними пристроями. Зазвичай вони мають частоту до 300 Гц. Інші методи створюють поля середньої частоти (СЧ) від 300 Гц до 10 МГц і радіочастотні поля (РЧ) від 10 МГц до 300 ГГц. Вплив ЕМП на організм людини залежить не тільки від рівня поля, але і від його частоти і енергії.

Електромережа, що подається в наш будинок, і вся побутова техніка є основними джерелами полів КНЧ; комп'ютерні монітори, протиугінні пристрої та системи безпеки є основними джерелами полів МВ; радіоприймачі, телевізори, антени радарів, стільникові телефони та мікрохвильові печі є основними джерелами радіочастотних полів. Ці поля індукують електричні струми усередині людського тіла, які можуть викликати безліч негативних ефектів, таких як нагрівання внутрішніх тканин тіла і ураження електричним струмом. Все залежить від їх амплітуди і частоти. Однак, щоб викликати такі ефекти, зовнішні поля повинні бути дуже сильними, набагато сильнішими, ніж ті, які існують в нормальній навколишньому середовищу.

НП НП впливають на організм людини так само, як і будь-який інший матеріал, що складається із заряджених частинок. ЕР впливають на

електропровідні матеріали, впливають на розподіл електричних зарядів на поверхні і всередині цих матеріалів. Той факт, що людина на 80% складається з води, робить людський організм уразливим для впливу електромагнітних полів.

Статут Міжнародного союзу електрозв'язку і Конвенція Міжнародного союзу електрозв'язку (Женева, 22 грудня 1992 г.) ратифіковані Законом України від 15 липня 1994, електромагнітний спектр до 3 ТГц розділений на 12 частотних діапазонів. Згідно з регламентом Міжнародного союзу електрозв'язку, радіохвилі поділяються на d-діапазони з межами від 0,3 · 10N Гц до 3 · 10N Гц з шириною в одну декаду, де N - номер діапазону. Ці діапазони наведені в таблиці.1.

Таблиця 1.

Частотні діапазони електромагнітного випромінювання

| Номер діапазону | Діапазон частот | Вид радіохвиль | Вид радіочастот |
|---|---|---|---|
| 1. | 3 – 30 Гц | декамегаметрові | вкрай низькі |
| 2. | 30 – 300 Гц | мегаметрові | Наднизькі |
| 3. | 0,3 – 3 кГц | гектокілометрові | Інфранизькі |
| 4. | 3 – 30 кГц | міріаметрові | дуже низькі |
| 5. | 30 – 300 кГц | кілометрові | Низькі |
| 6. | 0,3 – 3 МГц | гектометрові | Середні |
| 7. | 3 – 30 Мгц | декаметрові | Високі |
| 8. | 30 – 300 МГц | Метрові | дуже високі |
| 9. | 0,3 – 3 ГГц | дециметрові | Ультрависокі |
| 10. | 3 – 30 ГГц | сантиметрові | Надвисокі |
| 11. | 30 – 300 ГГц | міліметрові | вкрай високі |
| 12. | 300 – 3000 ГГц | децимініметрові | Гіпервисокі |

Підраховано, що людство використовує мільярди тон мінеральної сировини, палива, води, біомаси, атмосферного кисню, і тільки один відсоток

виснажених природних ресурсів перетворюється в корисний продукт. Повною мірою це відноситься до електромагнітного поля. Наведемо гіпотетичний приклад. Технічні засоби радіозв'язку, радіомовлення і телебачення випромінюють величезну кількість електромагнітної енергії. Потужність передавача варіюється від міліват (наприклад, потужність передавача радіотелефону) до сотень кіловат і навіть одиниць мегават (широкомовні передавачі в діапазонах НЧ і СЧ). Електромагнітна енергія, яку випромінює телекомунікаціями, має дуже конкретну мету: вона повинна впливати на вхідні кола приймальних пристроїв. Якщо припустити, що для нормальної роботи кожного приймального пристрою потрібно потужність 1 мВт, нескладно підрахувати, що для повного видалення електромагнітної енергії з навколишнього середовища передавача потужністю 100 кВт необхідно їсти 100 мільйонів приймачів. Тільки в Україні таких передавачів сотні тисяч.

Що відбувається з електромагнітної енергією? Про що вона? У чому проявляється його дія? Деякі з них йдуть в космічний простір, а решта розсіюються (поглинаються) навколишнім середовищем: атмосферою, навколишніми об'єктами, в тому числі біологічними.

Слід пам'ятати, що електромагнітна енергія випромінюється багатьма іншими технічними засобами, основні функції яких не пов'язані з навмисним процесом випромінювання, наприклад, електростанціями, електрифікованими транспортними засобами, лініями електропередач (ЛЕП), побутовою технікою, комп'ютерами, і т.п.

Рівень електромагнітного забруднення поки не став глобально небезпечним, якщо не брати до уваги, що в минулому столітті рівень радіотелефонії з'явився і продовжує рости, який розуміється як сумарний вплив всіх випромінюючих центрів Землі. Проте, електромагнітне випромінювання високого рівня в основному знаходиться поблизу джерел і виникає тільки в періоди роботи випромінюючих технічних засобів [2]. За останні десятиліття різко зросло використання пристроїв, що випромінюють електромагнітні поля (ЕМП). Початок людського розвитку ЕМП пов'язано з використанням довгохвильового діапазону, що було пов'язано з розвитком радіозв'язку і радіомовлення в цьому діапазоні. Потім телебачення почало розвиватися швидкими темпами, і діапазон використовуваних довжин хвиль став розширюватися в бік їх скорочення. З розвитком радіолокації і радіонавігації стали активно контролюватися діапазони УКВ, УВЧ і сантиметрових хвиль. А як щодо мереж стільникового зв'язку. У наш час важко назвати таку галузь науки,

техніки, народного господарства, де не використовується радіоелектронне обладнання, в тому числі випромінює ЕМП.

У розвитку технічних засобів, випромінюють електромагнітну енергію, можна виділити три стійких напрямки, які змушують приділяти особливу увагу питанням електромагнітної екології.

Перший - це збільшення кількості випромінюючих пристроїв за рахунок технічного розвитку і більш щільного заповнення смуг частот, розширення радіо- і радіомережі, збільшення кількості телеканалів і інших послуг. Друге - підвищення енергетичного потенціалу технічних заходів за рахунок збільшення потужності пристроїв і передавачів, підвищення ефективності передавальних антен для телекомунікацій та їх територіальної концентрації. Третій - впровадження складної електронної побутової техніки, персональних комп'ютерів і інших досягнень нової техніки.

В даний час спостерігається погіршення екологічної обстановки саме за допомогою електромагнітного фактора. Це повинно бути пов'язано в першу чергу з домінуванням відомчого, чисто комерційного і споживчого підходу до використання ЕМП. Випромінювальні технічні засоби і об'єкти розміщуються на дахах житлових будинків і в безпосередній близькості від місць масового перебування людей без аналізу вже існуючої електромагнітної обстановки, прогнозування електромагнітного поля розміщуються средств.Как правило, для розміщення випромінюючих технічних засобів використовуються такі ж зручні з точки зору обслуговування місця установки антен (щогли, вежі, хмарочоси і т. Д.). Незважаючи на норми і обмеження на використання технічних засобів, випромінювальних ЕМП в навколишнє середовище, іноді обладнання продається в комерційних цілях, не сертифіковане по гігієнічних параметрах, а також параметрами електромагнітної сумісності та безпеки.

Основними джерелами електромагнітного випромінювання, що вражає людину, є :

• у сфері радіомовлення та радіостанцій (мобільні телефони, радіо і Wi-Fi роутери)

• лінії електропередач;

• електростанції і трансформаторні підстанції;

• електропроводка і різні електроприлади (телевізор, комп'ютер, мікрохвильова піч, фен, електрична духовка, холодильник, пральна машина, кондиціонер, настільна лампа, електрочайник, праска і ін.).

Як правило, для розміщення випромінюючих технічних засобів використовуються такі ж зручні з точки зору обслуговування місця установки антен (щогли, вежі, хмарочоси і т. Д.). Незважаючи на норми і обмеження на використання технічних засобів, випромінювальних ЕМП в навколишнє середовище, іноді обладнання продається в комерційних цілях, не сертифіковане по гігієнічних параметрах, а також параметрами електромагнітної сумісності та безпеки.

Основними джерелами електромагнітного випромінювання, що вражає людину є:

• у сфері радіомовлення та радіостанцій (мобільні телефони, радіо та Wi-Fi роутери)

• лінії електропередач;

• електростанції і трансформаторні підстанції;

• електропроводка та різні електроприлади (телевізор, комп'ютер, мікрохвильова піч, фен, електрична духовка, холодильник, пральна машина, кондиціонер, настільна лампа, електрочайник, праска і ін.).

Біологічні ефекти - це реакція організму на подразники або

вимірні зміни в навколишньому середовищі. Ці зміни не обов'язково шкідливі для здоров'я людини.

Людське тіло має тонкими механізмами адаптації до численних і різноманітних впливів навколишнього середовища. Постійні зміни в будь-якому випадку - частина нашого життя. Однак немає сумнівів в тому, що організм не має адекватних механізмів компенсації по відношенню до всіх біологічних факторів. Незворотні зміни створюють тривалий стрес для організму, можуть становити загрозу для здоров'я.

Безперечно, що ПЕ вище певного рівня можуть викликати біологічні ефекти. Експерименти, проведені на здорових добровольцях, показують, що короткочасний вплив ЕПО в кількостях, присутніх в навколишньому середовищі або в нашому будинку, не викликає очевидних насильницьких наслідків. Що стосується впливу ЕР більш високого рівня, яке може завдати шкоди здоров'ю, існують суворі обмеження, сформульовані в національних і міжнародних нормативних документах [17]. В даний час основна дискусія полягає в тому, чи може тривалий вплив низьких рівнів ЕР викликати відповідні біологічні реакції в організмі і впливати на самопочуття людей. Деякі представники громадськості

пояснюють ряд «неясних» симптомів тим фактом, що ми погано піддаємося впливу ВП в домашніх умовах. Симптоми включають головний біль, неспокій, думки про самогубство і депресії, нудоту, втому і втрату лібідо. Поки немає науково доведених даних, що підтверджують зв'язок між цими симптомами і ефектом ЕР. По крайней мере, деякі з цих проблем зі здоров'ям можуть бути викликані шумом або іншими факторами навколишнього середовища або побоюваннями з приводу нової технології. Значні зусилля в даний час зосереджені на вивченні ЕР щодо раку. Можливі канцерогенні ефекти полів промислової частоти в даний час досліджуються, хоча і в меншій мірі, ніж в кінці 1990-х років.

Довгострокове несприятливий вплив стільникових телефонів на здоров'я - ще одна область, яка в даний час інтенсивно досліджується. Не було відзначено ніяких явних побічних ефектів від впливу низькорівневих радіочастотних полів. З огляду на стурбованість громадськості безпекою стільникових телефонів, очікується, що подальші дослідження дозволять припустити, що дуже низька вплив може мати менш очевидні наслідки [16].

Таким чином, ми представляємо найбільш важливі постанови ВООЗ про вплив ЕМП на здоров'я людини:

1. Ряд чинників навколишнього середовища викликають біологічні ефекти. «Біологічні ефекти» і «ризики для здоров'я» - це не одне і те ж. Необхідні спеціальні дослідження для виявлення і оцінки ризиків для здоров'я.

2. На низьких частотах зовнішні електричні і магнітні поля викликають слабкі струми, що циркулюють в тілі людини. Практично у всіх нормальних умовах рівень індукованих струмів в організмі занадто низький, щоб викликати очевидні наслідки.

3. Основна дія електромагнітного поля RF - нагрівання внутрішніх тканин тіла.

4. Немає сумнівів в тому, що короткочасний вплив дуже сильних електромагнітних полів може бути шкідливим для здоров'я. Сьогодні громадськість стурбована в першу чергу довгостроковими несприятливими наслідками для здоров'я від впливу ЕМП, які менше, ніж ті, які пов'язані з гострими біологічними реакціями.

5. Міжнародний проект ВООЗ EMF International Project був ініційований ВООЗ з метою отримання науково обґрунтованих та об'єктивних відповідей на

питання, що представляють суспільний інтерес, щодо можливих загроз здоров'ю від електромагнітних полів низького рівня [15].

6. Незважаючи на масштабні дослідження, на сьогоднішній день немає доказів, що дозволяють зробити висновок про те, що вплив електромагнітних полів низького рівня шкідливо для здоров'я людини.

7. Міжнародні дослідження зосереджені на можливі зв'язки між раком і промисловими і радіочастотними електромагнітними полями.

В Україні діють «Санітарні норми і норми захисту населення від впливу електромагнітного випромінювання», затверджені Наказом МОЗ України від 1 серпня 1996 № 239 (ДБН 239- 96), зі змінами, затвердженими Наказом МОЗ України від 13.03.2017 № 266.

Згідно з цими стандартами максимально допустимий рівень (ГДК) - це такі значення напруженості електричного поля (ЕП):

- всередині житлових будинків - 0,5 кВ / м;

- на території житлового масиву - 1 кВ / м;

- в населеному пункті, за межами житлової зони (землі в межах міста з урахуванням перспектив розвитку на 10 років, дачні та зелені зони, санаторії, землі міських поселень, в межах селища і сільських поселень, в межах зазначених точок), а також на території городів і садів - 5 кВ / м;

- на перетині електроприводу з автомобільними дорогами I - IV категорій - 10 кВ / м;

- в нежитловий місцевості (незабудована територія, відвідувана людьми, доступна для транспорту, і землі сільськогосподарського призначення) - 15 кВт / м;

- в важкодоступних місцях (недоступних для транспорту і сільгосптехніки) і на територіях, спеціально відгороджених для виключення доступу населення - 20 кВ / м.

Це гранично допустимі рівні, встановлені для ВП, які не спотворюються присутністю людини.

Важливо, що згідно ГОСТ 239-96 інтенсивність ЕП визначається на висоті 1,8 м від рівня землі, для приміщень - від рівня підлоги. Крім того, контроль за дотриманням ЕЦП напруги НДР повинен здійснюватися:

- при введенні в експлуатацію нових будинків, будівель і територій для відпочинку і роботи людей, близьких до ЛЕП;

- після прийняття заходів щодо зниження рівнів ЛЕП.

Для захисту населення від впливу ПП створені санітарно-захисні зони. Зоною санітарно-захисної зони вважається територія з питомою електричною енергією понад 1 кВ / м.

Зона охорони здоров'я ЛЕП встановлюється у вигляді ділянки, межі якого регулюються з двох сторін на певній відстані від проекції крайніх фазних проводів на землю, в напрямку, перпендикулярному ЛЕП. (ОХЛ):

20 м для ПЛ 300 кВ;

30 м для ПЛ 500 кВ;

40 м для ПЛ 750 кВ;

55 м для ПЛ 1150 кВ.

ГОСТ 239-96 рекомендує в якості рекомендованих пристроїв для вимірювання рівня ЕРС низької частоти:

Таблиця 2.

**Перелік приладів, рекомендованих для вимірювання рівняння ЕМП**

**радіочастотного діапазону згідно ДСН 239-96**

| № з/п | Найменування, тип частот параметр | Призначення | Робочий діапазон | Вимірювання | Межі вимірювання | Похибка |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Вимірювальний прилад напруженості ближнього поля<br>№ FM-1 (Німеччина) | Широкосмугове вимірювання електричних і магнітних високочастотних полів на робочих місцях і розподілу | За Е:<br>50 Гц | Напруженість | 2:40 кВ/м | 20 % |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | поля передавальних антен у ближній зоні. | | | | |

Очевидно, що даний прилад має досить високий поріг і високу похибка вимірювання, тому питання про його застосування при проведенні екологічного моніторингу ЕМП залишається відкритим.

У Харкові екологічний моніторинг ЕМП проводить тільки Державне підприємство «Харківський обласний лабораторний центр МОЗ України», але тільки на платній основі за наступним прейскуранту:

| | | |
|---|---|---|
| 680 | Визначення рівня напруженості електромагнітного поля промислової частоти, постійного магнітного поля або електростатичного поля (напруженість) в одній точці | 136,99 грн. |
| 681 | Визначення рівня напруженості електромагнітного випромінювання, щільності потоку енергії в одній точці | 136,99 грн. |

При цьому існує комплексна програма з проведення важливих екологічних заходів кожен день. Що актуально в регіоні - поширення способів проведення ЕМІ, особливо промислової частоти.

# РОЗДІЛ 1. Світова практика та норми регулювання фонового електромагнітного поля промислової частоти

## 1.1 Гіперчутливість до електромагнітних полів

В результаті індустріалізації суспільства і триваючої технологічної революції число е різноманітність джерел електромагнітних полів (ЕМП) досягло безпрецедентного рівня. Джерела включають пристрої візуального відображення (VDU), пов'язані з комп'ютерами, мобільними пристроями телефони і їх базові станції[13].

Ці пристрої роблять наше життя багатшим, безпечніше і простіше, але це становить потенційну небезпеку для здоров'я через електромагнітного випромінювання. Протягом деякого часу багато людей повідомляють про різні проблеми зі здоров'ям, пов'язаних з цим. На їхню думку, при впливі електромагнітних полів.

Якщо деякі люди повідомляють тільки про легких симптомах, намагаючись, якщо можливо, уникнути впливу полів, тоді інші піддаються впливу цього форту впливу, які змушені перестати працювати і повністю змінити свій спосіб життя. Такий добре відомий чутливість до електромагнітних полів отримала загальну назву «гіперчутливість до електромагнітних полів».

Цей інформаційний лист описує цей стан і містить інформацію що може допомогти людям з цими симптомами. Ця інформація заснована на матеріалах семінару. ВООЗ по гіперчутливості до електромагнітних полів (Прага, Чеська Республіка, 2004), Міжнародна конференція по ЕМП і неспецифічним симптомам (COST244bis, 1998), звіт Європейська комісія (Bergqvist and Vogel, 1997) і недавні огляди друкованої продукції. НЕР характеризується великою кількістю неспецифічних симптомів, які можуть бути пов'язані з впливом ЕРС. Найбільш частими симптомами є дерматологічні симптоми (почервоніння, Поколювання і печіння), а також неврастенічні і вегетативні симптоми (втома, Втома, труднощі з концентрацією уваги, запаморочення, нудота, серцебиття і Нетравлення).

Набір симптомів не є частиною будь-якого відомого синдрому. ГЕП і МХК мають ряд неспецифічних симптомів, які не очевидні. токсикологічна або фізіологічна основа або незалежне підтвердження[12]. Є щось спільне термін для чутливості до навколишнього середовища – ідіопатичний екологічна

непереносимість (Інос). Цей термін вперше прозвучав на семінарі, організована Міжнародною програмою ВООЗ з хімічної безпеки (IPCS) в 1996 р в Берліні.

**Інос** - це дескриптор, який не має відношення до хімічної етіології, імунна чутливість або вплив електромагнітних полів. У INOS є все ряд розладів зі схожими неспецифічними і незрозумілими з медичної точки зору симптомами, несприятливий вплив на людей. З огляду на, що поняття розриву широке в даний час використовується, ми продовжимо використовувати його тут. Існує дуже широкий діапазон оцінок поширеності ГЕП серед населення.

Відповідно до огляду центри лікування професійних захворювань, поширеність ГЕП становить кілька людина на мільйон. Однак кількість оглядів для груп самодопомоги набагато вище. Близько 10% зареєстровані випадки ЕНР вважалися серйозними. Поширеність ЕНЕ і симптоми, про які повідомляють, сильно різняться в залежності від географічний район. Таким чином, кількість зареєстрованих випадків ЕНЕ в Швеції, Німеччині та Данії вище, в порівнянні з Сполученим Королівством Великої Британії та Північної Ірландії, Австрією і Францією. Симптоми викликані УФІ, були більш поширені в скандинавських країнах, де вони найчастіше виявлялися як шкірні патології більше, ніж в будь-якій іншій частині Європи. Симптоми, схожі на ті, про які повідомляють люди з ГЕП широко поширені серед населення.

Було проведено безліч досліджень, в яких люди з НЕР піддавалися впливу Електромагнітні поля, схожі на електромагнітні поля, яким вони приписують свої симптоми. Речення дослідження змогли викликати симптоми в контрольованих лабораторних умовах. Жорстко контрольований подвійний блайнд дослідження показали, що симптоми не пов'язані з впливом ЕМП.

Було висловлено припущення, що симптоми, які спостерігаються у деяких людей з КВЧ, можуть бути викликані: фактори навколишнього середовища, які пов'язані з ЕМП. До цих факторів належать світло мерехтіння люмінесцентних ламп, яскраве світло і інші проблеми із зором при роботі з УФІ, а також погане ергономічний дизайн комп'ютерних робочих місць.

## 1.2 Базові станції та бездротові технології

В даний час мобільні телефони широко використовуються у всьому світі. Ця бездротова технологія заснована на розгалуженої мережі фіксованих антен або базові станції мобільного телефонії, що передають інформацію за допомогою радіочастотних (RF) сигналів[11]. У світі налічується понад 1,4

мільйона базових станцій, і їх число швидко зростає з впровадженням технологій третього покоління. Інші бездротові мережі, такі як бездротові локальні мережі (WLAN), які забезпечують високошвидкісний доступ до Інтернету та його послуг, також стають все більш поширеними в будинках, офісах і багатьох інших громадських місцях. локації (аеропорти, школи, житлові райони і міські райони). Вплив радіохвиль збільшується зі збільшенням кількості базових станцій і бездротових локальних мереж.

Сигнали населенню. Недавні дослідження показали, що в залежності від багатьох факторів, таких як близькість до антени або навколишні умови, рівень Вплив радіочастотних сигналів від базових станцій складає від 0,002% до 2% значень, зазначених в міжнародних нормативах впливу. Це менше або порівняно з радіочастотним випромінюванням від радіо або телевізійних станцій. Є побоювання з приводу потенційних наслідків для здоров'я впливу радіочастотних полів від бездротових технологій. У цьому інформаційному бюлетені представлений огляд наукових даних про наслідки для здоров'я тривалого впливу низьких рівнів випромінювання від базових станцій та інших бездротових локальних мереж. Загальні проблеми з антенами базових станцій і бездротовими локальними мережами усувають потенційні довгострокові наслідки впливу радіочастотного випромінювання на все людське тіло.

Встановлено наслідком впливу радіочастотних полів на людину є підвищення температури тіла (> 10 ° C) при впливі полів дуже високої інтенсивності, які існують тільки в певних промислових установках (наприклад, поля, що випромінюються радіаторами РЧ). Рівні радіочастотного впливу від базових станцій і бездротових мереж настільки низькі, що температура тіла незначно підвищується, не впливаючи на здоров'я людини. Потужність радіочастотного поля швидко зменшується з видаленням від джерела. Якщо радіочастотні сигнали можуть перевищувати міжнародно прийнятні рівні, доступ до антен базової станції. Недавні оцінки показали, що рівні радіочастотного випромінювання від базових станцій і бездротових технологій місця розташування (включаючи школи і магазини) зазвичай в тисячі разів нижче міжнародних стандартів[9].

Фактично, при рівних рівнях радіочастотного впливу людське тіло поглинає в п'ять разів більше сигналів від FM-радіо і телебачення через його більш низької частоти, ніж у базових станцій. Це пов'язано з тим, що частоти, використовувані в FM-радіопередачі (близько 100 МГц) і телевізійної передачі (близько 300-400 МГц) нижче, ніж частоти використовується в мобільній

телефонії (900 МГц і 1800 МГц), а також тим, що через свою висоти людина є ефективною приймальні антеною.

Крім того, радіо- і телевізійні станції працюють вже 50 і більше років, і за цей період не було виявлено ніяких несприятливих наслідків для здоров'я. У той час як більшість радіотехнологій використовують аналогові сигнали, цифрова передача лежить в основі сучасної бездротового зв'язку. На сьогоднішній день дослідження не виявили будь-якого ризику для здоров'я, пов'язаного з різними радіочастотними модуляціями[7].

Повідомлення ЗМІ або неперевірена інформація про випадки кластерного раку в районах, прилеглих до мобільних базових станцій, сприяли зростанню суспільного занепокоєння. Слід зазначити, що з географічної точки зору випадки раку нерівномірно розподілені в будь-якій популяції. Оскільки людину оточує велика кількість базових станцій зв'язку, скупчення раку можуть випадково з'явитися в місцях поруч з базовими станціями. Крім того, часто ці кластери включають різні типи раку, які не мають спільних характеристик і, отже, навряд чи мають загальну причину.

Наукові дані про розподіл випадків раку серед населення можна отримати в результаті добре спланованих епідеміологічних досліджень. За останні 15 років були опубліковані дослідження про потенційну зв'язку між радіопередавачами і раком. В результаті цих досліджень немає

Докази того, що вплив радіочастотних сигналів від передавачів збільшує ризик раку. Довгострокові дослідження на тваринах також не виявили збільшення ризик розвитку раку навіть при рівнях впливу радіочастотних полів, які набагато перевищують рівні впливу базових станцій і бездротових мереж. Інші впливу: було проведено всього кілька досліджень по загальному впливу радіочастотних полів базових станцій на здоров'я. Це пов'язано з тим, що складно розрізнити можливі наслідки. вплив дуже слабких сигналів, що випромінюються базовими станціями, через вплив інших сильніших радіочастотних сигналів в навколишньому середовищі.

У більшості випадків вивчався вплив радіочастотних сигналів на користувачів мобільних телефонів. Відсутність впливу радіочастотних полів, наприклад, створюваних стільниковими телефонами[8]. Несприятливі наслідки для здоров'я. У цих дослідженнях рівні впливу радіочастотного випромінювання були приблизно в 1000 разів вище, ніж опромінення населення базовими станціями або бездротовими сигналами. Достовірних даних про порушення сну або серцево-судинної дисфункції не було.

Люди повідомляли про неспецифічних симптомах при впливі радіочастотних полів від базових станцій і інших пристроїв з електромагнітні поля (ЕМП). Інформація міститься в недавно опублікованому інформаційному бюлетені ВООЗ «Підвищена чутливість до електромагнітних полів». Це вказує на те, що ЕМП не викликають цих симптомів. Однак важливо оцінити стан людей, які страждають цими симптомами. Всі наявні на сьогоднішній день докази говорять про те, що вплив радіочастотних сигналів, випромінюваних базовими станціями, не призводить до будь-яких несприятливих короткострокових або довгострокових наслідків для здоров'я. З урахуванням того.

Оскільки бездротові мережі, як правило, випромінюють сигнали меншої інтенсивності, ніж базові станції, вважається, що вони не роблять шкідливого впливу на здоров'я.

## Норми захисту

Наукові дані про розвиток раку серед населення можна дізнатися в результаті добре спланованих епідеміологічних досліджень. За останні 15 років бульвар опублікував звіт про можливості зв'язку між радіопередачами і раком.

Довгостроково до останнього разу на тварині, вони теж не бачили розвитку раку в потоці радіочастотних полів, так як він починає захльостує потік базових станцій і бездітний поділ. Інші приплив: весь термін додаткового припливу проводився поверх припливу радіочастотних полів базових станцій для здоров'я. Ціна прив'язана, так що будь-який спадок легко розвинути. приплив навіть слабких сигналів, який викликається базовими станціями, через приплив найсильніших радіочастотних сигналів посеред дня.

Велика кількість випадків мають приплив радіочастотних сигналів на мобільні телефони[6]. Видимість радіочастотних полів, наприклад, зі штатними телефонами. Неприємні для здоров'я сліди. За кількістю відбіркових, приплив радіочастотного випромінення, були приблизно в 1000 разів більше, менше заселений базовими станціями або безшумними сигналами. Немає ніяких достовірних даних про порушення сну або серцево-судинної дисфункції.

Люди чули про неспецифічних симптомах при впливі радіочастотних полів

від базових станцій і їх наростанні від електромагнітних полів (ЕМП). Інформація, що міститься в недавно опублікованому інформаційному бюлетені VOOZ «Чутливість до електромагнітних полів», була розширена[4].

Замовлю тим, у кого немає симптомів електромагнітного поля.

Однак важливо оцінити групу людей, які страждають множинними симптомами. Все, що видно в цей день, доводить, що мова йде про тих, хто заливає радіочастотними сигналами, випромінюваних базових станціях, щоб не робити незручних коротких рядків аномального для здоров'я доіндустріального спадщини.

У зв'язку з тим, що дітей не переслідують, як правило, зменшуються сигнали меншої інтенсивності, нижче, ніж у базових станцій, щоб сморід не йшло від сильного відведення до здоров'я.

## Сприйняття ризику населенням

Деякі люди вважають, що вплив радіочастотного випромінювання на здоров'я може бути можливим або навіть значним. Такі побоювання викликають, зокрема, повідомлення ЗМІ про нові та непідтверджених наукових дослідженнях, які створюють відчуття невпевненості і уявлення про те, що може існувати невідомі або невідкриті небезпеки. Іншими факторами є естетичні міркування і усвідомлення неможливості контролювати процес (або брати участь в ньому).

Визначення місця розташування нових базових станцій. Досвід показує, що освітні програми, а також ефективне спілкування та залучення населення та участь інших зацікавлених сторін у відповідних етапах процесу прийняття рішень до установки джерел РЧ може підвищити довіру громадськості та прийнятність цих джерел.

ВООЗ в рамках міжнародного проекту EMF розробила програму моніторингу наукової літератури стосуються електромагнітних полів для оцінки впливу на здоров'я[1].

Вплив електромагнітних полів в діапазоні від 0 до 300 ГГц для інформування про потенційні небезпеки електромагнітного поля і визначення відповідних заходів щодо їх зниження.

Після великих міжнародних оглядів Міжнародний проект ЕМП стимулював дослідження для заповнення прогалин в знаннях. У відповідь з цією метою національні уряди і дослідні інститути вклали понад 250 мільйонів

доларів в дослідження електромагнітного поля за останні 10 років[5]. Хоча вважається, що радіочастотні поля від базових станцій і бездротових мереж не впливають на здоров'я людини, ВООЗ заохочує дослідження, щоб визначити, чи є які-небудь наслідки для здоров'я від впливу радіочастотних сигналів, що перевищують випромінюються сигнали.

### 1.3. Статичні електричні і магнітні поля

Технології, що використовують статичні поля, все частіше використовуються в певних областях, таких як медична магнітно-резонансна томографія (МРТ), транспорт системи, що використовують постійний струм (DC) або статичні магнітні поля, а також дослідження в галузі фізики високих енергій.

Зі збільшенням сили статичних полів зростає ризик їх різних взаємодій з людським тілом. Нещодавно в рамках міжнародного проекту СЕМ Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) вивчалася дія на здоров'я статичних полів високої напруги і підкреслювалася важливість захисту здоров'я медичних працівників та пацієнтів (особливо дітей і вагітних жінок), а також промислових робітників, які виробляти магніти для створення сильних магнітних полів (Environmental Health Criteria, 2006).

Електричні і магнітні поля створюються такими явищами, як магнітне поле Землі, грози і використання електрики. Якщо ці поля не змінюються з часом, вони називаються статичними. Частота цих полів становить 0 Гц. В атмосфері статичні електричні поля (також звані електростатичними поля) природно виникають в ясний день і, зокрема, під грозовими хмарами. Тертя також сприяє розділенню позитивних і негативних зарядів і утворення сильних статичних електричних полів. Їх потужність вимірюється в вольтах на метр (В / м) або в кіловольт на метр (кВ / м). У повсякденному житті можна

Відчуйте ураження електричним струмом при дотику до заземлених предметів або відчуйте, як волосся стає дибки через тертя, наприклад, при ходьбі по килиму.

Ще одне джерело статичних електричних полів - це використання електрики РТ. Прикладами таких джерел є залізничні системи, що працюють на ПК, а також телевізори та комп'ютерні дисплеї з електронно-променевими трубками[3]. Статичне магнітне поле вимірюється в амперах на метр (А / м), але

зазвичай виражається в термінах відповідної магнітної індукції, вимірюваної в теслах (Тл) або міллітесла (мТл).

Активність природного геомагнітного поля над поверхнею Землі коливається в межах 0,035 - 0,07 мТл. Деякі тварини здатні відчувати геомагнітне поле і використовувати його для орієнтації. Штучні статичні магнітні поля створюються всюди, де використовується ПТ, наприклад, в електропоїздах, коли виробництво алюмінію і газове зварювання.

Ці поля можуть бути в тисячу разів могутніше природного магнітного поля Землі. Останні технологічні інновації включають використання магнітних полів, які в 100 000 разів сильніше магнітного поля Землі. Такі області використовуються в наукових і медичних дослідженнях, таких як МРТ, для отримання тривимірних зображень мозку та інших м'яких тканин. Під час рутинних клінічних досліджень просканові пацієнти і оператори обладнання можуть піддаватися впливу сильних магнітних полів в діапазоні 0,2-3 Тл. Для сканування всього тіла пацієнта він використовується в медичних пристроях з більш сильними магнітними полями до 10Тл.

## 1.4 Наслідки для здоров'я

Проведено лише кілька досліджень статичних електричних полів. Отримані на сьогоднішній день результати дозволяють припустити, що єдиний їх сильний вплив пов'язано з рухом волосся на тілі і дискомфортом через електричних розрядів. Хронічні або відстрочені ефекти впливу статичні електричні поля вивчені недостатньо. Що стосується статичних магнітних полів, сильні ефекти можуть виникати тільки тоді, коли всередині поля відбуваються руху, такі як рух людини або рух всередині людського тіла (наприклад, кровоток або серцебиття).

Людина, який рухається в поле з силою понад 2 Тл, може запаморочення і нудота, а іноді металевий присмак у роті і відчуття спалахів світла. Це може мати вплив (навіть якщо воно тимчасове), про безпеку при виконанні точних дій (наприклад, при проведенні хірургічних операцій з використанням магнітно-резонансних пристроїв)[2].

Статичні магнітні поля впливають на рух заряджених частинок в крові, таких як іони, створюючи електричні поля і струми навколо серця і великих кровоносних судин, які можуть трохи ускладнювати кровотік. Можливі

наслідки варіюються від незначних змін серцебиття до підвищеного ризику порушення серцевого ритму (аритмії), яке

може загрожувати життю людини (наприклад, фібриляції шлуночків). Однак сильні удари цього типу можливі тільки в межах полів, потужність яких перевищує 8 Тл.

Неможливо встановити, чи є які-небудь довгострокові наслідки для здоров'я від впливу магнітних полів (навіть в мілітеслах), оскільки в даний час немає адекватних епідеміологічних досліджень або довгострокових досліджень на тваринах. Отже, в даний час неможливо класифікувати канцерогенний вплив статичних магнітних полів на людину (IARC, 2015).

## 1.5 Міжнародні стандарти

Вплив статичних магнітних полів було вивчено Міжнародною комісією із захисту від неіонізуючого випромінювання. Поки на робочому місці встановлено такий рівень допустимого впливу, при якому люди не відчуває запаморочення або нудоти при русі в статичному магнітному полі. Рекомендований рівень впливу на робочому місці - це середньозважена за часом величина 200 мТл протягом робочого дня.

Максимально допустимий рівень становить 2 Тл. Для населення в цілому рівень тривалого впливу встановлений на рівні 40 мТл. Статичні магнітні поля впливають на металеві пристрої, такі як кардіостимулятори, які імплантовані в людський організм, і це може мати прямі негативні наслідки для здоров'я. Люди з інтракорпорального кардіостимуляторами, феромагнітними імплантатами та імплантатами

Рекомендується уникати розташування електронних пристроїв в місцях з напруженістю поля більше 0,5 мТл. Також слід дотримуватися запобіжних заходів в разі раптового тяжіння металевих предметів до магнітів в полях, що перевищують 3 мТл.

# РОЗДІЛ 2. Цілі та матеріали дослідження

**Матеріали і методи досліджень**. Дослідження проводилися на протязі березня 2021 р. на частині території Київського району м. Харкова (мікрорайон

П’ятихатки) за маршрутом, що показаний на схемі нижче. Він складався з двох паралельних частин.

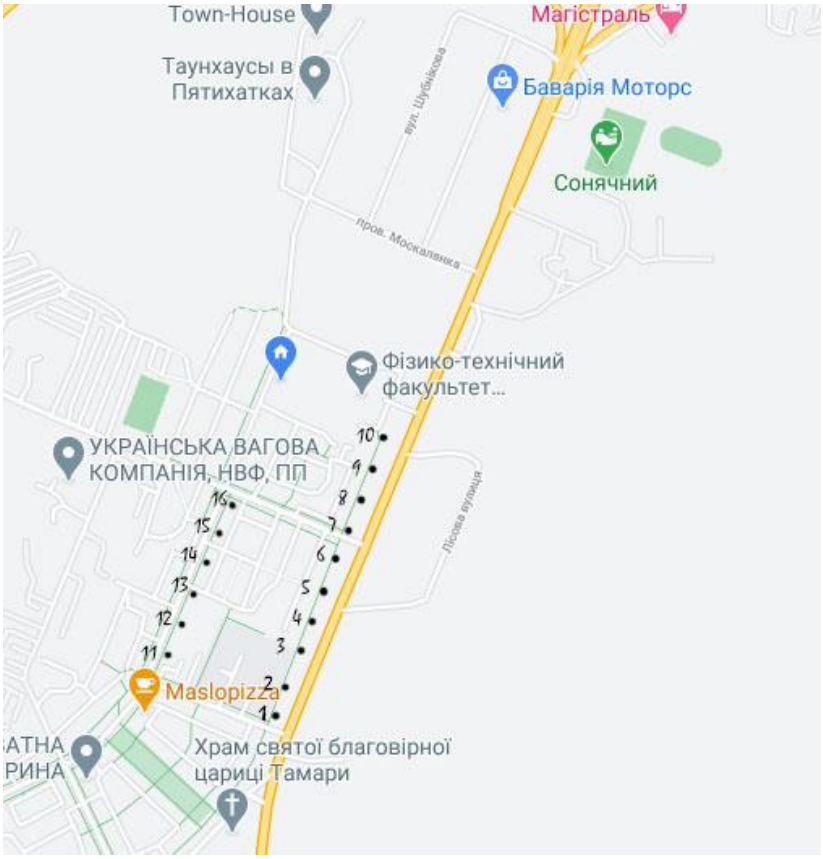



Рис. 1. Схема маршруту проведення вимірювань

Вимірювання здійснювалися з 9-ї до 10-ї години ранку за допомогою вимірювача напруженості електричного поля VX 0100 (фірми Chauvin Arnoux, Франція), опис і технічні характеристики якого наведено у Додатку. Вимірювання у кожній точці проводилися відповідно на висоті 1 м і 2 м від рівня землі. Використовувався діапазон промислових частот: 5 Гц – 3 кГц. За час проведення кожного вимірювання (1 хвилина) мікропроцесор вимірювача сам створював випадкову вибірку з даних вимірювань і виводив на дисплей середнє вибіркове значення модуля напруженості електричного поля в одиницях В/м. Використовувалися два діапазони напруженості ЕП: 1) від 1,0 до 200,0 В/м та 2) від 100,0 до 2000,0 В/м. Відносна похибка вимірювань на

частоті 50 Гц складала 3 %. Вимірювач автоматично враховував присутність людини і виключав цей вплив на результати вимірювань. Нижче наведена таблиця результатів вимірювань.

Таблиця 1.

Результати вимірювань напруженості електричного поля в одиницях В/м

| Дата | Висота 1 м, № точки вимірювань | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 10.03 | 100 | 20 | 20 | 20 | 60 | 80 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 20 | 20 | 40 | 200 | 200 |
| 13.03 | 60 | 10 | 10 | 10 | 40 | 60 | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | 10 | 20 | 100 | 200 |
| 15.03 | 60 | 10 | 10 | 10 | 40 | 60 | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | 10 | 20 | 100 | 200 |
| 17.03 | 80 | 10 | 20 | 10 | 40 | 60 | 5 | 10 | 5 | 5 | 10 | 10 | 20 | 10 | 100 | 200 |
| 19.03 | 100 | 20 | 20 | 20 | 60 | 80 | 10 | 10 | 5 | 10 | 20 | 20 | 20 | 20 | 100 | 200 |
| 21.03 | 100 | 20 | 10 | 20 | 40 | 70 | 10 | 10 | 5 | 5 | 10 | 20 | 10 | 40 | 200 | 200 |
| 23.03 | 60 | 10 | 10 | 10 | 40 | 60 | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | 10 | 20 | 100 | 200 |
| 25.03 | 80 | 10 | 10 | 10 | 60 | 80 | 10 | 5 | 5 | 5 | 20 | 20 | 10 | 20 | 200 | 200 |
| 27.03 | 80 | 10 | 20 | 10 | 40 | 60 | 5 | 10 | 5 | 5 | 10 | 10 | 20 | 10 | 100 | 200 |
| 29.03 | 100 | 20 | 20 | 20 | 60 | 80 | 10 | 10 | 5 | 10 | 20 | 20 | 20 | 20 | 100 | 200 |
| Дата | Висота 2 м, № точки вимірювань | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 10.03 | 20 | 10 | 5 | 10 | 10 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 5 | 20 | 10 | 10 |
| 13.03 | 10 | 0 | 0 | 0 | 5 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 40 |
| 15.03 | 10 | 0 | 0 | 0 | 5 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 40 |
| 17.03 | 20 | 5 | 5 | 0 | 5 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 10 | 20 |
| 19.03 | 20 | 10 | 5 | 10 | 10 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 5 | 10 | 20 | 20 |
| 21.03 | 20 | 10 | 5 | 10 | 5 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | 10 |
| 23.03 | 10 | 0 | 0 | 0 | 5 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 40 |
| 25.03 | 10 | 0 | 0 | 0 | 10 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 20 | 40 |
| 27.03 | 20 | 5 | 5 | 0 | 5 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 10 | 20 |
| 29.03 | 20 | 10 | 5 | 10 | 10 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 5 | 10 | 20 | 40 |

За даними таблиці 1 були побудовані відповідні графіки на рисунках 2 та 3. Графіки на рисунках 2 та 3 з метою більшої інформативності були розгорнуті за датами на рисунках 4 і 5.

E, В/м

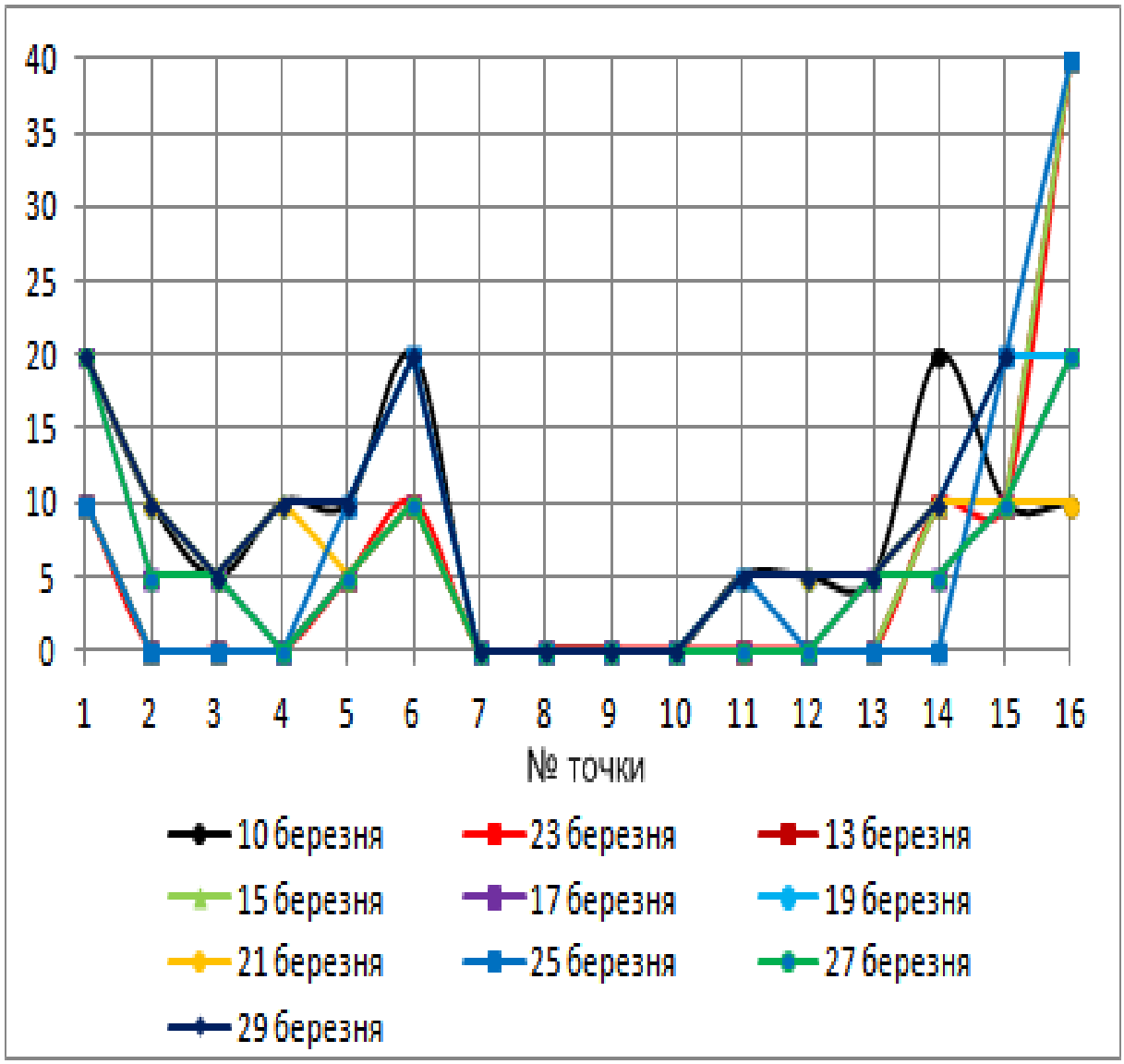



Рис. 2. Результати вимірювань напруженості ЕП на висоті 2 м від відстані вздовж маршрут

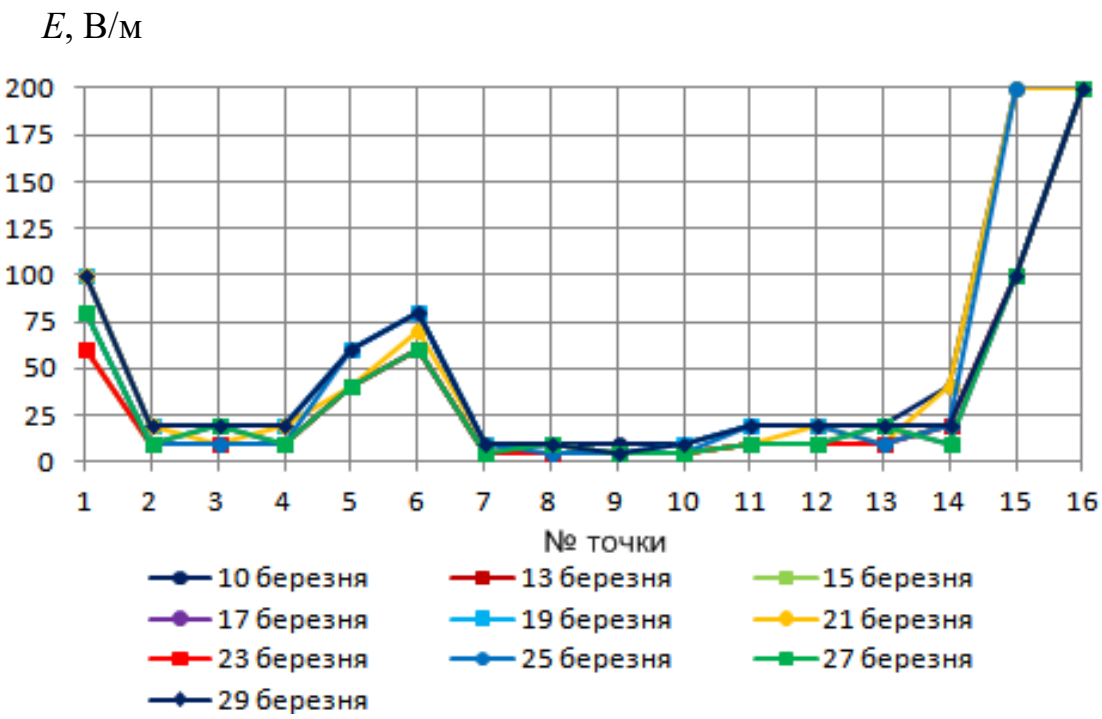



Рис. 3. Результати вимірювань напруженості ЕП на висоті 1 м від відстані вздовж маршруту

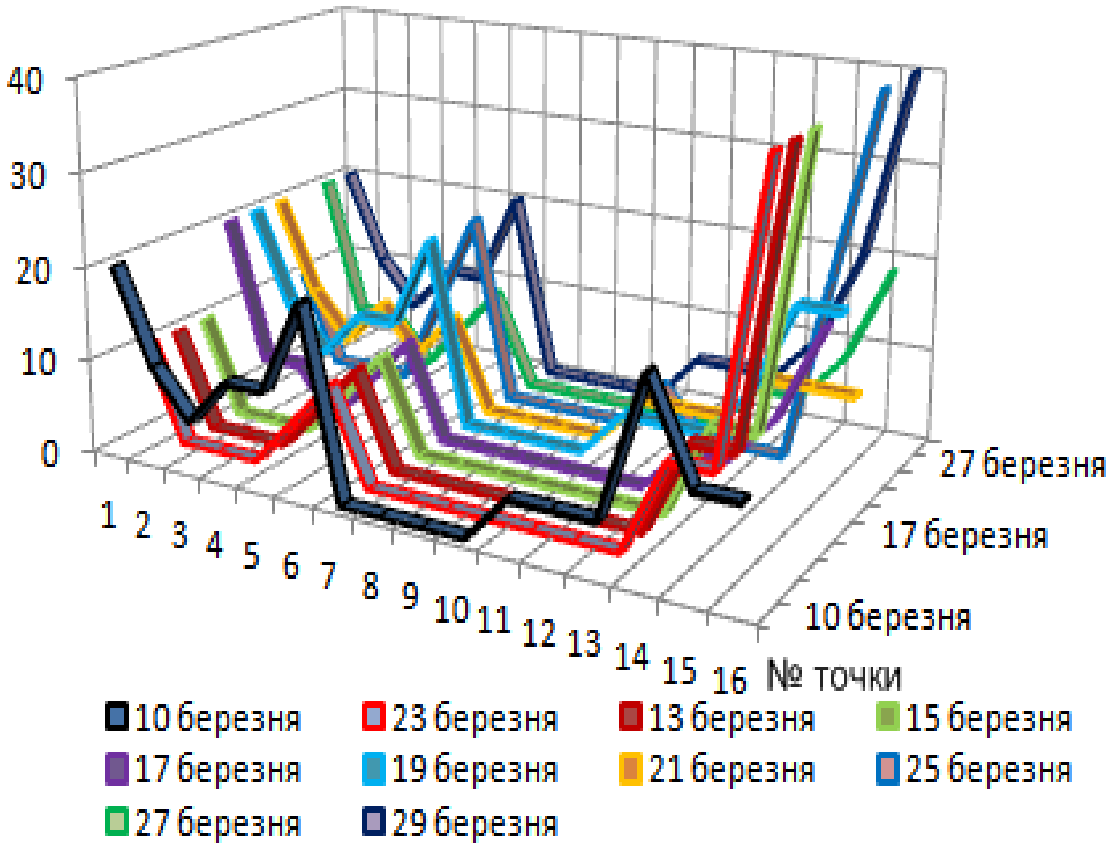



Рис. 4. Результати вимірювань напруженості ЕП (В/м) на висоті 2 м від відстані вздовж маршруту на різні дати

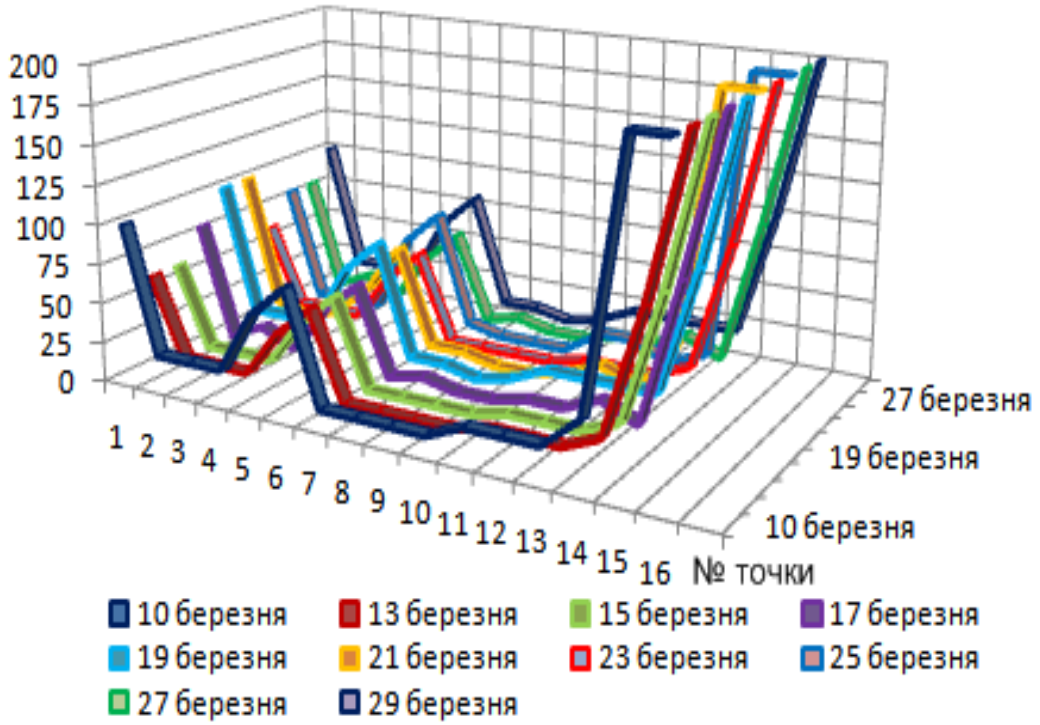



Рис. 5. Результати вимірювань напруженості ЕП (В/м) на висоті 1 м від відстані вздовж маршруту на різні дати

Графіки 2 –5 свідчать про те, що аномальні високі значення напруженості ЕП спостерігалися в точках 1, 6 і 16. В інших точках спостережень напруженість знаходилася в межах фону – близько 10 В/м. Викликає інтерес той факт, що на висоті 1 м напруженість електричного поля практично у п’ять разів була вище, ніж на висоті 2 м. Це свідчить про те, що джерело напруженості знаходилося на поверхні землі або під землею.

Спочатку з'ясуємо, вплив яких з двох факторів є визначаючим для мінливості напруженості ЕМ: розташування точки вимірювання на місцевості, чи дата проведення вимірювання. Для цього застосуємо двохфакторний дисперсійний аналіз в межах ППП MS Excel «Аналіз даних» за допомогою інструменту «Двохфакторний дисперсійний аналіз без повторень». Результати для висоти 2 м наведені в таблиці 3.

При дисперсійному аналізі двохфакторних комплексів взагалі розраховують шість вихідних дисперсій:

1. $C_A$ – дисперсія по першому чиннику – це сума зважених квадратів центральних відхилень окремих середніх за градаціями першого чинника від загальної середньої по всьому комплексу.

2. $C_B$ – дисперсія по другому чиннику – це сума зважених квадратів центральних відхилень окремих середніх за градаціями другого чинника від загальної середньої по всьому комплексу.

3. $C_x$ – дисперсія по сумарному впливу обох чинників – це сума зважених квадратів центральних відхилень окремих середніх за усіма градаціями комплексу від загальної середньої по всьому комплексу.

4. $C_{AB}$ – дисперсія по сполученням градацій обох чинників визначається як різниця: $C_{AB} = C_x - C_A - C_B$.

5. $C_z$ – випадкова дисперсія по сумарному впливу неконтрольованих чинників – це сума квадратів центральних відхилень значень кожної ознаки від окремої середньої своєї градації.

6. $C_y$ – загальна дисперсія ознак по усьому комплексу – це сума квадратів центральних відхилень значень кожної ознаки від загальної середньої по усьому комплексу.

У двохфакторному комплексі сума загальної факторіальної і випадкової дисперсій завжди дорівнює загальній дисперсії: $C_y = C_x + C_z$, а сума трьох окремих дисперсій – по першому, другому чинникам та сполученням їх градацій – завжди дорівнює загальній факторіальній дисперсії: $C_x = C_A + C_B + C_{AB}$. Таким чином, з шести вихідних дисперсій досить розрахувати лише чотири, наприклад, $C_A, C_B, C_{AB}$ та $C_z$.

Сила впливу чинника (або чинників) визначається як відношення окремої дисперсії до загальної: $\eta_i^2 = \frac{C_i}{C_y}$, де $C_i$ – одна з дисперсій 1 – 5. Найчастіше сила впливу визначається у відсотках, для цього цю формулу треба помножити на 100 %.

Для розрахунків достовірності впливу чинника (або чинників) необхідно визначити кількість ступенів свободи:

1) для першого чинника: $\nu_A = r_A - 1$ (де $r_A -$ кількість градацій 1-го чинника);

2) для другого чинника: $\nu_B = r_B - 1$ (де $r_B -$ кількість градацій 2-го чинника);

3) для сполучення їх градацій: $\nu_{AB} = \nu_A \cdot \nu_B$;

4) для факторіального впливу: $\nu_x = r_A \cdot r_B - 1$;

5) для випадкового чинника: $\nu_z = n - r_A \cdot r_B$ (де $n$ – об'єм вибірки);

6) для загального впливу усіх чинників: $\nu_y = n - 1$.

Достовірність впливу чинників визначається за формулою:

$F_{Факт} = \frac{C_i}{C_z} \cdot \frac{n - r_A \cdot r_B}{\nu_i}$, де $i = A, B, AB, x$. Показник достовірності впливу порівнюється із табличним значення критерію Фішера $F_{Teop}(\nu_1; \nu_2; p)$ для кількості ступенів свободи: $\nu_1 = \nu_i$ і $\nu_2 = n - r_A \cdot r_B$, а також для потрібного рівня значущості критерію $p$. Якщо $F_{Факт} > F_{Teop}(\nu_1; \nu_2; p)$, то вплив вважається достовірним.

Таблиця 2.

Результати застосування двохфакторного дисперсійного аналізу (висота 2 м)

| *Точки:* | *Рахунок* | *Сума* | *Середне* | *Дисперсія* |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 10 | 160 | 16 | 26,67 |
| 2 | 10 | 50 | 5 | 22,22 |
| 3 | 10 | 30 | 3 | 6,67 |
| 4 | 10 | 40 | 4 | 26,67 |
| 5 | 10 | 70 | 7 | 6,67 |
| 6 | 10 | 140 | 14 | 26,67 |
| 7 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 10 | 25 | 2,5 | 6,94 |
| 12 | 10 | 20 | 2 | 6,67 |
| 13 | 10 | 30 | 3 | 6,67 |
| 14 | 10 | 90 | 9 | 26,67 |
| 15 | 10 | 130 | 13 | 23,33 |
| 16 | 10 | 280 | 28 | 173,33 |
| *Дати:* | | | | |
| 10.03 | 16 | 130 | 8,125 | 49,58 |
| 13.03 | 16 | 85 | 5,3125 | 104,89 |
| 15.03 | 16 | 85 | 5,3125 | 104,89 |
| 17.03 | 16 | 85 | 5,3125 | 44,89 |
| 19.03 | 16 | 140 | 8,75 | 58,33 |
| 21.03 | 16 | 105 | 6,5625 | 29,06 |
| 23.03 | 16 | 85 | 5,3125 | 104,89 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 25.03 | 16 | 105 | 6,5625 | 129,06 |
| 27.03 | 16 | 85 | 5,3125 | 44,89 |
| 29.03 | 16 | 160 | 10 | 113,33 |

| Дисперсійний аналіз | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Источник вариации* | *SS* | *df* | *MS* | *F* | *P-Значение* | *F критическое* |
| Точки | 8953,59 | 15 | 596,90 | 28,73611 | 9,87E-35 | 1,741066 |
| Дати | 428,28 | 9 | 47,58 | 2,290912 | 0,020021 | 1,94988 |
| Випадкові | 2804,21 | 135 | 20,77 | | | |
| Разом | 12186,09 | 159 | | | | |

| Вплив факторів, % | |
|---|---|
| Точки | 73,47 |
| Дати | 3,51 |
| Випадкові | 23,01 |
| Разом: | 100,00 |

Таким чином, на висоті 2 м головним джерелом варіації напруженості електричного поля було розташування точки вимірювання (73,47 %). Від дати проведення вимірювань напруженість електричного поля змінювалася в межах 3,51 %. Вплив випадкових факторів складав 23,01 %.

Таблиця 3.

Результати застосування двохфакторного дисперсійного аналізу (висота 1 м)

| *Точки:* | *Рахунок* | *Сума* | *Средне* | *Дисперсія* |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 10 | 820 | 82,00 | 306,67 |
| 2 | 10 | 140 | 14,00 | 26,67 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 | 10 | 150 | 15,00 | 27,78 |
| 4 | 10 | 140 | 14,00 | 26,67 |
| 5 | 10 | 480 | 48,00 | 106,67 |
| 6 | 10 | 690 | 69,00 | 98,89 |
| 7 | 10 | 75 | 7,50 | 6,94 |
| 8 | 10 | 80 | 8,00 | 6,67 |
| 9 | 10 | 55 | 5,50 | 2,50 |
| 19 | 10 | 65 | 6,50 | 5,83 |
| 11 | 10 | 140 | 14,00 | 26,67 |
| 12 | 10 | 150 | 15,00 | 27,78 |
| 13 | 10 | 150 | 15,00 | 27,78 |
| 14 | 10 | 220 | 22,00 | 106,67 |
| 15 | 10 | 1300 | 130,00 | 2333,33 |
| 16 | 10 | 2000 | 200,00 | 0,00 |
| *Дати:* | | | | |
| 10.03 | 16 | 840 | 52,50 | 4020,00 |
| 13.03 | 16 | 560 | 35,00 | 2686,67 |
| 15.03 | 16 | 560 | 35,00 | 2686,67 |
| 17.03 | 16 | 595 | 37,19 | 2729,90 |
| 19.03 | 16 | 715 | 44,69 | 2744,90 |
| 21.03 | 16 | 770 | 48,13 | 4186,25 |
| 23.03 | 16 | 560 | 35,00 | 2686,67 |
| 25.03 | 16 | 745 | 46,56 | 4232,40 |
| 27.03 | 16 | 595 | 37,19 | 2729,90 |
| 29.03 | 16 | 715 | 44,69 | 2744,90 |

| Дисперсійний аналіз | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Джерело варіації* | *SS* | *df* | *MS* | *F* | *P-Значення* | *F критическое* |
| Рядки | 449481,1 | 15 | 29965,41 | 181,8752 | 1,25E-81 | 1,741066 |
| Столбці | 5995,156 | 9 | 666,13 | 4,04307 | 0,000132 | 1,94988 |
| Похибка | 22242,34 | 135 | 164,76 | | | |
| | | | | | | |
| Разом | 477718,6 | 159 | | | | |
| Точки | 94,09 | | | | | |
| Дати | 1,25 | | | | | |
| Випадкові | 4,66 | | | | | |
| Разом: | 100,00 | | | | | |

На висоті 1 м головним джерелом варіації напруженості електричного поля теж було розташування точки вимірювання (94,09%). Від дати проведення вимірювань напруженість електричного поля змінювалася в межах 1,25 %. Вплив випадкових факторів складав 4,66 %.

**Висновки:**

Таким чином, в цій роботі:

1. Протягом березня 2021 року на частині території Київської області були проведені пілотні дослідження сили фонового електричного поля технічного діапазону частот на части территории Киевского району м. Харкова (мікрорайон П'ятихатки)

2. Статистична обробка результатів Bull проводилася з використанням кореляційно-дисперсійного аналізу.

3. Результати вимірювань в одній точці НЕ виявили зміни гранично допустимого рівня напруженості електричного поля на землі, що становить по ГС 239-96 1 кВ / м.

4. Досліджувалася залежність напруженості електричного поля від метеорологічних факторів, що виникають при вимірах, і сама по собі: температура повітря, вологість і атмосферний тиск. Ці відносини в цілому були слабкими, одноманітними за своїм характером, але стали дуже складними щодо розташування ліній електропередач.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ


1. Суворов Г.А., Пальцев Ю.П., Хунданов Л.Л. и др. Неионизирующие электромагнитные излучения и поля (экологические и гигиенические аспекты). / Под общей ред. Н.Ф. Измерова. – М. : Изд-во «Вооружение. Политика. Конверсия», 1998. – 110 с.
2. Кузнецов А.Н. Биофизика электромагнитных воздействий (основы дозиметрии). – М. : Энергоатомиздат, 1994. – 80 с.
3. Электромагнитная безопасность человека : Справ.-информ. изд. / Ю. Г. Григорьев, В. С. Степанов, О. А. Григорьев, А. В. Меркулов. – М. : Рос. нац. ком. по защите от неионизирующего излучения, 1999. – 145 с.
4. Бузов А.Л., Сподобаев Ю.М. Электромагнитная экология. Основные понятия и нормативная база. – М.: Радио и связь, 1999. – 78 с.
5. Международный регламент радиосвязи. International Telecommunication Union. Женева, 2016. – 430 с.
6. Думанський В.Ю. Гігієнічна оцінка електромагнітної ситуації та наукове обґрунтування вимог до її безпеки в сучасних населених місцях України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора медичних наук / В.Ю. Думанський. – Київ, 2009.
7. Кундельська Т.В., Микицей М.Т. Дослідження електромагнітного забруднення, ускладненого впливом базових станцій стільникового зв’язку, на урбанізованій території міста Івано-Франківська / Екологічна безпека та природокористування, № 1–2 (23), 2017.
8. Павлов А.Н. Электромагнитные поля и жизнедеятельность. Учебное пособие. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. – 148 с.
9. Довбыш В.Н. Технология регионального контроля природной среды по фактору электромагнитного излучения объектов энергетических систем. // Инфокоммуникационные технологии, №3, 2006. – С.73 – 78

10. Про затвердження державних санітарних норм і правил захисту населення від впливу електромагнітного випромінювання: Наказ МОЗ України від 1 серпня 1996 р. № 239 // Офіц. Інтернет-сторінка Верховної Ради України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.rada.gov.ua.
11. Електронний ресурс: https://labcenter.kh.ua/ останнє звернення 10.11.2020.
12. Електронний ресурс: https://pogoda.meta.ua /Kharkiv/archive/2020/ останнє звернення 10.11.2020.
13. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М. : Высшая школа, 2004. – 479 с.
14. Зайцев Ю.В., Кустов Е.Ф., Кузищина Т.К. Физикохимические свойства элементов проводников. М. : Издательство МЭИ, 2002. – 523 с.
15. Литвинова Н.А., Литвинов Д.О., Брюханова Р.Я. Исследование напряженности электрического и магнитного полей по высоте зданий от линии электропередач // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 4 – С. 97 – 102.
16. Довбыш В.Н., Маслов М.Ю., Семаков Л.М., Сподобаев Ю.М. Экспериментальные исследования электромагнитных полей высоко-вольтной линии электропередач. // Инфокоммуникационные технологии, Том 2, №4, 2007. – С. 70 – 74.
17. Довбыш В.Н. Анализ помехового излучения линии электропередач. // Радиотехника, №10, 2006. – С. 69 – 71.

## Додаток

Опис і технічні характеристики вимірювача напруженості електричного поля VX 0100 (фірми Chauvin Arnoux, Франція)

**BioTest® Измерители/ тестеры напряженности электромагнитного поля VX 0003 и VX 0100** мгновенно указывают на уровень электромагнитного загрязнения окружающей среды. Идеально подходят для жилищного и обслуживающего (транспорт, связь, торговля) секторов, они предназначены для профессионального и личного использования. С таким прибором можно быстро и наглядно определить излучение на рабочем месте и в жилых помещениях




Наша повседневная окружающая среда содержит много источников электромагнитного загрязнения:

- электрическая распределительная сеть внутри домов и офисов
- удлинители стабилизатора напряжения, электрические кабели и т.д.
- компьютер, принтер, факс
- освещение
- высоковольтные линии электропередач, трансформаторы, железная дорога, и т.д.

Низкочастотные поля в диапазоне от 10 Гц до 100 кГц вредны. Для ограничения такого загрязнения, были созданы специальные, регулярно обновляемые стандарты.

### Стандарты

**Измерители VX 0003 и VX 0100 выполняют тестирование в соответствии с требованиями следующих текущих и даже будущих стандартов:**

- Рекомендациями WHO / ICNIRP (Всемирная Организация здоровья/ Международная комиссия по защите от неионизирующего излучения (МКЗНИР)
- IEEE C95.6-2002 (Международный стандарт - Public, диапазон 0 – 3 кГц)
- Европейская директива 1999/519/CE (Public, диапазон 0 – 100кГц и выше)
- Европейская директива 2004/40/CE (Workers, диапазон 0 – 100кГц и выше)
- 2010 проект стандарта, EN IEC 62493 (Осветительные системы)
- EN50366 стандарт и IEC 62233 в 2012 (Бытовая техника)

### Решение: Тестирование/Измерение

**Тестеры серии VX просты в использовании, экономичны, надежны и откалиброваны (прошли метрологическую поверку).**

- Тестер / измеритель VX 0003 оснащен внутренней антенной, и может проводить измерения в диапазоне от 10 Гц до 3кГц.
- Тестер / измеритель VX 0100 имеет сменную антенну для проведения измерений в диапазоне от 10 Гц до 100кГц.

Высоко практичный Тестер / измеритель VX 0100 может быть также использован, например, для обнаружения кабеля при проведении ремонтных работ.