



Харківський національний університет радіоелектроніки

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Автоматики і комп'ютеризованих технологій

Кафедра Проектування та експлуатації електронних апаратів

Освітньо-кваліфікаційний рівень Другий (магістерський)

Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма Радіоелектронні апарати та засоби

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ПЕЕА

Хорошайло Ю.Є.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022 року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІКАФІЦІЙНУ РОБОТУ

Здобувачеві

Єфімову Михайлу Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка структури аналізатора параметрів нелінійності радіоелектронних пристроїв

затверджені наказом по університету від 14.11.2022 р. № 1475 Ст.

2. Термін подання студентом роботи 02.12.2022

3. Вихідні дані до роботи детектор нелінійних переходів «NR 900 ЕМ», нелінійний радіолокатор "Об-2С", Прилад нелінійної локації «ДЖІЛЛЯ-23» нелінійний локатор «Катран»

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

4.1 Вступ

4.2 Теоретична частина

4.3 Програмна частина

4.4 Охорона праці

4.5 Висновки

4.6 Перелік джерел посилань

4.6 Додатки

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів) Демонстраційний матеріал  
представлений у форматі презентації PowerPoint (\*.ppt)

6. Консультанти розділів роботи

Найменування Розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання	1.09.22	
2	Аналіз завдання	15.09.22	
3	Огляд літератури з теми дослідження	20.09.22	
4	Проведення експериментів	15.10.22	
5	Розрахунки	20.10.22	
6	Оформлення пояснювальної записки	25.10.22	
7	Подання атестаційної роботи в ЕК	25.11.22	

Дата видачі завдання

1.09.2022

Здобувач

\_\_\_\_\_ (підпис)

Єфімов М.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи (проекту)

\_\_\_\_\_ (підпис)

проф. Чумаков В.І.

(посада, прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 89 с., рисунки 16, таблиці 2, джерела 41.

ПРОГРАМНИЙ МЕТОД, ПРОГРАМУВАННЯ, МАТЕМАТИЧНА  
МОДЕЛЬ, СТОРЕННЯ БАЗИ ДАНИХ, ОПТИМІЗАЦІЯ, АНАЛІЗ

Об'єкт дослідження – Розробка структури аналізатора параметрів нелінійності радіоелектронних пристроїв.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка та оптимізація програмного продукту з метою оптимізації та поліпшення аналізу параметрів нелінійності радіоелектронних пристроїв .

Проаналізовано існуючі пристрої для пошуку та аналізу параметрів нелінійності радіоелектронних пристроїв.

Проведено порівняння існуючих нелінійних локаторів, ознайомлення з їх перевагами та недоліками.

Розроблено програмний продукт на базі мови програмування Java, та бази даних SQLite, для аналізу параметрів нелінійності радіоелектронних пристроїв, з метою їх ідентифікації лише по параметрам нелінійності.

Пояснювальна записка зроблена згідно ДСТУ 3008 – 2015 року [1].

## ANNOTATION

Explanatory note: 89 pp., images 16, tables 2, sources 41 .

SOFTWARE METHOD, PROGRAMMING, MATHEMATICAL MODEL,  
DATABASE CREATION, OPTIMIZATION, ANALYSIS

The object of the research is the development of the structure of the analyzer of the nonlinearity parameters of radio-electronic devices.

The purpose of the qualification work is to develop and optimize the software product in order to optimize and improve the analysis of the nonlinearity parameters of radio electronic devices.

The existing devices for finding and analyzing the nonlinearity parameters of radio electronic devices were analyzed.

A comparison of existing non-linear locators, familiarization with their advantages and disadvantages was carried out.

A software product based on the Java programming language and the SQLite database has been developed to analyze the nonlinearity parameters of radio-electronic devices, with the aim of identifying them only by nonlinearity parameters.

The explanatory note was made according to DSTU 3008 - 2015 [1].

## ЗМІСТ

Перелік скорочень.....	8
Вступ.....	9
1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	11
1.1 Коротка історія відкриття та дослідження нелінійної радіолокації.....	11
1.2 Принцип роботи Нелінійного Локатора.....	13
1.3 Експлуатаційно-технічні характеристики локаторів.....	14
1.4 Методика роботи з локатором.....	16
1.5 Характеристики нелінійних локаторів.....	19
1.6 Приклади нелінійних локаторів.....	23
1.6.1 Професійний детектор нелінійних переходів «NR 900 ЕМ».....	23
1.6.2 Стаціонарний нелінійний радіолокатор "Об-2С".....	24
1.6.3 Прилад нелінійної локації «ДЖІЛЛЯ-23».....	27
1.6.4 Нелінійний локатор «Катран».....	29
1.7 Порівняльна характеристика нелінійних локаторів.....	31
1.8 Фізичні проблеми нелінійної електромагнітної локації.....	32
1.9 Режим роботи нелінійного радіолокатора.....	42
1.10 Потужність передавача нелінійного радіолокатора.....	43
2 ПРОГРАМНА ЧАСТИНА.....	48
2.1 Вибір середовища роботи з базою даних.....	48
2.2 Вибір мови програмування.....	51
2.3 Створення бази даних.....	51
2.4 Процес написання коду програми аналізатора.....	55
3 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	61
3.1 Аналіз умов праці.....	61
3.2 Промислова безпека в НДЛ.....	63

3.3 Виробнича санітарія в НДЛ.....	64
3.4 Безпека у надзвичайних ситуаціях.....	69
ВИСНОВКИ.....	71
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ .....	73
ДОДАТОК А.....	77

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

- ЕПР – ефективна поверхня розсіювання;  
ЗЗІ – засоби знімання інформації;  
ЗКБД – засоби керування базою даних;  
ЗМС – збройні морські сили;  
КП – коефіцієнт перетворення;  
КСД – коефіцієнт спрямованої дії;  
ЛН – Локатор нелінійності;  
НЕПР – нелінійна ефективна поверхня розсіювання;  
НВЧ – надвисокі частотиж  
НДЛ – науково дослідницька лабораторія;  
НВ – нелінійний відбивач;  
ПЗ – програмне забезпечення.  
РЛС – радіолокаційна лінійна станція;  
РЕП – радіоелектронні пристрої.

## ВСТУП

Більшість людей, які мало знайомі з особливостями технічного шпигунства, вважають, що пристрої, що підслуховують, являють собою виключно радіопередавачі. Однак зловмисники використовують масу електронних пристроїв, які за принципом дії дуже далекі від радіопередавачів. Саме в цих випадках нелінійний локаатор або локаатор нелінійності(ЛН), розроблений на початку 80-х років, просто незамінний, тому що може ефективно виявляти та визначати місце розташування будь-якого електронного пристрою, незалежно від того, знаходиться воно у робочому стані чи ні.

Нелінійний локаатор дуже важливий на практиці служб безпеки, в даний час це єдиний технічний засіб, застосування якого гарантує 100% якість обстеження приміщень з виявлення прихованих радіоелектронних пристроїв будь-якого функціонального призначення. В наш час на вітчизняному ринку представлений великий асортимент як вітчизняних, так і зарубіжних нелінійних локааторів, які мають чималий попит, незважаючи на те, що нелінійний локаатор є недешевим виробом, купити нелінійний локаатор можна за ціною від 3300 доларів США за обладнання з базовими можливостями.

Нелінійні локаатори користуються актуальністю не тільки служб безпеки, але й відомчої охорони, службами особистої охорони VIP персон, з метою пошуку вибухових пристроїв. В окрему категорію варто виділити пошук джерел мобільного зв'язку, такий пошук може бути пов'язаний з корпоративною безпековою політикою в організаціях, так із законодавчими обмеженнями використання мобільних телефонів, наприклад, у спеціальних зонах безпеки або місцях обмеження волі.

Перший вітчизняний нелінійний локаатор з'явився в 1993 році і був

представлений моделлю «Циклон». В даний час на ринку послуг з технічних засобів захисту інформації представлена велика кількість різноманітних типів локаторів, що відрізняються один від одного в основному за чотирма параметрами:

- тип випромінювання (безперервний або імпульсний);
- частота випромінювання;
- потужність випромінювання;
- реєстрація кількості гармонік – одна (друга), дві (друга, третя).

## 1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Коротка історія відкриття та дослідження нелінійної радіолокації

Ефекти, що лежать в основі нелінійної радіолокації, відомі ще з 40-х років ХХ століття. Так було в 1939 р. на судах збройних морських сил (ЗМС) США як ефект «іржавого болта», що призводить до перешкод під час роботи потужних короткохвильових судових радіостанцій. При розгляді взаємодії електромагнітного поля та нелінійного переходу на основі металевих контактів вся увага приділялася аналізу перетворення частоти для третьої гармоніки. У 1972 р. в 70-х роках. минулого століття, судячи з кількості та обсягу публікацій, інтенсивність досліджень різко зросла. У пресі з'явилися перші дані про створення американського дослідного зразка нелінійної станції радіолокації (РЛС) METTRA з потужністю випромінювання 1 кВт, несучою частотою 750 МГц і частотою проходження імпульсів 10 кГц.

Дослідження методів та засобів нелінійної локації в той час проводилися, перш за все, з метою створення приладів для виявлення металевих об'єктів, прихованих від безпосередніх спостережень.

З того часу дослідженням методів нелінійної радіолокації та розробці нелінійних радіолокаторів присвячено багато робіт. Дослідження з проблеми нелінійної локації в ті роки, зводилися, перш за все, до визначення нелінійної ефективної поверхні розсіювання металевих контактів та її залежності від щільності потоку падаючої потужності  $P_{пад}$ . Цей науково-технічний напрямок інтенсивно розвивається. Але з початку 80-х. публікації іноземних дослідників із проблеми нелінійної локації різко скоротилися.

Для більшості штучних (технічних) об'єктів проявляється ефект нелінійного розсіювання радіохвиль. Використання цього ефекту в радіолокації дає додаткові можливості для виявлення технічних, перш за все – радіоелектронних, об'єктів і селекції розсіяних ними сигналів на тілі

відбитків, що заважають від місцевих предметів і підстилаючої поверхні. Об'єкти, що мають такі нелінійні властивості, отримали назву нелінійних розсіювачів. Це пристрої або мають у своєму складі контактуючі металеві частини, в місці зіткнення яких утворюється структура метал-окис-метал, що володіє нелінійними властивостями, або напівпровідникові p-n переходи, що містять (діоди, транзистори, мікросхеми).

Унікальні можливості нелінійної радіолокації зумовили широкий спектр і кількість її додатків, що швидко зростає [2–3]. Це з розвитком засобів радіолокаційної техніки, що дозволило забезпечити необхідні енергетичні та діапазонні вимоги щодо ефекту нелінійного розсіювання електромагнітних хвиль. Суть цього ефекту полягає в тому, що деякі об'єкти або їх елементи при опроміненні електромагнітними хвилями мають здатність генерувати спектральні складові, відсутні в спектрі падаючого потоку електромагнітного випромінювання. Вибірчий прийом цих складових дозволяє розширити можливості нелінійних радіолокаторів порівняно із звичайними РЛС, які використовують лінійно-відбитий сигнал.

В одній з перших публікацій щодо використання ефекту нелінійного розсіювання електромагнітних хвиль у радіолокації розглядається радіолокатор ближньої дії для швидкого, непомітного та надійного огляду людей, наприклад, в аеропортах з метою виявлення захованої зброї та іншого обладнання терористів. У таких радіолокаторах використовують перетворення зондувального сигналу нелінійностями, утвореної контактом металів.

Підкреслюється, що нелінійні РЛС можуть використовуватися для виявлення захованих у лісі, під землею або водою металевих конструкцій, а також об'єктів, що рухаються.

Останнім часом велика увага приділяється дослідженню можливостей реалізації ефекту нелінійного розсіювання радіохвиль для пошуку та виявлення електронних пристроїв негласного несанкціонованого знімання

інформації. Такими пристроями користуються технічні засоби акустичної та видової розвідок, радіо- та радіотехнічної розвідки, системи та засоби знімання інформації з провідних та кабельних ліній зв'язку. Помітне збільшення обсягів інформації, що циркулює у каналах та мережах електрозв'язку, а також відчутний прогрес у техніці несанкціонованого доступу до такої інформації, висувають у розряд актуальних нові проблеми інформаційної безпеки. Ефективному вирішенню цієї проблеми також сприяє розвиток методів та засобів нелінійної радіолокації.

## 1.2 Принцип роботи нелінійного локатора

До складу нелінійного локатора входять:

- приймач;
- приймально-передавальна антенна система;
- передавач;
- пристрої індикації.

Здатність локатора знаходити об'єкти, що містять електронні компоненти, ґрунтується на наступному [5–8]. Будь-які радіо-електронні пристрої (РЕП) складаються з друкованих плат з провідниками (антенами), до яких підключені напівпровідникові елементи: транзистори, діоди, мікросхеми, що представляють для високочастотного зондуючого сигналу локатора набір нелінійних відбивачів (НВ). У результаті опромінення цих антен наводяться змінні ЛРС. Елементами з нелінійною вольт-амперною характеристикою, вони перетворюються на високочастотні сигнали кратних частот (гармоніки), що перевипромінюються в простір. Перевипромінюваний сигнал надходить на вхід приймального пристрою локатора, налаштованого частоти гармонік 2-го або 3-го порядку. За наявності спектрісигналу вищих гармонік частоти власного передавача встановлюється факт присутності в зоні зондування будь-якого РЕП незалежно від того, включено воно або

вимкнено.

Перешкодами для нелінійного локатора можуть бути відображення від металевих поверхонь, що стикаються. При контакті таких шарів виникає напів провідниковий нелінійний елемент із нестійким р-n переходом. У фізиці напівпровідників така освіта відома як метал-окис-метал, а елемент, що виникає, називається MOM-діод. MOM-структура перетворює спектр зондувального сигналу частотний спектр, який відрізняється від спектра сигналу, відбитого від електронного елемента. Відмінність обумовлена тимчасовою та механічною нестабільністю MOM-структури та проявляється у співвідношенні рівнів компонентів спектра, що є продуктами нелінійних перетворень другого та третього порядку. Джерелом перешкод можуть бути і радіо-передавачі, що працюють на частотах, близьких або кратних частоті зондувального сигналу.

Головна перевага нелінійних локаторів – здатність виявляти електронні схеми як у включеному, так і вимкненому стані, недолік – порівняно велика кількість «хибних» виявлень природних нелінійних відбивачів MOM.

### 1.3 Експлуатаційно-технічні характеристики локаторів

Основними параметрами, що використовуються при порівнянні експлуатаційних якостей нелінійних локаторів, є: чутливість приймача, потужність та частота зондувального випромінювання передавача, режим роботи, спрямовані властивості антени, точність пристроїв індикації, а також сервісні можливості приладів.

Залежно від режиму роботи передавача розрізняють нелінійні локатори безперервного та імпульсного випромінювання. Потужність випромінювання значною мірою визначає коефіцієнт перетворення (КП) енергії зондувального сигналу в енергію вищих гармонік. Збільшення потужності покращує характеристики нелінійних локаторів, але водночас призводить до

підвищення небезпечного впливу на оператора. Середня потужність локаторів безперервного випромінювання становить від 0,3 Вт до 3 Вт. Пікова потужність імпульсних нелінійних локаторів за порівнянної чи меншої середньої становить від 150 Вт до 400 Вт, тобто майже 30 дБ перевищує потужність приладів безперервного випромінювання.

Так як ефективність перетворення визначається не середньою потужністю випромінювання, а її піковим значенням, дальність дії локаторів, що працюють в імпульсному режимі, виявляється вищою, ніж у приладів з безперервним випромінюванням за інших рівних умов.

Чим вище частота випромінювання, тим менше геометричні розміри антенної системи, тим зручніша робота з приладом. Але з підвищенням частоти за експоненціальним законом зростає частка енергії, що поглинається матеріальним середовищем, що приховує засіб знімання. У той же час при наближенні частоти випромінювання нелінійного локатора до робочої частоти закладки через навіколорезонансні явища зростає рівень перевідбитих сигналів і, отже, ймовірність її виявлення. Прилади, пропоновані нині, працюють у частотному діапазоні від 680 МГц до 1000 МГц. Чутливістю приймача визначається максимальна дальність дії нелінійного локатора. Для сучасних пристроїв цей показник становить від -110 дБ до -145 дБ.

Передавальні пристрої локаторів, що генерують зондувальний сигнал, характеризуються:

- межами регулювання вихідної потужності(дБ);
- режимом роботи (безперервним чи імпульсним);
- частотою безперервного випромінювання;
- частотами налаштування (МГц) на реєстровані гармоніки (2 та 3);
- частотою прямування та тривалістю радіоімпульсу (мкс).

Якість приймального пристрою, що реєструє перевипромінювані сигнали, відображається такими показниками:

- межами регулювання чутливості (дБ);

– реальну чутливість при певному співвідношенні (дБ/Вт).

Основними параметрами антени, що випромінює зондувальні сигнали і приймає перевідбиті випромінювання на частотах вищих гармонік, є:

- коефіцієнт спрямованої дії (КСД);
- ширина головної пелюстки діаграми спрямованості за рівнем половинної потужності (град);
- рівень придушення задніх пелюсток діаграми спрямованості (дБ);
- коефіцієнт еліптичності (для антен із круговою поляризацією).

Експлуатаційні показники локаторів багато в чому визначаються якістю пристроїв індикації режимів роботи та параметрів сигналів. Більшість сучасних нелінійних локаторів обладнано багатосегментними світлодіодними індикаторами та звуковими сигналізаторами змінного тону.

Для збільшення точності ідентифікації об'єкта в нелінійних локаторах передбачаються режими прийому на частотах 2 і 3 гармонік зондувального випромінювання, а також прослуховування сигналів, що транслюються засобами знімання за межі приміщення, що обстежується.

#### 1.4 Методика роботи з локатором

Нелінійний локатор виконує три основні функції:

- виявлення нелінійних відбивачів;
- ідентифікацію засобу знімання інформації;
- визначення місцезнаходження.

Зондувальне випромінювання вільно проникає в багато матеріалів, меблі, може проходити (слабко) через внутрішні перегородки приміщень, бетонні підлоги та стіни.

Виявна характеристика нелінійного локатора нормується лише вільного простору. В умовах пошуку прихованих засобів знімання інформації

(ЗЗІ) йдеться не про дальність, а про максимальну глибину виявлення об'єктів у маскуючому середовищі. Оцінка ведеться за рівнем відгуку, що зростає поблизу об'єкта, що дозволяє визначити точне місце розташування засобів знімання інформації.

Працюючи на відкритих площах чи великих необладнаних приміщеннях імпульсні локатори можуть забезпечити у кілька разів більшу дальність виявлення, ніж безперервні, що дозволяє зменшити час обстеження. При роботі в офісах найбільша дальність локаторів обох типів майже не використовується через насиченість виділених та сусідніх приміщень електронною технікою та контактними заводовими об'єктами.

Справжня дальність у цих випадках становить приблизно 0,5 м для локаторів будь-якого типу. Вона регулюється оператором з урахуванням перешкодової обстановки шляхом зниження потужності передавача або загублення чутливості приймача до межі, що дозволяє відрізнити від якого об'єкта прийшов відгук. Дальність залежить від типу пристрою (наприклад, закладка з більшою за довжиною антеною, зазвичай, виявляється на більш значній відстані) і умов його розміщення (за перешкодами з дерева, меблів, цегли, бетону тощо).

Отже, для вирішення першого етапу пошукових заходів виявлення засобів знімання інформації оператору потрібно зробити наступні операції:

- увімкнувши нелінійний локатор, виявити і по можливості усунути джерела сигналів, що заважають;
- встановити максимальний рівень чутливості приймального пристрою та максимальний рівень потужності передавача зондувального сигналу;
- провести контроль приміщення на наявність потужних перешкодових об'єктів, як «корозійних», так і електронних (в основному електронна оргтехніка та радіоапаратура), шляхом сканування огорожувальних

конструкцій та предметів інтер'єру з відстані приблизно 1 м. При цьому призначення об'єктів має бути правильно встановлене і вони повинні бути або видалені з приміщення, або не братися до уваги при подальшому пошуку. Важливо враховувати, що ці перешкодові об'єкти можуть перебувати в сусідніх кімнатах та інших поверхах, які при необхідності і можливості доцільно оглянути;

– після видалення джерел сильних перешкод із кімнати повторіть огляд

стель, стін, меблів та приладів з відстані 20 см і менше. Під час огляду відзначити підозрілі зони.

Знаходження розташування здійснюється шляхом оцінки рівня та пілінгу сигналу відгуку. Під пілінгом розуміється напрямок, що відповідає максимальному рівню сигналу, що приймається. Потрібно враховувати, що зондувальні та відбиті сигнали відбиваються прилеглими об'єктами. Ефективними рефлекторами є дзеркала, металеві плити, арматури, сітки і тощо. При їхньому опроміненні можна реєструвати пере відбиті сигнали від нелінійних відбивачів, що знаходяться за спиною оператора.

Для визначення точного розташування засобів знімання інформації необхідно:

– зменшити рівень випромінюваної потужності та чутливість приймача;

– переміщуючи антену біля підозрілих зон, аналізувати показання світлового індикатора та частоту тонального сигналу в головних телефонах;

– визначити напрямок приходу відбитого сигналу максимального рівня, взяти пілінг за орієнтацією антени;

– визначивши точне розташування, розпочати ідентифікацію об'єкта.

Для виключення помилки при порівнянні показань індикаторів необхідно в міру досягнення будь-яким із світлодіодних стовпців максимальної висоти знижувати чутливість приймача або зменшувати

потужність передавача так, щоб засвічений шлейф не доходив на 1-3 сегменти до межі шкали.

Для чіткої ідентифікації «корозійних діодів» та напівпровідників існує низка методів, що дозволяють досягати високого практичного ефекту.

У приладах, що приймають сигнали відгуку одночасно на другій та третій гармоніках зондувального сигналу, ідентифікація об'єкта здійснюється шляхом порівняння рівнів сигналів на виходах обох трактів прийому. При опроміненні напівпровідникового з'єднання виникає сильне пере відображення на частоті 2-ї гармоніки і слабке на 3-й частоті. МОМ-діод поводиться інакше, створюючи сильне пере відображення на 3-й та слабке на 2-й гармоніках.

У багатьох приладах передбачена можливість прослуховування демодульованих сигналів гармонік, що дозволяє ідентифікувати об'єкт, використовуючи ефект зміни рівня шуму. Принаймні наближення нелінійного локатора до р-п переходу відзначається значним зниженням рівня шуму, що досягає мінімуму безпосередньо над об'єктом. При опроміненні МОМ-діодів цей ефект практично не спостерігається

Тим не менш існують помилкові сполуки, які також знижують рівень шуму, як і р-п перехід. Для виявлення рекомендується зробити механічне вплив на підозріле місце.

Кожна механічна дія призводить до зміни геометрії МОМ-діода та його перетворюючих властивостей. Насправді механічне вплив здійснюється вібраційним методом, причому у перетвореному сигналі ясно прослуховується частота вібрації. Рівень вібрації може бути мінімальним, тому досить легкого постукування рукою по поверхні, що обстежується. Навіть якщо модель локатора розрахована на прийом 2-ї та 3-ї гармонік, дана операція дозволяє більш точно ідентифікувати об'єкт.

## 1.5 Характеристики нелінійних локаторів

У переважній більшості нелінійних локаторів застосовуються постійні частоти випромінювання, але в окремих моделях надається можливість вибору з декількох частотних каналів. Через те, що кількість засобів радіозв'язку постійно зростає, нелінійні локатори в яких є обмеження частотним діапазоном, часто-густо перебувають у вплив із іншими електронними засобами. Через те, що на нелінійний локатор впливають інші передавачі, його показання будуть ненадійними чи навіть випадковими. Ця проблема є не рідкістю у більшості великих міст. Саме тому нелінійний локатор повинен працювати в широкому частотному діапазоні і повинен автоматично підлаштовуватись під вільний робочий канал для того, щоб уникнути частотного впливу від інших передавачів.

Нелінійні локатори можуть бути порівняні між собою на наслідок потужності передавача, а також чутливості приймача, які впливають на здатність виявляти нелінійного локатора. При цьому дуже важливо не упускати з уваги, що нелінійний локатор з малою потужністю, але якісним приймачем може володіти набагато більш високими властивостями, що виявляють, і бути більш ефективним в роботі, ніж прилад з високою потужністю і не дуже хорошим приймачем. Також слід враховувати, що потужний нелінійний локатор може виводити з ладу опромінені електронні прилади, існує велика ймовірність заподіяти шкоду здоров'ю людини.

Дуже важливо при роботі з нелінійним локатором мати хорошу видимість його дисплея для того, щоб оцінка показань була більш точною. У деяких приладах є можливість за допомогою ременя на шиї або плеча користувача переносити дисплей, який розташований на блоці приймача. Цей спосіб вважається невдалим у відображенні, тому що користувач повинен безперервно стежити за змінами, що відбуваються у показаннях приладу та переміщати антену нелінійного локатора. В інших моделях дисплей може бути поміщений на ручку приладу. Це краще рішення, але тільки якщо

дисплей невиразний, то складно стежити, під час роботи, за його показаннями. Найкращим прикладом є в міру яскравий дисплей, який розміщений на антенному блоці, тоді під різними кутами зору легко стежити за показаннями. Дисплей, який розташований на антенному блоці, дозволяє оператору одночасно стежити за його показаннями та за положенням антени.

Експерти з проведення пошукових заходів приходять до висновку: якщо прилад недостатньо зручний у роботі (важко вважати інформацію, важкий, дуже великий і тощо), його технічні параметри такі як дальність, потужність тощо, немає значення, оскільки оператор не зможе провести якісний пошук з його потужністю. Нелінійний локатор повинен бути простим і зручним у роботі, для проведення пошукових заходів на високому рівні.

Під час роботи нелінійного локатора можливі помилкові спрацьовування. Причиною помилкових спрацьовувань нелінійного локатора може бути недостатньо кваліфіковані дії оператора, вплив сторонніх джерел радіовипромінювань тощо. Тому потрібно розглядати всілякі технічні рішення, що дозволяють звести не правдиві спрацьовування до мінімуму.

Багато фахівців переконані, що для зменшення хибних спрацьовувань нелінійний локатор необхідно використовувати разом із рентгенівською апаратурою або апаратурою для отримання візуальних зображень об'єктів, що досліджуються. Застосування рентгенівської апаратури пов'язане з багатьма складнощами: необхідний доступ до обох боків стін, існує небезпека опромінення. Найчастіше рекомендується використовувати ендоскоп, що дозволяє обстежити об'єкт зсередини. Для цього потрібно виконати лише невеликий отвір в об'єкті обстеження. Реалізацією однієї з перспективних технологій є прилад поверхової локації «Раскан-2», розроблений у Москві. Це малогабаритне пристрій, що використовує радіовипромінювання для отримання глибинного поверхневого зображення з роздільною здатністю близько 2 см.

Працюючи з нелінійними локаторами мають місце дві дії:

- виявлення нелінійного з'єднання;
- розпізнавання типу з'єднання.

Якість нелінійного локатора визначається ефективністю виявлення нелінійного з'єднання та селективними можливостями. Однією з найважливіших характеристик для локатора є дальність виявлення, що визначає глибина проникнення сигналу локатора в предмети, що обстежуються. Однак дана характеристика повинна використовуватись лише для порівняння локаторів, що працюють в однакових умовах. Слід пам'ятати, що велика дальність виявлення може призвести до виявлення електронних пристроїв, які у сусідніх приміщеннях. У зв'язку з цим локатор повинен мати не тільки значну дальність виявлення, але і можливість встановлення на необхідному рівні основних параметрів, таких, як потужність випромінювання або ступінь інтеграції цифрової обробки сигналу.

Американські моделі нелінійних локаторів щодо типу з'єднання, переважно, використовують порівняння рівнів сигналів по 2 і 3 гармонікам. Проте важливо використовувати методи аналізу демодульованого аудіосигналу. Для максимальної достовірності трактування отриманих результатів якісний ЛН повинен мати кілька способів визначення різниці між цим напівпровідником та хибним з'єднанням.

Закордонні нелінійні локатори, представлені на вітчизняному ринку, за значно більшої вартості (у 2-3 рази) значно поступаються кращим вітчизняним розробкам щодо продуктивності пошуку, достовірності виявлення заставних пристроїв із малою ефективною поверхнею розсіювання.

З вітчизняних локаторів найбільш досконалим є локатор IV покоління серії NR900 - NR900E, що поєднує високий енергетичний потенціал, можливість найбільш повного аналізу сигналів відгуків.

## 1.6 Приклади нелінійних локаторів

### 1.6.1 Професійний детектор нелінійних переходів «NR 900 EM»

Розглянемо призначення детектора нелінійних переходів «NR 900 EM».

Виявлення технічних засобів, які мають у своєму складі електронні схеми, у тому числі:

- радіо-мікрофони;
- мікрофонні підсилювачі;
- диктофони;
- приймачі дистанційного керування;
- електронні підричники.

На рисунку 1.1 зображено зовнішній вигляд детектора нелінійних переходів «NR 900 EM».



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд детектора нелінійних переходів  
«NR 900 EM»

Принцип роботи. Детектори нелінійних переходів, нелінійні радіолокатори, індикатори напівпровідникових приладів – найпоширеніші назви даного класу приладів. Принцип роботи детекторів нелінійних переходів ось у чому. Передавач приладу опромінює контрольовану зону.

Наявність у зоні контролю об'єктів з напівпровідниковими елементами зумовлює перетворення частоти сигналу на кратні гармоніки з наступним пере випромінюванням в ефір. Одночасний прийом другої та третьої гармонік дозволяє виявляти об'єкти, що містять напівпровідники штучного (техногенного) походження, а також здійснювати селекцію «хибних» напівпровідників, таких як контакт метал-окис-метал (наприклад, іржа), або воно знаходиться в «сплячому» режимі, якщо його склад і є напівпровідники (транзистори, діоди, мікросхеми), воно буде виявлено. Імпульсний зондуєчий сигнал NR900EM забезпечує більш високу порівняно з аналогами виявну здатність при суттєвому зниженні рівня шкідливого біологічного впливу НВЧ випромінювання на оператора.

«NR900EM» має такі переваги:

– високий енергетичний потенціал;

- висока продуктивність пошуку;
- режим виділення огинаючої – «20К»;
- можливість роботи з додатковим підсилювачем потужності;
- безпека роботи оператора.

Технічні характеристики детектора «NR 900 EM»:

- імпульсний зондувальний сигнал
- чутливість приймачів від -115 дБ/Вт;
- живлення від акумулятора 12 В, мережа 220 В ± 10 %;
- штатна упаковка - аташе-кейс;
- маса приладу 9,5 кг (у штатній упаковці – 4,5 кг).

#### 1.6.2 Стационарний нелінійний радіолокатор "Об-2С"

Призначення. Призначення стаціонарного нелінійного радіолокатора «Об-2С» полягає у реєстрації факту проносу через контрольовану область (у прохідних підприємствах, у банках, в аеропортах тощо) пристроїв, що зберігають радіоелектронні компоненти, у тому числі магнітофонів, приймачів, радіо-мікрофонів, передавачів, вибухових пристроїв з електронними підриивниками, керованими радіоканалом і тощо. Можливість виявлення залежить від рівня екранування пристроїв. Радіолокатор дозволяє виявити напрямок розташування пристроїв на тілі або в руках людини.

На рисунку 1.2 зображено зовнішній вигляд стаціонарного нелінійного локатора «Об-2С».



Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд радіолокатора «Об-2С»

Особливості застосування. При установці радіолокатора потрібно виключити вплив близько розташованих електронних пристроїв працювати радіолокатора, шляхом їх видалення із зони чутливості радіолокатора.

Пристрій. Стационарний нелінійний радіолокатор "Об-2С" складається з двох незалежних стійок, що утворюють між собою зону контролю. У кожній із стійок є приймально-передавальний блок, блок живлення, радіопередавач інформації, антенна система, що складається з двох частотних розгалужувачів, чотирьох передавальних та чотирьох приймальних антен. На кожній стійці змонтований знімний пульт світлової та звукової індикації. За допомогою радіопередавача звукова індикація здійснюється також на приймачі, віддаленому від стійок на відстань до 20 метрів. Радіолокатор кожної стійки реагує на електронний пристрій, розташований на найближчій стороні, що проходить через контрольовану зону людини. Тривожний сигнал на виносному приймачі має різне звучання в залежності від того, з якої стійки він отриманий. Радіолокатор виробляє виявлення електронних пристроїв зі зміни нуля, що формується радіолокатором. За наявності в зоні контролю електронного пристрою відбувається перетворення частоти зондувального сигналу у вищі кратні

гармоніки з подальшим пере випромінюванням в навколишній простір. Перетворений та пере випромінюваний об'єктом сигнал приймається приймачем радіолокатора. Приймач налаштований на прийом 2-ї гармоніки зондувального сигналу, аналізує та перетворює цей сигнал для візуальної та звукової індикації.

Технічні характеристики:

- частота випромінювання передавачів 1-ої та 2-ої стоек: 1000 МГц;
- частота налаштування приймачів 1-ої та 2-ої стоек: 2000 МГц;
- потужність випромінювання на вході кожної з передаючих антен: 80 Вт;
- чутливість приймального тракту антенним входом кожної з приймальних антен: –138 дБ/Вт;
- діапазон регулювання чутливості: 60 дБ;
- частота випромінювання передавача інформацію: 315 МГц;
- область регулювання світлового датчика: від 1,8 м до 2 м;
- індикація: звукова, візуальна, звукова радіоканалом з відмітними ознаками по кожній стійці;
- живлення: 220 В, 50 Гц (20 Вт);
- час безперервної роботи: без обмежень;
- відстань між стойками: 80 см та більше;
- розміри стойки: 1470 мм х 260 мм х 210 мм;
- маса стойки: 20 кг.

Перевірка функціонування апаратури проводиться у разі спец. імітатору. В якості імітатора може бути використаний будь-який побутовий малогабаритний магнітофон або плеєр.

### 1.6.3 Прилад нелінійної локації «Джерельце-23»

Прилад призначений для безконтактного виявлення увімкнених та вимкнених прихованих заставних радіоелектронних пристроїв

підслуховування та передачі даних, звукозаписних пристроїв, а також вибухових пристроїв з електронними підриивниками.

Зовнішній вигляд нелінійного локатора «Джерельце-23» зображено на рисунку 1.3



Рисунок 1.3 – Зовнішній прилад нелінійної локації «Джерельце-23»

Особливості застосування. Прилад забезпечує виявлення електронних та контактних об'єктів через перешкоди з дерева, пластмаси, цегли, бетону та інших матеріалів, а також у багажі, ручній поклажі та під одягом. При цьому електронні об'єкти виявляються однаково ефективно як увімкненому, так і у вимкненому стані. Якщо об'єкт увімкнено, прилад дозволяє контролювати на слух режим роботи (мова - якщо об'єктом є пристрій, що підслуховує або диктофон, тон таймера - якщо об'єктом є вибуховий пристрій і т.п.). Конструкція приладу дозволяє проводити обстеження без переміщення приймально-передавального блоку - переміщається оператор тільки антенний датчик, на який винесені всі органи управління та індикації. Конструкція антенного датчика дозволяє здійснювати пошук у важкодоступних місцях.

Принцип роботи. Прилад складається з приймально-передавального

блоку, блоку живлення від мережі, акумулятора 12 В та виносного антенного датчика. Датчик створює у контрольованій зоні електро-магнітне поле (зондуєчий сигнал). За наявності в зоні контролю радіоелектронного пристрою будь-якого призначення в ньому відбувається перетворення частоти зондувального сигналу у вищі кратні гармоніки з подальшим перевипромінюванням в навколишній простір. Перетворений та перевипромінюваний об'єктом сигнал приймається приймачем радіолокатора. Приймач, налаштований прийом 2-ой і 3-ой гармонік зондуєчого сигналу, аналізує і перетворює ці сигнали для візуальної і звукової індикації. Аналіз рівнів 2-ої та 3-ї гармонік прийнятого сигналу, наявність регулювань потужності передавача та чутливості приймача в радіолокаторі дозволяє відрізнити електронні об'єкти від перешкодових контактних об'єктів і точно визначати їхнє розташування. Інформація про факт виявлення видається у вигляді звукового сигналу в головних телефонах, а також у вигляді світлових сигналів на індикаторах рівня червоного кольору під час виявлення електронного об'єкта або на індикаторах зеленого кольору під час виявлення контактного об'єкта (індикатори розміщені на антенному датчику).

Технічні характеристики.

- потенціал випромінюваного НВЧ-сигналу - 4 Вт;
- частота випромінюваного НВЧ-сигналу - 910 МГц;
- частоти прийому –1820 МГц та 2730 МГц;
- чутливість приймача на обох частотах –145 дБ/Вт;
- глибина регулювання чутливості – 45 дБ (у бік загублення);
- глибина регулювання потужності– 15 дБ (у бік зменшення);
- індикація – звукова, світлова;
- напруга живлення: – 220 В 50-60 Гц (40 ВА);  $\pm 12В$  ;
- час безперервної роботи: від мережі змінного струму – без обмежень; від акумулятора – не менше 2 годин;
- максимальна дальність виявлення радіо-мікрофонів від 0,4 м до 6 м.

#### 1.6.4 Нелінійний локатор «Катран»

Зовнішній вигляд нелінійного локатора «Катран» зображено на рисунку 1.4



Рис. 1.4 – Зовнішній вигляд нелінійного локатора Нелінійний локатор "Катран"

Нелінійний локатор «Катран» призначений для виявлення засобів несанкціонованого отримання інформації, встановлених у будівельних конструкціях, предметах меблів та інтер'єру, що знаходяться як в активному, так і у вимкненому стані.

Робота локатора заснована на властивості напівпровідникових елементів випромінювати другу та третю гармоніки при опроміненні їх зондуєчим НВЧ сигналом. «Катран» забезпечує виявлення пристроїв, що містять напівпровідникові елементи, і попередню оцінку природи виявленого об'єкта за співвідношенням рівнів 2-ї і 3-ї гармоніків, що пере випромінюються ним (транзистори, діоди, мікросхеми - переважання 2-ї гармоніки, утворені діоди, окисні природним шляхом, - 3-ї гармоніки).

#### Відмітні особливості:

- автоматичне налаштування на частоту (у межах робочого діапазону з кроком 0,5 МГц), на 2-й гармоніці якої має місце мінімальний рівень перешкод;
- регулювання потужності випромінювання в широких межах та можливість роботи поблизу радіоелектронних пристроїв;
- антена з круговою поляризацією;
- мінімізовані задній та бічні пелюстки;
- використання різних видів модуляції зондувального сигналу дозволяє не тільки виявляти електронні пристрої, а й визначати їхній тип при прослуховуванні;
- наявність вбудованого динаміка;
- можливість підключення навушників;
- можливість роботи від акумулятора та від мережі 220 В (зарядний пристрій входить у комплект постачання).

#### Технічні характеристики:

- види випромінюваного сигналу: безперервне випромінювання несучої частоти, імпульсна модуляція несучої частоти
- частота випромінювання від 890 МГц до 895 МГц;
- крок автоматичної перебудови робочої частоти – 0,5 МГц;
- аналізовані гармоніки: 2 та 3;
- максимальна потужність випромінювання 2 Вт;
- градації потужності: 80 мВт, 160 мВт, 600 мВт та 2 Вт;
- чутливість приймача: - 130 дБ;
- індикація звукова та візуальна ;
- живлення 12 В (літій-іонний акумулятор) або від мережі 220 В;
- час безперервної роботи 2,5 годин;
- маса (з акумулятором) 3,1 кг.

## 1.7 Порівняльна характеристика нелінійних локаторів

В таблиці 1.1 проведено порівняння різних моделей нелінійних локаторів [10 – 12].

Ім'я	Умови експлуатації (°С)	Режим випромінювання	Напруга живлення (В)	Маса приладу (кг)	Ді-зон регулювання чутливості (Дб)	Живлення від АКБ (год.)	Дальність виявлення (м)
NR 900 EM	Від 0 до +60	Імп.	220	9,5	115	8	Від 0,7
Об-2С	Від +5 до +50	Неперерв.	220	6	60	2	0,5-2
Джерело-23	Від – 15 до 45	Неперерв.	220	7,5	45	2	0,4-6
Катран	Від +5 до +40	Неперерв.	220	3,1	36	2,5	0,6-3

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика нелінійних локаторів

## 1.8 Фізичні проблеми нелінійної електромагнітної локації

Як уже зазначалося раніше, основним фактором, що перешкоджає використанню методу радіолокації для створення засобів пошуку нерухомих малорозмірних об'єктів, є значний рівень перешкод від навколишнього фону. Практична відсутність нелінійних електромагнітних властивостей у природного фону (грунту, води, рослинності) дозволяє реєструвати гармоніки опромінюючого поля, що виникають за рахунок наявності об'єктів штучного походження, що знаходяться в зоні пошуку на поверхні ґрунту або в його товщі.

Нелінійними властивостями можуть мати деякі гірські породи з високою концентрацією феромагнітних включень, а також окремі поклади сульфідних руд. Дослідженнями встановлено, що у реальних об'єктів найбільші нелінійні властивості мають високочастотні напівпровідникові радіодеталі (транзистори, діоди), а також точкові притискні сталеві контакти.

Такими об'єктами є:

- радіокеровані вибухові пристрої та пристрої промислового шпигунства;
- стрілецька зброя, уламки літаків та гелікоптерів, переносні радіостанції (у тому числі і вимкнені) тощо.

Об'єктами пошуку можуть бути спеціальні нелінійні мітки, які використовуються для прихованого позначення різних об'єктів і ділянок місцевості, а також людей (наприклад, рятувальників у важкодоступних місцях).

Таблиця 1.2 – Об'єкти пошуку у нелінійній радіолокації

Об'єкти пошуку	Нелінійні елементи пошуку		Області застосування нелінійної радіолокації (варіанти)
Пристрої промислового шпигунства	аудіо	П/п радіодеталі модулятора та УВ мікропередавача	"Чистка" приміщень від пристроїв комерційної розвідки конкурентів
	відео	Фотоприймачі, під/п радіодеталі УВЧ (НВЧ) мікропередавача	
Радіокеровані вибухові пристрої (див. рисунок 1.5)	П/п радіодеталі схеми радіоприймача та блоку управління станом РВУ		Запобігання підриву об'єктів терористами (офісів, автомобілів та ін.)
Уламки літаків та вертольотів	Точкові контакти окремих металевих елементів та уламків між собою. Уламки радіоелектронної апаратури		Дистанційне виявлення уламків у важкодоступних місцях (тайга, гори тощо)
Стрілецька зброя, міни	Точкові та площинні металеві контакти деталей та патронів		Боротьба з тероризмом Розмінування

На рисунку 1.5 наведено приклад зразка радіокерованого вибухового пристрою непромислового виготовлення. Пристрій встановлюється терористами під днище автомобіля

Як і в звичайній (лінійній) радіолокації, довжина хвилі первинного (опромінюючого) електромагнітного поля повинна бути порівнянна за величиною з розмірами об'єктів пошуку. На більш довгих хвилях, інтенсивність відбитого поля буде мізерною через явища дифракції (тобто «огинання» поля навколо об'єкта). На більш коротких хвилях – нелінійні властивості об'єктів пошуку різко падають. При цьому збільшуються втрати сигналу в шарі ґрунту, що маскує, рослинності або снігу.

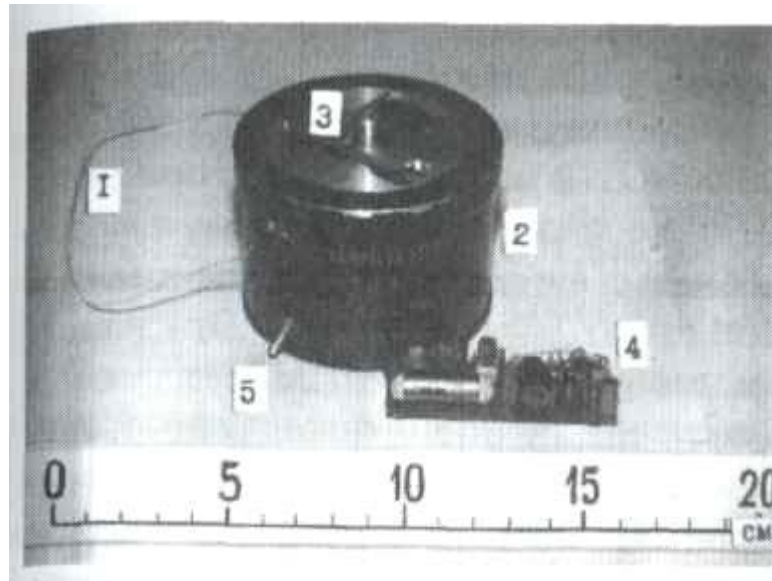


Рисунок 1.5 – Типовий зразок радіокерованого вибухового пристрою непромислового виготовлення (1 – приймальна електрична антена, 2 – металевий корпус, 3 – гвинт кріплення магніту, 4 – радіосхема (приймач прямого посилення з реле часу), 5 – перемикач включення)

Величини амплітуд гармонік відбитого електромагнітного поля залежать від багатьох факторів:

- виду вольт-амперних і вольт-фарадних характеристик нелінійних елементів та їх частотних властивостей,
- взаємного розташування нелінійних елементів у просторі,
- наявності реактивних навантажень,
- співвідношення між розмірами об'єкта пошуку та довжини хвильомаскуючого шару ґрунту та його електричних параметрів та ін.

Основна частка енергії, відбитої від об'єкта з нелінійними властивостями, зосереджена на частоті падаючого поля і лише невелика її частина – на частотах гармонік. Відображувані характеристики об'єкта пошуку в надвисокому частотному (НВЧ) діапазоні хвиль можна характеризувати пере випромінюваною (нелінійною) потужністю  $P_n$  та ефективною площею розсіювання на гармоніці  $\sigma_n$ , яку прийнято називати

нелінійною ефективною поверхнею розсіювання (НЕПР).

При цьому, за аналогією з ефективною поверхнею розсіювання (ЕПР), можна визначити, що НЕПР є відношення потужності випромінювання ізотропного випромінювача на частоті гармоніки первинного поля, що створює в місці розташування приймального пристрою таку щільність потоку потужності, як і реальний об'єкт пошуку, до щільності потоку потужності первинного поля, що падає на об'єкт пошуку [22–27].

Теоретичне визначення НЕПР реальних об'єктів пошуку важко. Тому практично відбивні властивості об'єктів визначають експериментально.

Численні експерименти, проведені у 70-х роках ХХ ст. з використанням малорозмірних об'єктів показали, що між падаючим та відбитими полями дециметрового діапазону у вільному просторі мають місце залежності:

$$P_n = \delta_n P_{\text{пад}}, \quad (1.1)$$

$$P_n = \delta_{n(1)} P_{\text{пад}}^m, \quad (1.2)$$

$$P_n = \delta_{n(1)} P_{\text{пад}}^{m-1}, \quad (1.3)$$

де:  $P_n$  – перевипромінювана потужність на частоті гармоніки;

$\delta_n$  – нелінійна ЕПР (НЕПР);

$\delta_{n(1)}$  – нормована НЕПР.

Розмір НЕПР залежить від напрямку у просторі. Тому надалі, якщо спеціально це не обумовлено, використовуватимемо їх максимальні значення.

Основні експерименти даного циклу досліджень проводилися при  $P_{\text{пад}}$  складової від 0,03 до 3 Вт/м<sup>2</sup> у діапазоні частот від 0,5 ГГц до 1 ГГц. Більшість реальних малорозмірних об'єктів ефекту «насичення» НЕПР немає. У той же час цей ефект мав місце для резонансних об'єктів (напів хвильових вібраторів з включеними в їхній центр нелінійними елементами) при  $P_{\text{пад}}$

більше  $0,5-1 \text{ Вт/м}^2$ . Ці експериментальні залежності досить задовільно узгоджуються з результатами інших робіт у галузі нелінійної радіолокації, присвячених виявленню металевих об'єктів.

НЕПР нелінійних резонансних НВЧ маркерів становить від  $10^{-4} \text{ м}^2$  до  $10^{-6} \text{ м}^2$  на другій гармоніці. Причому як лінійну частину маркера доцільно використовувати антени магнітного типу (шлейф-вібратори, рамки та ін.). Це особливо важливо при встановленні маркера в товщу напівпровідного середовища (рослинності, снігу, ґрунту).

Експериментально встановлено, що НЕПР більшості малорозмірних об'єктів, що містять не повністю екрановані електронні пристрої у своїй конструкції (неконтактні та електронно-контактні датчики та ін.) становлять від  $10^{-7} \text{ м}^2$  до  $10^{-11} \text{ м}^2$  на другій гармоніці та від  $10^{-10} \text{ м}^2$  до  $10^{-12} \text{ м}^2$  на третій гармоніці- при  $P_{\text{пад}}$  рівною  $1 \text{ Вт/м}^2$ . Наприклад, НЕПР радіокерованого вибухового пристрою (Рисунок 1.5) становить  $10^{-8} \text{ м}^2$  на другій гармоніці та  $10^{-10} \text{ м}^2$  на третій. Частота опромінюючого НВЧ поля становить  $840 \text{ МГц}$ . Відбивна здатність на гармоніках об'єктів з нелінійними властивостями збільшується зі зростанням щільності потоку потужності хвилі, що падає на них. Тому для збільшення дальності дії нелінійної станції радіолокації (НРЛС) доцільно збільшувати пікову потужність зондуючого НВЧ імпульсу, тобто використовувати потужні.

Перед створенням промислового зразка нелінійного локатора в СРСР були проведені теоретичні та експериментальні дослідження, основним завданням яких було з'ясування залежності основного рівняння спостереження радіолокації для нелінійного радіолокатора

$$P_{\text{ппр.}} = f\left(\frac{1}{\tau^\alpha}\right), \quad (1.4)$$

де:  $P_{\text{ппр.}}$  – прийнята локатором потужність на  $n$ -й гармоніці;

$\tau$  – відстань до об'єкта,

$\alpha$  – статечна залежність.

Дані дослідження були викликані тим, що введена залежність:

$$P_{2\text{пр.}} = f\left(\frac{1}{\tau^{2n+2}}\right), \quad (1.5)$$

не відповідала вже існуючим натурним експериментальним результатам для другої гармоніки.

Дослідження проводилися в спеціальній вимірювальній лабораторії, близькій за параметрами до безехової камери: ослаблення сигналу становило  $-55$  дБ, частота зондувального сигналу НРЛС -  $900$  МГц, чутливість  $-10^{-11}$  Вт при відношенні сигнал/шум  $5$  дБ, потужність випромінювання гармоніки –  $10$  кВт, поляризація приймально-випромінюючих антен – кругова, висота підвісу антен та об'єкта над радіо поглинаючою поверхнею –  $1,1$  м. Як об'єкти використовувалися: реальний складний об'єкт – електронний підрильник протитанкової міни без підключеного джерела живлення та чверть-хвильовий вібратор (для частоти зондувального сигналу), навантажений на діод  $2A605B$  – нелінійний вібратор. Для вібратора не вживали спеціальних заходів узгодження його вхідного опору з вхідним опором нелінійного елемента (НЕ),

У формулах наведені експериментальна (формула 1.6) та апроксимована (формула 1.7.)

$$P_{2\text{пр.}} = f\left(\frac{1}{\tau^4}\right), \quad (1.6)$$

$$P_{2\text{пр.}} = f\left(\frac{1}{\tau^{2,5}}\right). \quad (1.7)$$

Для реального об'єкта експериментальна та апроксимована залежності мають несуттєву відмінність, тоді як для елементарного об'єкта спостерігається їх суттєва розбіжність. На рисунку 1.6 зображено експериментальна залежність прийнятої потужності від дальності для нелінійного вібратора та реального об'єкта

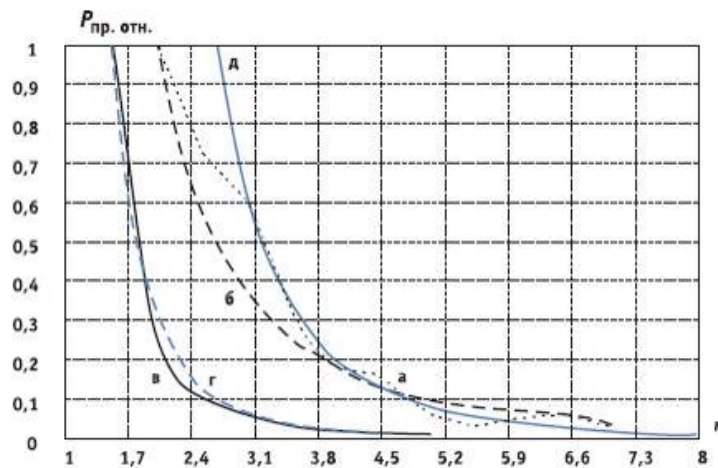


Рисунок 1.6 – Експериментальна залежність прийнятої потужності від дальності для нелінійного вібратора (а, б, д) та реального об'єкта (в, г).

У цих експериментах контролю впливу потужного НВЧ-випромінювання на напівпровідникові прилади вперше застосовувався метод дистанційної безконтактної діагностики з допомогою нелінійної локації. Це дозволило спостерігати процес впливу у реальному масштабі часу та встановити кілька його етапів:

– короткочасна зміна ВАХ – від тривалості НВЧ-імпульсу, що впливає, до часток секунди з подальшим відновленням початкового значення;

- довготривала зміна ВАХ від однієї до 60 хвилин із подальшим відновленням до вихідної характеристики;
- незворотна (стійка) зміна ВАХ;
- перед пробійний стан (фриттинг) , коли фіксувалися довільні флуктуації сигналу відгуку, включаючи тимчасові флуктуації тривалості імпульсу, що впливає;
- необоротний виведення приладів із ладу.

Ілюстрацією цього є рисунок 1.7, на якому показано динаміку незворотної зміни ВАХ.

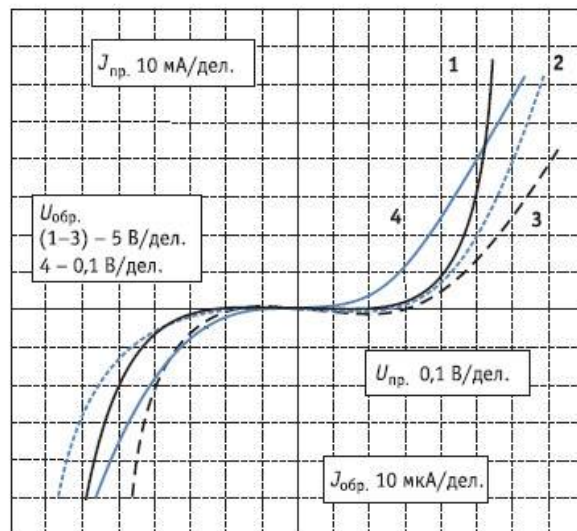


Рисунок 1.7 – Зміна ВАХ діода КД514А від щільності потоку опромінюючої потужності одноразового імпульсу (1 – до опромінення; 2 – 100 Вт/см<sup>2</sup>; 3 – 500 Вт/см<sup>2</sup>; 4 – 1 кВт/см<sup>2</sup>)

Аналогічні результати були отримані з потужною НРЛС під час натурних випробувань для похилого зондування виявлення протитанкової міни з електронним підривною в активному (включеному) режимі, де в перед пробійному стані відбувалася самоліквідація.

$$P_{2\text{пр.}} = f(\zeta_2), \quad (1.9)$$

де  $\zeta_2$  - Коефіцієнт нелінійного перетворення прийнятої нелінійним елементом потужності в потужність другої гармоніки.

Розрахункова залежність  $\zeta_2$  від потужності на нелінійному елементі для НВЧ-діода 2А605Б показано на рис. 1.8.

На рисунку 1.9 показано розрахункову залежність  $\zeta_2$  для нелінійного вібратора із діодом 2А605Б від робочої частоти вібратора.

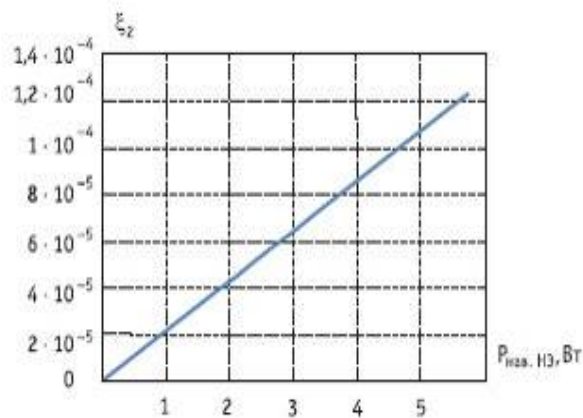


Рисунок 1.8 – Залежність коефіцієнта нелінійного перетворення другого порядку від потужності для діода 2А605Б

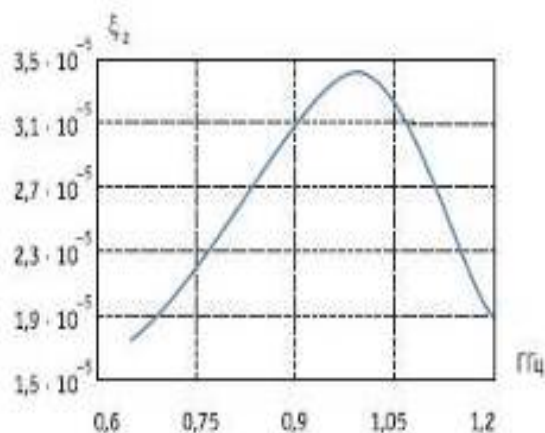


Рисунок 1.9 – Залежність коефіцієнта нелінійного перетворення від робочої частоти вібраторів.

Зміна залежності  $P_{2\text{пр.}}$  від  $P_{\text{изл.}}$  (рисунок 1.6) пояснюється лише залежністю

$$\zeta_2 = f(P_{\text{нав.нел.эл.}}) \quad (1.10)$$

за рахунок зміни ВАХ діода. Зміни ВАХ веде і до миттєвої зміни реактивних параметрів НЕ, що посилює його неузгодженість з вібратором.

Зміна  $\zeta$  відбувається при значній  $P_{\text{пад.изл.}}$ , коли об'єкт виявлено та провадиться його супровід.

Методики [16 – 18], що використовують теорію рядів Вольтера, не дозволяють провести суворий аналіз для сильної електромагнітної взаємодії, коли відбувається повна зміна вихідних параметрів об'єкта: параметрична взаємодія.

Для складного об'єкта залежність  $P_{2\text{пр.}} = f(P_{\text{изл.}})$  і  $P_{\text{пад.изл.}}$  до 1000 Вт/м<sup>2</sup> змінюється несуттєво (див. рисунок 1.6), що пояснюється геометричними розмірами елементарних вібраторів складного об'єкта, які не узгоджені ні з довжиною хвилі на прийом зондувального сигналу, ні з Вхідним опором нелінійного елемента.

Проведені експериментальні дослідження показали, що нелінійна локація має можливість діагностики стану мети при її опроміненні електромагнітним полем як інструмент контролю функціонального ураження об'єкта електромагнітною зброєю. Цей аспект технологічних можливостей нелінійної локації досі був відомий широкому колу дослідників.

## 1.9 Режим роботи нелінійного радіолокатора

Як уже зазначалося, існують нелінійні радіолокатори, що працюють в імпульсному або безперервному режимі. Розглянемо переваги та недоліки цих режимів докладніше.

Радіолокатори безперервного випромінювання, як випливає з назви, випромінюють зондуєчий сигнал безперервно. Теоретично, для найпростішого нелінійного радіолокатора це означає простіше схематехнічне рішення. Однак, у сучасних нелінійних радіолокаторах найчастіше реалізуються різні додаткові режими, що дозволяють з більшою ймовірністю виявляти помилкові спрацьовування. Наприклад, ефект загасання полягає в тому, що якщо ви чуєте демодульований аудіо відгук від справжнього напівпровідника, то в міру наближення до нього рівень шумів буде значно знижуватися. І навпаки, у міру віддалення від нього рівень шуму почне зростати і поступово повернеться до нормального. Демодульований аудіо сигнал досягає найменшого значення безпосередньо над напівпровідниковим з'єднанням та збільшується до норми осторонь нього. При наближенні антени нелінійного локатора до помилкового з'єднання аудіошум може посилитися і досягти максимального значення безпосередньо над ним або, в деяких випадках, злегка зменшитися. У міру видалення антени нелінійного локатора аудіошум повернеться до звичайної норми. Для використання ефекту загасання нелінійний локатор безперервного випромінювання обов'язково повинен мати високоякісні підсилювачі і в приймальному тракті і хороший демодулятор для забезпечення якісного звуку. Ще один метод аудіо демодуляції сигналів – імпульсне випромінювання. Якщо частота проходження імпульсів вище за поріг частотного діапазону чутності, то в цьому випадку для якісної демодуляції аудіо сигналу досить найпростішого АМ-демодулятора.

Використання ефекту згасання та/або аудіо демодуляції дозволяють суттєво підвищити ймовірність виявлення реальних об'єктів на тілі хибних спрацьовувань без необхідності демонтажу будівельних конструкцій, у яких вони можуть бути встановлені. Це значно підвищує швидкість перевірки обстежуваного приміщення. Оскільки дані ефекти простіше реалізуються в нелінійному локаторі, що працює в імпульсному режимі, очевидно, що цей режим більш перспективний.

Крім того, імпульсний режим дозволяє суттєво знизити витрату струму акумуляторної батареї, оскільки достатньо, щоб приймач приймав сигнали з частотою доступною для сприйняття людським слухом та зором, тоді як передавач вимикається на значні інтервали часу. Це дозволяє зменшити габарити та енергоємність акумуляторних батарей та джерел живлення.

#### 1.10 Потужність передавача нелінійного радіолокатора

Відомо, що становленню радіотехніки як науки у сенсі цього терміну, сприяло встановлення фундаментальних меж, визначальних гранично досяжні параметри РЕА. В даний час під фундаментальною межею розуміють деяку межу, за якою починається лавино-подібне зростання (або зменшення) будь-якого якісного показника РЕА. Наприклад, до цього часу в області антенної техніки встановлено чотири фундаментальні межі: електрично мала антена, надспрямована антена, надроздільні антени та антени з високим посиленням.

Якісний аналіз процесів, що протікають у нелінійних електричних елементах об'єктів пошуку, показують, що в нелінійній радіолокації також є своя фундаментальна межа – це межа дальності виявлення. У більшості випадків він обумовлений електричним пробоем напівпровідникових нелінійних елементів р-n переходу напівпровідникового радіоелемента, точкового притискного металевого контакту з тунельною провідністю та ін.).

При віддаленні об'єкта пошуку від НРЛС, при фіксованій чутливості приймального пристрою, потрібно збільшувати щільність потоку потужності падаючого на об'єкт НВЧ поля. Тільки в цьому випадку забезпечуватиметься виявлення нелінійного об'єкта пошуку. Однак при досягненні певної, у кожному випадку, щільності потоку потужності відбудеться пробою нелінійного елемента - найчастіше електричний пробій р-n переходу. При цьому відбувається лавиноподібне зменшення НЕПР об'єкта пошуку, який стає «невидимим» для НРЛЗ. Саме величина максимально можливої наведеної напруги на нелінійному елементі і визначатиме (при фіксованій чутливості приймача) дальність дії НРЛЗ виявлення конкретного об'єкта пошуку.

Найбільша дальність буде забезпечуватися для об'єктів, в яких нелінійний елемент найкраще узгоджений з антеною, що перевипромінює (тобто рештою конструкцією). Саме в цьому випадку забезпечується найбільша потужність, що перевипромінюється (на гармоніках) при меншій напруженості нелінійному елементі.

Необхідно відзначити, що у звичайній (лінійній) радіолокації відсутня фундаментальна межа за дальністю виявлення. Збільшення випромінюваної потужності передавача РЛС практично необмежено збільшує дальність виявлення об'єктів до космічних масштабів. Формально межа дальності тут теж може наступати при напруженості електричної складової електромагнітного поля, що падає, порівнянної з внутрішньо-атомними напруженостями електричного поля речовини (металу, пластмаси), що мають величезну величину.

У той же час пробою нелінійних елементів об'єктів пошуку, як буде показано нижче, може наступати при порівняно невеликій щільності потоку поля.

Оцінимо величину граничної дальності виявлення ідеалізованого об'єкта пошуку у вигляді нелінійного півхвильового електричного вібратора,

центр якого включений високочастотний напівпровідниковий діод. Гранична дальність виявлення даного резонансного об'єкта буде більшою, ніж звичайних періодичних (реальних) об'єктів.

Нехай під впливом падаючого поля  $P_{\text{пад}}$  (і відповідно  $E_1$ ) у вібраторі наводиться ЕРС. Вважаємо, що вібратор паралельний вектору  $e_1$

$$e_1 = E_1 h_d, \quad (1.11)$$

де:  $h_d$  – висота напівхвильового вібратора, що діє, рівна

$$h_d = \lambda_1 / \pi. \quad (1.12)$$

При цьому  $\lambda_1$  – довжина хвилі первинного поля.

Відомо, що щільність потоку потужності електромагнітного поля та напруженість його електричної складової пов'язані співвідношенням:

$$P_{\text{пад}} = \frac{E_1^2}{P_0}, \quad (1.13)$$

де:  $P_0$  – хвильовий опір вільного простору.

Крім того, з теорії радіолокації також відомо, що вторинне поле у антенної системи радіолокатора дорівнює

$$P_{\text{пр}} = (P_{\text{пад}} \delta) / (4\pi r^2), \quad (1.14)$$

де:  $\delta$  – ЕПР об'єкта пошуку,  $\text{м}^2$ .

З експериментів відомо, що для нелінійного напівхвильового вібратора при  $P_{\text{пад}}$  не більше 1–2 Вт/м<sup>2</sup> залежність між  $P_{\text{пад}}$  і  $P_{\text{пр}}$  стає поступово лінійною. Тут є деяка аналогія щодо режимів роботи квадратичного та

лінійного діодного детекторів. У нашому випадку «насичення» обумовлено тим, що при використанні дециметрових хвиль при  $P_{\text{пад}}$  більше  $2 \text{ Вт/м}^2$  у напівхвильовому вібраторі наводиться ЕРС більше  $2 \text{ В}$ .

Наприклад, при  $P_{\text{пад}} = 1 \text{ Вт/м}^2$ ,  $\lambda_1 = 0,6 \text{ м}$ ,  $\rho_0 = 377 \text{ Ом}$  у напівхвильовому вібраторі наводиться ЕРС, що дорівнює  $3,68 \text{ В}$ .

У більшості випадків для «аперіодичних» нелінійних об'єктів «насичення» настає при  $P_{\text{пад}}$  понад  $10 \text{ Вт/м}^2$ . Відомо, що в нелінійній радіолокації доцільно використовувати імпульсний режим роботи з великою шпаруватістю. При цьому вихід із ладу нелінійного елемента буде обумовлений електричним пробоем, а не тепловим. Тут є деяка аналогія з електричними процесами у хвилеводах НВЧ. Найбільша потужність для них обмежується електричним пробоем, а не тепловими процесами. Розмір напруги пробоем більшість ВЧ напівпровідникових р-п переходів становить від  $50 \text{ В}$  до  $150 \text{ В}$ . У нелінійної радіолокації при великих  $P_{\text{пад}}$  ( $P_{\text{пад}} > 1-10 \text{ Вт/м}^2$ ) величина НЕПР входить у «насичення» і залежить від величини 1-го поля. Тобто в цьому випадку нелінійний об'єкт пошуку стає лінійним – як у звичайній радіолокації. Але вторинне поле (відбите) однаково реєструється на гармоніці, а чи не на основній частоті. Насправді величина НЕПР на 2-ой гармоніці як «насичення» на 1–2 порядку більше, ніж «нормована» НЕПР (тобто.  $P_{\text{пад}} = 1 \text{ Вт/м}^2$ ).

З усього викладеного величину щільності потоку потужності у приймальні антени НРЛС на гармоніці можна оцінити за такою формулою:

$$P_{\text{пр}} = \frac{\pi U_{\text{н}}^2 \delta_{\text{н(нас)}}}{4r^2 \lambda_1^2 \rho_0}, \quad (1.14)$$

де :  $U_{\text{н}}$  – напруга на нелінійному елементі;

$\delta_{\text{н(нас)}}$  – НЕПР у режимі «насичення»;

$r^2$  – відстань між об'єктом пошуку та НРЛЗ;

При оцінці максимальної дальності виявлення реальних об'єктів вони можуть бути замінені напівхвильовим диполем, в центрі якого, крім діода, включено комплексне лінійне навантаження. Це навантаження зменшує НЕПР вібратора до величини, що дорівнює НЕПР реального об'єкта. Тож у першому наближенні, цією формулою можна скористатися в оцінці граничної дальності виявлення реальних об'єктів, взявши їх НЕПР як «насичення».

Раніше було отримано залежності граничної дальності виявлення різних об'єктів від чутливості(по полю) приймального пристрою НРЛЗ. Встановлено, що з реально досяжної чутливості приймача НРЛС від  $10^{-3}$  Вт/м<sup>2</sup> до  $10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup> дальність лежить, орієнтовно, не більше від 1 до 10 км. Однак її практична реалізація вимагає дуже великої щільності потоку потужності у місці розташування об'єкта – кілька сотень Вт/м<sup>2</sup>.

Слід зазначити, що отримання максимально можливої дальності виявлення затребуване для нелінійних локаторів, призначених для пошуку вибухових пристроїв або рятувальних операціях на місцевості. Для цілей обстеження приміщення на предмет радіоелектронних засобів незаконного знімання інформації в умовах щільної міської забудови та великої кількості джерел техногенних перешкод настільки велика дальність виявлення (а відповідно і потужність передавача) навпаки шкідлива. У більшості випадків дальність виявлення не повинна перевищувати кількох метрів, а так само необхідна можливість зменшення випромінюваної потужності. Наприклад, при обстеженні приміщення потрібно встановити достатню потужність для перевірки стіни (зазвичай не більше декількох десятків сантиметрів). Якщо потужність буде значно вищою, ми захопимо сусіднє приміщення, що, швидше за все, збільшить кількість хибних спрацьовувань. Виняток може бути обстеження «порожніх» будівель – після будівництва та перед розміщенням у ньому офісів. І тут використання великих потужностей може

підвищити швидкість перевірки. Однак такі ситуації трапляються досить рідко, тому найбільш потрібні під час перевірки приміщень імпульсні нелінійні локатори з потужностями близько десятка – сотні Вт в імпульсі.

## 2 ПРОГРАММНА ЧАСТИНА

### 2.1 Вибір середовища роботи з базою даних

Для досягнення мети дипломного проекту потрібно створити локальну базу даних що буде знаходитись саме у нелінійному локаторі. Тому для створення бази даних було обрано SQLite за рядом причин:

- SQLite – це швидка і легка однофайлова ЗКБД (засоби керування базою даних), що вбудовується, на мові C, яка не має сервера і дозволяє зберігати всю базу локально на одному пристрої. Для роботи SQLite не потрібні сторонні бібліотеки або служби;

- висока швидкість. Завдяки особливостям архітектури SQLite працює швидко, особливо читання. Компоненти ЗКБД вбудовані у додаток і викликаються у тому процесі. Тому доступ до них швидший, ніж при взаємодії між різними процесами;

- зберігання даних у одному файлі. База даних складається з табличних

записів, зв'язків між ними, індексів та інших компонентів. У SQLite вони зберігаються в єдиному файлі (database file), який знаходиться на тому ж пристрої, що й програма. Щоб під час роботи не виникало помилок, файл блокується для сторонніх процесів перед записом. Раніше це призводило до того, що записувати дані до бази міг лише один процес одночасно. Але в нових версіях це вирішується перенастроюванням режиму роботи ЗКБД;

- мінімалізм. Автори SQLite користуються принципом «мінімального повного набору». З усіх можливостей SQL у ній є потрібні. Тому SQLite відрізняють малий розмір, простота рішень та легкість адміністрування. Для

підвищення базової функціональності можна використовувати стороннє програмне забезпечення та розширення;

- надійність. Код на 100% покритий тестами. Це означає, що протестовано кожен компонент ПЗ. Тому SQLite вважається надійною ЗКБД із мінімальним ризиком непередбачуваної поведінки;

- нульова конфігурація. Перед використанням ЗКБД не потрібне складне налаштування або тривале встановлення. Для вирішення більшості завдань їй можна скористатися «з коробки», без встановлення додаткових компонентів;

- мінімальний розмір. Повністю налаштований SQLite з усіма параметрами займає менше 400 Кб. Якщо використовувати ЗКБД без додаткових компонентів, можна зменшити розмір до 250 Кб. Він залежить лише від кількості завантаженої інформації. Незважаючи на малий розмір, SQLite підтримує більшість функцій стандарту SQL2 і має низку власних;

- доступність. SQLite знаходиться у публічному доступі. На її використання немає правових обмежень, а власником вважається суспільство. Можна відкривати, переглядати та змінювати вихідний код встановленого програмного забезпечення;

- кроссплатформність. ЗКБД підходить для UNIX-подібних систем, MacOS та Windows;

- автономність. Система незалежна від стороннього програмного забезпечення, бібліотек або фреймворків. Щоб додаток з базою SQLite працював, додаткові компоненти не потрібні.

З недоліків SQLite наступне :

– обмежена підтримка типів даних. SQLite підтримує лише чотири типи даних, які реалізовані в SQL:

- 1) INTEGER – ціле число;
- 2) REAL – дрібне число;
- 3) TEXT – текст;
- 4) BLOB – двійковідані.

– обмеження у застосуванні. Відсутність сервера – перевага та нестача одночасно. Без сервера можливості ЗКБД менше. Наприклад, до однієї бази не можуть звертатися кілька різних пристроїв. У SQLite обмежена багатопоточність - одноразове виконання кількох процесів. Одночасно читати з бази можуть кілька процесів, а писати до неї за замовчуванням лише один. У версії 3.7.0 в SQLite впровадили можливість запису різними додатками, але навіть так вона поступається клієнт-серверним ЗКБД щодо можливостей роботи з потоками. Тому SQLite не підходить для розрахованих на багато користувачів додатків або програм, що записують великий обсяг даних.

– відсутність безкоштовної технічної підтримки. Вартість професійної технічної підтримки від розробників від \$1500 на рік. Щоб отримати інформацію безкоштовно, потрібно користуватися форумами та посібниками від користувачів, а також офіційною документацією.

– відсутність вбудованої підтримки Unicode. Unicode – це популярний стандарт кодування символів. Він включає практично всі існуючі знаки та літери, тому вважається найпоширенішим у світі. Без його підтримки програма не зможе коректно працювати з кирилицею, ієрогліфами та багатьма іншими символами. SQLite "з коробки" не підтримує Unicode, його

потрібно налаштовувати окремо. Це може спричинити складнощі з локалізацією.

## 2.2 Вибір мови програмування

Для досягнення мети дипломної роботи було обрано мову програмування Java за рядом наступних переваг :

- мова Java проста для вивчення. При розробці Java було приділено велику увагу простоті мови, тому програми Java, в порівнянні з іншими мовами програмування, простіше писати, компілювати, налагоджувати і вивчати.

- Java – це об'єктно-орієнтована мова. Це дозволяє створювати модульні програми, вихідний код яких може використовуватися багаторазово.

- мова Java не залежить від платформи. Однією з основних переваг мови Java є можливість перенесення програм із однієї системи до іншої. Оскільки програми Java не залежать від платформи як на рівні вихідного коду, так і на двійковому рівні, їх можна запускати в різних системах, що особливо важливо для програм, призначених для World Wide Web.

- широкі можливості Java, простота застосування, незалежність відплатформи та вбудовані функції захисту роблять цю мову програмування однією з найкращих для створення програм для Internet.

## 2.3 Створення бази даних

Для створення бази даних потрібно в першу чергу завантажити середовище роботи з базою даних SQLite3. Завантажити його можна з офіційного сайту за посиланням [34].

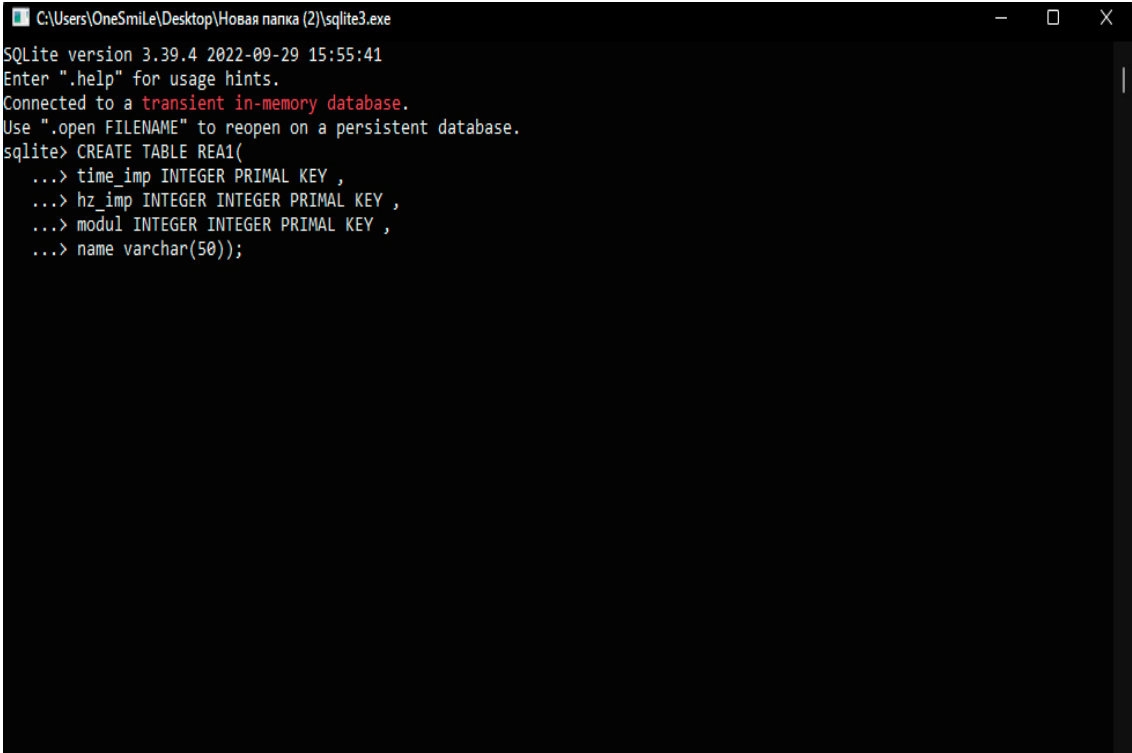
До складу архіву SQLite входить :

- sqldiff.exe
- sqlite3.exe
- sqlite3\_analyzer.exe

Для створення бази даних потрібно вилучити з архіву файл середовища роботи з базою даних під назвою sqlite3.exe у папку де буде знаходитись увесь проект.

Наступний крок, для створення бази даних, потрібно написати запит на створення таблиці з розділами, через середовище керування базою даних sqlite3.exe.

Запит на створення таблиці даних виглядає наступним чином і зображено на рисунку 2.1:

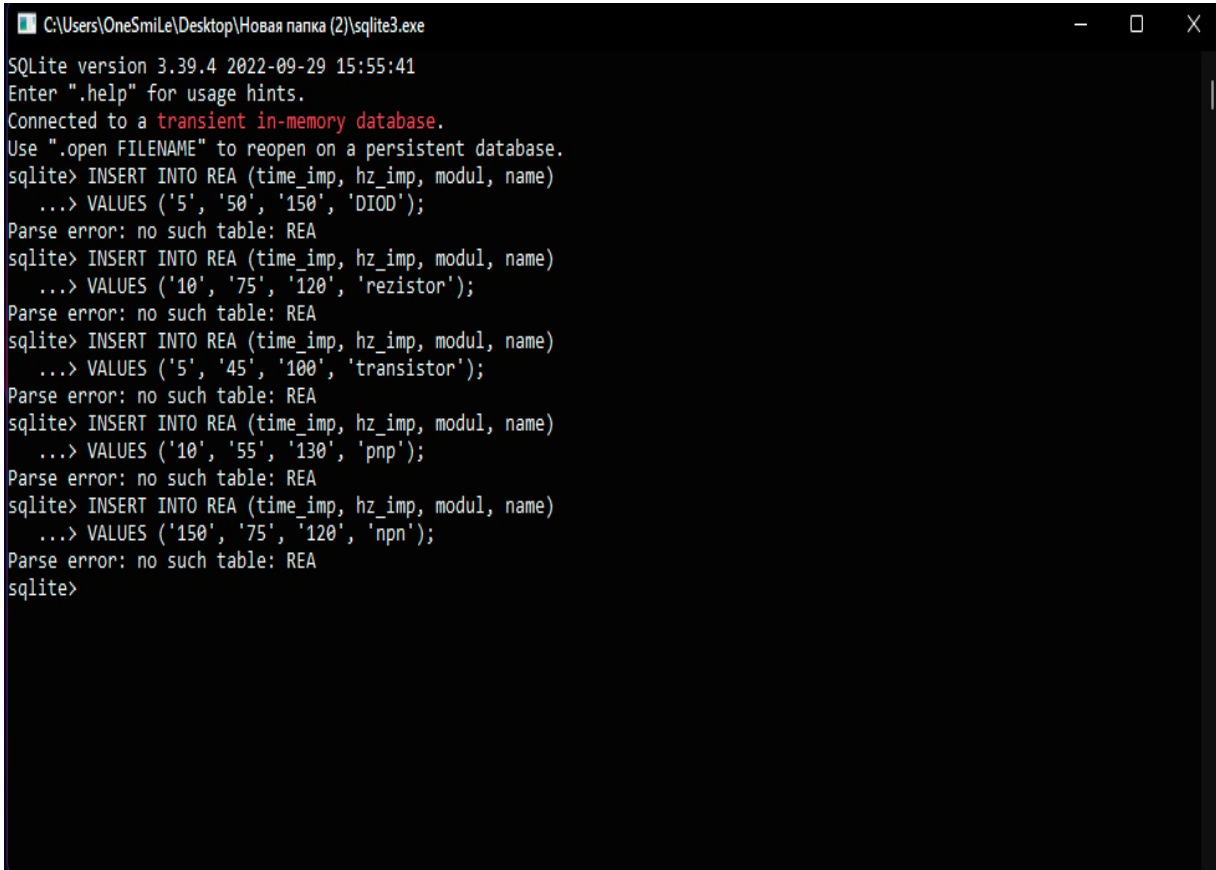


```
C:\Users\OneSmile\Desktop\Новая папка (2)\sqlite3.exe
SQLite version 3.39.4 2022-09-29 15:55:41
Enter ".help" for usage hints.
Connected to a transient in-memory database.
Use ".open FILENAME" to reopen on a persistent database.
sqlite> CREATE TABLE REA1(
  ...> time_imp INTEGER PRIMAL KEY ,
  ...> hz_imp INTEGER INTEGER PRIMAL KEY ,
  ...> modul INTEGER INTEGER PRIMAL KEY ,
  ...> name varchar(50));
```

Рисунок 2.1 – Процес створення запиту на створення у середовищі керування базою даних

```
CREATE TABLE REA(  
  
    time_imp INTEGER PRIMAL KEY ,  
  
    hz_imp INTEGER INTEGER PRIMAL KEY ,  
  
    modul INTEGER INTEGER PRIMAL KEY ,  
  
    name varchar(50));
```

Під час наступного кроку потрібно занести данні до розділів що були створенні, виглядає код наступним чином і зображено на рисунку 2.2:



```
C:\Users\OneSmile\Desktop\Новая папка (2)\sqlite3.exe  
SQLite version 3.39.4 2022-09-29 15:55:41  
Enter ".help" for usage hints.  
Connected to a transient in-memory database.  
Use ".open FILENAME" to reopen on a persistent database.  
sqlite> INSERT INTO REA (time_imp, hz_imp, modul, name)  
...> VALUES ('5', '50', '150', 'DIOD');  
Parse error: no such table: REA  
sqlite> INSERT INTO REA (time_imp, hz_imp, modul, name)  
...> VALUES ('10', '75', '120', 'rezistor');  
Parse error: no such table: REA  
sqlite> INSERT INTO REA (time_imp, hz_imp, modul, name)  
...> VALUES ('5', '45', '100', 'transistor');  
Parse error: no such table: REA  
sqlite> INSERT INTO REA (time_imp, hz_imp, modul, name)  
...> VALUES ('10', '55', '130', 'pnp');  
Parse error: no such table: REA  
sqlite> INSERT INTO REA (time_imp, hz_imp, modul, name)  
...> VALUES ('150', '75', '120', 'npn');  
Parse error: no such table: REA  
sqlite>
```

Рисунок 2.2 – процес занесення даних до розділів таблиці бази даних через середовище керування базою даних.

```

INSERT INTO REA (time_imp, hz_imp, modul, name)

VALUES ('5', '50', '150', 'DIOD');

INSERT INTO REA (time_imp, hz_imp, modul, name)

VALUES ('10', '75', '120', 'rezistor');

INSERT INTO REA (time_imp, hz_imp, modul, name)

VALUES ('5', '45', '100', 'transistor');

INSERT INTO REA (time_imp, hz_imp, modul, name)

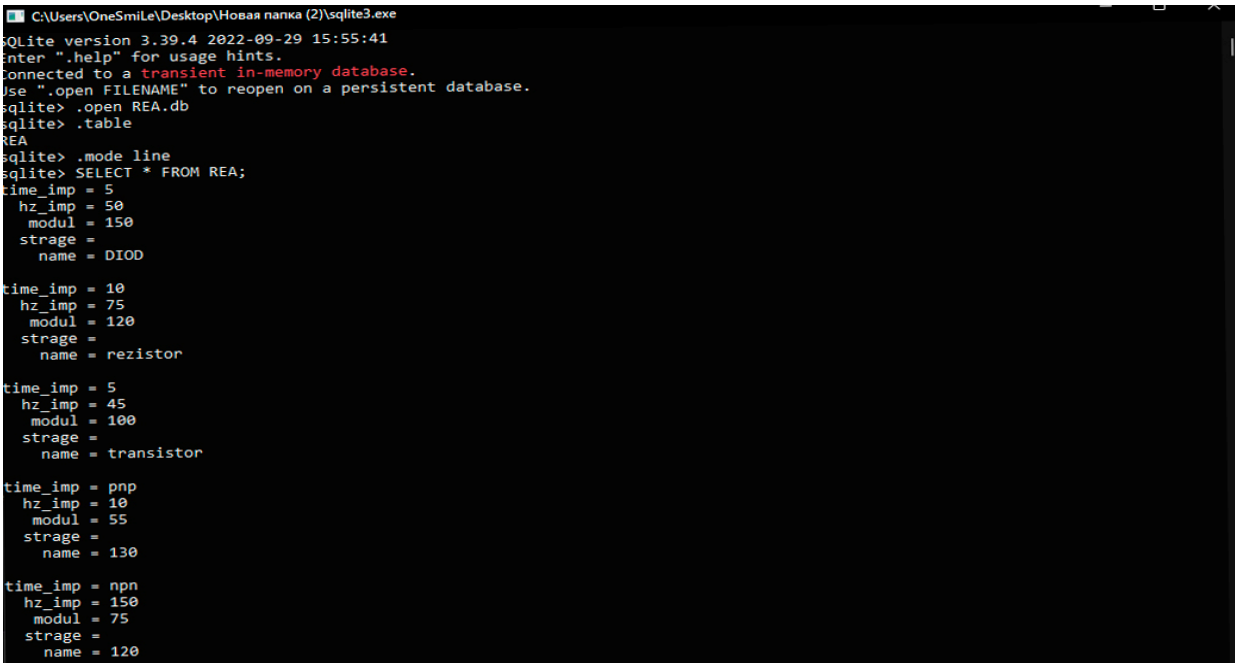
VALUES ('10', '55', '130', 'pnp');

INSERT INTO REA (time_imp, hz_imp, modul, name)

VALUES ('150', '75', '120', 'nnp');

```

Останній крок в створенні локальної бази даних, це перевірка створених записів у базі даних, виконується вона наступним запитом і зображено на рисунку 2.3:



```

C:\Users\OneSmile\Desktop\Новая папка (2)\sqlite3.exe
SQLite version 3.39.4 2022-09-29 15:55:41
Enter ".help" for usage hints.
Connected to a transient in-memory database.
Use ".open FILENAME" to reopen on a persistent database.
sqlite> .open REA.db
sqlite> .table
REA
sqlite> .mode line
sqlite> SELECT * FROM REA;
time_imp = 5
  hz_imp = 50
  modul = 150
  strage =
  name = DIOD

time_imp = 10
  hz_imp = 75
  modul = 120
  strage =
  name = rezistor

time_imp = 5
  hz_imp = 45
  modul = 100
  strage =
  name = transistor

time_imp = pnp
  hz_imp = 10
  modul = 55
  strage =
  name = 130

time_imp = npn
  hz_imp = 150
  modul = 75
  strage =
  name = 120

```

Рисунок 2.3 – список даних які знаходяться у розділах таблиці бази даних.

```
.open REA.db  
  
.table  
  
.mode line  
  
SELECT * FROM REA;
```

## 2.4 Процес написання коду програми аналізатора

В першу чергу для написання коду потрібно завантажити середовище розробки. Для цієї задачі підходить майже любе середовище що підтримує мову Java. Нас цілком влаштовує середовище Notepad++, завантажити його можна на офіційному сайті [35].

Наступний крок у написанні коду, це підключення усіх необхідних бібліотек Java, це виглядає наступним чином :

```
import java.util.*;  
  
import java.util.Scanner;  
  
import java.sql.*;
```

Далі потрібно написати послідовність дій, за якими програма буде запитувати дані для пошуку по базі даних, та вказати які саме параметри треба шукати. Для цього потрібно спочатку вказати назву програми, за це відповідає параметр який під назвою Class. Виглядає це наступним чином:

```
class UserTest {}
```

Далі потрібно оголосити точку початку програми , для цього потрібно у фігурних скобках параметру Class використати параметр:

```
public static void main(String[ ] args) {}
```

Наступним кроком буде оголошення функції Scanner у фігурних скобкам параметру public static void main , потрібна для того щоб програма почала очікувати параметри які буде вказувати користувач, ця функція виглядає наступним чином:

```
Scanner sc = new Scanner(System.in);
```

Для того щоб можна було ввести дані для пошуку оголосимо :

```
System.out.print("Enter time_imp: ");
```

```
String time_imp = sc.nextLine();
```

```
System.out.print("Enter hz_imp: ");
```

```
String hz_imp = sc.nextLine();
```

```
System.out.print("Enter modul: ");
```

```
String modul = sc.nextLine();
```

де : System.out.print("Enter time\_imp: "); – функція що виводить строку «Enter time\_imp:», це потрібно для того щоб користувач зрозумів який саме параметр від нього очікує програма.

String time\_imp = sc.nextLine(); – функція що дозволяє користувачу ввести параметри.

Залишилось оголосити підпрограму яка буде відповідати за пошук параметрів по базі даних, та вказати які саме параметри треба шукати, виглядає це наступним чином та зображено на рис. 2.4:

```
SelectApp app = new SelectApp();
```

```
app.selectAll(time_imp, hz_imp, modul);
```



```

1  import java.util.*; //Бібліотек додаткових функції мови java
2  import java.util.Scanner; //Бібліотека вводу інформації від користувача
3  import java.sql.*; // Бібліотека керування java.sql
4
5
6
7  class UserTest // назва програми
8  {
9  public static void main(String[] args) // точка початку програми
10 {
11 Scanner sc = new Scanner(System.in); //Оголошення стандартної системної функції вводу
12 System.out.print("Enter time_imp: ");
13 String time_imp = sc.nextLine(); // функція виводу тексту
14 System.out.print("Enter hz_imp: ");
15 String hz_imp = sc.nextLine();
16 System.out.print("Enter modul: ");
17 String modul = sc.nextLine(); //функція введення від користувача
18
19
20 SelectApp app = new SelectApp(); // Оголошення нової підпрограми пошуку
21 app.selectAll(time_imp, hz_imp, modul); // оголошення параметрів пошуку для підпрограми пошуку
22
23 }
24 }
25

```

Рисунок 2.4 – Весь написаний раніше код

Для того щоб програма у подальшому працювала правильно, потрібно завантажити бібліотеку під'єднання Java к SQLite, вона називається `sqlite-jdbc-3.23.1` завантажити її можна за посилання [36]. Далі потрібно вилучити файли з архіву до папки проекту.

Наступник крок оголошення підпрограми, і оголошення функції приватного під'єднання до нашої бібліотеки з вказанням посилання до нашої бази даних через бібліотеку під'єднання, та вказати блок `try` в якому може трапитись виключення і блок `catch` в якому відбувається обробка виключення.



Весь написаний раніше код зображено на рисунку 2.5:

```

1  import java.util.*; //Бібліотек додаткових функцій мови java
2  import java.util.Scanner; //Бібліотека вводу інформації від користувача
3  import java.sql.*; // Бібліотека керування java.sql
4
5
6
7  class UserTest // назва програми
8  {
9  public static void main(String[] args) // точка початку програми
10 {
11 Scanner sc = new Scanner(System.in); //Оголошення стандартної системної функції вводу
12 System.out.print("Enter time_imp: ");
13 String time_imp = sc.nextLine(); // функція виводу тексту
14 System.out.print("Enter hz_imp: ");
15 String hz_imp = sc.nextLine();
16 System.out.print("Enter modul: ");
17 String modul = sc.nextLine(); //функція введення від користувача
18
19
20 SelectApp app = new SelectApp(); // Оголошення нової підпрограми пошуку
21 app.selectAll(time_imp, hz_imp, modul); // оголошення параметрів пошуку для підпрограми пошуку
22
23 }
24 }
25
26
27
28 class SelectApp {
29
30 private Connection connect() { //функція приватного під'єднання
31
32 Connection conn = null; // значення за замовчуванням посилань
33 try { // блок виключень
34 conn = DriverManager.getConnection(
35 "jdbc:sqlite:REA.db"); // посилання на базу даних через бібліотеку під'єднання
36 System.out.println("Connected"); // функція виводу тексту при вдалому під'єднанню
37 } catch (SQLException e) { // блок обробки виключень
38 System.out.println(e.getMessage());
39 }
40 return conn; // функція повернення перед наступним запитом
41 }
42
43

```

Рисунок 2.5 – Загальний вигляд коду

Залилось вказати параметри пошуку по базі даних, для цього потрібно вказати точку початку підпрограми та написати код пошуку по збігу.

Для написання пошуку по збігу потрібно вказати ще один блок виключень в якому треба оголосити функції Statement і ResultSet які і відповідають за пошук по збігу. Останнім кроком залишається оголосити функцію `while (rs.next()) {System.out.println(rs.getString("name"))}` для виведення результатів пошуку по збігу.

Результат написаного вище коду зображено на рис.2.6:

```

1 import java.util.*; //Бібліотека додаткових функцій мови java
2 import java.util.Scanner; //Бібліотека вводу інформації від користувача
3 import java.sql.*; // Бібліотека керування java.sql
4
5
6
7 class UserTest // назва програми
8 {
9     public static void main(String[] args) // точка початку програми
10    {
11        Scanner sc = new Scanner(System.in); //Оголошення стандартної системної функції вводу
12        System.out.print("Enter time_imp: ");
13        String time_imp = sc.nextLine(); // функція вводу тексту
14        System.out.print("Enter hz_imp: ");
15        String hz_imp = sc.nextLine();
16        System.out.print("Enter modul: ");
17        String modul = sc.nextLine(); //функція введення від користувача
18
19        SelectApp app = new SelectApp(); // Оголошення нової підпрограми пошуку
20        app.selectAll(time_imp, hz_imp, modul); // оголошення параметрів пошуку для підпрограми пошуку
21    }
22 }
23
24 class SelectApp {
25     private Connection connect() { //функція приватного під'єднання
26         Connection conn = null; // значення за замовчуванням посилань
27         try { // блок виключень
28             conn = DriverManager.getConnection( // посилання на базу даних через бібліотеку під'єднання
29                 "jdbc:sqlite:REA.db"); // функція вводу тексту при вдалому під'єднанні
30             System.out.println("Connected"); // блок обробки виключень
31         } catch (SQLException e) {
32             System.out.println(e.getMessage());
33         }
34         return conn; // функція повернення перед наступним запитом
35     }
36
37     public void selectAll(String time_imp, String hz_imp, String modul){ // точка початку підпрограми
38         String sql = "SELECT * FROM REA Where time_imp=" + time_imp + " AND hz_imp=" + hz_imp + " AND modul=" + modul; // оголошення змінної с фільтрами пошуку по збіру
39         try (Connection conn = this.connect(); // блок виключень
40             Statement stmt = conn.createStatement();
41             ResultSet rs = stmt.executeQuery(sql)){
42             while (rs.next()) { // виведення результатів пошуку по збіру
43                 System.out.println(rs.getString("name"));
44             }
45         } catch (SQLException e) { // блок обробки виключень
46             System.out.println(e.getMessage());
47         }
48     }
49 }

```

source file length: 3 058 lines: 60 Ln: 37 Col: 82 Pos: 1945 Windows (CR LF) UTF-8 INS 17:49 14.11.2022

Рисунок 2.6 – фінальний вигляд коду аналізатора

Залишається лише перевірити програму на працездатність, для цього потрібно відкрити Команду строку Windows (CMD) а також консоль керування SQLite3. У консолі керування базою даних потрібно ввести послідовність команд які були вказані у розділі 2.3 для виведення розділів таблиці у базі даних.

А у консолі Windows ввести послідовність команд :

- cd C:\Users\OneSmile\Desktop\Новая папка (2)
- dir
- javac proj.java
- java UserTest

Далі ввести данні у послідовності які запитує програма, і перевірити результат пошуку на збіг з даними що зберігаються у бази даних.

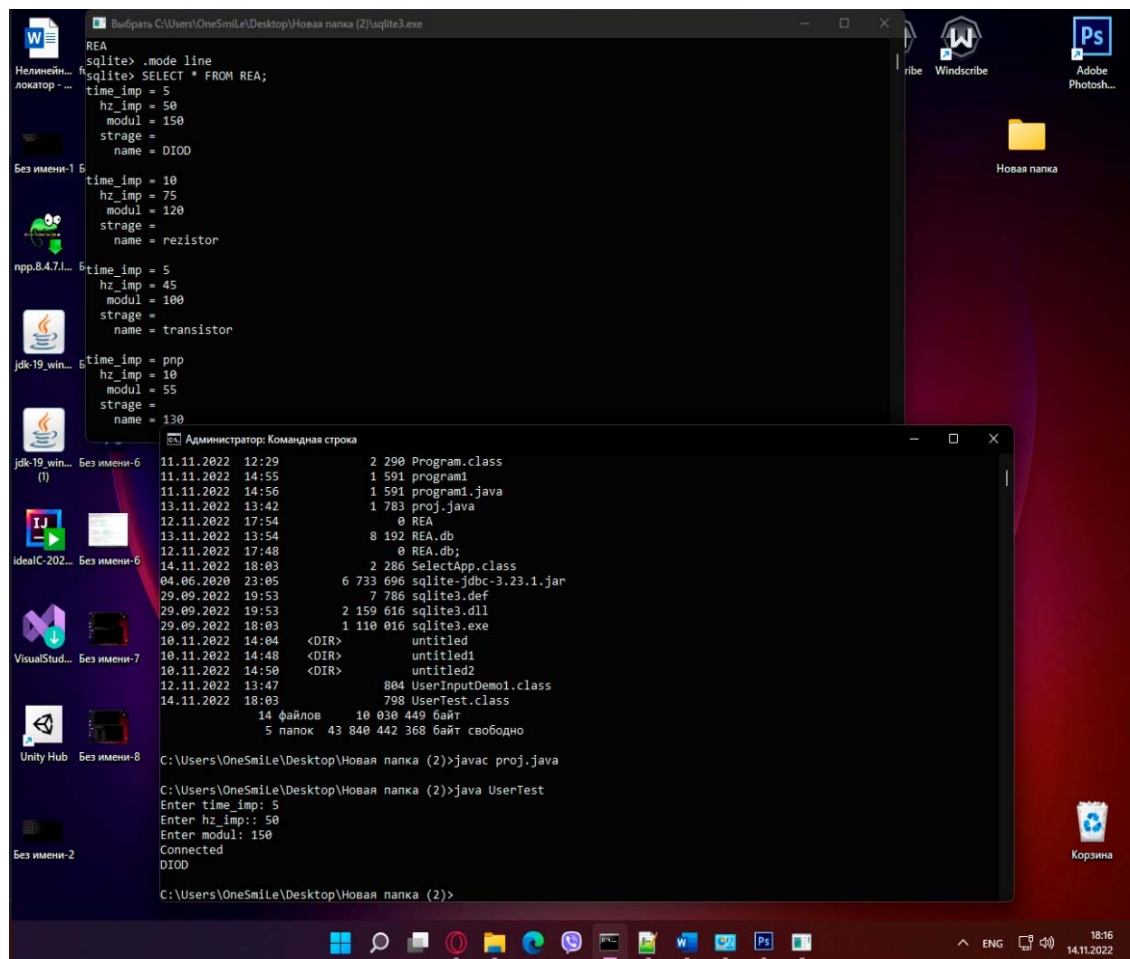


Рисунок 2.7 – Результат роботи програми аналізатора параметрів нелінійності на базі нелінійного локатора

## 3 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 3.1 Аналіз умов праці

Розробка мережі проводилася у дослідницькій лабораторії, яка знаходиться на другому поверсі чотириповерхової будівлі. Розміри приміщення становлять  $10 \times 7,5 \times 3$  м, об'єм –  $225 \text{ м}^3$ . Площа вікон складає  $10 \text{ м}^2$ . Вікна спрямовані північ. У приміщенні має бути 14 проектувальників. Кожне робоче місце обладнано персональним комп'ютером, що містить у своєму складі рідкокристалічний монітор, системний блок із споживаною потужністю 400 Вт, клавіатуру та маніпулятор типу «миша», також у лабораторії розміщується маршрутизатор, принтер та сервер.

Електропостачання у приміщенні лабораторії здійснюється від трифазної чотирьох провідної мережі змінного струму частотою 50 Гц, напругою  $380/220$  В з глухо заземленою нейтраллю.

Згідно НПАОП 0.00 – 1.28 – 10 «Правила охорони праці під час експлуатації ЕОМ» на одне робоче місце з відео терміналом повинно припадати площі – не менше ніж  $6 \text{ м}^2$ , обсягу – не менше ніж  $20 \text{ м}^3$ . Виходячи із зазначених норм на окремі робочі місця з ПЕОМ, площа та обсяг, що припадають на одне робоче місце в лабораторії становлять  $5,35 \text{ м}^2$  та  $16 \text{ м}^3$  відповідно. Отже, ці показники для робочого місця з ПЕОМ у лабораторії не задовольняють чинним вимогам за площею та обсягом. Тому в лабораторії залишається 11 проектувальників, а 3 – переміщуються до іншого приміщення. Тоді на кожне місце припадатиме по  $6,8 \text{ м}^2$  площі та  $20,45 \text{ м}^3$  обсягу приміщення, що задовольнятиме вимогам НПАОП 0.00 – 1.28 – 10. Далі вважатимемо, що в лабораторії 11 робочих місць та 11 проектувальників.

Згідно з ГОСТ 12.0.003 – 74, в ході аналізу умов праці в лабораторії та визначення можливих небезпечних та шкідливих виробничих факторів були виявлені такі фактори, що діють та потенційні в системі .

#### Фізичні фактори:

– підвищений рівень шуму на робочому місці: джерелами шуму є процесорні блоки та периферійне обладнання. Підвищений шум викликає роздратування, знижує увагу працюючих, а також продуктивність праці;

– підвищена температура, вологість та рухливість повітря робочої зони є причиною поганого самопочуття людей, дискомфорту, головного болю тощо;

– відсутність або недолік природного світла, недостатня освітленість робочої зони ускладнює розпізнавання зорових образів, призводить до виникнення помилок у роботі;

– підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може статися через тіло людини: джерелом є електрична мережа. Цей фактор є небезпечним і може бути причиною електротравм та електроударів;

– підвищена напруженість електричного поля, підвищена напруженість магнітного поля, джерелом яких є відеотермінал, системний блок є причиною порушень нервової діяльності, впливають на серцево – судинну систему, обмінні процеси, вплив проявляється, перш за все, в стомлюваності, дратівливості, появі головного болю.

#### Психофізіологічні фактори:

– статичні перевантаження, викликані тривалим перебуванням в одній позі, ведуть до захворювань кістково – м'язової системи;

– перенапруга зорових аналізаторів;

– емоційні навантаження, викликані розв'язанням завдань за умов дефіциту часу.

У приміщенні лабораторії було проведено оцінку факторів виробничого середовища та трудового процесу.

При оцінці факторів виробничого середовища та трудового процесу в лабораторії слід зазначити, що є відхилення від нормованих значень за температурою повітря (перевищення температури на  $7^{\circ}\text{C}$ ). Домінуючим шкідливим виробничим фактором є підвищена температура повітря робочої зони. Для цього фактора проведемо необхідні організаційні та технічні заходи, метою яких є забезпечення необхідного значення температури у приміщенні лабораторії.

### 3.2 Промислова безпека в НДЛ

За ступенем небезпеки ураження електричним струмом згідно з НПАОП 40.1 – 1.21 – 98 приміщення лабораторії відноситься до класу приміщень без підвищеної небезпеки, оскільки приміщення не є сирим (відносна вологість повітря не перевищує 75%), відсутня струмопровідний пил, температура повітря не перевищує  $+35^{\circ}\text{C}$ , заземлені конструкції будівлі, що знаходяться в приміщенні (батареї опалення), надійно захищені діелектричними щитами. Таким чином, виключається можливість одночасного дотику людини до корпусу ПЕОМ та до заземлених металевих конструкцій будівлі одночасно.

У приміщенні використовується трифазна чотирьох провідна система провідників живлення з глухо заземленою нейтраллю напругою 380/220В змінного струму частотою 50 Гц.

Основним заходом захисту для електроустановок до 1000 В з глухо заземленою нейтраллю є система заземлення типу TN – CS згідно з ДБН В.2.5 – 27 – 2006. Провідність PEN – провідника не менша за провідність фазного дроту. Відключення пошкодженої ділянки мережі має відбуватися пізніше, ніж через 0,1 – 0,4 з.

У приміщенні лабораторії використовується додатковий резервний вимикач, який призначений для відключення від електроживлення всіх ПК в

приміщенні, який необхідний при розміщенні в приміщенні 5 і більше ПК. У приміщенні розміщено 11 ПК.

Необхідно проводити контроль активного опору ізоляції провідників на ділянках "фаза – фаза", "фаза – нуль", "фаза – нульовий захисний провідник". Опір ізоляції має бути не менше 500 кОм відповідно до ПУЕ – 2011. Контроль ізоляції проводять не рідше 1 разу на рік при відключеному електроживленні.

Також необхідно організовувати технічні заходи щодо забезпечення безпеки, які полягають у навчанні, інструктажі та допуску до роботи осіб, які пройшли медичний огляд. Проводяться вступний, первинний на робочому місці, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі відповідно до НПАОП 0.00 – 4.12 – 05. Записи про проведення первинного на робочому місці, повторного, позапланового та цільового інструктажів фіксуються у журналі реєстрації інструктажів з питань охорони праці.

### 3.3 Виробнича санітарія в НДЛ

Відповідно до класифікації категорії робіт з енерговитрат організму ГОСТ 12.1.005 – 88 робота в лабораторії відноситься до легкої – 1а (енерговитрати до 120 ккал/год), так як робота виконується сидячи або стоячи, і не вимагає систематичного фізичного напруження або підняття та перенесення тяжкості.

Важливе значення у виробничій санітарії має освітлення. Раціональне висвітлення попереджає розвиток втоми, сприяє підвищенню продуктивності праці та відіграє важливу роль у зниженні виробничого травматизму.

Освітлення в приміщенні природне (через бічні світлопройми) і штучне (виконується люмінесцентними джерелами світла). Застосовується також місцеве освітлення. Згідно з ДБН В.2.5 – 28 – 2006 рекомендована освітленість для лабораторії 200 – 500лк. У приміщенні лабораторії норми з

природного та штучного освітлення виконані.

За енерговитратами організму відповідно до ДСН 3.3.6 – 042 – 99. «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» робота проектувальників відноситься до категорії Ia: робота, що виконується сидячи, яка не потребує систематичної фізичної напруги та переміщення тяжкості (енерговитрати організму: 90 – 120 ккал/год). ДСН 3.3.6 – 042 – 99 встановлює оптимальні норми температури, вологості та швидкості руху повітря для цієї категорії робіт (таблиця 6.2).

Для забезпечення встановлених норм мікрокліматичних параметрів та чистоти повітря необхідно застосовувати опалення у холодний період року та кондиціонування повітря у теплий період (СНіП 2.04.05 – 91).

Фактичне значення температури у приміщенні лабораторії у теплий період року перевищує нормоване значення на 7°C. Для нормалізації температури необхідно здійснити розрахунок необхідного повітрообміну та встановити систему кондиціонування.

Кондиціонування повітря— це створення та автоматична підтримка у приміщеннях постійних або змінених за програмою певних метеорологічних умов, найбільш сприятливих для працюючих. Кондиціонування дозволяє проводити попередню обробку припливного повітря, включаючи очищення від пилу, зволоження, нагрівання або охолодження.

Джерелами надлишкового тепла в приміщенні є люди, ПК, джерела штучного світла, сонячна радіація, що проникає в лабораторію через світлові отвори. Визначимо ці додатки.

Кількість тепла  $Q_{об}$ , випромінюване обладнанням

$$Q_{об} = 860 \times N_1 \times K_1 \times K_2, \quad (3.1)$$

де  $N_1$  – сумарна потужність встановленого обладнання в приміщенні,

$K_1$  – Коефіцієнт використання потужностей обладнання,  $K_1 = 0.8$ ,

$K_2$  – Коефіцієнт одночасної роботи обладнання  $K_2 = 1$  за одночасної

роботі всіх ПК.

$$Q_{об} = 860 \cdot (4,4 + 0,2 + 0,05 + 0,5) \cdot 0,8 \cdot 1 = 3543(\text{ккал/ч})$$

Кількість тепла  $Q_{ос}$ , що випромінюється джерелами штучного світла, визначається

$$Q_{ос} = k \times E \times S_1, \quad (3.2)$$

де  $k$  – Коефіцієнт, що враховує тепловиділення при освітленні (для люмінесцентних ламп  $0,05 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{лк} \cdot \text{год}$ );  $E$  – Мінімальна нормована освітленість робочої поверхні (для III розряду зорової роботи  $E = 200 \text{ лк}$ );  $S_1$  – площа приміщення,  $S_1 = 75 \text{ м}^2$ .

$$Q_{ос} = 0,05 \cdot 200 \cdot 75 = 750(\text{ккал/ч})$$

Кількість тепла  $Q_p$  від сонячної радіації, що проникає в приміщення через світлові отвори одно:

$$Q_p = n_{с..k_c} \times S_2, \quad (3.3)$$

де:  $n_{с..k_c}$  – питома кількість тепла, що надходить через одиницю площі вікна ( $86 \text{ ккал/год}$  при орієнтуванні вікон на північ);  $k_c$  – Поправочний коефіцієнт, залежить від виду скління ( $1,5$  – подвійне скління);  $S_2$  – Площа вікон,  $S_2 = 10 \text{ м}^2$ .

$$Q_p = 86 \cdot 1,5 \cdot 10 = 1290(\text{ккал/ч})$$

Кількість тепла  $Q_l$ , випромінюване людьми, так само

$$Q_l = 0,5 \cdot n \cdot g, \quad (3.4)$$

де  $n$  – кількість працюючих у приміщенні,  $n=11$ ;  $g$  – кількість тепла, що виділяється людиною (для категорії виконуваних робіт  $g_a$  – енерговитрати організму людини становлять 120 ккал/год).

$$Q_l = 0,5 \cdot 11 \cdot 120 = 660 \text{ (ккал/ч)}$$

Кількість тепла, що передається в приміщення через стіни, приймемо рівним нулю, так як у будівлі цегляні стіни.

Загальна кількість тепла  $Q$  обчислюємо як суму складових  $Q_{об}, Q_l, Q_p, Q_{ос}$ :

$$Q = Q_{об} + Q_l + Q_p + Q_{ос}, \quad (3.5)$$

$$Q = 3543 + 660 + 1290 + 750 = 6243 \text{ (ккал/ч) (Ккал/год)}.$$

Необхідний повітрообмін  $L_{TP}$  дорівнюватиме

$$L_{TP} = \frac{Q}{c \cdot r \cdot (t_{п} - t_{к})}, \quad (3.6)$$

де  $c$  – Питома теплоємність повітря (0.24 ккал/кг·0С);  $r$  – щільність повітря (1.29 кг/м3);  $t_{п}$  – температура повітря, що видаляється (320С);  $t_{к}$  – Температура припливного (від кондиціонера) повітря (200С).

$$L_{TP} = \frac{6243}{0,24 \cdot 1,29 \cdot (32 - 20)} = 1680 \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

З урахуванням отриманих результатів вибираємо спліт – систему Toshiba RAS – M18GAV – Ез двома внутрішніми блоками, яка може забезпечити для теплої пори року необхідний повітрообмін та охолодження зовнішнього повітря для підтримки оптимальних параметрів мікроклімату в

приміщенні лабораторії. Продуктивність кондиціонера – 1920м<sup>3</sup>/год, потужність охолодження – 8,5 кВт, енергоспоживання при охолодженні – 2,55 кВт, рівень шуму – 39 дБ. Еквівалентний рівень шуму на робочому місці відповідно до ДСН 3.3.6.037 – 99 не перевищує 50 дБа.

Конструкція робочого місця виконана таким чином, що витримано відстань від очей до монітора.

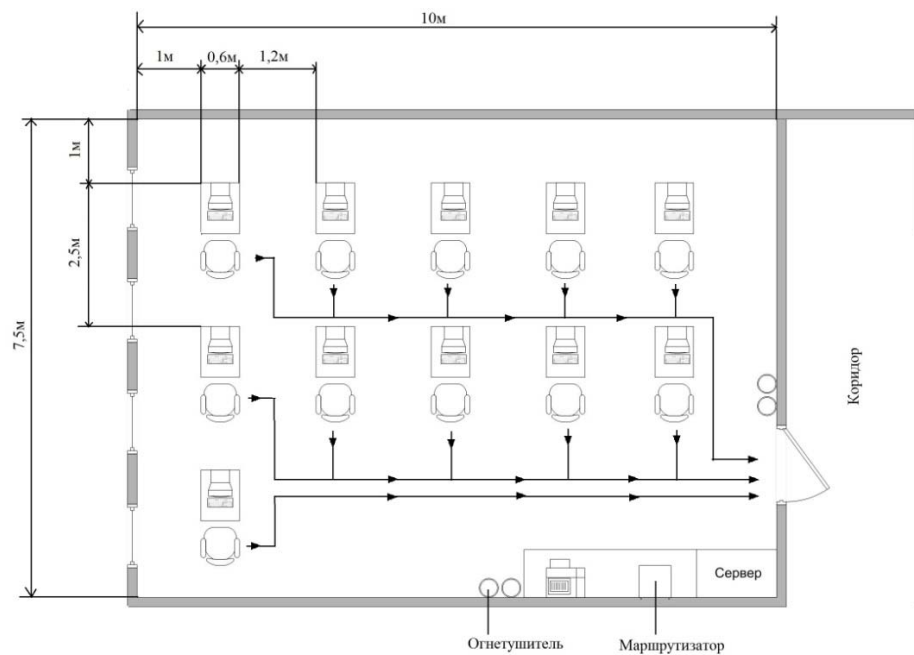


Рисунок 3.3 – Схема розміщення робочих місць та шляхи евакуації під час пожежі

Рациональний режим праці та відпочинку визначається залежно від категорії тяжкості роботи. Даний вид робіт відноситься до категорії В (творча робота в режимі діалогу з ПК). Для робіт категорії В перерва триває 60хв, а також перерви по 20 хв через 2 години після початку роботи і через 1,5 години після перерви, або щогодини перерви по 5 – 15 хв.

### 3.4 Безпека у надзвичайних ситуаціях

Надзвичайна ситуація – це порушення нормальних умов життєдіяльності людей на об'єкті або території, заподіяне аварією, катастрофою, стихійним лихом або іншою небезпечною подією, що призвела (може призвести) до загибелі людей або значних матеріальних втрат.

Будівля, в якій розташоване приміщення, що розглядається, а також прилегла територія знаходяться далеко від можливих джерел стихійних лих (надзвичайних ситуацій природного характеру). Будівля не є воєнним об'єктом. Виходячи з цього, найвірогіднішою надзвичайною ситуацією є пожежа.

Джерелами пожежі можуть бути електроживлення, електронні схеми ЕОМ, в яких можливий перегрів деяких елементів. У разі пожежі під час евакуації можна скористатися схемою пожежної евакуації, яка представлена на малюнку 3.3.

За ступенем вогнестійкості будинок відноситься до II ступеня (будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових та плитних негорючих матеріалів, а також допускається застосування незахищених сталевих конструкцій) (згідно з ДБН В.1.1.7 – 2002 "Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва").

За вибухопожежонебезпечністю приміщення відноситься до категорії В пожежонебезпечне (НАПБ Б.03.002 – 2007. Норми визначення категорій приміщень, будівель та зовнішніх установок щодо вибухопожежної та пожежної небезпеки).

З метою профілактики пожеж та зменшення можливої шкоди, приміщення з ЕОМ повинні бути оснащені системою автоматичної пожежної сигналізації відповідно до ДБН В.2.5 – 56 – 2010. Для автоматичної системи пожежного сповіщення встановлено 2 датчики (при квадратному розміщенні димових сповіщувачів при висоті приміщення до 3,5 м 1 сповіщувач

контролює площу до 86 м<sup>2</sup>, але не менше 2 шт. у приміщенні). Приміщення з ЕОМ повинні оснащуватися переносними вуглекислотними вогнегасниками типу ВВК – 3.5, виходячи з розрахунку 1 на 3 ПК, згідно з НАПБ Б.03.001 – 2004. Дане приміщення оснащено 4 вказаними вогнегасниками.

Були виконані такі організаційні заходи:

– призначені відповідальні за пожежну безпеку у приміщенні;

– спільно з інструктажами з техніки безпеки проводяться інструктажі з

пожежної безпеки;

– стан первинних засобів пожежогасіння перевіряються відповідно до вимог ДБН В.2.5 – 13 – 98, НАПБ Б.03.001 – 2004;

– у приміщенні на видних місцях вивішено інструкції з пожежної безпеки.

## ВИСНОВКИ

У теоретичній частині було проведено дослідження історії виникнення нелінійного локатора, вивчено методи роботи з нелінійними локатора та проведено аналіз вже існуючих нелінійних локаторів, проведено порівняння різних моделей з виділенням переваг та недоліків.

В програмній частині було проведено дослідження на най більш підходящу мову програмування, та середовище керування базою даних. Також було розроблено структуру локальної бази даних в якій зберігається інформація що до параметрів та назви радіоелемента, також було розроблено програму аналізу параметрів нелінійності що проводить аналіз введених даних та перевірку на збіг по базі даних.

У розділі «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» було проведено аналіз умов праці у приміщенні лабораторії, де здійснювалася розробка проекту. Проаналізовано питання електробезпеки під час роботи з ПК. З питань виробничої санітарії проаналізовано шкідливі виробничі фактори, що впливають на працездатність працівників. Виконано розрахунок кондиціонування повітря та обрано систему кондиціонування.

В результаті розроблених організаційних та технічних заходів фактори виробничого середовища та трудового процесу робочих місць у лабораторії знаходяться в межах допустимих умов праці.

Під час виконання кваліфікаційної роботи було зроблено висновки що нелінійний локатор дуже важливий на практиці служб безпеки, в даний час

це єдиний технічний засіб, застосування якого гарантує 100% якість обстеження приміщень з виявлення прихованих радіоелектронних пристроїв будь-якого функціонального призначення. Але в наш час я вважаю що нині існуючі моделі вже застаріли та їх дійсно слід модернізувати, для того щоб можна було те тільки знайти прихований радіоелемент, а й ідентифікувати його до того як доведеться вилучати елемент, адже хто знає що буде сховано від наших очей, це може бути як пристрій прослуховування так і вибухівка, і було б дуже корисно мати пристрій який може запобігти нещасним випадкам і попередити користувача що саме його чекає.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕЛЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ 3008-2015
2. Eastman A., Hörle L. Proc. IRE, 1940, v. 28, p. 438.
3. Danber D.A., Hull D. Mettra signature radars section measurement. Final Report instrmetion Manual. San-Diego, 1978.
4. Harger R. O. Harmonic radar systems for near – ground in – foliage nonlinear scatterers. // IEEE. 1976. V. AES-12. №2, p. 230.
5. Штейншлейгер В.Б. К теории рассеяния электромагнитных волн вибратором с нелинейным контактом // Радиотехника и электроника, 1978, Т.23, №7, С. 1329–1338.
6. Штейншлегер В.Б. Нелинейное рассеяние радиоволн металлическими объектами. // Успехи физических наук, 1984, Т.142, вып. 1, С. 131–145.
7. Кузнецов А.С., Кутин Г.И. Методы исследования эффекта нелинейного рассеяния электромагнитных волн // Зарубежная радиоэлектроника, 1985, №4, С. 41–43.
8. Мусабеков П.М., Панычев С.Н. Нелинейная радиолокация: методы, техника и области применения. // Зарубежная радиоэлектроника, 2000, №5, с. 54–60.
9. Вернигоров Н.С. Неизвестная нелинейная локация как технология двойного применения. // Конфидент защита информация 6. 2003, С. 80–83.
10. Щербаков Г.Н. Параметрическая локация новый метод обнаружения скрытых объектов. // Специальная техника, 2000, №4, С. 52–57.
11. Щербаков Г.Н. Средства обнаружения управляемых взрывных устройств. // Специальная техника, 2000, №5, С. 38–43.
12. Калабухов В.А., Ткачев Д.В. нелинейная радиолокация: принципы сравнения. // Специальная техника, 2001, №2, С. 28.32.3 ахаров А.В. Методика работы с различными моделями нелинейных локаторов. // Конфидент защита информация 4. 2001. С. 43–47.

13. Вернигоров Н.С., Саркисян А.П., Сулакшин А.А., Шаркеев Ю.П. Экспериментальные исследования воздействия импульсного СВЧ-излучения на материалы // Информост. 2002. №6. С. 51. Электронный вариант: [www.informost.ru](http://www.informost.ru).
14. Вернигоров Н.С. Экспериментальные исследования воздействия сверхмощного СВЧ-излучения на полупроводниковые приборы как составной элемент аналога американской программы СОИ // Труды докладов 5-й Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы информационной безопасности общества и личности». Томск. 2003. С. 32.
15. Вернигоров Н.С., Борисов А.Р. Способ определения изменений вольт-амперной характеристики полупроводникового прибора. А.С. №1574040.
16. Вернигоров Н.С., Борисов А.Р., Парватов Г.Н. и др. СВЧ-метод дистанционной диагностики полупроводниковых приборов на основе нелинейного рассеяния // Тезисы докладов Всесоюзной конференции «Оптический, радиоволновый и тепловой методы неразрушающего контроля». Могилев. 1989. Ч. 2. С. 7.
17. Вернигоров Н.С. Процесс нелинейного преобразования и рассеяния электромагнитного поля электрически нелинейными объектами // РЭ. 1997. Т. 42, №10. С. 1181.
18. Вернигоров Н.С., Кузнецов Т.В. К вопросу о принципе сравнения в нелинейной локации // Информост. 2002, №3. С. 7. Электронный вариант: [www.informost.ru](http://www.informost.ru).
19. Франческетти Дж., Пинто И. Антенны с нелинейной нагрузкой // В кн. под ред. П. Усленги. Нелинейные электромагнитные волны. М.: Мир. 1983, 312 с.
20. Панов В.В., Саркисян А.П. Некоторые аспекты проблемы создания СВЧ-средств функционального поражения // Зарубежная радиоэлектроника, 1995, №№10, 11, 12.

21. Вернигоров Н.С. Использование нелинейного локатора для раннего обнаружения устройств звукозаписи. «Конфидент», 2001 г., №4, с. 50.
22. Дингес С.И. Мобильная связь: технология DECT. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003 г., 272 с.
23. Побережский Е.С. Цифровые радиоприёмные устройства. – М.: Радио и связь, 1987 г., 184 с.
24. V.N. Kurskii and V.V. Proklov. Advanced Mobile Communication Radiointerface (CTDMA). Architecture Based on SAW Components. IEEE Ultrasonics Symposium Proc. October 5–8, 1997, Ontario Canada.
25. M. Hikita, C. Takubo and K. Asai. New High Performance SAW convolvers and their fundamental experiments for Highbitrate CDMA communication system. IEEE Ultrasonics Symposium Proc. October 5–8, 1997, Ontario Canada.
26. Mitsutaka Hikita, Chizaki Takubo and Kengo Asai. New SAW Convolver demodulation technique for very high speed CDMA communication. IEEE Ultrasonics Symposium Proc. October 5–8, 1998, Sendai, Miyagi, Japan.
27. Марпл-мл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990.
28. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. М.:Мир, 1978.
29. Вернигоров Н.С. Кузнецов Т.В. Некоторые особенности характеристик нелинейных локаторов. Безопасность информации // Информост. 2002
30. Вернигоров Н.С. Методическое пособие «Особенности устройств съема информации и методы их блокировки». Томск, изд. Пиллад, 1996.
31. Вернигоров Н.С. Принцип обнаружения объектов нелинейным радиолокатором.
32. Кузнецов Т.В. Усольцев А.А. Некоторые особенности характеристик нелинейных локаторов.
33. Захаров А.В. Методика работы с некоторыми нелинейными локаторами //

Конфидент. 2001

34. Посилання на завантаження засобу керування базою даних:

<https://www.sqlite.org/download.html>

35. Посилання на завантаження середовища програмування Notepad++:

<https://notepad-plus-plus.org/downloads/>

36. Посилання на завантаження бібліотеки під'єднання Java до SQLite:

<http://www.java2s.com/ref/jar/sqlite-jdbc-3.23.1.jar.zip>

39. Охорона праці галузі. Конспект лекцій для студентів усіх спеціальностей інституту «Комп'ютерних інформаційних технологій» / Уклад: В.А.Айвазов, Б.В.Дзюндзюк, Т.Є.Стищенко, А.І. Хяннікяйнен – Харків: ХНУРЕ, 2002. – 80 с.

40. Жидецький В.Ц., Джигір В.С., Сторожук В.М. та ін. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред. В.Ц. Жидецького. – Львів, Афіша, 2000 – 352с.

41. Жидецький В.Ц. Охорона праці користувачів комп'ютерів. Навчальний посібник. – Вид.2 – е, допов. – 2000. – 176с.