

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

Магістерська кваліфікаційна робота
на тему:

**«ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА
ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ
МІСТА ВІННИЦІ»**

Робота виконана за сприяння ВВЕМ ПАТ «Вінницяобленерго»

Виконав: студент групи ТЗД-16м
Остапенко Олександра Олександрівна

Керівник роботи: к. т. н. доцент
Васильківський І.В.

Вінниця - 2018

Актуальність

Земля постійно перебуває під впливом ЕМП, які випромінюються Сонцем. Це електромагнітне випромінювання включає в себе інфрачервоне (ІЧ), видиме, ультрафіолетове (УФ), рентгенівське та γ – випромінювання. Інтенсивність випромінювання змінюється періодично, а також швидко та різко збільшується при хромосферних спалахах. ЕМП в біосфері відіграють універсальну роль носіїв інформації. Зв'язок на основі ЕМП є найбільш інформативним та економічним.

ЕМП як засіб зв'язку в біосфері порівняно зі звуковою, світловою чи хімічною інформацією мають такі переваги:

- поширюються в будь-якому середовищі життя – воді, повітрі, ґрунті та тканинах організму;
- мають максимальну швидкість поширення;
- можуть поширюватися за будь-якої погоди і не залежно від часу доби;
- можуть поширюватися на будь-яку відстань;
- на них реагують усі біосистеми.

У процесі індустріалізації людство додало до фонового випромінювання, спричиненого природою, цілу низку чинників, що підсилило фонове випромінювання. Через це ЕМП антропогенного походження почали значно перевищувати природний фон і до нашого часу перетворилися на небезпечний екологічний чинник.

Зростання техногенних ЕМП різко посилилося на початку 30–х років ХХ ст., і зараз їх рівень в окремих районах в сотні разів перевищує рівень природних полів. У сучасному місті джерелом штучних ЕМП є радіо, телевізійні центри, засоби радіозв'язку різного призначення, лінії електропередач, електротранспорт, різні електромагнітні пристрої. Кількість джерел і потужність полів, які вони створюють, щорічно зростає.

ЕМП мають певну потужність, енергію і поширюються у вигляді електромагнітних хвиль. Основними параметрами електромагнітних коливань є: довжина хвилі, частота коливань і швидкість розповсюдження.

На сьогоднішній день однією з найвагоміших причин різних проблем людини та оточуючого середовища є електромагнітне випромінювання, яке існує майже всюди, рівень випромінювання є на багато вищий за норму. Тому, необхідно постійно проводити контроль рівня електромагнітного забруднення території і розробляти ефективні природоохоронні заходи для зниження негативного впливу електромагнітного випромінювання на населення.

Метою роботи є наукове обґрунтування рівня екологічної безпеки електромагнітного забруднення м. Вінниці на прикладі ділянки ПАТ «Вінницяобленерго» та розробка природоохоронних заходів і рекомендації щодо покращення рівня захисту працівників структурної одиниці Вінницьких високовольтних електричних мереж ПАТ «Вінницяобленерго».

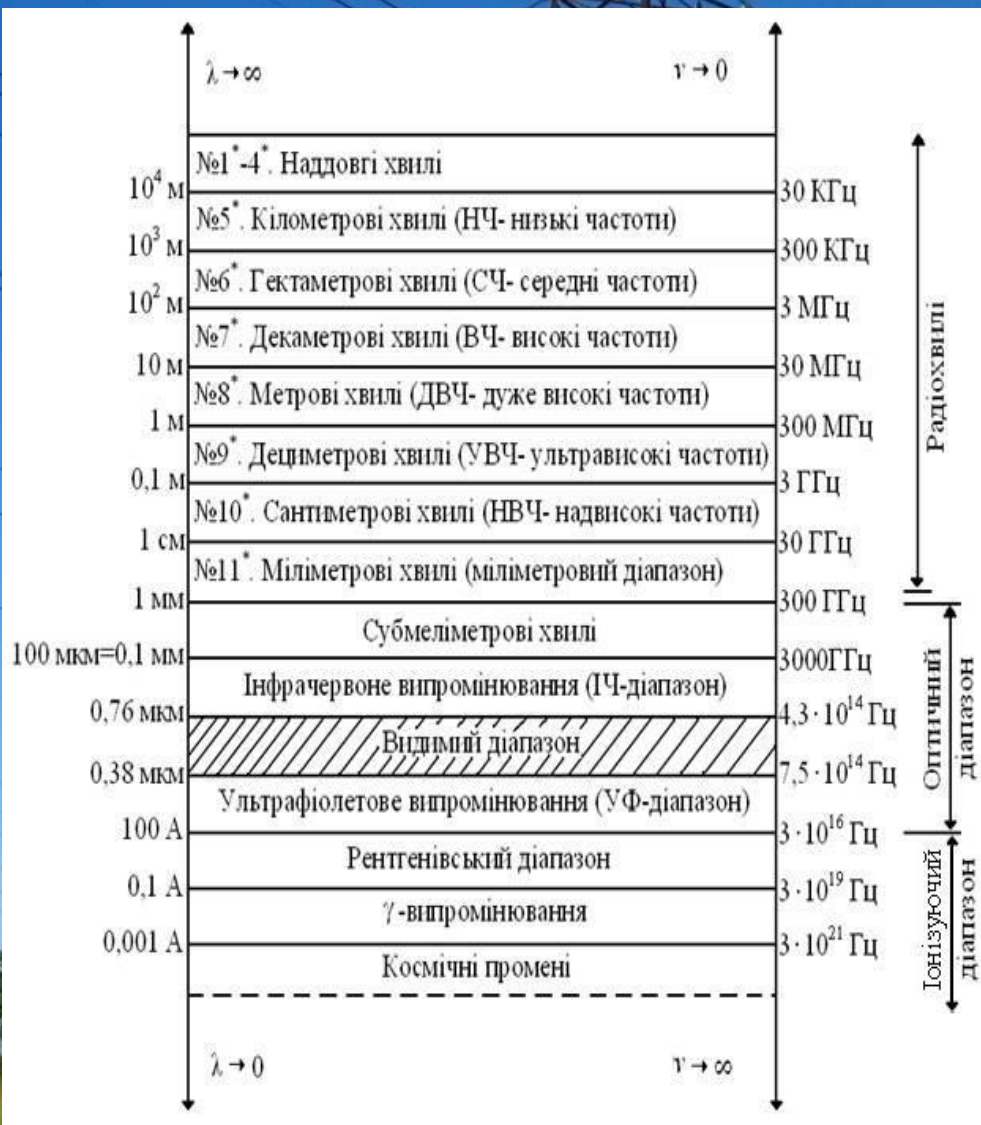
Об'єктом досліджень є процеси негативного впливу техногенних електромагнітних полів структурної одиниці Вінницьких високовольтних електричних мереж ПАТ «Вінницяобленерго» на здоров'я працівників і населення в м. Вінниці.

Предметом досліджень є характеристики електромагнітних полів на території структурної одиниці Вінницьких високовольтних електричних мереж ПАТ «Вінницяобленерго» в м. Вінниці.

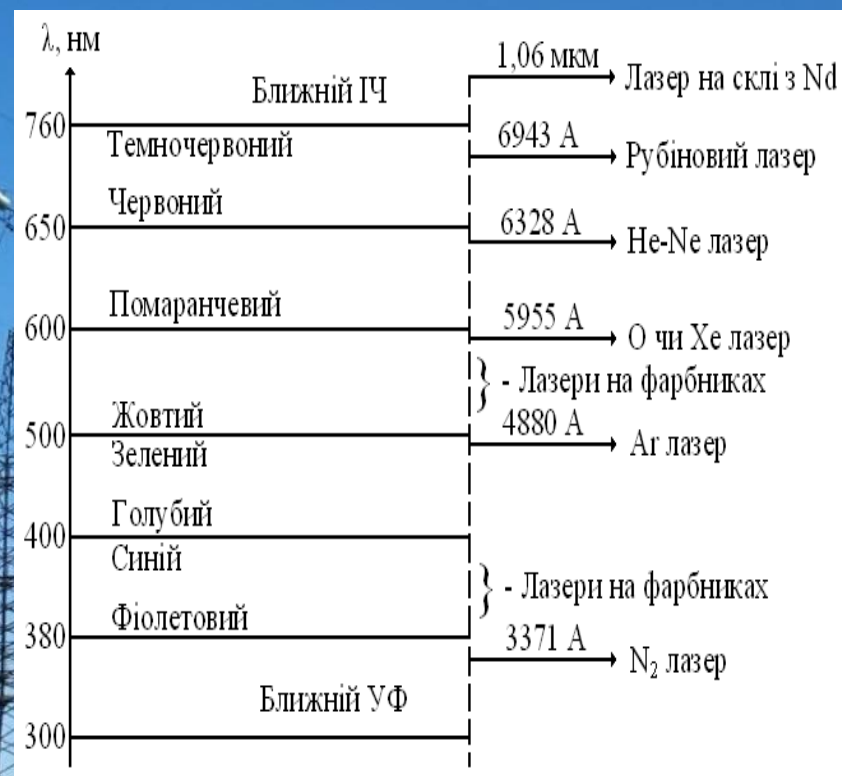
Задачі досліджень

1. Провести аналіз характеристик впливу електромагнітних полів на навколишнє середовище і організм людини на прикладі структурної одиниці Вінницьких високовольтних електричних мереж ПАТ «Вінницяобленерго».
2. Розглянути характеристики енергетичного впливу електромагнітних полів на організм людини на прикладі структурної одиниці Вінницьких високовольтних електричних мереж ПАТ «Вінницяобленерго».
3. Розглянути характеристики інформаційного впливу електромагнітних полів на біологічні об'єкти та організм людини на прикладі структурної одиниці Вінницьких високовольтних електричних мереж ПАТ «Вінницяобленерго».
4. Розглянути і дослідити методи і засоби вимірювання характеристик техногенних електромагнітних полів на прикладі структурної одиниці Вінницьких високовольтних електричних мереж ПАТ «Вінницяобленерго».
5. Розглянути і проаналізувати сучасні методи колективного та індивідуального електромагнітного захисту працівників структурної одиниці Вінницьких високовольтних електричних мереж ПАТ «Вінницяобленерго» та населення яке проживає в зоні дії джерел техногенних електромагнітних полів.
6. Розробити природоохоронні та організаційно-технічні заходи і рекомендації спрямовані на підвищення захисту працівників структурної одиниці Вінницьких високовольтних електричних мереж ПАТ «Вінницяобленерго» та зменшення рівня загального опромінення населення жерелами електромагнітних полів в м. Вінниця.

Шкала електромагнітних хвиль



Спектр видимого діапазону з вказуванням деяких ліній генерації лазерів



Характеристика техногенних джерел електромагнітних полів

Назва	Діапазон частот (довжин хвиль)
Радіотехнічні об'єкти	30 кГц - 30 МГц
Радіопередавальні станції	30 кГц - 300 МГц
Радіолокаційні і радіонавігаційні станції	НВЧ діапазон (300МГц - 300ГГц)
Телевізійні станції	30 МГц - 3 ГГц
Плазмові установки	Видимий, ІЧ-, УФ-діапазони
Термічні установки	Видимий, ІЧ-діапазон
Високовольтні лінії електропередач	Промислові частоти, статична електрика
Рентгенівські установки	Жорсткий УФ, рентгенівський діапазон, видиме світіння
Лазери	Оптичний діапазон
Мазери	НВЧ діапазон
Технологічні установки	ВЧ, НВЧ, ІЧ, УФ, видимий, рентгенівський діапазони
Ядерні реактори	Рентгенівське і гама -випромінювання, ІЧ, видиме
Джерела ЕМП спеціального призначення, застосовувані в радіоелектроній протидії	Радіохвилі, оптичний діапазон, акустичні хвилі (комбінування дії)

Розміри СЗЗ для джерел електромагнітного випромінювання

Потужність джерела ЕМВ, кВт	Діапазон ЕМВ	Ширина СЗЗ, м
Мала – до 5	Довгохвильовий	10
	Середньохвильовий	20
	Короткохвильовий	175
Середня – 5 – 25	Довгохвильовий	10 – 75
	Середньохвильовий	20 – 150
	Короткохвильовий	175 – 400
Велика – 25 – 100	Довгохвильовий	75 – 480
	Середньохвильовий	150 – 960
Дуже велика – понад 100	Довгохвильовий	Понад 480
	Середньохвильовий	Понад 960
	Короткохвильовий	Понад 2500

Характеристика приладів для вимірювання постійного магнітного поля

Назва	Призначення	Межі вимірювання	Основна похибка, %
Ф4355	Мілітесламетр	10; 50; 100; 500; 1000; 1500 мТл	2,5
Ф4354	Теслаамперметр	150; 300; 600; 1500 мТл	2,5
МФ-22Ф	Вимірювач залишкового магнітного поля	0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0 мТл	7,0
ЭМЦ2-21	Мілітесламетр	10; 100; 1000; 2000 мТл	0,9+0,1 B_k/V
РШ1-10	Вимірювач магнітної індукції	20; 200; 2000 мТл	1,5+10 B_k/V
Ф191	Мікровеберметр	2; 5; 10; 20; 50; 100; 200; 500; 1000; 2000 мкВб	1,0
Ф192	Мілівеберметр	0,05; 0,1; 2,5; 5; 10; 25 мВб	1,5
Ф5050	Мікровеберметр	10; 100; 1000; 10000 мкВб	0,5

9 Гранично допустимі рівні електромагнітних полів

Гранично допустимі значення енергетичної експозиції

N діапазону	Метричний розподіл діапазонів	Частоти	Довжини хвиль	ГДР
1	Кілометрові хвилі (низькі частоти, НЧ)	30:300 кГц	10:1 км	25 В/м
2	Гектаметрові хвилі (середні частоти, СЧ)	0,3:3 МГц	1:0,1 км	15 В/м
3	Декаметрові хвилі (високі частоти, ВЧ)	3:30 МГц	100:10 м	(3lg L) В/м
4	Метрові хвилі (дуже високі частоти, ДВЧ)	30:300 МГц	10:1 м	3 В/м

Діапазони частот	Гранично допустима енергетична експозиція за електричною складовою, (В/м)2год.	Гранично допустима енергетична експозиція за магнітною складовою, (А/м)год.	Гранично допустима енергетична експозиція за щільністю потоку енергії, (мкВт/см2)год.
30 кГц – 3 МГц	20 000,0	200,0	–
3 - 30 МГц	7 000,0	не розроблені	–
30 - 50 МГц	8000,0	0,72	–
50 - 300 МГц	800,0	не розроблені	–
300 МГц - 300 ГГц	–	–	200,0

Вимірювання електромагнітних полів

Вимірювання електричних і магнітних полів (далі ЕМП) проводиться в приміщеннях, на вулиці і для атестації робочих місць:

1. Вимір напруженості електричного й магнітного полів частотою 50 Гц (промислові частоти).

Рекомендується при проведенні дослідження впливу електромагнітних полів від ЛЕП, кабелів, промислового встаткування, трансформаторів, оргтехніки та ін. на житлові й громадські приміщення, території, робочі місця.

2. Вимір електромагнітного поля від оргтехніки, комп'ютерів, відеодисплейних терміналів. Досліджується напруженість електричного поля в діапазоні частот 5 Гц - 400 кГц, щільність магнітного потоку в діапазоні частот 5 Гц - 400 кГц у житлових будинках і офісах.

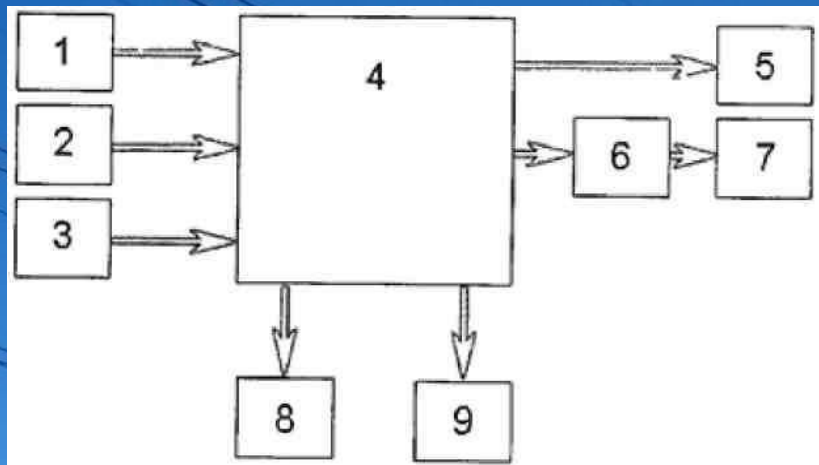
3. Вимір електромагнітного поля радіо- і НВЧ- діапазону.

Досліджується вплив поля в діапазоні частот 30 кГц-300 МГц і щільність потоку енергії (ЩПЕ) електромагнітного випромінювання у діапазоні частот 300 МГц-300 ГГц у квартирах і офісах, на територіях житлової забудови і на робочих місцях від:

- побутовий радіоелектронної апаратуру;
- засобів зв'язку і інформатики;
- антен стільникового зв'язку;
- ретрансляційних вишок радіозв'язку;
- мікрохвильових печей;
- bluetooth і wi-fi передавачів;
- мобільних телефонів та ін.

4. Вимір напруженість (індукції) геомагнітного поля (ослаблення геомагнітного поля).

Індикатор магнітних і електричних полів



Призначений для застосування населенням з метою виявлення й локалізації зон електромагнітної небезпеки в житлових і громадських приміщеннях.

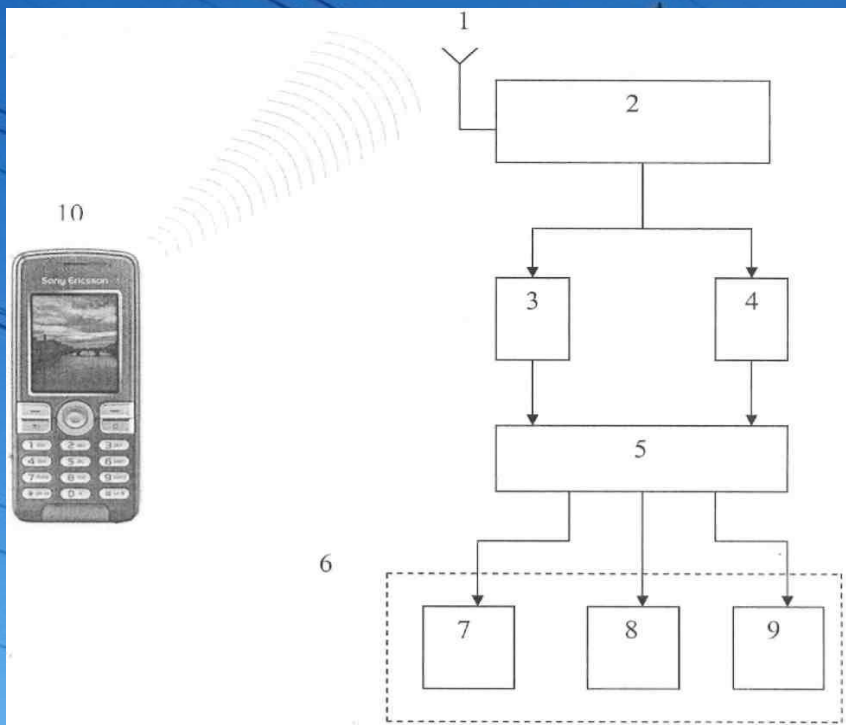
Представлена блок-схема індикатора, де: 1, 2, 3 - антенні плати - давачі електричного і магнітного поля по координатах X, Y, Z; 4 — мікроконтролер, 5 - дисплей з підсвічуванням, 6 - підсилювач, 7 - звуковий випромінювач, 8 - клавіатура, 9 - джерело живлення.

Антенні плати - перетворюють коливання електромагнітного поля по кожній координаті X, Y, Z, у коливання електричної напруги, які підсилюються за допомогою підсилювача 6, а мікроконтролер 4 проводить їх частотну фільтрацію та перетворює у цифрову форму. Результати вимірювання висвічуються на РК - дисплеї 5. Коефіцієнти підсилення для кожної антенної плати - давача 1, 2, 3 по координатах X, Y, Z, програмним способом встановлюють у процедурі калібрування індикатора і зберігають у пам'яті антенних плат - давачів 1, 2, 3.

Мікроконтролер 4 виконує подальшу обробку сигналів: дискретизацію, цифрову фільтрацію, масштабування сигналів від - давачів 1, 2 і 3. Індикатор працює в такий спосіб. Натискають на кнопку «ВКЛ/ВИКЛ» клавіатури 8, сигнали напруги з антенних давачів 1, 2, 3 надходять на входи аналого-цифрового перетворювача, що входить до складу мікроконтролера 4.

Отримані результати виводяться на дисплей приладу 5. Функціонування приладу забезпечене програмами мікроконтролера 4, керування режимами здійснюють через екранне меню. Крім безпосередньо індикації поточних величин електричного і магнітного поля передбачений режим моніторингу - виміру через регульовані інтервали часу та запам'ятовування результатів у пам'яті з можливістю наступного перегляду. При калібруванні приладу обчислюють калібровані коефіцієнти для кожної антенної плати, які зберігають в пам'яті відповідних антенних плат давачів 1, 2 і 3.

Пристрій для екологічного моніторингу шкідливого впливу НВЧ випромінювання стільникового телефону на організм людини



Пристрій містить прийомну антену 1, детектор 2 НВЧ випромінювання (наприклад детектор напруженості НВЧ поля), блок 3 вимірювання рівня НВЧ випромінювання, блок 4 вимірника тривалості НВЧ випромінювання, контролер 5 і блок 6 індикації перевищення санітарної норми, що включає в себе дисплей 7, вузол 8 звукової або світлової сигналізації й вузол оповіщення 9. Позицією 10 на схемі позначене джерело НВЧ випромінювання.

Працює пристрій у такий спосіб. У контролер 5 попередньо вводиться санітарна норма - задана доза однократно допустимого шкідливого впливу НВЧ випромінювання на організм людини.

В процесі роботи джерела 10 виникає НВЧ випромінювання, яке вловлюється прийомною антеною і детектується детектором НВЧ випромінювання 2. За допомогою блоків 3 і 4 у кожному сеансі зв'язку вимірюються відповідно рівень і тривалість НВЧ випромінювання. У контролері 5 здійснюється аналого-цифрове перетворення вимірних сигналів і їхня обробка. Отриманий інтегральний результат, що відповідає накопиченій в часі дозі шкідливого впливу НВЧ випромінювання джерела 10, порівнюється із раніше введеною у контролер 5 санітарною нормою. Перевищення норми відображається на дисплеї 7, відтворюється світловими сигналами у вузлі 8 і передається у вузол оповіщення 9.

Вимірник рівнів електромагнітних випромінювань ПЗ-41 з розширеним виводом інформації



Вимірник ПЗ-41 розроблений з метою виявлення і контролю біологічно небезпечних рівнів електромагнітних випромінювань напруженості, щільності потоку енергії й експозиції для забезпечення виконання вимог про електромагнітну безпеку й електромагнітну сумісність, що діють у країнах Європейського Союзу.

Технічні характеристики ПЗ-41

Діапазон частот і межі вимірювання вимірника **ПЗ-41** залежать від використання типу антени-перетворювача (АП).

Робочі умови застосування і транспортування ПЗ-41 з розширеним виводом інформації (робоча температура від мінус 10 до плюс 55 градусів С.)

Тип антени перетворювача (АП)	Робочий діапазон частот МГц	Тип антени		
		Межі вимірювання		Щільність потоку енергії (ГПЕ) (мкВт/см ²)
		Електрична складова (Е) (В/м)	Магнітна складова (Н) (А/м)	
АП-1 (ГПЕ)	300-40000	1-615	-	0,26-100000
АП-2 (ГПЕ)	300-560	6-1940	-	10-1000000 2,5-300000
	5600-40000	3-1060		
АП-3 (Е)	0,01-0,03	2,5-800	-	1,6-170000 0,066-80240
	0,03-300	0,5-550		
АП-4(Е)	0,01-0,03	15-1500	-	60-600000 26,5-600000
	0,03-300	10-1500		
АП-5(Н)	0,01-0,03	-	0,2-40	-
	0,03-50	-	0,05-20	
АП-6(ГПЕ)	0,5-2000	2-615	-	1-100000
	2000-5600	1-300	-	0,26-24000

Основна відносна похибка виміру ГПЕ і середньоквадратичного значення напруженості електричного (магнітного) поля відомої частоти складає $\pm 2,4$ дБ.

Принцип роботи вимірника рівнів електромагнітних випромінювань ПЗ-41 з розширеним виводом інформації

При включенні приладу запускаються 8 незалежних програм:

- вимір поточних значень напруженості й густини потоку енергії (ГПЕ) з установкою часу відновлення поточних результатів користувачем від 1 до 6 сек.,
- вимір середніх і максимальних значень напруженості й ГПЕ з установкою часу усереднення від 1 до 60 хв.,
- вимір експозицій напруженості й експозиції ГПЕ.

У процесі виміру на рідко кристалічний індикатор (РКІ) виводяться:

1. При вимірі поточних значень:

- значення напруженості і ГПЕ,
- поточний час.

2. При вимірі середніх і максимальних значень:

- максимальні або середні величини напруженості або ГПЕ за попередній часовий інтервал виміру,
- часовий інтервал усереднення,
- поточне значення тимчасового інтервалу усереднення.

3. При вимірі експозиції:

- значення експозиції напруженості або експозиції ГПЕ,
- час, за яке відбувається вимір експозиції.

У процесі всіх вимірів на табло РКІ висвічується номер використовуваного антенного перетворювача (АП) і значення робочої частоти, по якій відбувається корекція частотної характеристики АП.

При включенні кнопки «Режим виміру» запускається 2 додаткові програми:

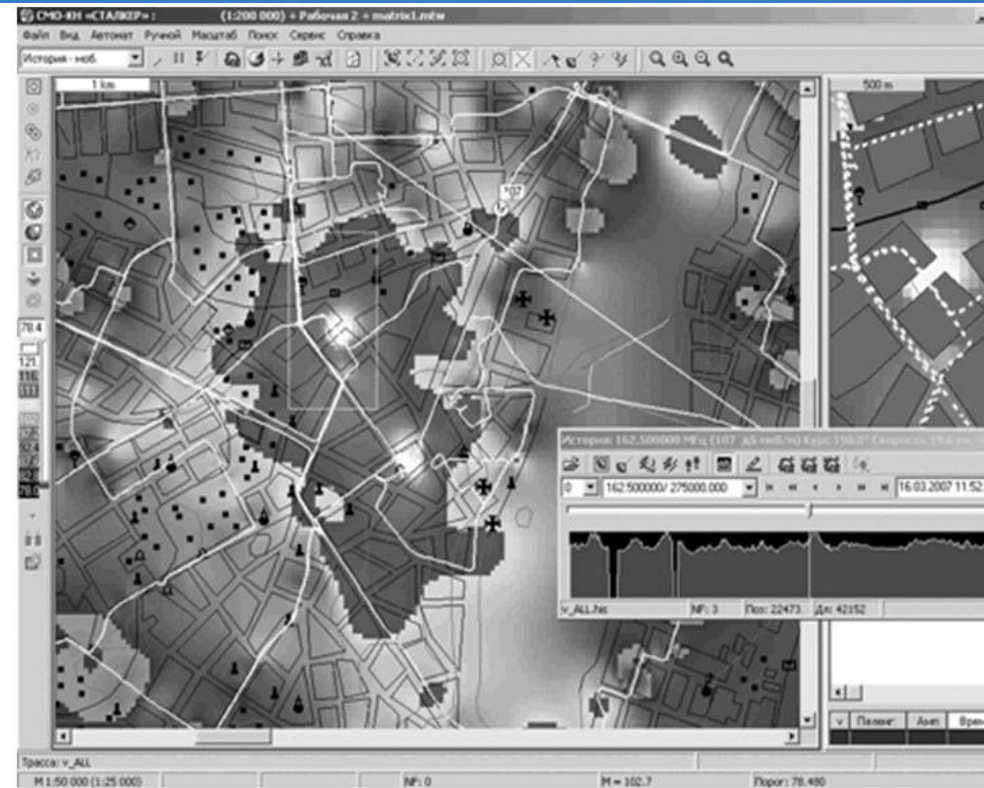
- 1) пошук з дискретністю 120 мсек максимального значення напруженості, при цьому відбувається фіксація максимуму і поточного часу, коли цей максимум досягається, а також виробляється індикація поточного часу пошуку,
- 2) вимір компонентів напруженості поля по 3 взаємо-ортогональним напрямкам x , y , z .

Додатково в налаштування приладу введено: налаштування контрастності буквено-цифрових позначень, а також примусове включення і вимикання підсвічування РКІ. При роботі приладу в режимі чергування відключення підсвічування РКІ збільшує тривалість безперервної роботи з 85 до 140 годин. Процес виміру і керування приладом може здійснюватися із ПК із використанням оптоволоконного кабелю, довжиною від 10 до 100 м через USB-вхід. У програмне забезпечення (ПЗ) ПК уведена опція самозапису - відображення і фіксація потрібних користувачеві результатів вимірів з інтервалом 1 сек. Всі максимальні і середні значення напруженості за виділений оператором інтервал часу заносяться у пам'ять процесора приладу із прив'язкою до реального часу і можуть відображатися на екрані ПК. Прилад здійснює візуальне і звукове оповіщення користувача при досягненні одного або декількох рівнів гранично допустимого рівня (ГДР) напруженості, ГПЕ, експозиції, що вводяться користувачем у ПК.

Мобільна станція радіомоніторингу і пеленгування "Аргумент"



Зовнішній вигляд мобільної станції



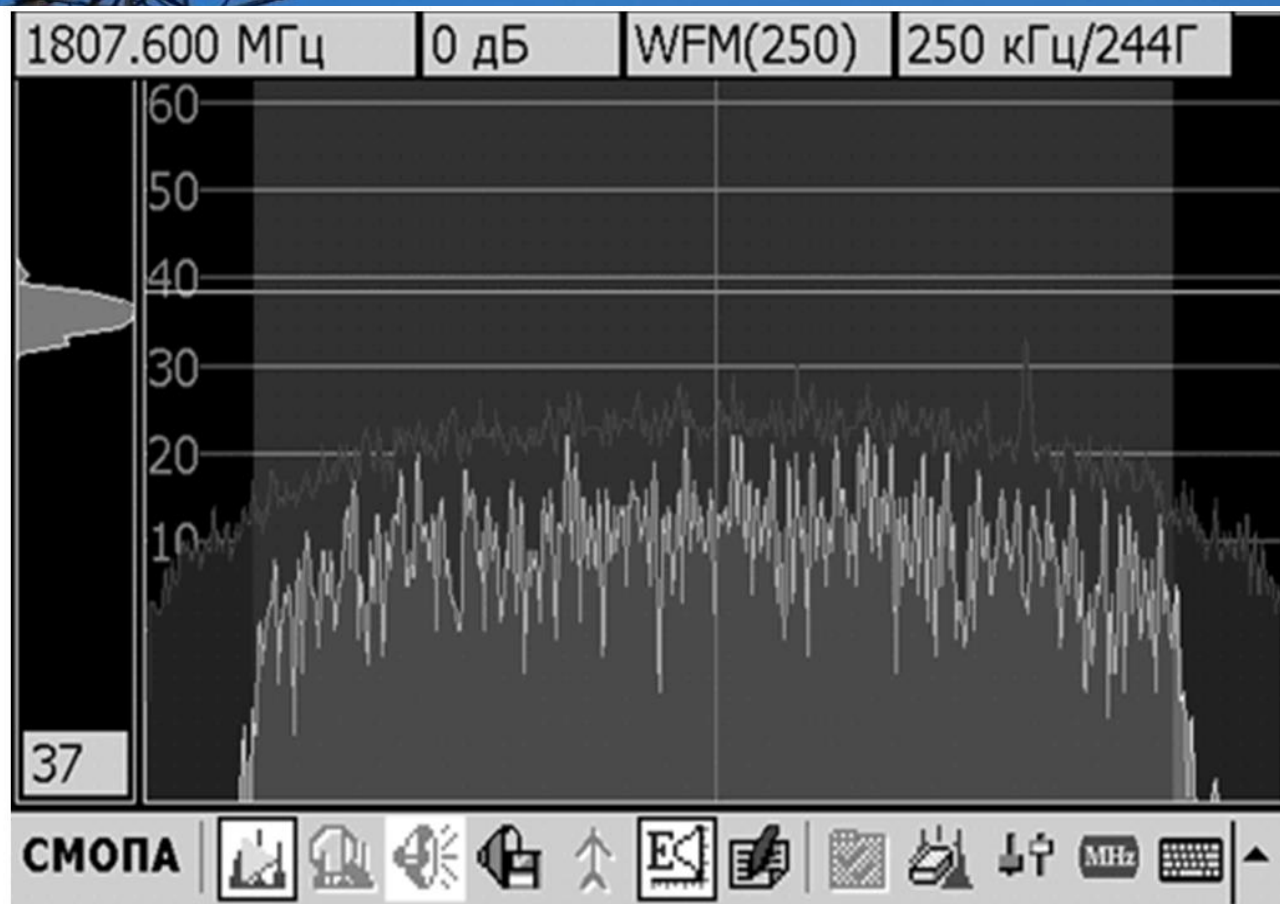
Відображення результатів вимірів напруженості поля на карті місцевості



Вимірювання та обробка даних

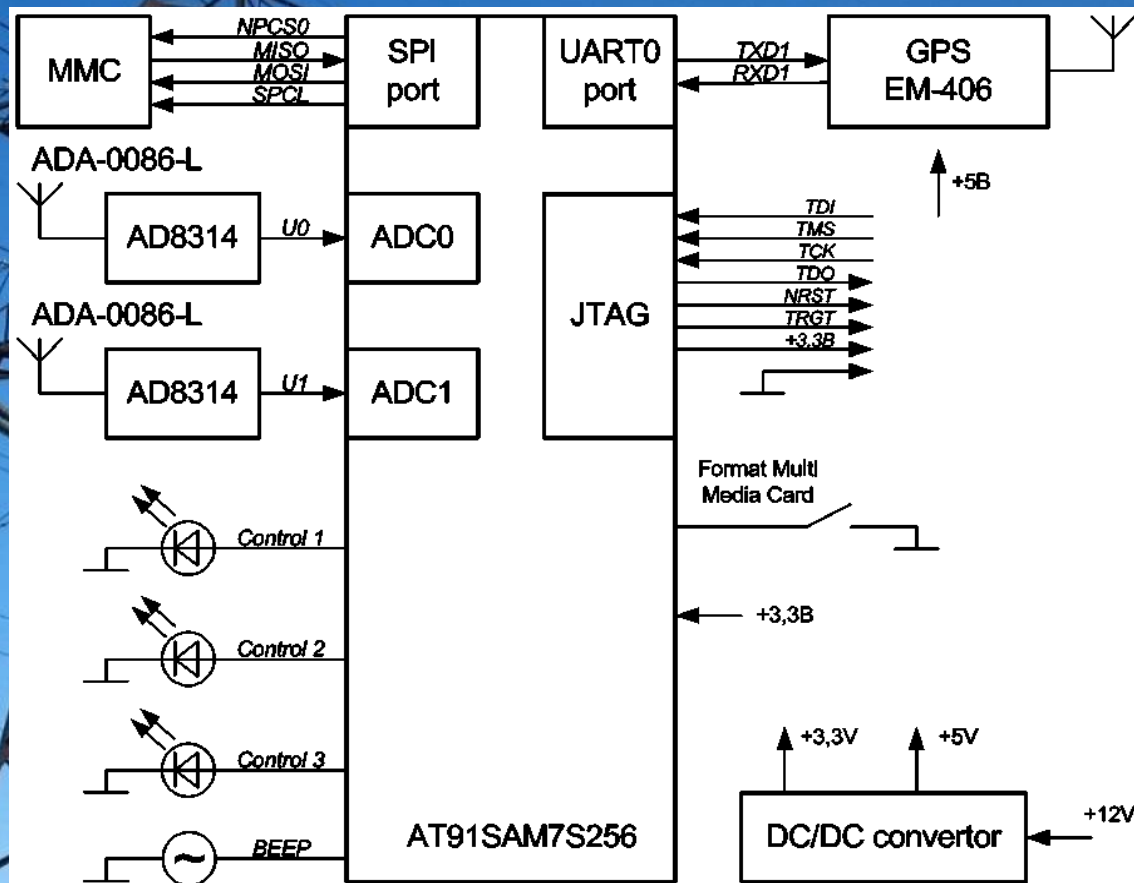


Вимірювання
інтенсивності ЕМП
базової станції
GSM-1800 на даху
будинку



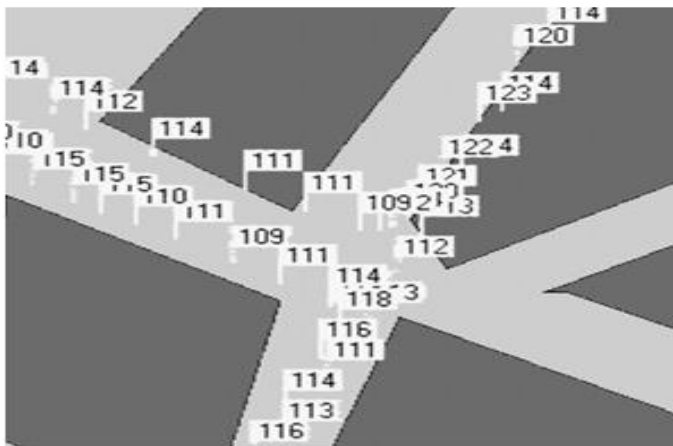
Вікно програми СМОПА в режимі виміру
напруженості поля

Функціональна схема мобільного вимірювального терміналу рівня електромагнітного поля

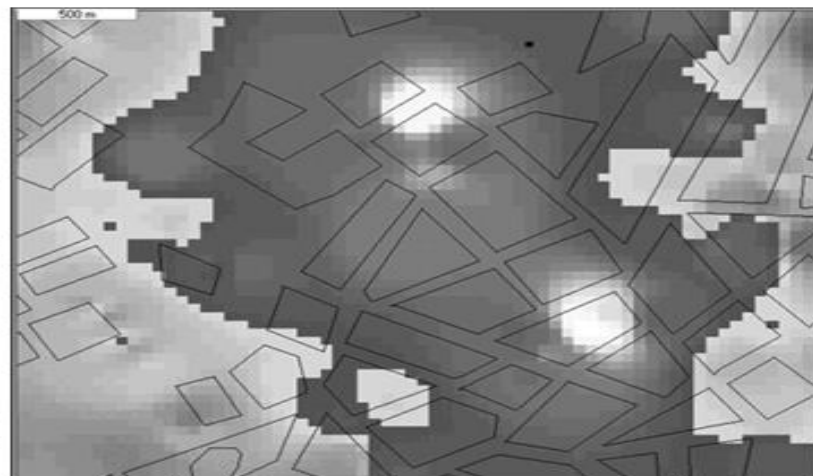


Програмне забезпечення дозволяє візуально визначити рівень інтегрального електромагнітного випромінювання щодо географічних координат або реперних точок (базової станції). Крім цього вимірювальні дані можна зіставити з теоретичними характеристиками випромінювання при відомих даних про передавальні антени і їхні географічні координати. В результаті є можливість порівняння вимірних характеристик із теоретичними (гранично допустимими рівнями (ГДР)).

Створення інтерактивної мапи електромагнітного «смогу»



Відображення значень обмірюваного фактора й траси руху мобільної станції



Відображення діаграми розподілу фактора за допомогою колірної заливки



Відображення діаграми розподілу фактора за допомогою ізоліній

Технологічне обладнання розміщене на території ПАТ “Вінницяобленерго” СО ВВЕМ

Тип трансформатора	Номинальна потужність трансформатора, кВА	Ширина колії, для перекочування трансформатора, мм	
		подовжньої	поперечної
Трансформатори 35 кВ			
ТМ	1; 1,6	1070	1070
	2,5; 6,3	1524	1524
ТМН	1; 1,6	1070	1070
	2,5; 6,3	1524	1524
ТД	10; 16	1524	1524
ТДЦ, ТРДН	25; 40	1524	1524
	80	1524	2500
ТМТН, ТДТН	6,3; 10	1524	1524
	16	1524	2000
Трансформатори 110 кВ			
ТМН	2,5	1524	1524
	6,3; 10	1524	2000
ТДН	10	1524	1524
	16; 31,5	1524	2000
ТРДН	25; 40	1524	2500
ТРДЦН	63	1524	2500
ТМТН	6,3; 10	1524	2000
ТДТН	10	1524	1524
	16 – 80	1524	2000

Електромагнітне забруднення території та приміщень

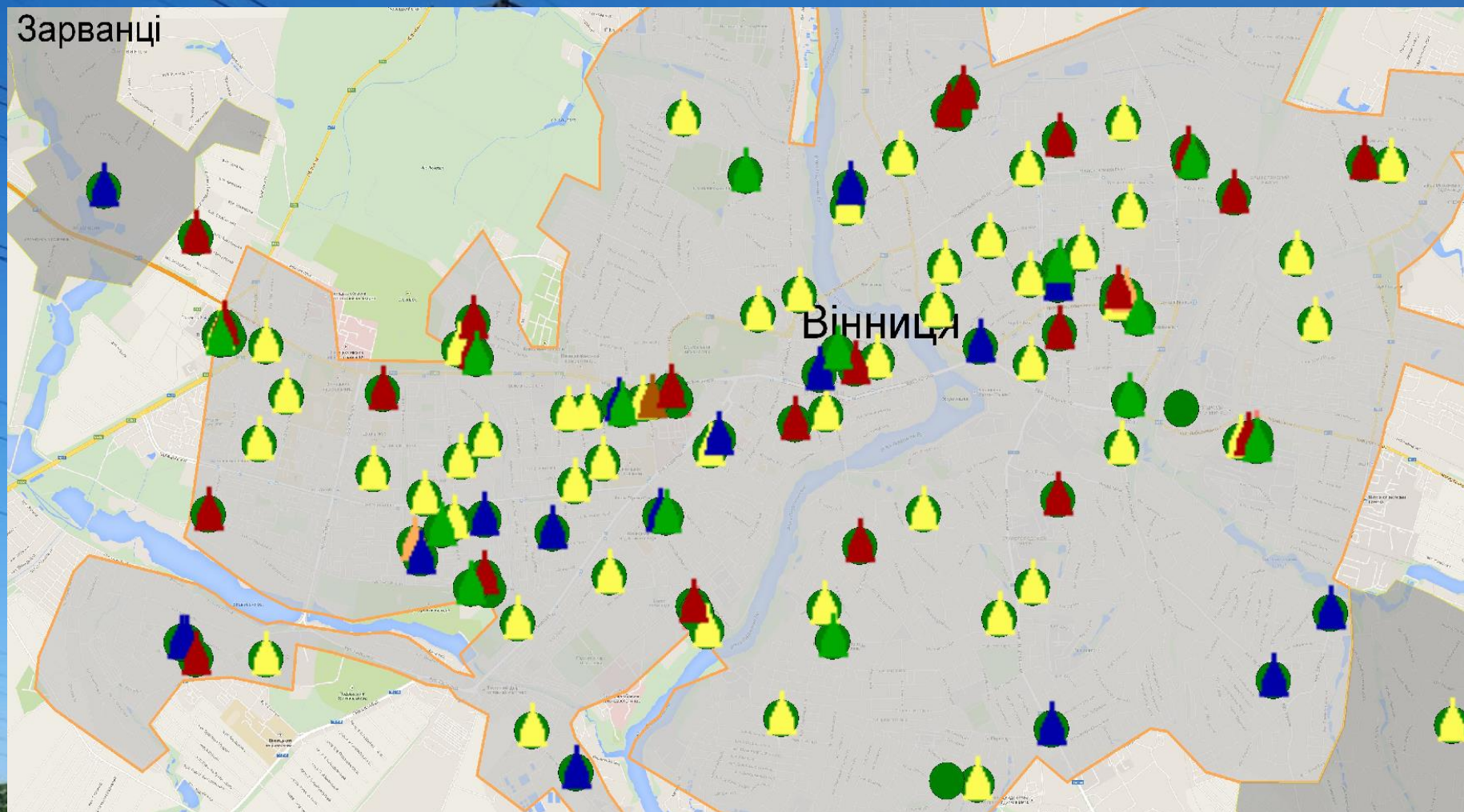
СО ВВЕМ ПАТ “Вінницяобленерго”

№	Об'єкт на території ” СО ВВЕМ ПАТ “Вінницяобленерго	Джерело	Значення напруженості, кВ/м
1	Лабораторія (діагностика)	Технічне обладнання	0,5 – 0,6
2	Вузол передачі даних	Системи передачі даних	0,6 – 0,65
3	Лабораторія по ремонту обладнання	Автономна електростанція	0,5

Гранично допустимі рівні напруженості електричного поля (E) промислової частоти

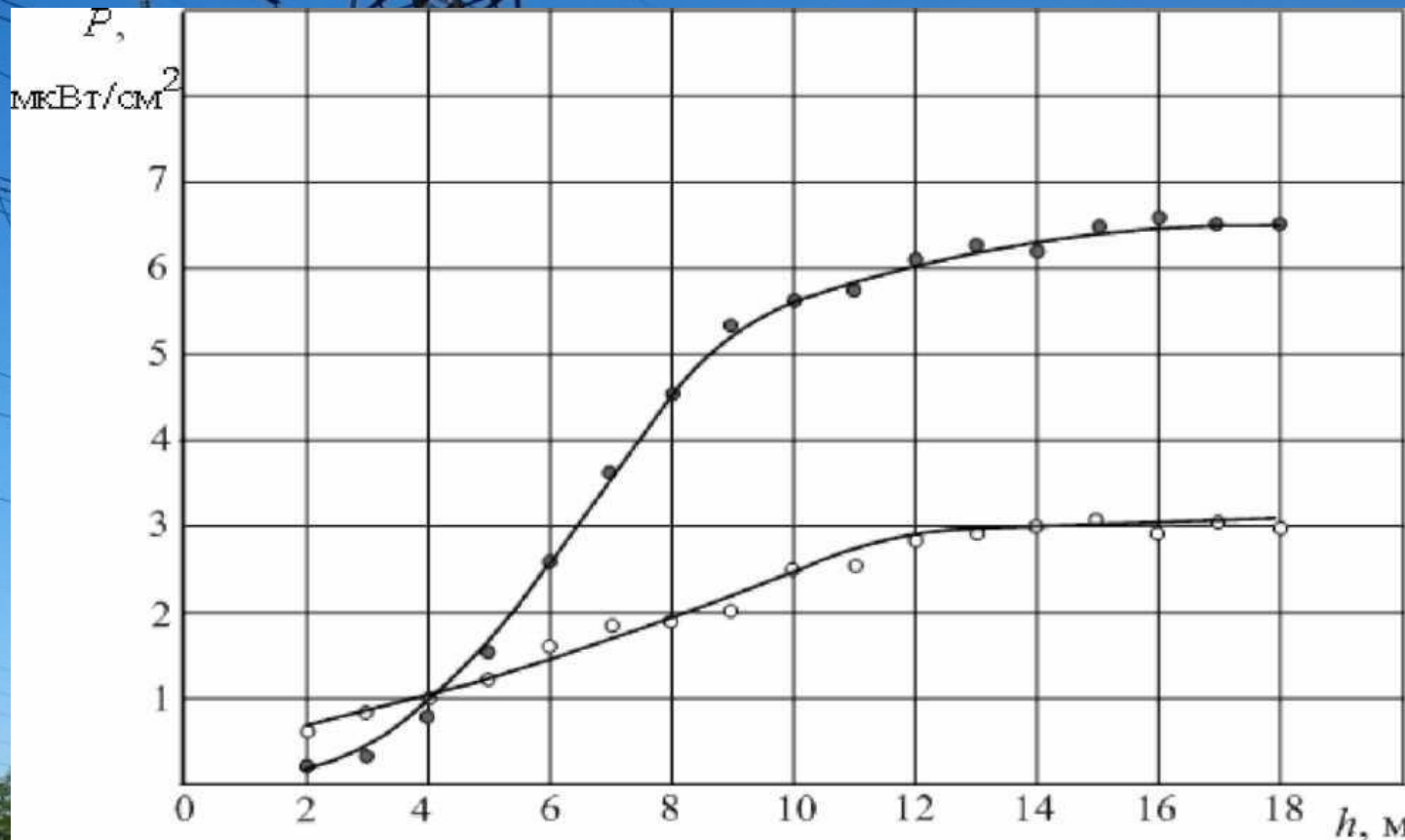
Приміщення, територія	E, кВ/м
Всередині житлих будинків	0,5
На території зони житлової забудови	1,0
У населеній місцевості, поза зоною житлової забудови (землі в межах міського кордону в межах їх перспективного розвитку на 10 років, приміські та зелені зони, курорти, землі селищ міського типу і сільських населених пунктів, в межах кордонів цих пунктів); на ділянках перетину ПЛ з автомобільними дорогами I - IV категорії	10
У ненаселеній місцевості (часто відвідуваною людьми, доступною для транспорту і сільськогосподарські угіддя)	15
У важкодоступній місцевості (не доступній для транспорту та сільськогосподарських машин) та на спеціально обгороджених ділянках, де доступ населення виключений)	20

Розташування базових станцій стільникового зв'язку у м.Вінниці



Зміна інтенсивності випромінювання базової станції мобільного зв'язку з висотою від поверхні землі:

- - на відстані 50 м, о - на відстані 100 м



Чутливість біооб'єктів до низькочастотних і модульованих полів

Об'єкт	Функція	Характеристика поля
Щур	Нав'язування ритму електроенцефалограми низькочастотною модуляцією	Несуча частота 3 ГГц, модулююча частота 500 Гц, щільність потоку енергії 5 мВт/см ²
Кролик	Зміна електроенцефалограми. При частоті 60 Гц змін не виявлено	Несуча частота 5 МГц, модулююча частота 14 – 16 Гц
Кішка	Сплески коливань електроенцефалограми, вироблені умовно-рефлекторно на спалахи світла	Несуча частота 147 Гц, модулююча частота 4,5 Гц, щільність потоку енергії 0.8 мВт/см ²
Мавпа	Суб'єктивна оцінка часу (заниження часових інтервалів)	Частота 7 або 10 Гц, електрична напруженість 1 – 10 В/м
Людина	Уповільнення циркадних ритмів при екрануванні, і відновлення при впливі низькочастотних полів	Частота 10 Гц, електрична напруженість 2,5 В/м

Гормональні зміни у тварин під впливом електромагнітного ПОЛЯ

Частота, ГГц	Щільність потоку енергії, МВт/см ²	Умови опромінення	Результат
0,5; 2,5	1,0	8 годин на добу, 120 діб	Посилення адренокортикальної функції надниркових залоз
2,45	1,0	4 часа одноразово	Стимулювання функції надниркової залози
2,45	1,1	до 8 тижнів	Змін функцій надниркової залози не виявлено
2,45	0,1	30 хвилин	Посилення кортикотропінреалізуючої функції гіпофіза
2,45	8,05,0 – 25,0	8 годин на добу, до 21 разу	Зменшення сироваткового тироксину и тиреотропного гормону
2,86	10,0	6 годин на добу, 6 діб на тиждень на протязі 6 тижнів	Рівень фолікулостимулюючого гормону і гормону росту – без змін; збільшення лютеогормону в гіпофізі
1,25	15,0 імпульсне	30 хвилин і більше	Збільшення рівня кортикостерона
2,45	10,5	30 і 60 хвилин	Збільшення рівня гормону росту. Порогова інтенсивність гальмування гормону росту

Імунологічні реакції у тварин під впливом електромагнітного поля

Вид тварин	Частота, ГГц	Щільність потоку енергії, МВт/см ²	Умови опромінення	Результат
Миші	2.95	0.5	6 годин щодоби на протязі 6-12 тижнів	Збільшення вмісту антитіл і титру імунізації еритроцитами барана
	3.1	2.0	145 годин безперервно	Збільшення кількості лімфобластичних клітин в селезінці і лімфоїдній тканині
	2.45	20.0	30 хвилин одноразово і багаторазово на протязі 3, 6 і 9 діб	Збільшення комплемент-рецептору і позитивного імуноглобуліну в селезінці, поліклональна активація В-лімфоцитів
	2.6	25.0		Збільшення кількості селезінкових Т- і В-лімфоцитів і їх міграції в кістковий мозок та легені
	2.45	5-35	15 і 30 хвилин щодоби на протязі 22 діб	Змін не виявлено
	2.4	40	30 хвилин	Збільшення міграції стовбурових клітин
Щурі	2.45	5.0	4 години щодоби на протязі 40 діб після народження	У 40-денних крис підвищувалася реакція лімфоцитів на стимуляцію <i>in vitro</i> Т- і В-мітогенів. Результати відтворювались неоднозначно
	0.425	10.0		
	2.375	0.01-0.05	3 місяця	Відсутність змін бласт-трансформації
Кролики			1 місяць	Придушення активності більшості імунокомпетентних клітин
	3.0	3.0	6 годин щодоби на протязі 6 тижнів	Опромінення та зараження <i>st. aureus</i> хворіли більш важко
	2.95	5.0	2 години щодоби, 6 діб на тиждень на протязі 6 місяців	<i>In vitro</i> збільшилась спонтанна лімфобластозна трансформація лімфоцитів
	2.45	7-10	23 години щодоби на протязі 18 діб	Придушення стимуляції мітогенами лімфоцитів селезінки

Зміни кровотворної системи під впливом електромагнітного випромінювання

Вид тварин	Частота, ГГц	Щільність потоку енергії, МВт/см ²	Умови опромінення	Результат
Миші	2,45	30	30 хвилин на протязі 22 діб	Кількість еритроцитів, лейкоцитів і гемоглобіну не змінювалась
	0,78	43	2 години щоденно, 5 діб на тиждень, 35тижнів	Кількість лейкоцитів, еритроцитів і гематокриту не змінювалась
	2,45	100	5 хвилин	Лейкоцитоз. Збільшення кількості стовбурових клітин
Щури	2,4	5	1 година щодоби на протязі 90 діб	Змін в крові не було
	2,45	5	4 години щодоби, до 40 діб після народження	Кількість еритроцитів, лейкоцитів і гемоглобіну не змінювалась
	0,425	10	Той же режим опромінення	Абсолютна нейтропенія і відносний лімфоцитоз
	2,4	10	2 години щодоби на протязі 10-40 діб	Збільшення рівня гемоглобіну, гематокриту і еритроцитів

Характеристика небезпечних та шкідливих для людини частот

№	Частота, ГГц	Негативний ефект
1	0,02	Збільшення часу реакції на збудження
2	0,6	Стійке психічне гальмування
3	1-3	Стрес
4	5-7	Розумове втомлення. Стрес. Негативне емоційне збудження
5	8-12	Впливає на реактивність і емоційне збудження, аж до судом
6	12-3	Розумова втома, посилення стресу
7	1000-12000	Зниження слухового сприйняття в цілому
8	40-70	При високій напрузі поля погіршення обмінних процесів. Індивідуальні фізіологічні зміни, стурбованість
9	Близько 400	Можливі функціональні порушення

Захворюваність населення, що проживає під впливом електромагнітного випромінювання

Класи захворювань	Вікові групи, %					Всього, %
	20-29 р	30-39 р	40-49 р	50-59 р	60-100 р	
Інформаційні і паразитичні захворювання	1,04	0,61	0,64	0,81	3,59	1,22
Новоутворення	-	0,82	1,83	0,99	1,15	1,05
Захворювання ендокринної системи	0,21	0,41	1,07	1,44	0,57	0,83
Захворювання нервової системи	8,30	3,07	7,84	2,88	4,45	4,91
Захворювання очей	1,24	0,82	1,40	0,54	-	0,79
Захворювання вуха	-	-	0,86	-	0,86	0,33
Захворювання шкіри	-	-	0,97	0,72	-	0,41
Захворювання системи кровообігу	8,71	6,04	10,53	17,28	23,24	13,18
Захворювання органів дихання	54,60	71,41	52,20	58,78	38,74	56,45
Травми, отруєння	2,49	1,24	2,04	0,63	-	1,19
Захворювання кістково-м'язової системи	5,60	0,82	9,13	9,27	15,35	7,86
Захворювання сечостатевої системи	5,19	2,77	2,68	1,26	1,87	2,48
Захворювання органів травлення	11,62	10,35	7,95	4,23	9,32	8,17
Алергічні захворювання	1,04	1,64	0,86	1,17	0,86	1,14

Смертність осіб працюючих з джерелами електромагнітних полів

<u>Категорія смертності</u>	<u>Щільність потоку енергії менше 1 мВт/см²</u>		<u>Щільність потоку енергії більше 1 мВт/см²</u>	
	<u>абсолютна величина</u>	<u>відносна величина, %</u>	<u>абсолютна величина</u>	<u>відносна величина, %</u>
Число людей у вибірці	20781	100	20109	100
Загальне число випадків смерті	665	0.31	783	0,39
Загибель від нещасних випадків	223	0.009	318	0,016
<u>Смертність від хвороб</u>	359	0.0017	357	0,0017
<u>Новоутворення</u>	94	0.0045	108	0,0053
<u>Серцево-судинна система</u>	180	0.0085	175	0,0087
<u>Органи травлення</u>	27	0.0013	25	0,0012
<u>Кровотворення і лімфатична система</u>	20	0.001	26	0,0013

Основні характеристики радіо поглинальних матеріалів

Гранично допустимі рівні щільності енергії у діапазоні частот 300 МГц – 300 ГГц

Марка поглинач і матеріал, що лежить у його основі	Діапазон робочих хвиль	Відбита потужність, %	Товщина матеріалу
СВЧ-068, ферит	15-200	3	4
“Луч”, деревне волокно	15-150	1-3	-
В2Ф2, гума	0,8-4	2	11-14
В”Ф№, ВКФ1, гума	0,8-4	4	11-14
“Болото”, поролон	0,8-100	1-2	-

Тривалість впливу t, год.	ЩПЕ _{ГДР} , мкВ/см ²
8,0 і більше	25
7,5	27
7,0	29
6,5	31
6,0	33
5,5	36
5,0	40
4,5	44
4,0	50
3,5	57
3,0	67
2,5	80
2,0	100
1,5	133
1,0	200
0,5	400
0,25	800

Наукова новизна

1. Встановлено, що найбільшого електромагнітного навантаження зазнають вінничани, які мешкають або працюють у центральних густонаселених районах міста (вул. Соборна, Київська, Пирогова, Келецька, Хмельницьке шосе), внаслідок підвищеної концентрації розміщення базових станцій стільникового зв'язку в центральній частині міста. Це пов'язано з тим, що основна частина абонентів (мешканців м. Вінниці) працює або проїжджає через центральну частину міста і для безперебійної роботи мобільних мереж потрібно встановлювати додаткові базові станції стільникового зв'язку.

2. Встановлено енергетичний та інформаційний вплив промислової частоти на здоров'я працівників електричних мереж, що дозволило врахувати рівень екологічної безпеки на ПАТ «Вінницяобленерго» м.Вінниці.

3. Удосконалений метод дослідження негативного впливу електромагнітних полів, створюваних технологічним обладнанням з напругою 35 – 110 кВ промислової частоти на біологічні об'єкти і організм людини, що дозволило проводити екологічний контроль забруднення електроенергетичних промислових об'єктів.

Практичне значення роботи

Результати проведених досліджень доцільно використовувати в практиці виробничої діяльності структурної одиниці Вінницьких високовольтних електричних мереж та на районних дільницях ПАТ «Вінницяобленерго» для оптимізації управління в галузі охорони навколишнього природного середовища на території м. Вінниці та області.

Розроблені природоохоронні та організаційно-технічні заходи і рекомендації спрямовані на підвищення захисту працівників структурної одиниці Вінницьких високовольтних електричних мереж ПАТ «Вінницяобленерго» від негативної дії електромагнітних полів створюваних технологічним обладнанням з напругою 35 – 110 кВ промислової частоти та зменшення рівня загального опромінення населення джерелами електромагнітних полів в зоні впливу високовольтних ЛЕП на території м. Вінниця.

Проведений розрахунок електромагнітного захисту від електромагнітних полів радіочастотного діапазону, який забезпечує послаблення поля випромінювання в робочій зоні до гранично допустимого рівня у визначеному спектральному діапазоні.

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ

Результати роботи впроваджено у навчальний процес інституту екологічної безпеки та моніторингу довкілля (ІнЕБМД) Вінницького національного технічного університету.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз характеристик впливу електромагнітних полів на навколишнє середовище і організм людини на прикладі структурної одиниці Вінницьких високовольтних електричних мереж ПАТ «Вінницяобленерго».
2. Розглянуто характеристики енергетичного впливу електромагнітних полів на організм людини на прикладі структурної одиниці Вінницьких високовольтних електричних мереж ПАТ «Вінницяобленерго».
3. Розглянуті характеристики інформаційного впливу електромагнітних полів на біологічні об'єкти та організм людини на прикладі структурної одиниці Вінницьких високовольтних електричних мереж ПАТ «Вінницяобленерго».
4. Розглянуті і досліджені методи і засоби вимірювання характеристик техногенних електромагнітних полів на прикладі структурної одиниці Вінницьких високовольтних електричних мереж ПАТ «Вінницяобленерго».
5. Розглянуто і проаналізовано сучасні методи колективного та індивідуального електромагнітного захисту працівників структурної одиниці Вінницьких високовольтних електричних мереж ПАТ «Вінницяобленерго» та населення яке проживає в зоні дії джерел техногенних електромагнітних полів.
6. Розроблені природоохоронні та організаційно-технічні заходи і рекомендації спрямовані на підвищення захисту працівників структурної одиниці Вінницьких високовольтних електричних мереж ПАТ «Вінницяобленерго» та зменшення рівня загального опромінення населення височастотними джерелами електромагнітних полів на території ВНТУ і в м. Вінниця.
7. Проведено обстеження височастотного електромагнітного забруднення території ВНТУ за участю ДУ «Вінницький обласний лабораторний центр Держсанепідслужби України».
8. **Інтенсивність випромінювання базових станцій мобільного зв'язку у місті Вінниця становить 0,8-1,8 мкВт/см² (гранично допустимий рівень (ГДР)- 2,5 мкВт/см²).**
9. Розроблені природоохоронні та організаційно-технічні заходи і рекомендації спрямовані на підвищення захисту працівників структурної одиниці Вінницьких високовольтних електричних мереж ПАТ «Вінницяобленерго» від негативної дії електромагнітних полів створюваних технологічним обладнанням з напругою 35 – 110 кВ промислової частоти та зменшення рівня загального опромінення населення джерелами електромагнітних полів в зоні впливу високовольтних ЛЕП на території м. Вінниця.
10. Проведений розрахунок електромагнітного захисту від електромагнітних полів радіочастотного діапазону, який забезпечує послаблення поля випромінювання в робочій зоні до гранично допустимого рівня у визначеному спектральному діапазоні.

Рекомендації щодо зменшення впливу електромагнітних полів

- 1. Захист часом.** Даний вид захисту базується на дозовій концепції і має на увазі обмеження часу перебування в електромагнітному полі і нормування інтервалів часу, протягом яких людина покидає небезпечну зону. При цьому забезпечується як не перевищення допустимої дози, так і залучення природних захисних ресурсів організму, які за відсутності випромінювання відновлюють функції організму. Саме для такого роду захисту і передбачається нормування енергетичної експозиції.
- 2. Захист відстанню.** У цьому випадку передбачається видалення джерела випромінювання на деяку відстань, що визначається виходячи з певного гранично допустимого рівня напруженості або щільності потоку потужності. Даний вид захисту є скоріше профілактичним, оскільки не передбачає зміну характеристик апаратури.
- 3. Захист екрануванням.** У тих випадках, коли неможливо задіяти захист часом або відстанню, або їх застосування виявляється недостатнім, доводиться екранувати джерела випромінювання, використовуючи здатність провідників змінювати конфігурацію електромагнітних полів, обмежуючи їх поширення, або змінюючи його напрям. Даний спосіб захисту можна вважати універсальним, оскільки його застосування дозволяє знизити рівень впливу до будь-якого, заздалегідь заданого. При цьому слід враховувати, що створення засобів індивідуального захисту, що дозволяють людині не просто перебувати в них, але ще й виконувати певні обов'язки, є непростим і досить дорогим завданням.
- 4. Захист блокуванням.** У даному випадку мова йде про блокування наслідків впливу випромінювання шляхом застосування відповідних медикаментозних препаратів. Захист такого роду може виявитися корисним лише в тому випадку, якщо наслідки застосування препаратів—радіопротекторів, виявляться менш небезпечними, ніж вплив власне випромінювання.
- 5. Для захисту тіла** використовується одяг із металізованих тканин та радіопоглинаючих матеріалів. Металізована тканина складається із бавовняних чи капронових ниток, спіралью обвитих металевим дротом. Очі захищають спеціальними окулярами зі скла з нанесеною на внутрішній бік провідною плівкою двоокису олова.

Публікації результатів роботи

1. Остапенко О. О., Вега Фактос Джохселін Анабель, Васильківський І. В. Електромагнітне забруднення міста Вінниці / “IV Всеукраїнський з’їзд екологів з міжнародною участю” (Екологія/Ecology-2017), 20-22 вересня, 2017. Збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – С. 18.
2. Остапенко О.О., Вега Фактос Джохселін Анабель, Васильківський І. В. Електромагнітне забруднення міста Вінниці / «Екологія та екологічна безпека»: Матеріали науково-практичної конференції Всеукраїнського студентського конкурсу» (15-17 березня 2017 року). - Полтава: ПолтНТУ, 2017. – С.34.

Подяки

Автор вдячний начальнику структурної одиниці Вінницьких високовольтних електричних мереж ПАТ «Вінницяобленерго» Івану Васильовичу Іванцю за допомогу і підтримку у проведенні експериментальних досліджень рівня електромагнітного забруднення на СО ВВЕМ ПАТ «Вінницяобленерго» в м. Вінниці.

Участь у Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт «Екологія та екологічна безпека» (м. Полтава, 2017)



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА

СЕРТИФІКАТ

учасника Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з природничих, технічних та гуманітарних наук за галуззю науки «Екологія та екологічна безпека» 2016-2017 рр.,

виданий

**Остапенко Олександрі Олександрівні, Вега Фактос
Джохселін Анабель**

за представлену роботу на тему:

“Електромагнітне забруднення міста Вінниця”

Ректор, д.е.н., професор, голова галузевої
конкурсної комісії з “Екології та екологічної
безпеки”



В. О. Онищенко

15-17 березня 2017 р.

Копія сертифікату учасника Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт
«Екологія та екологічна безпека» (м. Полтава, 2017)

A wide-angle photograph of a vast field of golden wheat stretching to the horizon under a clear blue sky. The wheat is in full bloom, with many heads visible. The sky is a deep, uniform blue with a few wispy clouds near the horizon.

Доповідь закінчена.

Дякую за увагу!