МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КОМП'ЮТЕРНОЇ ФІЗИКИ ТА ЕНЕРГЕТИКИ
Фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології

Пояснювальна записка
до дипломної роботи
за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр»

«Дослідження фонового електромагнітного поля промислової частоти території Слобідського району м. Харкова»

Виконав студент 4 курсу,
групи НФ-41 Марков І.Є.
Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали
Освітня програма: Прикладна фізика енергетичних систем
Керівник: д-р фіз.-мат. наук,
професор Пеліхатий М. М.

Харків - 2021 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна

ННІ 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

_____В.І. Ткаченко
підпис ініціали, прізвище

"____"_____20___року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)
Маркову Іллі Євгеновичу
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи «Дослідження фонового електромагнітного поля промислової частоти території Слобідського району м. Харкова»

керівник роботи____ д-р фіз.-мат. наук, професор Пеліхатий М. М._____.
(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)
4. План роботи
Вимірювання електромагнітного поля Слобідського району, створення графіків вимірювань напружності, розрахунок результатів за допомогою двохфакторного дисперсійного аналізу,

№ з/п	Назви етапів роботи
1.	Вибір теми, узгодження, закріплення за кафедрою
2.	Робота над літературою та іншими джерелами
3.	Затвердження теми на кафедрі
4.	Написання вступу до роботи та першого розділу
5.	Написання другого розділу
6.	Написання третього розділу
7.	Завершення написання дипломної роботи (висновки та література)
8.	Подача науковому керівнику, доробка з урахуванням зауважень
9.	Відгук, рецензія, підготовка до захисту
10.	Попередній захист на кафедрі
11.	Захист

5. Дата видачі
завдання_____

Студент _____ І.Є. Марков
підпис ініціали, прізвище

Керівник роботи _____ М.М. Пеліхатий
підпис ініціали, прізвище

Реферат

Марков Ілля Євгенович «Дослідження фонового електромагнітного поля промислової частоти території Слобідського району м. Харкова»
Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2021. -30 с.

Робота складається з вступу, двох розділів, висновків; містить 7 рисунків, список використаних джерел з 12 найменувань.

При написані роботи були зроблені заміри електромагнітного поля і зроблені розрахунки данні яких занесені у таблиці.

Ключові слова: електромагнітне поле, відновлювані джерела енергії, енергозбереження

Abstract

Markov Ilya Yevhenovych "Study of the background electromagnetic field of the industrial frequency of the territory of Slobidsky district of Kharkiv"
Kharkiv: VN KhNU Karazina, 2021. -30 p.

The work consists of an introduction, two sections, conclusions; contains 7 figures, a list of used sources of 12 items.

When the work was written, measurements of the electromagnetic field were made and calculations were made, the data of which are entered in the table.

Key words: electromagnetic field, renewable energy sources, energy saving

Зміст

Вступ……3

Мета……..13

Матеріали і методи досліджень……..14

Графіки вимірювань напруженості ЕП……17

Результати застосування двохфакторного дисперсійного аналізу..21

Висновки…….23

Список використаної літератури……...24

Вступ

Поняття «електромагнітне забруднення навколишнього середовища» вперше було застосовано Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) у 1995 році. Через щоденне використання людьми електроприладів, експлуатації залізних доріг, високовольтних ліній та інших хвильових електромагнітних процесів, до природних електромагнітних полів, додалися ще й штучно створені людьми електромагнітні поля наприклад:

- від ліній електропередач
- підземними електричними кабелями
- антенами радіо, телебачення та інтернету

Програма Організації Об'єднаних Націй (ООН) із захисту навколишнього середовища підкреслює, що електромагнітне поле є біологічно активним, а інколи, при певних обставинах, ще й біот ропним фактором, який здатний викликати патологічні зміни в організмі людини і заважати його нормальному функціонуванню.

Електричні пля виникають там, де є позитивний або негативний електричний заряд. Сила електричного поля вимірюється за допомогою Вимірювача електромагнітних полів і вимірюється у Вольтах на метр (В/м). Чим вища напруга, тим сильніше буде ЕП. Будь що, здатне проводити струм, знаходячись під напругою буде утворювати електричне поле. Чим ближче до джерела заряду, тим сильнішим буде утворене електромагнітне поле (ЕП). Проте провідники можуть служити дуже гарним захистом від електромагнітного випромінювання тоді як інші будівельні матеріали такі як: дерево, бетон, цегла і т.і. забезпечують лише частковий захист! Завдяки цьому, ті електромагнітні випромінювання, які виникають у будь-якому офісі, житловому будинку, на підприємствах і т.і. будуть частково відбиті, а ті електромагнітні випромінювання, які утворені, наприклад, лініями електропередач (ЛЕП), у середені приміщень будут зниженні за рахунок тих самих стін.

Декларація керівних засад використання мовлення за допомогою супутників каже, що радіочастоти є обмеженим природним ресурсом які належать усім народам і їх вільне використання регулюється Конвенцією Міжнародного союзу електрозв'язку. Електромагнітний спектр до 3 ТГц, ділиться на дванадцять частотних діапазонів. Усі діапазони наведено в таблиці під номером 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

Електропристрої, які ми використовуємо, та електрика мережі яка надходить до приміщень, це основні джерела полів КНЧ. Джерелами полів СЧ є монітори комп'ютерів, сигналізація від машини і т.і. Радіо пристрої, антени, та мікрохвильові печі це джерела РЧ полів. Усі ці поля індукують електричний струм у організмі, тим самим спричиняють шкідливі ефекти, такі як електричний шок! Таке може статися тільки, якщо зовнішні поля будуть набагато перевищувати ті, що присутні у природі.

Людський організм дуже погано реагує на електромагнітні поля. Щоб це довести, треба розібратися як саме діють електромагнітні поля на провідники. Вони нагрівають електропровідні матеріали, шляхом впливу на розподіл електричних зарядів на поверхні матеріалу і в середині. Через те, що людина на вісімдесят відсотків (80%) складається з води, наш організм є дуже гарним електропровідником. Це робить нас дуже вразливими до дії ЕМП. Струм проходячи через усе тіло людини йде у землю і якщо такий вплив буде доволі сильним і довготривалим, це може призвести до серйозних наслідків. Порушення відбудуться у клітинах організму, його тканинах, органах та різних системах людини (ендокринна, нервова, імунна та статева).

Електромагнітне поле може нести небезпеку для людини, наприклад шкідливими факторами можуть бути:

- Рентгенівське та ультрафіолетове випромінювання електронно-променевої трубки дисплея
- Електромагнітне випромінювання радіочастотного діапазону
- Електромагнітний фон

Джерелом промислової частоти (50Гц) є лінії електропередач напругою вище 330 кВ та високовольтні відкриті розподіляючі пристрої. Небеспечною та шкідливою для здоров’я людей, є зона радіусом 20 метрів від ЛЕП 600 кВ та радіусом 30 м для ЛЕП 750 кВ.

Для людей розроблені норми перебування у ЕП. Допускається перебування у полі напруженістю до 5 кВ/м на протязі робочого дня. Однак при перевищенні вищезазначеної напруженості , кількість допустимого часу вимірюється по формулі

$$T=50/E-2$$

Де Е – напруженість ЕП у контрольованій зоні

При напруженості ЕП від 20 до 25 кВ/м час перебування людини у цьому місці не повинен перевищувати 10 хвилин, а при ЕП більшому за 25 кВ/м не

допускається навіть короткочасне перебування у цьому місці людини без спец. Захисту!

Для захисту працюючих з відкритими розподільними пристроями, використовується екран. Екран це стальні канати , металевих решіток або сіток, закріплених на рамі з кутової сталі. Діаметр канатів та прутів не менше за 6 мм, дистанція між канатами 500 мм, а ячейки сітки екранів повинні бути не більше за 50 х 50 мм. Для правильного функціонування, екрани, заземлюють.

Я вважаю, що ця тема ніколи не втратить своєї актуальності через те, що людство завжди буде знаходити нові джерела енергії і в наслідку буде потребувати нових способів передачі енергії, також будуть з'являтися нові електропристрої які будуть посилювати електромагнітний фон і нам необхідно знайти спосіб захисту від ЕП.

На даний час тривають суперечки з приводу того, чи може довготривалий вплив низькочастотного електричного поля спричинити біологічні ефекти. Ці дослідження почалися ще у кінці дев'яностих і тривають донині. Хочя наукових підтверджень цьому немає, вчені продовжують перевіряти гіпотези, які затверджують, що довготривалий вплив низькочастотного електричного поля, якому ми підвернені вдома від: телефонів, комп'ютерів, пристроїв роздачі інтернету і т.і. може впливати на наш стан, а саме: викликати головні болі, відчуття неспокою, викликати суїцидальний настрій і депресію, викликати нудоту, відчуття втоми та втрату лібідо. Усі ці проблеми є актуальними у сучасному соціумі і саме тому слід перевірити причетність до цих проблем електромагнітного поля (ЕП). Людський організм, завдяки своїй пристосованості, може підлаштовуватися до безлічі самих різних впливів, а електромагнітне поле супроводжує кожного з нас впродовж усього життя. Де б ми не були ми завжди зустрінемо: метро, поїзд, інтернет, високовольтні проводи, лінії електропередач або навіть якщо ми десь за містом, порч з нами завжди телефон, ноутбук або планшет. Таким чином, наш організм вже давно міг налаштуватися на вплив ЕП подібно вуху людини, яке здатне на зразок

еквалайзеру зрізати певні частоти які були занадто гучними і якщо це відбувається впродовж великого відрізку часу, то людина може втратити слух або ж дуже сильно його пошкодити!

Таблиця 1.

Нормований та еквівалентний рівні напруженості електричного поля промислової частоти

Організації	ЕП, кВ/м		Щільність струму, мА/м^2	Еквівалентне ЕП, кВ/м (без урахування коефіцієнта запасу)
	Короткочасне	8 год/ 24 год		
ICNIRP Guidelines, 1998:				
персонал	–	10	10	25
населення	–	5	2	5
CENELEC:				
персонал	30	10	10	30
населення	–	10	4	12
IRPA:				
персонал	10	30	–	–
населення	5	10	–	–
Германія – BFE:				
персонал, що працює в МП	30 (1-2 год./день)	21.3	10	66.7
персонал, що не працює в МП		6.67	2	13.3
Великобританія – NRPB	–	12	10	21
США – ACGIH:				
персонал	–	25	10	25

Джерело: ICNIRP, CENELEC, IRPA, NRPB, BFE, ACGIH

В таблиці 2 наведені національні нормативи (рекомендації) напруженості ЕП промислової частоти

Таблиця 2.

Національні нормативи (рекомендації) електричного поля промислової частоти, кВ/м

Країна/Організація	Граничне значення напруженості електричного поля Е (кВ/м)	Коментарі/Рекомендації по застосуванню допустимої величини
Австрія	5	Рекомендований рівень. Допустимий розрядний струм 0,5 мВ
Бельгія	10	У місцях, доступних для людей
	7	Перехрестя доріг
	5	Доступні нежитлові зони
Хорватія	10	Перебування у полі до декількох годин на день. Значення рекомендоване ICNIRP
	5	Перебування у полі без часових обмежень. Значення рекомендоване ICNIRP

Чеська Республіка	10	Перебування у полі до декількох годин на день. Значення рекомендоване ICNIRP
	5	Перебування у полі без часових обмежень. Значення рекомендоване ICNIRP
Естонія	10	Перебування у полі до декількох годин на день. Значення, рекомендоване до застосування ICNIRP на основі рекомендації для країн Європейського Союзу
	5	Перебування у полі без часових обмежень. Значення, рекомендоване до застосування ICNIRP на основі рекомендації для країн Європейського Союзу
Фінляндія	15	Рекомендоване значення для короткочасної експозиції
	5	Рекомендоване значення для довготривалої експозиції
Франція	5	Рекомендоване значення для експозиції у полі, що генерується новими та перебудованими об'єктами енергосистеми, що працюють у нормальних умовах
Німеччина	10	Короткочасна експозиція та невеликі зони, не призначені під забудову
	5	Інші зони
Польща	10	В місцях, доступних для людей
	1	У зонах, призначених до для жилого будівництва
Португалія	5	Рекомендована величина для довгочасної експозиції. Допустимий розрядний струм 0,5 мА
Словенія	10	У місцях, доступних для людей
	0,5	У зонах особливого захисту (місцезнаходження житлових будинків, шкіл, лікарень, центрів відпочинку, тощо)
Швейцарія	5	У місцях, доступних для людей
Швеція	10	Рекомендації Шведської служби радіологічного захисту
Великобританія	5	Так званий довідковий рівень. Допустимий розрядний струм 0,5 мА
Італія	5	Так звана гранична величина експозиції
Рекомендації Євросоюзу – CEU	5	Рекомендоване значення для довготривалої експозиції у відповідності з Рекомендацією 1991/519/ЄС. Допустимий розрядний струм 0,5 мА.

Джерело: Euroelectric, стандарти та рекомендації, що застосовуються в країнах Євросоюзу

У США окрім загальнонаціональних рекомендацій в окремих штатах запроваджено доповнення, наприклад, напруженості ЕП на границі зони відчуження нормовано в межах від 1 кВ/м (штат Монтана) до 3 кВ/м (штат Нью-Джерсі). У деяких країнах, наприклад, у Австралії, у виняткових випадках для лінії 500 кВ допускається напруженість ЕП на границі зони відчуження – 5 кВ/м.

Висновки:

В Україні на даний момент діють «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань.

Згідно цих норм, за граничний допустимий рівень прийняті такі 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, в межах цих пунктів), а також на території городів і садів – 5 кВ/м;

- на ділянках перетину ЕП 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.

Ці гранично допустимі рівні встановлені для ЕП, які не є викривленими присутністю людини.

Важливо, що, згідно ДСН 239-96, напруженість ЕП визначається на висоті 1,8 м від рівня землі, для приміщень – від рівня підлоги.

Причому контроль за дотриманням ГДР напруженості ЕП слід здійснювати:

– при прийманні в експлуатацію нових будинків, споруд та зон відпочинку і праці людей поблизу ЛЕП;

– після проведення заходів щодо зниження рівнів ЕП ЛЕП.

З метою захисту населення від впливу ЕП встановлюються санітарно-захисні зони. Санітарно-захисною зоною вважається територія, на якій напруженість ЕП перевищує 1 кВ/м.

Санітарно-захисна зона для ЛЕП встановлюється у вигляді земельної ділянки, межі якої регламентуються по обидві сторони від неї на певній

відстані від проекції крайніх фазних проводів на землю, в перпендикулярному до передаючої лінії (ПЛ) напрямку:

20 м для ПЛ напругою 300 кВ;

30 м для ПЛ напругою 500 кВ;

40 м для ПЛ напругою 750 кВ;

55 м для ПЛ напругою 1150 кВ.

У Харкові екологічний моніторинг ЕМП проводить лише Державне Підприємство «Харківський обласний лабораторний центр МОЗ України». Вимірювання рівня іонізуючого випромінювання проводиться щотижнево і оприлюднюється, а вимірювання рівня ЕМП проводиться тільки на платній основі.

Усі ці дослідження, уся ця тема потрібна нам ще й для майбутніх, корисних та приголомшуючих відкриттів. Одним з таких, цілком, може стати наземний електротранспорт. Тільки уявіть, громадський транспорт, такий як:

- Трамваї
- Тролейбуси
- Автобуси
- Маршрутки

будуть їздити не на дизелі чи бензині, а на електроенергії, при тому їм не потрібно буде брати живлення від ліній електропередач, не потрібно буде обмежувати їх маршрут тільки шляхом слідування високовольтних ліній, вони зможуть їздити на тій енергії, яку зараз ми безвідповідально викидаємо у навколишнє середовище і більшість з нас цього навіть не помічає!

Практичний інтерес усього цього безмежний. Наприклад, перше що приходить на думку, це безкоштовний електротранспорт який пересівається на «відходах» енергетичної промисловості. Також цю енергію, яка зараз марно губиться, можна було б пустити на освітлення:

- Вулиць
- Будинків

- Підприємств і т.і.

Також, завдяки цьому, можна шукати пошкоджені ділянки високовольтних кабелів які знаходяться під землею. Можна навіть зробити це автоматизованим процесом, щоб при зміні електромагнітного поля у місці, де кабель пошкоджений з'являвся «енергетичний маркер» і бригада робітників, вже точно знаючі місце пошкодження, виїжджала на ремонтні роботи.

Ці експерименти і дослідження почав відомий вчений двадцятого століття Микола Тесла. Він зробив багато приголомшуючих відкриттів таких як:

- Пристрої що працюють на змінному струмі
- Багатофазні системи
- Синхронний генератор
- Асинхронний електродвигун

Усі ці винаходи дозволили зробити, так названий, «Другий етап» промислової революції. Не мало було тайн у роботі Миколи Тесли. До нині достовірно нічого не відомо про такі експерименти як:

- Філадельфійській експеримент, у ході якого зник, а потім моментально перенісся у просторі есмінець ВМС США «Елдрідж»
- Електромобіль Тесли, який з деяких, недостовірних, фактів міг пересуватися без будь-якого видимого джерела енергії
- Променева зброя, яку намагалося відтворити американське агентство DARPA у ході проекту «Качели»
- Тунгуський метеорит, на час падіння якого, у тій місцевості, начебто, проводився експеримент Ніколи Тесли, в якомі він пообіцяв освітлити дорогу до Північного полюсу для експедиції відомого мандрувала Роберта Пірі.

Хоча не один з цих експериментів не має документального підтвердження, люди все одно намагаються відтворити їх і деяким це навіть вдалося. Наприклад Ілон Маск, відомий винахідник та інженер нашого часу, який зробив перший електромобіль, що не поступався у ходових характеристиках

звичайним автомобілям. Однак він був не першим. Перший електромобіль був винайдений ще у тисячу вісімсот двадцять восьмому році Аньошо Йедліком, однак це більше нагадувало скейт з електродвигуном, а перший електромобіль був винайдений у тисячу вісімсот сорок першому році на основі технології Йедліка. Після цього почалися активні роботу у цьому напрямку. Електромобілі випускали упродовж дев'ятнадцятого і двадцятого століть. Доки, у наші часи, ця технологія не зрівнялася у характеристиках з машинами на основі двигуна внутрішнього згоряння!

На даний час, практично не має робіт, пов'язаних з темою живлення транспорту від електричних полів. Якщо десь й згадується електричні поля, то тільки щоб під черкнути, що ми втрачаємо багато енергії але ніхто не робить замірів, ніхто не розвиває тему екологічного транспорту, який не прийшлося б підключати до мережі, або забезпечувати його якимось іншим джерелом енергії, а просто використовувати ті надлишки про які ми знаємо,однак залишаємо без належної уваги!

Мета

Мета даної роботи у тому, щоб розробити проект методики вимірювання рівня напруженості електричного поля (ЕП) в діапазоні промислових частот уздовж основних транспортних артерій м. Харкова щоб визначити екологічну обстановку за цим ендогенним фактором, відкрити можливості для наземного електротранспорту з живленням від електричних полів, утворених вже діючими мережами та джерелами електроенергії та можливість знаходити пошкодження кабелів.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводилися напротязі березня 2021 р. Вимірювання здійснювалися з 9-ї до 10-ї години ранку за допомогою сучасного 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 (тобто, вкрий низькі – інфранизькі частоти згідно таблиці 1). 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 показана карта тієї місцевості, де проходили вимірювання та таблиця з результатами цих вимірювань.

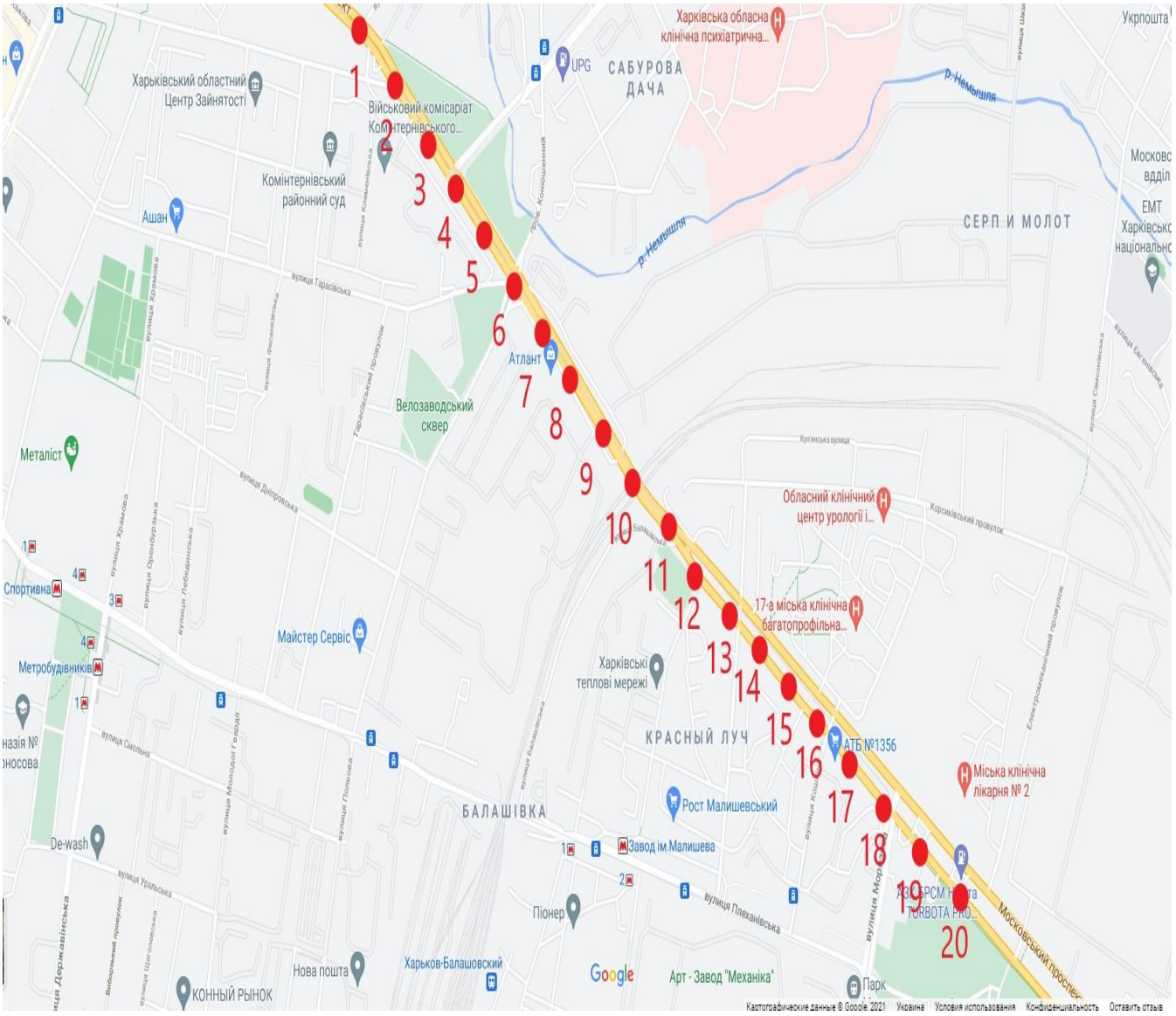


Рис. 1. Схема розташування точок вимірювань

Для своїх вимірювань я вибрав ділянку дороги вздовж «Московського проспекту» довжиною у два кілометри. На карті відмічені та пронумеровані точки, в яких відбувалися заміри. Довжина між сусідніми точками складала сто метрів. На маршруті знаходилися високовольтні лінії електромереж та залізна дорога, тому у замірах можна побачити кардинально різні результати на двох сусідніх точках. Причому більшість днів ці результати повторювалися.

Таблиця 3.

Результати вимірювань напруженості електричного поля в одиницях В/м
(верхні значення – висота 1 м, нижні – 2 м)

№ точки	Дата									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	01.03	03.03	05.03	07.03	09.03	11.03	13.03	15.03	17.03	19.03
1	5	5	10	10	10	5	5	5	5	5
	5	10	20	5	20	5	5	10	5	5
2	5	10	40	10	40	5	5	5	5	5
	10	10	10	10	6020	10	5	5	10	10
3	5	10	5	5	20	5	5	5	5	10
	5	10	5	10	10	5	10	5	5	5
4	5	5	5	5	5	5	5	10	10	5
	5	10	5	10	5	5	5	5	10	5
5	10	5	10	10	10	10	10	5	5	5
	20	10	10	10	20	5	10	5	5	10
6	5	20	5	5	10	5	10	10	5	5
	10	10	5	10	5	10	5	5	10	10
7	10	40	5	10	10	10	5	10	10	10
	5	20	10	10	20	10	10	10	10	10
8	10	40	20	10	20	10	20	10	20	10
	20	60	20	20	20	20	20	20	20	20
9	20	40	20	20	10	20	40	40	40	40
	60	100	100	60	20	80	100	100	100	100
10	40	60	40	60	40	40	40	60	60	40
	100	100	100	100	80	100	100	100	100	100
11	60	60	40	80	60	40	60	60	60	60
	100	100	100	200	100	100	100	100	100	100
12	10	60	40	40	10	40	40	40	40	40
	40	100	100	100	40	80	60	60	60	80
13	20	40	10	20	20	10	10	10	10	10
	80	100	20	60	80	20	10	10	10	10
14	200	20	200	5	200	200	200	200	200	200
	400	40	400	10	400	400	400	400	400	400
15	5	60	10	10	10	10	10	10	10	10
	20	40	20	20	10	10	5	10	10	5
16	5	5	5	20	5	5	5	5	5	5
	10	5	5	20	5	5	5	5	5	5
17	5	5	5	0	5	5	5	5	5	5

	10	5	5	0	10	0	0	5	0	0
18	10	5	5	5	5	5	10	10	5	5
	20	5	5	5	10	10	5	5	5	5
19	0	10	5	5	5	5	5	10	10	5
	5	10	5	5	5	5	5	10	5	10
20	5	5	5	5	10	5	5	10	5	10
	5	10	10	0	5	5	0	5	5	5

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

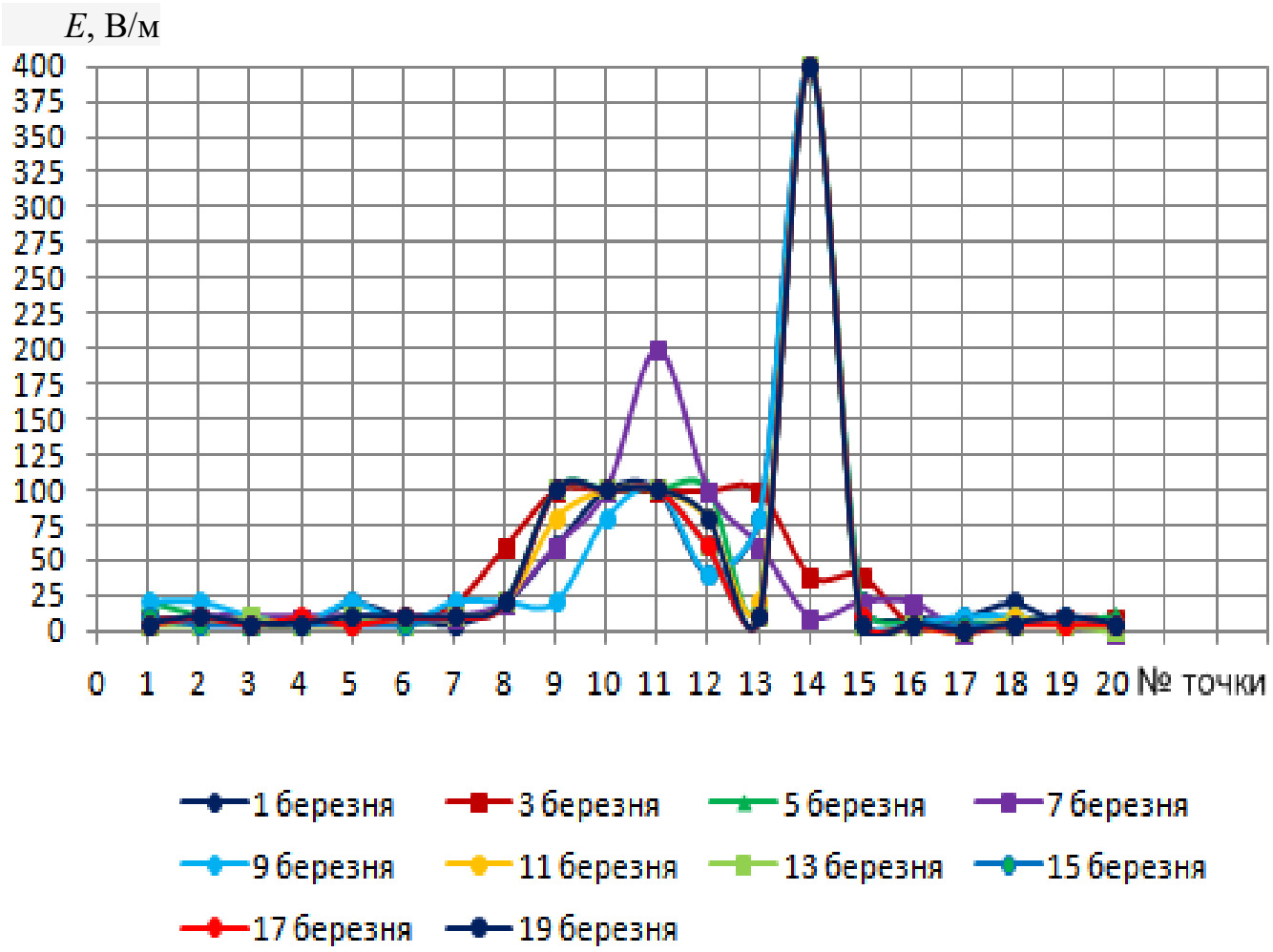


Рис. 2. Результати вимірювань напруженості ЕП на висоті 2 м від відстані вздовж маршрут

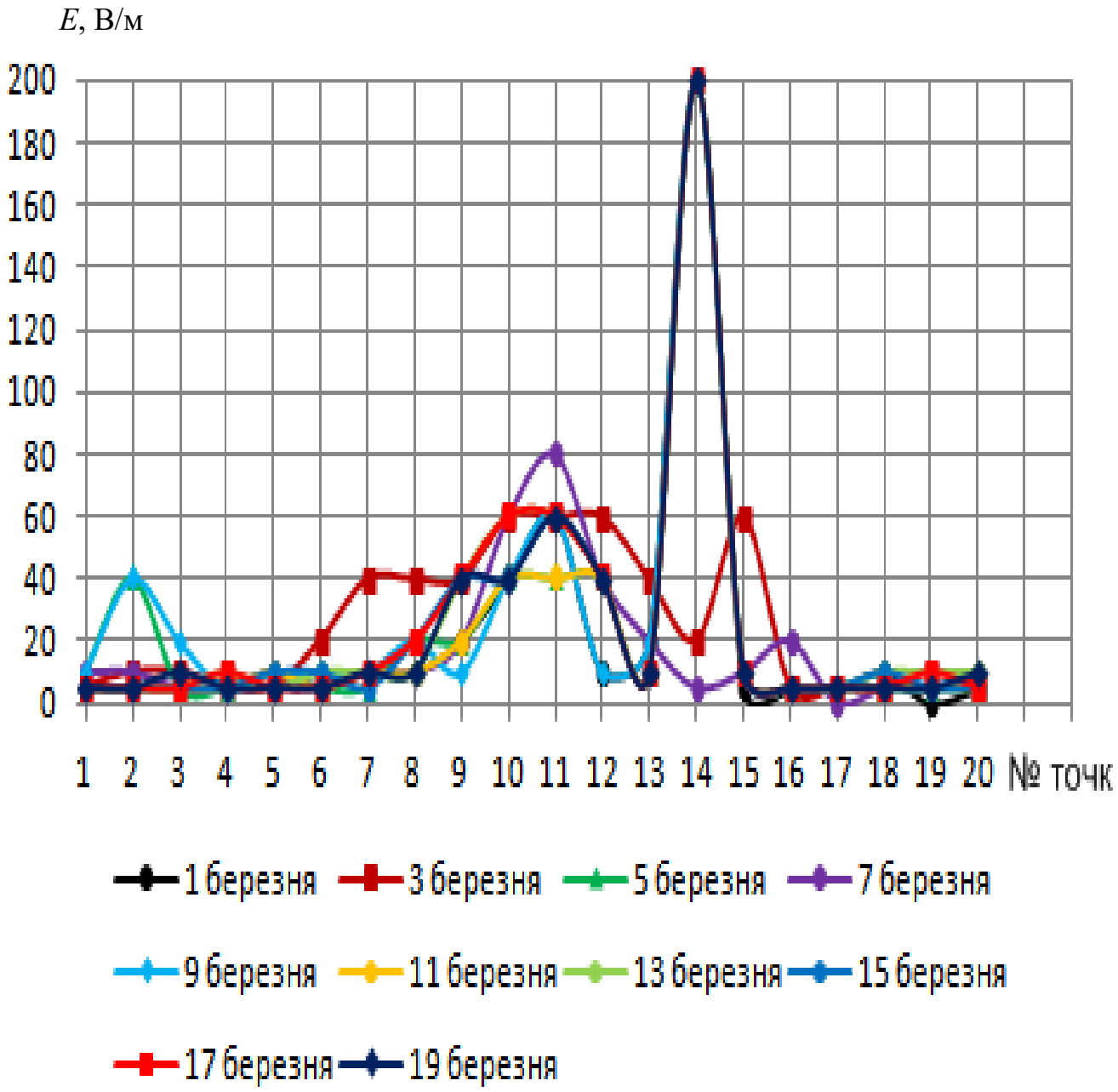


Рис. 3. Результати вимірювань напруженості ЕП на висоті 1 м
від відстані вздовж маршруту

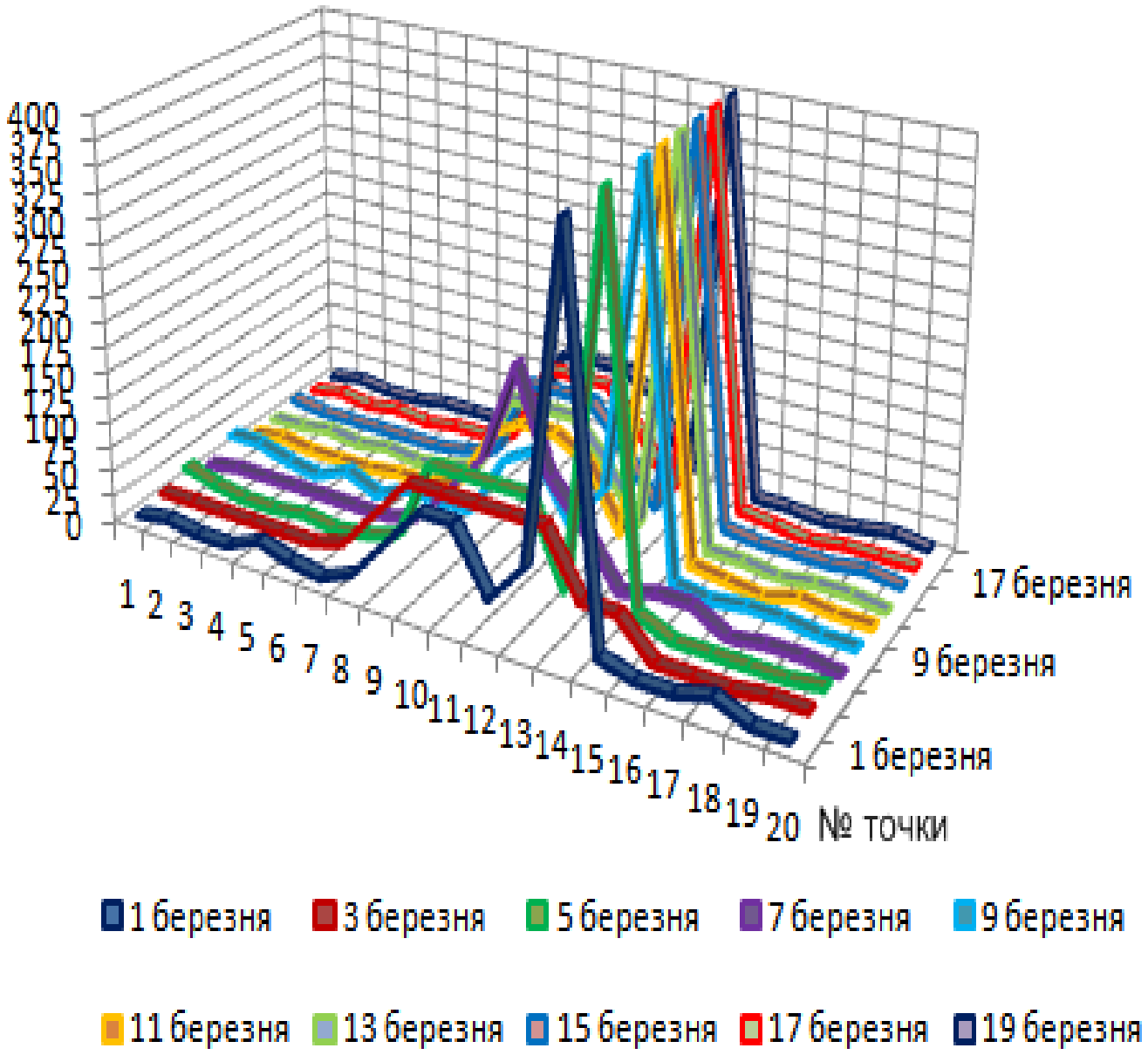


Рис. 4. Результати вимірювань напруженості ЕП (В/м) на висоті 2 м від відстані вздовж маршруту на різні дати

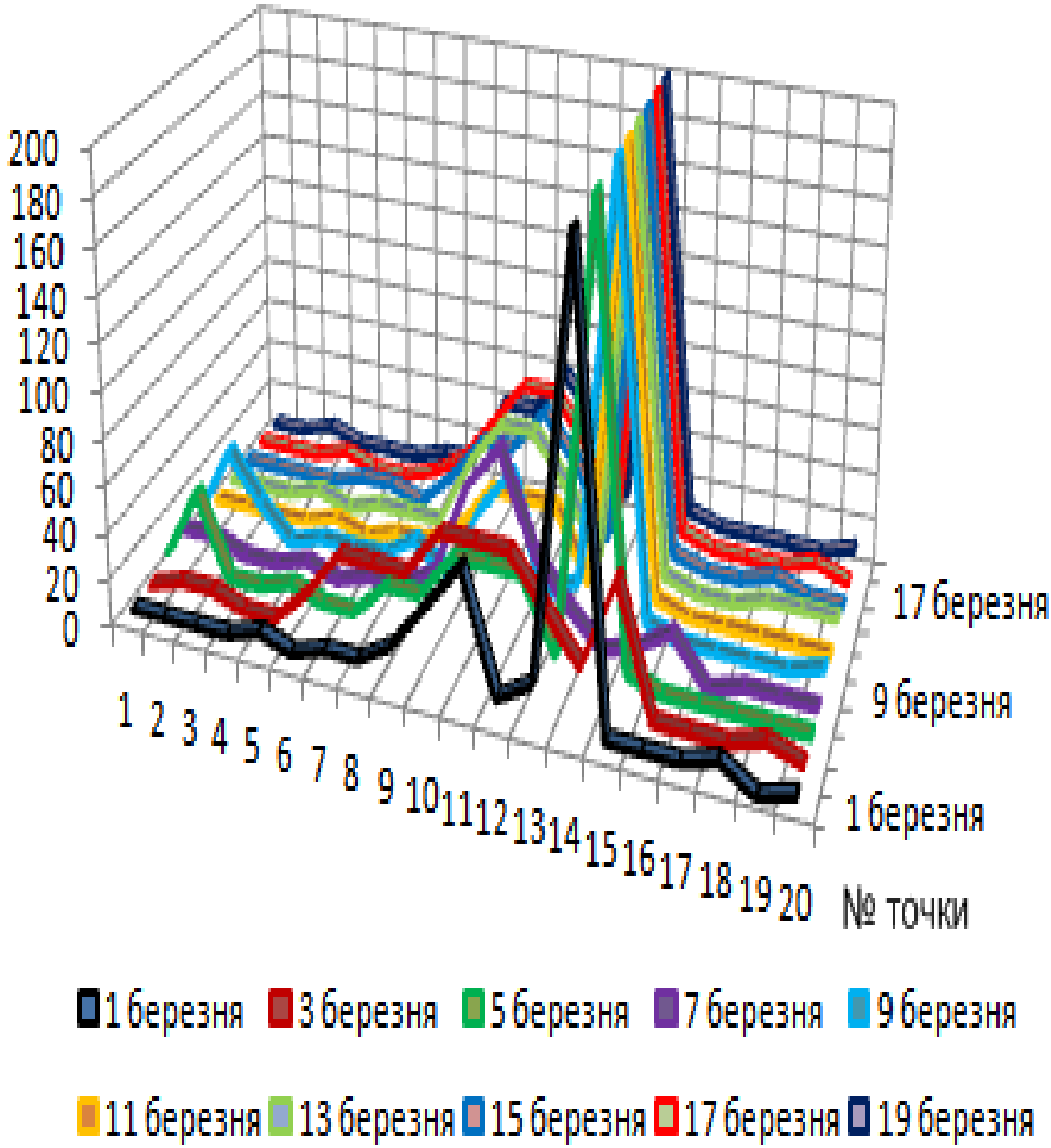


Рис. 5. Результати вимірювань напруженості ЕП (В/м) на висоті 1 м від відстані *X* вздовж маршруту на різні дати

Графіки 2 –5 свідчать про те, що аномальні високі значення напруженості ЕП спостерігалися в точках 10 і 14 . В інших точках спостережень напруженість знаходилася в межах фону – близько 10 В/м.

Спочатку з'ясуємо, вплив яких з двох факторів є визначаючим для мінливості напруженості ЕМ: розташування точки вимірювання, 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.

Таблиця 4.

Результати застосування двохфакторного дисперсійного аналізу (висота 2 м)

Точки	*Рахунок*	*Сума*	*Середнє*	*Дисперсія*
1	10	90	9	37,77778
2	10	100	10	16,66667
3	10	70	7	6,666667
4	10	65	6,5	5,833333
5	10	105	10,5	30,27778
6	10	80	8	6,666667
7	10	115	11,5	22,5
8	10	240	24	160
9	10	820	82	751,1111
10	10	980	98	40
11	10	1100	110	1000
12	10	720	72	551,1111
13	10	400	40	1288,889
14	10	3250	325	25050
15	10	150	15	111,1111
16	10	70	7	23,33333
17	10	35	3,5	16,94444
18	10	75	7,5	23,61111
19	10	65	6,5	5,833333
20	10	50	5	11,11111
Дати:				
1	20	930	46,5	7921,316
2	20	755	37,75	1556,513

3	20	955	47,75	8240,724
4	20	665	33,25	2477,039
5	20	885	44,25	7798,092
6	20	885	44,25	8163,882
7	20	860	43	8295,789
8	20	875	43,75	8233,882
9	20	875	43,75	8236,513
10	20	895	44,75	8290,724

Дисперсійний аналіз						
Джерело Варіації	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-Значення*	*F критичне*
Точки	1055933	19	55575,42	36,67255	2,7E-50	1,647704
Дати	3293	9	365,8889	0,241439	0,98783	1,934988
Випадкові	259142	171	1515,45			
Разом:	1318368	199				

Вплив факторів, %	
Точки	80,09
Дати	0,25
Випадкові	19,66
Разом:	100,00

Таблиця 5.

Результати застосування двохфакторного дисперсійного аналізу (висота 1 м)

Точки:	*Рахунок*	*Сума*	*Середнє*	*Дисперсія*
1	10	65	6,50	5,83
2	10	130	13,00	206,67
3	10	75	7,50	23,61
4	10	60	6,00	4,44
5	10	80	8,00	6,67
6	10	80	8,00	23,33
7	10	120	12,00	101,11
8	10	170	17,00	90,00
9	10	290	29,00	143,33
10	10	480	48,00	106,67
11	10	580	58,00	128,89

12	10	360	36,00	226,67
13	10	160	16,00	93,33
14	10	1625	162,50	6262,50
15	10	145	14,50	258,06
16	10	65	6,50	22,50
17	10	45	4,50	2,50
18	10	65	6,50	5,83
19	10	60	6,00	10,00
20	10	65	6,50	5,83
Дати:				
1	20	435	21,75	1961,25
2	20	505	25,25	490,72
3	20	485	24,25	1898,09
4	20	335	16,75	419,14
5	20	505	25,25	1903,88
6	20	440	22,00	1908,95
7	20	495	24,75	1961,78
8	20	520	26,00	1996,32
9	20	515	25,75	2013,88
10	20	485	24,25	1971,78

Дисперсійний аналіз						
Джерело Варіації	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-Значення*	*F Критичне*
Точки	245858	19	12939,89	32,47699	8,27E-47	1,647704
Дати	1418	9	157,5556	0,395438	0,936049	1,934988
Випадкові	68132	171	398,4327			
Разом:	315408	199				

Вплив факторів, %	
Точки	77,95
Дати	0,45
Випадкові	21,60
Разом:	100,00

Дані таблиць 4 і 5 свідчать про те, що напруженість ЕП змінювалася в основному (на 78 - 80 %) в залежності від розташування точки спостереження. З часом вона практично не змінювалася (на 0,4 %). Вплив випадкових факторів складав 19 – 21 %.

Висновки.

Таким чином, в даній роботі:

1. На протязі березня 2021 р. були проведені дослідження напруженості електричного поля технічного діапазону частот на частині території Слобідського району м. Харкова вздовж Московського проспекту, шлях починався біля Перевулку Брянського і проходив до перетину московського проспекту і вулиці Морозова. Заміри відбувалися на висоті 1 м і 2 м від рівня землі відповідно. Загальна протяжність маршруту складала 2000 м..

2. Результати вимірювань в жодній точці не виявили перевищення гранично допустимого рівня напруженості електричного поля на місцевості, що дорівнює, згідно ДСН 239-96, 1 кВ/м.

3. Статистична обробка результатів була проведена із застосуванням кореляційного та дисперсійного аналізу.

4. В результаті досліджень було встановлено, що значення напруженості ЕП на висоті 1 м інколи перевищували значення напруженості на висоті 2 м, що вказує на наявність надземних джерел ЕП (кабелів та т.і.).

5. Була досліджена залежність напруженості електричного поля від метеофакторів під час проведення вимірювань, а саме: температури і вологості повітря та атмосферного тиску. Ця залежність взагалі носила нерівномірний характер, що свідчить про значний внесок випадкових факторів.

Література

1. Hietanen, M., Kalliomäki, K., Kalliomäki, P. L., Lindfors, P. Measurements of strengths of electric and magnetic fields near industrial and radio-frequency heaters. Radio Sci.,1979, vol. 14(6S), P.31–33.

2. Nelson S. O. Review and assessment of radio-frequency and microwave energy for stored-grain insect control. Trans. ASABE, 1996, vol. 39(4), P.1475–1484.

3. 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.

4. Думанський Ю.Д., Сердюк А.М., Селезньов Б.Ю. Електромагнітне забруднення навколишнього середовища – сучасна гігієнічна проблема (підсумки та перспектива досліджень). Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2003. Вип. 41. С.195–204.

5. Безверха А.П. Обробка та результати психодіагностичного опитування для оцінки стану здоров'я населення під дією електромагнітного випромінювання терміналів транкінгового зв'язку. Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2007. Вип. 49. С. 273–281.

6. Сердюк А.М. Гігієнічне обґрунтування для населення гігієнічних нормативів магнітного поля – 50 Гц, що створюється кабельними лініями електропередачі на територіях різного функціонального призначення / Сердюк А.М., Думанський Ю.Д., Біткін С.В., Думанський В.Ю., Нікітіна Н.Г., Томашевська Л.А., Зотов С.В., Медведєв С.В., Дідик Н.В., // Збірка тез доповідей науково-практичної конференції «Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України», м.Київ, 20-21 жовтня 2016 р., С. 186-189.

7. Павлов А.Н. Электромагнитные поля и жизнедеятельность. Учебное пособие. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. – 148 с.

8. Довбыш В.Н. Технология регионального контроля природной среды по фактору электромагнитного излучения объектов энергетических систем. // Инфокоммуникационные технологии, №3, 2006. – С.73 – 78.

9. Оцінкою стану зарубіжного та вітчизняного нормативно-правового забезпечення щодо обмеження впливу ЕМП та акустичних шумів об'єктів електроенергетики на здоров'я людини та навколишнє середовище. Науково-технічний центр електроенергетики НЕК «Укренерго» Міністерства енергетики та вугільної промисловості України. Київ, 2012. – 45 с.

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. Зайцев Ю.В., Кустов Е.Ф., Кузищина Т.К. Физико-химические свойства элементов проводников. М. : Издательство МЭИ, 2002. – 523 с.

12. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М. : Наука, 1989. – 504 с.