

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Математична модель для дослідження зони покриття мережі
МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Виконав: студент 6 курсу, групи РРм-61
спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Пилипів В.В.</u> (підпис)	<u>Пилипів В.В.</u> (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Яськів В.І.</u> (підпис)	<u>Яськів В.І.</u> (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Хвостівська Л.В.</u> (підпис)	<u>Хвостівська Л.В.</u> (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<u>Дунець В.Л.</u> (підпис)	<u>Дунець В.Л.</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>Тимків П.О.</u> (підпис)	<u>Тимків П.О.</u> (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Дунець В.Л.

(підпис) (прізвище та ініціали)

« » 2022 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня МАГІСТР
(НАЗВА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ)

за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Пилипіву Володимирі Васильовичу
(ПРІЗВИЩЕ, ІМ'Я, ПО БАТЬКОВІ)

1. Тема роботи МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗОНИ
ПОКРИТТЯ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Керівник роботи ЯСЬКІВ ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, ДОКТОР ТЕХНІЧНИХ
НАУК

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 06 » 12 2022 року № 4/7-989

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітична частина

2. Основна частина

3. Науково-дослідна частина

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	ПРИМІТКА
1	Отримання завдання на виконання роботи		
2	Аналіз отриманого завдання		
3	Виконання розділу 1		
4	Виконання розділу 2		
5	Виконання розділу 3		
6	Виконання розділу 4		
7	Оформлення пояснювальної записки		
8	Оформлення презентаційного матеріалу		
9	Перевірка кваліфікаційної роботи на антиплагіат		
10	Попередній захист кваліфікаційної роботи		
11	Захист кваліфікаційної роботи		

Студент

_____ (підпис)

Пилипів В.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Яськів В.І.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Математична модель для дослідження зони покриття мережі мобільного зв'язку» // Кваліфікаційна робота // Пилипів Володимир Васильович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РРм-61 // Тернопіль, 2022 // с. – 106, рис. – 32, додат. – 3, бібліогр. – 22.

Ключові слова: **МОБІЛЬНИЙ ЗВ'ЯЗОК, МОБІЛЬНА МЕРЕЖА, БАЗОВА СТАНЦІЯ, ЗОНА ПОКРИТТЯ, МОБІЛЬНИЙ ТЕРМІНАЛ.**

У роботі проаналізовано спеціалізовані програмно-апаратні комплекси моніторингу зони покриття мобільного зв'язку. Запропоновано для безперервного моніторингу якості наданих послуг використання розподіленої інформаційно-вимірювальної системи.

Реалізовано програмні елементи системи для дослідження зони покриття мереж мобільного зв'язку, що дозволяє проводити в автономному режимі тривалі автоматизовані вимірювання технічних характеристик систем другого і третього покоління в обсягах, що регламентовані технічними умовами. Розроблено структуру, алгоритм функціонування, а також програмну і апаратну реалізацію мобільних терміналів, що дозволяють проводити автономно-автоматизовані вимірювання.

Розроблено схему та алгоритм роботи модуля обробки інформації. Запропоновано спосіб відображення вимірювальної інформації на картографічному сервісі. Розроблено систему анімації відображення вимірювальної інформації на картографічному сервісі.

Експериментально виявлено некоректний вибір обслуговуючої станції мобільним терміналом, наведені способи вирішення проблеми. Запропоновано методику вимірювання параметрів мережі мобільного зв'язку другого покоління, при використанні розробленої інформаційно-вимірювальної системи.

ABSTRACT

The topic of the qualification work: "Development of means of monitoring the coverage area of mobile networks" // Qualification work // Volodymyr Vasyliovych Pylypiv // Ivan Pulyuy Ternopil National Technical University, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, group RRm- 61 // Ternopil, 2022 // p. – 106 , fig. – 32, app. – 3, bibliography - 22.

Keywords: MOBILE COMMUNICATION, MOBILE NETWORK, BASE STATION, COVERAGE AREA, MOBILE TERMINAL.

The work analyzes specialized software and hardware complexes for monitoring the mobile coverage area. It is proposed to use a distributed information and measurement system for continuous monitoring of the quality of the provided services.

Software elements of the system for researching the coverage area of mobile communication networks have been implemented, which allows for long-term automated measurements of the technical characteristics of second- and third-generation systems in the volumes regulated by the technical conditions. The structure, algorithm of operation, as well as software and hardware implementation of mobile terminals, which allow autonomous and automated measurements, have been developed.

The scheme and algorithm of the information processing module have been developed. A method of displaying measurement information on the cartographic service is proposed. An animation system for displaying measurement information on the cartographic service has been developed.

Incorrect selection of a service station by a mobile terminal was experimentally revealed, methods of solving the problem were given. The method of measuring the parameters of the second generation mobile communication network using the developed information and measurement system is proposed.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 Аналітична частина.....	9
1.1 . Загальна характеристика телекомунікаційних систем	9
1.2. Проблеми тестування телекомунікаційних систем.....	18
1.3. Аналіз спеціалізованого апаратного та програмного забезпечення.....	20
1.4 . Обговорення проблеми дослідження.....	34
1.5 Висновки до першого розділу	35
РОЗДІЛ 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	36
2.1. Розробка методів вимірювання та реєстрації параметрів зони покриття телекомунікаційних мереж.....	36
2.2. Розробка програми та алгоритмів комп'ютерної реалізації мобільного терміналу	43
2.3 Висновки до другого розділу.....	53
РОЗДІЛ 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	54
3.1. Аспекти реалізації програмного забезпечення.....	54
3. 2. Реалізація блоку обробки інформації	58
3.3. Аспекти впровадження системи.....	66
3.4. Тестування комп'ютерних систем та обладнання	69
3.5. Методи автоматизованих експериментальних досліджень телекомунікаційних мереж.....	77
3.6 Висновки до третього розділу	78
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	79
4.1 Органи державного управління охорони праці.....	79
4.2 Вимоги техніки безпеки при регулюванні та обслуговуванні виробу... ..	84
4.3 Протипожежне водопостачання.....	88
ВИСНОВКИ.....	92
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	93

ДОДАТОК А РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ МОБІЛЬНОГО ТЕРМІНАЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ LABVIEW	96
ДОДАТОК Б ЛІСТИНГ ПРОГРАМНОГО КОДУ МОДУЛЯ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ	97
ДОДАТОК В КОПІЯ ПУБЛІКАЦІЇ	105

ВСТУП

Актуальність теми. В даний час широкого розповсюдження набули мережі мобільного зв'язку, оператори використовують інфраструктуру GSM, DCS мереж другого покоління для побудови W-CDMA мереж третього покоління, що забезпечують широкий діапазон доступу і кодове поділ. При цьому два типи мереж працюють одночасно і доповнюють один одного. Мережі другого покоління в основному використовуються для голосових дзвінків, а мережі третього покоління – переважно для транспорту. Для того, щоб забезпечити високу якість послуг через мережі зв'язку, менеджери повинні бути під контролем тестування існуючих систем. Для тестування мережі використовується обладнання та програмне забезпечення таких виробників, як Ericsson, ASCOM, Rohde&Schwartz. Ці комплекси можна контролювати вимірювання в мережах 2.5G і 3G. Основним недоліком цих типів комплексів є наявність компетентних операторів на пульті керування вимірювальним комплексом. Винятком є комплекс TEMS Automatic, який збирає дані з абонентського терміналу без відома користувача, і тут є обмеження, наприклад, при тестуванні сили підключення кошти будуть списані з рахунку абонента. Також для тестування частини необхідно, щоб абонент був у цій частині.

Одним з найважливіших параметрів, що впливають на якість зв'язку, є швидкість підключення до Інтернету. Проблема забезпечення високошвидкісного підключення до Інтернету посилюється через зростання обсягу даних, що передаються в Інтернет-мережах, які зараз дуже потужні для перегляду фільмів у потоковому режимі та відвідування соціальних мереж, де є сторінки новин. високе навантаження графічною інформацією. Для найкращої продуктивності в Інтернеті в цей час потрібна швидкість 1,5-2 Мбіт/с. Виходячи з вищевикладеної інформації, вимоги до якості каналу передачі даних та стабільності техніко-експлуатаційних аспектів телекомунікаційних мереж підвищуються. Актуальним завданням є

моніторинг швидкості інтернет-з'єднання, з'ясування того, які інтернет-ресурси зараз використовуються, наприклад, тест швидкості Google або SpeedTest.net. Ці сервіси дозволяють швидко визначити швидкість інтернет-з'єднання, але вони мають багато важливих обмежень, наприклад: невелика кількість запитів на день, неможливість перевірити швидкість інтернет-з'єднання без втручання користувача. (автоматизоване тестування), неможливість зміни розміру тестового пакету. У зв'язку з цим виникає необхідність розробки тестової системи, яка не залежить від зовнішніх сервісів.

Отже, мета роботи, присвяченої створенню комп'ютерної системи моніторингу техніко-експлуатаційних аспектів мереж мобільного зв'язку другого та третього покоління, є доцільною.

Мета та функції дослідження.

Метою дослідження є створення математичної моделі для дослідження зони покриття мережі мобільного зв'язку на основі розробки вимірювальної системи для моніторингу систем мобільного зв'язку, що може здійснюватися з невеликими витратами та автоматично вимірювати параметри зони покриття.

Завдання дослідження:

- аналізувати характеристики сучасних систем мобільного зв'язку;
- аналізувати завдання тестування систем мобільного зв'язку;
- аналізувати спеціальне обладнання та програмне забезпечення;
- розробити методи вимірювання та реєстрації параметрів зон покриття мереж мобільного зв'язку;
- розробити програми та алгоритми комп'ютерної реалізації мобільного телефонного терміналу;
- розробити програмне забезпечення для дослідження зони покриття телекомунікаційних мереж.

Метою дослідження є експлуатаційно-технічні аспекти системи мобільного зв'язку GSM 2-го, DCS та WCDMA 3-го покоління.

Предметом дослідження є методи та комп'ютерні засоби системи довгострокового моніторингу зони покриття телекомунікаційних мереж.

Методи дослідження. Концептуальні дослідження щодо розробки моделі користувача базуються на застосуванні системного аналізу, функціонального моделювання, технології знань, теорії алгоритмів та орієнтації на дизайн.

Наукова новизна отриманих результатів. Удосконалено процес обробки інформації, отриманої в результаті роботи мобільних терміналів, шляхом впровадження способу відображення вимірювальної інформації для картографічного сервісу. Запропонований метод дозволяє тестувати розрядність Інтернет-з'єднання протягом тривалого часу без великого трафіку, і без великого навантаження на передавач, що суттєво економить матеріали, обладнання та кошти.

Практичне значення отриманих результатів. Методи та програмне забезпечення розглядалися як комплексне рішення таких завдань, як автоматизація способу обробки отриманих результатів і вимірювання продуктивності компонентів мобільного телефону, їх систематизація, представлення на карті.

Апробація роботи. Результати роботи апробовано на школі-семінарі молодих вчених і студентів «Комп'ютерні інформаційні технології», СІТ'2022. – Тернопіль: ЗУНУ, 2022.

Структура роботи : робота складається з пояснювальної записки та презентаційної частини. Пояснювальна записка містить вступ, чотири розділи, висновок, список використаних джерел і додатки. Обсяг роботи: пояснювальна записка - 106 аркушів А4, презентаційна частина - 12 аркушів А4.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 . Загальна характеристика телекомунікаційних систем

Стільникові телефони насправді є невеликими складними трансиверами. Кожному мобільному телефону присвоюється власний електронний серійний номер (ESN), який кодується в машинний код телефону під час його виробництва та надсилається виробниками пристроїв сервісним технікам. Крім того, деякі виробники вказують цей номер у посібнику користувача. При підключенні пристрою до системи зв'язку компанії, яка надає послуги телефонного зв'язку, в мікročіп телефону вводиться ідентифікаційний номер телефону (MIN).

Мобільний телефон має великий, іноді необмежений радіус дії, що забезпечується створенням вузлів зв'язку. Вся територія, яка обслуговується телекомунікаційною системою, ділиться на окремі зони зв'язку, які називаються «сотами». Телекомунікаціями в кожному регіоні керує базова станція, здатна приймати сигнали на кількох частотах. Крім того, ця станція підключена до частотної телефонної мережі, з обладнанням для перетворення високочастотного сигналу телефону в низькочастотний сигнал телефону і навпаки, що забезпечує координацію обох систем.

Основою будь-якої системи мобільного зв'язку є базова радіостанція (далі БС). Основною функцією БС є зв'язок з мобільними телефонами (далі МТ) в зоні дії БС, а також зв'язок з центральним комутатором (далі ЦК). Роль ЦК полягає у спілкуванні з БС та обміні інформацією з МТ, а також обміні інформацією з абонентами за допомогою мереж загального користування, національних та міжнародних мереж інших операторів.

Інтерфейсом, транспортною мережею (далі ТМ) між БС, ЦК є, як правило, радіосистеми, оптичні системи зв'язку, іноді системи на основі кабельної лінії зв'язку. [2-4].

Так зона обслуговування (далі ЗО) визначається як зона в зоні контролю БС (базової станції) оператора. Сигнал від БС (базова станція) визначає розмір і межі ЗО (зони обслуговування).

Сучасні телекомунікаційні системи дуже різноманітні з точки зору діапазону застосувань, які використовують комунікаційні технології та методи управління. Тому їх змістовна оцінка буде дуже важкою, якщо вони не будуть сплановані заздалегідь. Отже, можна запропонувати наступні категорії класифікацій систем мобільного зв'язку (СМЗ):

- спосіб управління системою, інакше спосіб об'єднання абонентів - централізований (організований) або незалежний (неуніфікований). З центральним каналом зв'язок між абонентами здійснюється через центральні (або базові) станції. У протилежному випадку зв'язок між користувачами встановлюється безпосередньо, без втручання базових станцій;

- зона обслуговування - радіальна (в межах радіусу дії радіостанції), лінійна (для протяжних зон), місцева (для окремих локальних конфігурацій);

- напрямок зв'язку - односторонній або двосторонній зв'язок між абонентом і базовою станцією;

- тип роботи системи - симплекс (різна передача від абонента до базової станції і назад) і дуплекс - одночасна передача і прийом кожного з двох названих сигналів;

- спосіб розподілу каналів у системі радіозв'язку чи засобі множинного доступу - частотний, часовий або кодовий;

- спосіб використання виділеного системі зв'язку частотного ресурсу - вибіркоче налаштування каналів абонентами, можливість доступу абонентів до загальних частотних ресурсів (транкінгова система), використання частоти за рахунок просторового розподілу передавачів;

- категорія абонентів, які обслуговуються інформаційною системою абонента - професійні абоненти (офіційні, корпоративні), фізичні особи;

- тип надісланого повідомлення - голосове, кодове повідомлення тощо.

Цей перелік не є вичерпним усіма конструктивними характеристиками системи (також можемо згадати такі, як використовуваний діапазон частот, тип модуляції сигналу, спосіб підключення системи зв'язку до телефонної мережі загального користування (ТМЗВ), кількість абонентів, і т.д.), однак, достатньо показати поточні типи СМЗ.

Залежно від призначення системи, обсягу послуг, що надаються, і розміру зони обслуговування можна розділити чотири типи СМЗ: системи зв'язку, системи персонального радіотелефонного зв'язку, системи персонального супутникового зв'язку і системи мобільного зв'язку.

Слово "транкінг" походить з англійської мови і відображає те, що в "стовбурі зв'язку" багато каналів, а канали абонентів не повністю зафіксовані. У літературі можна знайти різні пояснення систем транкінга, спільною рисою яких є надання абоненту одного з безкоштовних каналів. Цей клас включає:

- наземні радіально-зональні системи радіозв'язку, що використовують автоматичний розподіл обмежених частотних ресурсів повторення між великою кількістю абонентів;
- системи масового попиту, які пропонують найбільшу кількість абонентів з найменшою кількістю регулярних ресурсів.

Систему зв'язку можна представити загальною схемою побудови, яка зображена на рисунку 1.1 використовуються такі символи:

- МС - мобільна станція (мобільний абонент);
- БС - базова станція (центр управління);
- ПОР - пристрій об'єднання радіосигналів;;
- Р - ретранслятори;
- ЦКМС – центр комутації мобільного зв'язку;
- ТФЗК - телефонна мережа загального користування;
- ЦДУ - центр диспетчерського управління.

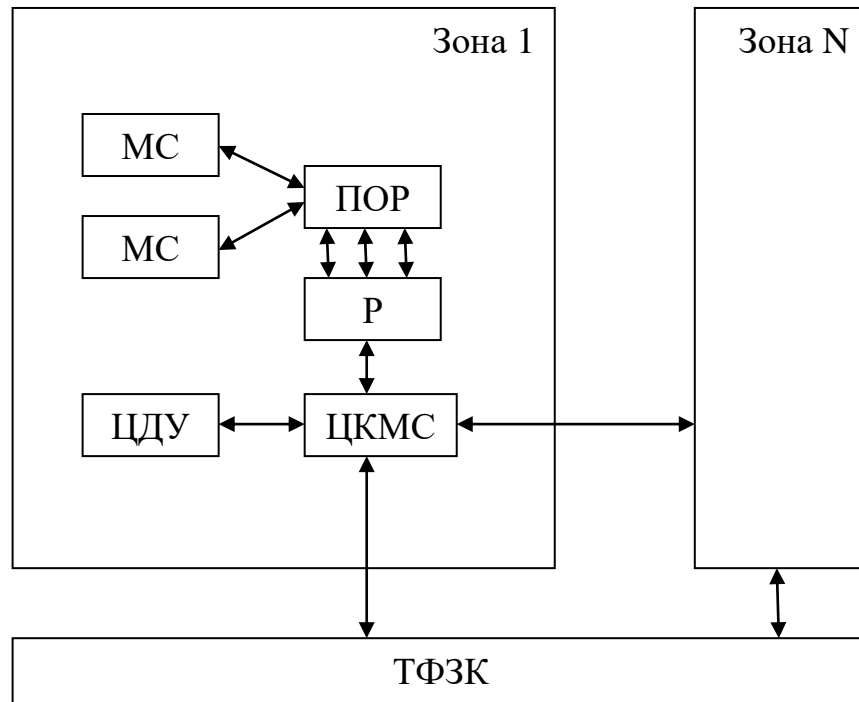


Рис 1.1 . Узагальнена структурна схема транкінгової системи зв'язку

Системи персонального радіовиклику (СПРВ), або пейджингові системи (від англійського paging - виклик), - це системи телефонного радіозв'язку, що забезпечують передачу коротких повідомлень з центру системи (персонального радіостанції голосового кол-центру або пейджингового порту) на невеликі абонентські приймачі (розсилки).

У найзагальнішому варіанті структурна схема СПРВ наведена на рисунку 1.2 , де використовуються наступні скорочення:

- ТПВ - термінал персонального виклику;
- КМПВ - контролер мережі персонального виклику;
- ЦЕО - центр експлуатації та обслуговування;
- БС - базова станція;
- АП - абонентський приймач.

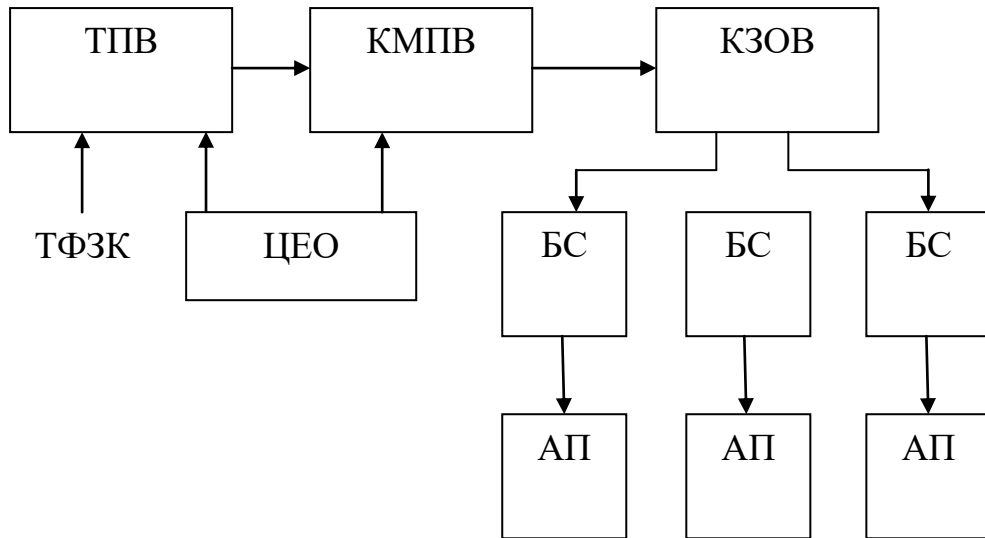


Рис. 1.2. Узагальнена структурна схема СПРВ

Термін «персональна система супутникового зв'язку» (ПССЗ) включає систему різної структури та орбітальної конфігурації, в якій термінал користувача приймає та передає повідомлення через радіолінію, безпосередньо з'єднану з космічним апаратом (КА). Основна роль СПСЗ в сучасному світі полягає в розповсюдженні телекомунікаційних послуг на ті ділянки земної поверхні, де розгортання наземних мереж принципово або економічно недоцільно, тобто в акваторії Світового океану, у малонаселених районах тощо. Можна сказати, що СПСЗ створено для «розкрутки» інформаційних послуг, адже немає жодних обмежень, пов'язаних із географією та топографією обслуговуваних регіонів. Розташування радіозони, де зв'язок здійснюється у фіксованій смузі частот, показано у вигляді правильного шестикутника, а оскільки воно схоже на вулики, називається стільником. В результаті СМЗ і регіональна різниця частот отримали назву стільникової (сотової) системи мобільного зв'язку (ССМЗ). Група комірок, які не мають однакової частотної групи, називається кластером. Мобільна топологія дозволяє збільшити пропускну здатність абонента системи в порівнянні з системами радіальної структури і охопити велику зону обслуговування без порушення якості зв'язку і розширення виділеного діапазону частот. У той же час використання програми

відстеження телефону пов'язане з багатьма проблемами, пов'язаними з визначенням поточного місцезнаходження абонента і забезпеченням безперервності зв'язку під час переміщення з одного телефону на інший .

Функціональна структура ССМЗ наведена на рисунку 1.3. У проекті можна виділити чотири основні частини: центр управління та обслуговування (ЦУО) і три підсистеми:

- підсистема мобільної станції ПМС;
- підстанція базової станції ПБС;
- підсистема комутації ПК.

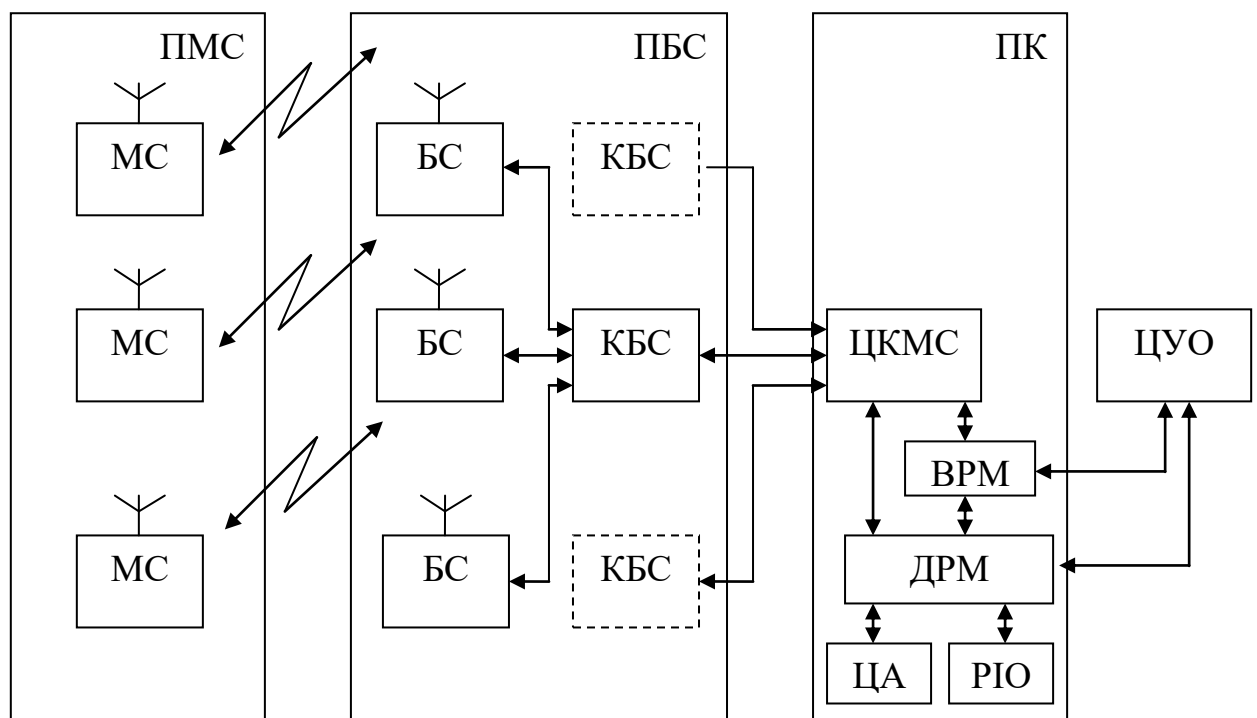


Рис. 1.3 . Узагальнена структура системи телефонного зв'язку

Телекомунікації третього покоління побудовані за принципом передачі пакетних даних. Мережі 3G третього покоління працюють на частотах у субметровому діапазоні, як правило, 2 ГГц, передаючи дані на швидкості до 14 Мбіт/с. З мобільного телефону можна здійснювати відеодзвінки, дивитися фільми та телепрограми тощо.

3G включає 5 стандартів сімейства IMT-2000 (UMTS / WCDMA, CDMA2000 / IMT-MC, TD-CDMA / TD-SCDMA (власний стандарт Китаю), DECT і UWC-136).

Обидва стандарти UMTS (або W-CDMA) і CDMA2000 (IMT-МС), засновані на одній технології - CDMA (Code Multiple Access - множинний доступ з кодовим поділом). Також можна використовувати CDMA450.

Технологія CDMA2000 забезпечує еволюційний перехід від вузьких систем IS-95 з кодовим поділом потоків (американський стандарт цифрових телекомунікацій другого покоління) до систем CDMA «третього покоління» і отримала найбільше поширення на північноамериканському континенті і країнах Азіатсько-Тихоокеанського регіону.

Технологія UMTS (Universal Mobile Telecommunications System — універсальна система мобільного зв'язку) була розроблена для оновлення мереж GSM (європейський стандарт зв'язку другого покоління) і набула широкого поширення не тільки в Європі, але і в деяких інших регіонах світу.

Роботу над стандартом UMTS організовує міжнародна група 3GPP (Third Generation Partnership Project), а над стандартом CDMA2000 — групою 3GPP2 (Third Generation Partnership Project 2), які створені в рамках ІТУ.

Мережі 3G надають дві основні послуги: передачу даних і передачу голосу. Відповідно до правил ІТУ (International Telecommunications Union – Міжнародного союзу телекомунікацій), мережі 3G повинні підтримувати такі швидкості передачі даних:

- для абонентів з високими швидкостями (до 120 км/год) — мінімум 144 кбіт/с;
- для абонентів з низькою швидкістю (до 3 км/год) — 384 кбіт/с;
- для рухомих об'єктів — 2,048 Мбіт/с.

Основні особливості мереж 3G:

- здебільшого перевага data-cards трафіку (USB-модеми, ExpressCard/PCMCIA-карти для ноутбуків) над трафіком телефонів і смартфонів 3G;
- ціна 1 МБ трафіку постійно знижується, у зв'язку з переходом операторів на нові та кращі технології. HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access - високошвидкісна пакетна передача даних від базової станції до

мобільного телефону) - телекомунікаційний стандарт, який розглядається експертами як один з перехідних етапів переходу до четвертого покоління (4G).) мобільний. комунікаційні технології. Теоретична швидкість передачі даних за стандартом становить 14,4 Мбіт/с, але швидкість, що досягається в поточних мережах, не перевищує 6 Мбіт/с. Технології, які забезпечують роботу 4G: WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) — це телекомунікаційна технологія, розроблена для забезпечення всесвітнього бездротового зв'язку на великих відстанях для широкого спектру пристроїв (від станцій, що працюють із портативними комп'ютерами, до телефонів). Заснований на стандарті IEEE 802.16, він називається Wireless MAN. Назва "WiMAX" була придумана WiMAX Forum, організацією, заснованою в червні 2001 року для просування технології WiMAX.

На форумі WiMAX описується як «технологія, заснована на стандартах, яка забезпечує високошвидкісний доступ до бездротової мережі як альтернативу виділеним лініям і DSL». Загалом мережі WiMAX мають такі основні компоненти: базові та абонентські станції, а також обладнання, що з'єднує базові станції одна з одною, з постачальником послуг та з Інтернетом. Для з'єднання базової станції з абонентською використовується високий діапазон радіохвиль від 1,5 до 11 ГГц.

У хороших умовах швидкість може досягати 70 Мбіт / с, оскільки немає необхідності забезпечувати пряму лінію між базовою станцією і приймачем. WiMAX використовується для вирішення проблеми «останньої милі» і забезпечення доступу до мережі офісів і локальних мереж. З'єднання (прямої видимості), встановлені між базовими станціями, які використовують діапазон частот від 10 до 66 ГГц, забезпечують швидкість передачі даних 120 Мбіт/с. При цьому одна базова станція підключається до мережі провайдера за допомогою класичних телефонних з'єднань.

Однак чим більше БС підключено до мереж провайдера, тим вище швидкість передачі даних і надійність всієї мережі. Wi-Fi (англ. Wireless Fidelity — «бездротова точність») — це стандарт для пристроїв бездротової

локальної мережі. Wi-Fi, розроблений консорціумом Wi-Fi Alliance на основі стандартів IEEE 802.11, є стандартом для Wi-Fi Alliance. Технологія називається Wireless-Fidelity через її порівняння з Hi-Fi. Сьогодні багато організацій використовують Wi-Fi, тому що за певних умов швидкість мережі перевищила 100 Мбіт/с. Користувачі можуть переміщатися між точками доступу в зоні покриття мережі Wi-Fi. Мобільні пристрої (PDC, смартфон, PSP і ноутбук) і клієнтські маршрутизатори Wi-Fi можуть підключатися до локальної мережі та виходити в Інтернет через точки доступу.

Зазвичай проект мережі Wi-Fi складається принаймні з однієї точки доступу та одного клієнта. Також можливе підключення двох клієнтів в режимі «точка-точка», коли точка доступу не використовується, а клієнти підключаються через «справжні» мережеві пристрої. Точка доступу передає свій ідентифікатор мережі (SSID) за допомогою унікальних сигналів зі швидкістю 0,1 Мбіт/с кожні 100 мс. Тому мінімальна швидкість передачі даних Wi-Fi становить 0,1 Мбіт/с. Знаючи SSID мережі, клієнт може побачити, чи може він підключитися до цієї точки доступу. Коли приходять дві точки доступу з однаковим SSID, приймач може вибирати між ними на основі даних про потужність сигналу. Стандарт Wi-Fi дає клієнту свободу вибору критеріїв підключення. Він також включає стандарти четвертого покоління LTE, TD -LTE та UMB . Наразі будуть запущені лише WiMAX, Wi-Fi та LTE.

Сьогодні можна визначити, що існує кілька поколінь систем мобільного зв'язку: 1G, 2G, 2.5G, 3G, 3.5G і 4G. Більшість із них 3G та 3,5G, але стандарти нового покоління стають все більш популярними. У зв'язку з цим поширюється злочинність і в телекомунікаційних мережах. Щоб зрозуміти, як працюють ці злочини та як їм запобігти, розглянемо структуру телекомунікаційних мереж.

1.2. Проблеми тестування телекомунікаційних систем

Основні, найпоширеніші складові комунікаційних мереж наведено на рисунку 1.4. Він включає в себе мобільні станції (МС), базові станції (БС), центри управління і комутації (ЦК), радіолінії .

Мобільні станції, які використовуються абонентами, БС - це реальні приймально-передавальні станції, які забезпечують радіозв'язок з МС в певній зоні (вартість, місце розташування, сектор). У ЦК визначається напрямки передачі (передачі) даних, здійснюється керування БС та доступ до зовнішніх систем.

Станції виклику можуть спілкуватися одна з одною через СС або напяму. За допомогою основних компонентів можна створювати регіональні та національні зв'язки (мережа-мережа) телекомунікацій, структура яких у найпростішому вигляді показана на рисунку 1.4. Як приклад взято мережу стандарту TETRA .

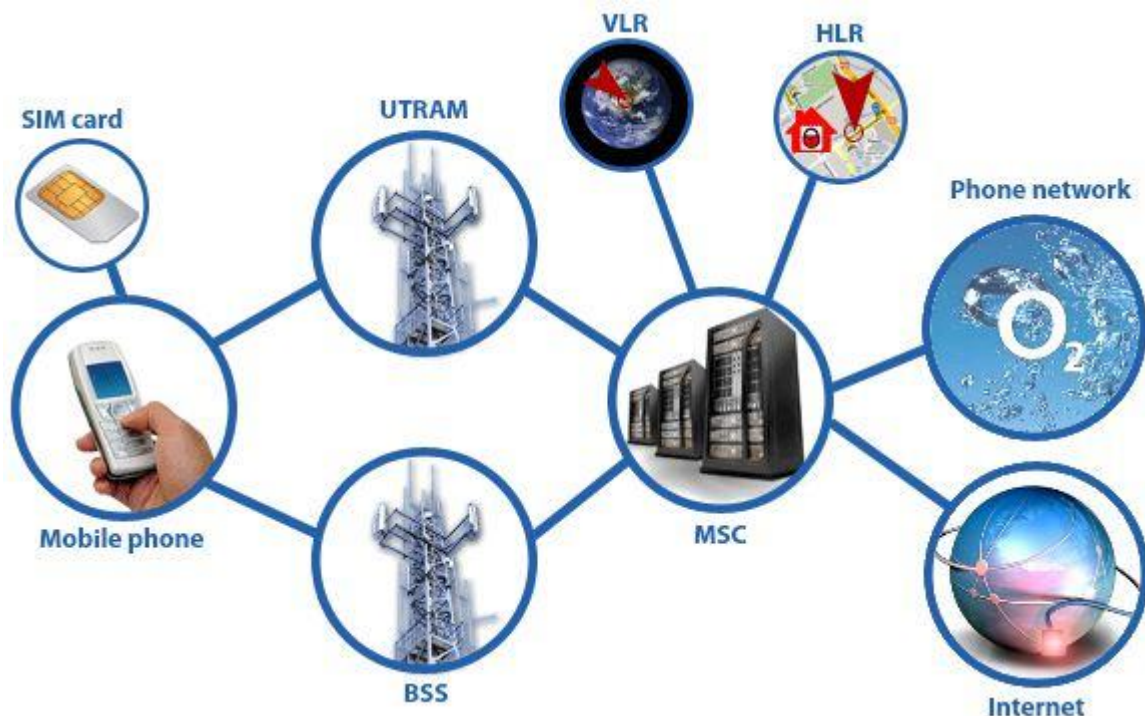


Рис. 1.4. Елементи мереж зв'язку

Приватні мережі та підмережі з'єднуються в єдину структуру за допомогою мережевих інтерфейсів (МІ) - кабельних або радіо. Контролери базових станцій (КБС) виконують функції комутації, управління базовими станціями, забезпечення доступу до зовнішніх мереж (телефон, передача даних). Її можна розділити на основну (з розширеними можливостями) і допоміжну (з обмеженими функціями). Підмережа має власну станцію керування (СК). Потім завдання управління та комутації розподіляються по всій мережі, забезпечуючи швидку переадресацію викликів і захищаючи продуктивність мережі в разі збою окремого обладнання.

Вимірювальний комплекс повинен забезпечувати моніторинг таких параметрів телекомунікаційних мереж, як:

- параметри мобільної мережі (тип мобільної станції та базової станції);
- параметри сусідніх комірок;
- параметри послуги передачі даних GPRS;
- параметри радіосигналу;
- перелік дозволених для цієї компанії частот;
- параметри рівня якості передачі голосу в каналі зв'язку;
- параметри прив'язки розташування комплексу до цифрової карти;
- статистика підключення.

Для впровадження моніторингу необхідно контролювати такі аспекти:

- рівень сигнал / перешкода (C/I Carrier to Interference);
- рівень вхідного сигналу на приймачі мобільний станції та на приймачі базової станції;
- рівень якості передачі фреймів;
- відстань від базової станції до мобільної станції;
- рівень потужності сигналів сусідніх базових станцій з урахуванням дозволених частот (Color Code);
- працездатність корекції синхронізації ;
- рівень потужності базової станції;
- рівень потужності мобільної станції.

1.3. Аналіз спеціалізованого апаратного та програмного забезпечення

Первинний інструмент, необхідний мобільним операторам для виконання завдання тестування зони покриття мережі, є комплексне вимірювання. У звичайну систему тестування домену покриття входить перевірка телефону, програмне забезпечення і приймач глобальної системи позиціонування (GPS). Вимірювальний комплекс дає оператору уявлення про мережу, але можливо лише вказати тип наявної проблеми. Він не може показати причину проблеми, її повинен вказати оператор, який проводить вимірювання.

У даний час існує багато програмного забезпечення, апаратні та програмні засоби, які виконують функції моделювання, аналізу та оптимізації комунікаційних мереж .

Програмний комплекс RADIUS є інструментом планування мобільних мереж. PC RADIUS може автоматично проектувати радіотелефонні мережі (нові та розроблені), а також може розробити ефективний проект мережі на основі математичних моделей і алгоритмів за короткий час.

PC RADIUS має такі основні компоненти системи:

- модуль розрахунку поширення сигналу та аналізу покриття;
- штатний плановий підрозділ ;
- модуль розподілу ;
- підрозділ картографічної служби ;
- база даних антен.

До картографічних даних належать географічні карти та карти типів рельєфу, щільність забудови, річки та струмки, автомобільні дороги

PC RADIUS дозволяє вирішити [4]:

- кількість і оптимальне розташування, а також основні параметри БС;
- обчислити розподіл потужності сигналу з однієї або кількох базових станцій;
- визначити форму та розміри секторів;

- оцінити трафік, кількість каналів і т.д і ймовірність запобігання і різні типи розвитку загроз, послуги на основі критеріїв ідентифікації/перешкод;
- функція автоматичного частотного планування ;
- оформляти документи в текстовому та графічному вигляді.

Система RPS-2 для автоматичного проектування різноманітних бездротових мереж різної архітектури (радіорелейних, транкінгових, мобільних) з різними стандартами передачі даних. З використанням системи можна швидко розробити проект для нової мережі або для розширення розподіленої мережі, оцінити її переваги та недоліки, розібрати ознаки сумісності проєктованої мережі та інших мереж, що працюють на тій же території, і оптимізувати функції, які враховують географію та розподіл трафіку і джерел перешкод (рис.1.5) .

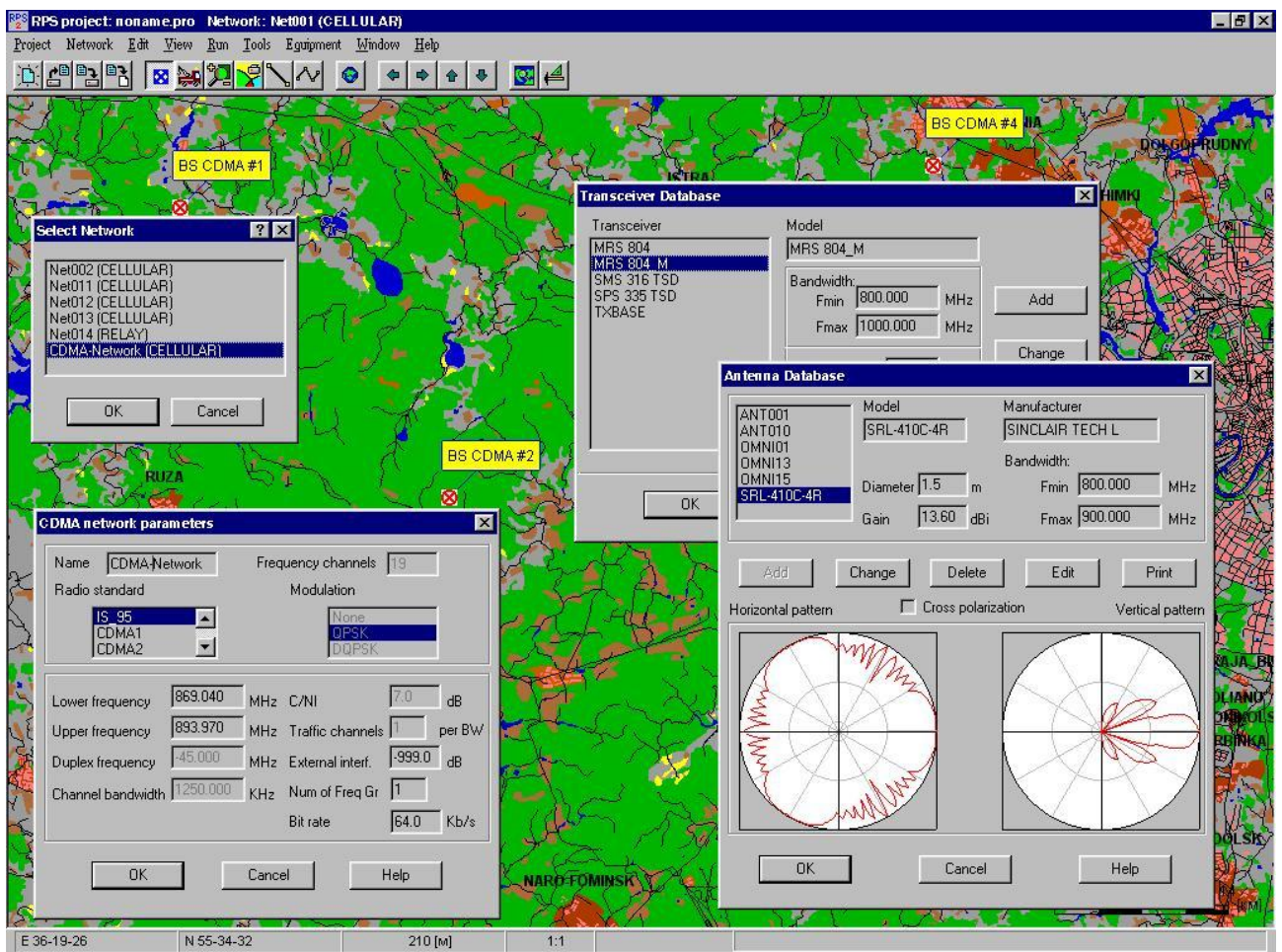


Рис. 1.5. Інтерфейс програмування RPS -2

За своєю продуктивністю, точністю і повнотою розрахунку пропускної здатності мережі, за доступністю інтерфейсу користувача програма RPS - 2 не поступається популярним плагінам, відрізняється від них ціною, інтерфейсом, наявністю технічної підтримки та супроводу [5].

Програма може:

- розмістити радіоприймачі в місці на карті;
- підтримувати стандарти NMT - 450 , AMPS , D - AMPS , GSM , IS -95, SmarTrunk , TETRA , MPT 1327, EDACS , WI - FI , WiMAX тощо. За винятком того, користувач має можливість визначити власний стандарт мережі шляхом введення її основних параметрів: частотний діапазон, ширина каналу тощо;
- визначення оптимальної конфігурації радіоапаратури з бази даних, яку можна заповнювати та редагувати користувачем;
- додавання та корекція розподілу щільності трафіку в регіоні, що дає можливість проаналізувати характеристики мобільних систем і транкінгових систем з різним завантаженням ;
- обчислити, відобразити та записати ключові моменти планованої мережі;
- визначити місце правильного спостереження станцій;
- визначити рівень (покриття) сигналу в зоні з урахуванням діаграм спрямованості антен;
- визначити необхідну потужність випромінювання абонента;
- розраховувати перешкоди від суміжних і віддалених станцій;
- визначити середнє співвідношення сигнал / шум у прямій і зворотній лініях розгляду різноманітних внутрішніх і зовнішніх перешкод;
- визначити зони, які обслуговуються компонентами базових станцій, точне навантаження на них і кількість необхідних частотних каналів обслуговування абонентів із заданою якістю;
- визначити зони зміни абонентів від однієї станції до іншої, від одного до іншого своїх секторів (зони hand-off);

- збалансованість прямої та зворотної ліній базових станцій тощо;
- розрахувати ступінь електромагнітної сумісності (рівень взаємних перешкод) планованої мережі з іншими мережами;
- оптимізувати параметри планованої мережі шляхом комутації розташування радіостанцій, а також змінюючи склад та технічні аспекти обладнання, відобразити результати вимірювання рівня сигналу пізніше буде порівняно зі статистичними результатами оптимізація параметрів.

Програма має зручний інтерфейс користувача, можливість керувати вищезазначеною інформацією змінити

Спеціальний функціональний модуль RPLS - DB RFP, екран, показаний на малюнку 1.6 мережевої версії програмного комплексу ONEPLAN RPLS-DB володіє набором функціональних можливостей для планування і оптимізації телекомунікаційних мереж рухомого зв'язку різних стандартів, систем ширококутового доступу, мереж аналогового та цифрового мовлення, а також розробка техніко-економічних планів їх розвитку та оновлення [6].

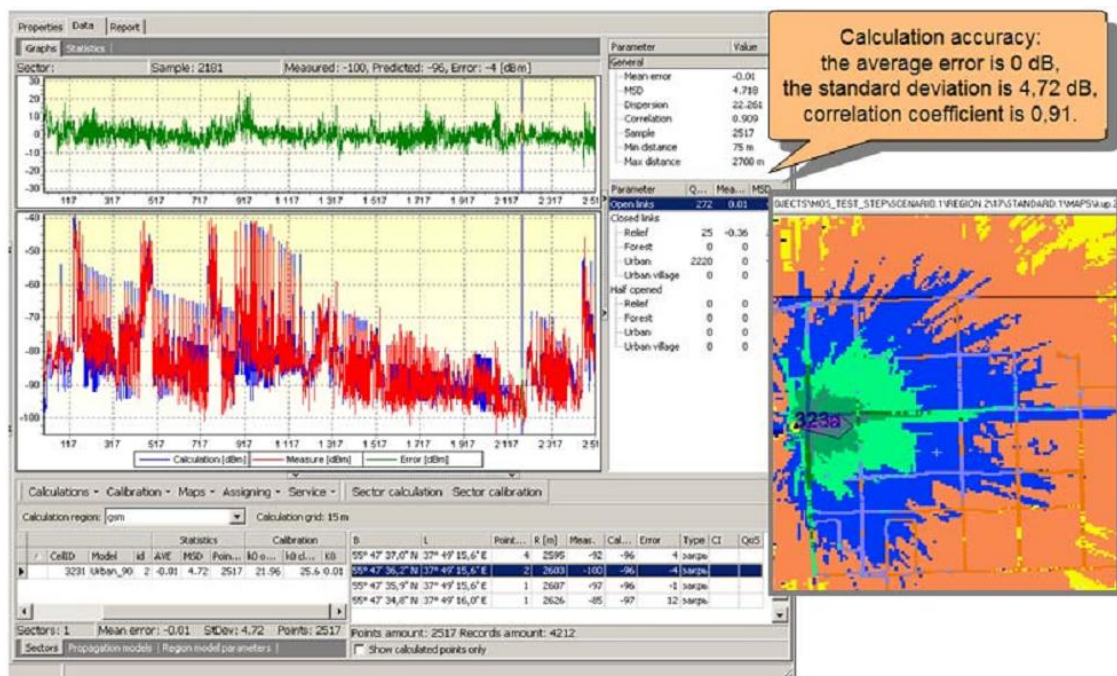


Рис. 1.6. Інтерфейс модуля RPLS-DB RFP для аналізу зони покриття

Основні функції:

- проектування мереж аналогового та цифрового мовлення та транкінгу;
- планування та оптимізація мереж мобільного зв'язку 3G та WiMAX ;
- створення та оптимізація регіональних частотних планів;
- підготовка звітів за формами та взаємодія з корпоративними базами даних.

4. Actix Analyzer — потужний інструмент для обробки даних, призначений для спрощення оптимізації та роботи мобільних мереж [6]
Рисунок 1.7.

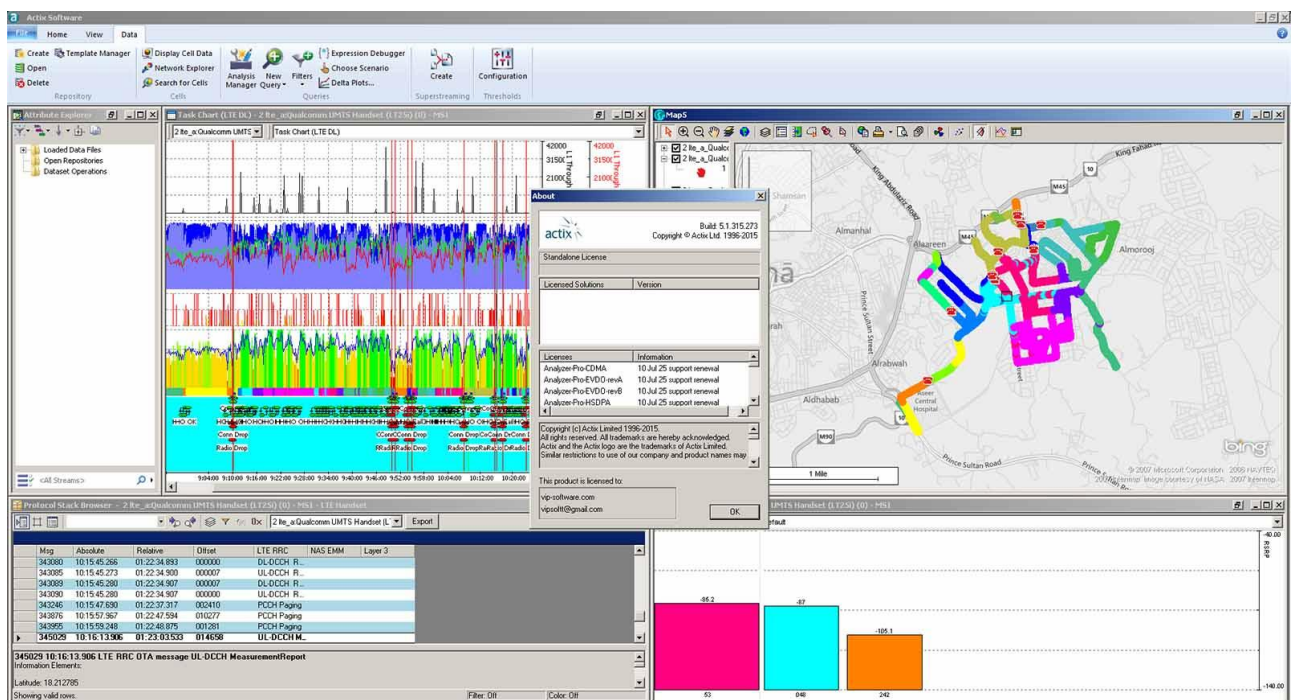


Рис. 1.7. Інтерфейс Actix Analyzer

Actix Analyzer призначений для обробки результатів драйв-тестів, даних з аналізаторів протоколів, трасування дзвінків тощо. Програмне забезпечення підтримує формати даних більшості великих виробників вимірювальних приладів. Використання програмного забезпечення Actix Analyzer дозволяє одночасно аналізувати дані, отримані під час драйв-тесту (з вимірювальних телефонів і сканерів), і дані, отримані з аналізатором протоколів (наприклад з A чи A-bis інтерфейсу). В інструменті реалізована

можливість створення автоматичних звітів та різних запитів та фільтрів. Actix Analyzer є платформою для інших програмних продуктів компанії Actix, таких як SpotLight, Unify та ін.

Actix Analyzer дозволяє:

- автоматизувати процес аналізу мережі та пошуку рішень;
- стандартизувати підхід до процесу обробки даних для всіх регіонів та підрозділів;
- менш досвідчені інженери можуть використовувати досвід провідних інженерів, використовуючи створені ними шаблони та запити;
- аналізувати дані в єдиному робочому просторі незалежно від того, що вони були отримані з різних джерел і відносяться до різних технологій;
- запускати нові процеси аналізу та підтримувати нове обладнання, представлене на ринку .

Вимірювальний комплекс TSMU Rohde&Schwarz (R&S) і програмне забезпечення R&S ROMES-US 2 UMTS мають такі особливості, рис. 1. 8 .

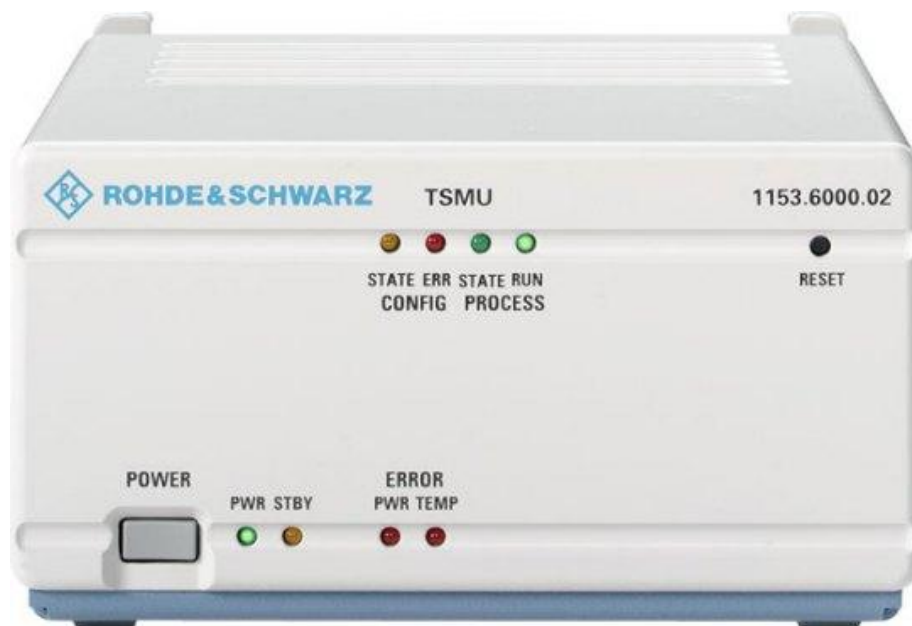


Рис. 1.8. Зовнішній вигляд аналізатора радіомереж R&S TSMU

Особливості TSMU:

- поєднання декількох стандартів (2G/3G) в одному вимірювальному пристрої;

- аналіз змінюється за часом спектру від 15 МГц до 3 ГГц;
- всі вимірювання проводяться з високою швидкістю, в динамічному діапазоні і з високою точністю;
- ефективне управління за допомогою програмного забезпечення вимірювання покриття R&S ROMES;
- простота монтажу завдяки мобільності та невеликому енергоспоживанню;
- автоматична адаптація програмного та апаратного забезпечення до компонентів програми (FPGA та програмного забезпечення).

Рюкзак для вимірювання покриття R&S®TSMU-Z3, як показано на рисунку 1.9, є компактним рішенням для вимірювання технічних характеристик і показників якості сигналів GSM, WCDMA, CDMA2000 і CW. Оскільки це легкий і компактний пристрій, R&S TSMU-Z3 підходить для вимірювань у приміщенні та на відкритому повітрі (наприклад, ринки, вокзали, аеропорти та пішохідні зони).



Рис. 1. 9 . Зовнішній вигляд ранцевої вимірювальної системи R&S TSMU-Z3

TSMU-Z3 має такі особливості:

- простий і легкий спосіб вимірювання покриття в місцях, де немає можливості зробити тестовий проїзд (наприклад, в магазинах, метро);
- невелика вага, зручність використання приймачів і телефонів;
- підтримка всіх технологій (GSM, WCDMA, CDMA2000, CW);
- вимірювання якості обслуговування (QoS);
- засіб перевірки якості інформації (SQA) на основі алгоритму PESQ;
- аналізатор якості відеопотоку (VQA) на основі алгоритму Rohde&Schwarz;

- аналізатор якості мережі (NQA) для голосових викликів;
- аналіз якості даних (DQA) для передачі даних;
- аналіз перешкод і паразитних пілот-сигналів;
- аналіз передачі між стільниками в реальному часі;
- аналіз втрачених найближчих мереж;
- діагностика несправностей на місці;
- моніторинг сигналу при вимірюванні потужності CW;
- керується однією особою.

Система Корунд – метод вимірювання параметрів пристроїв і мереж зв'язку, рисунок 1.10.



Рис. 1. 10 . Зовнішній вигляд вимірювального комплексу Корунд.

Система Корунд призначена для автоматичного вимірювання параметрів мережі та методів зв'язку, включаючи оцінку якості зв'язку за алгоритмом PESQ.

Комплекс Корунд дозволяє проводити однакові вимірювання в кількох мережах одного стандарту або в мережах різних стандартів з тестовими сигналами та відповідними антенами [12].

моніторинг комунікаційних мереж для покращення . Інструменти можна використовувати в різних комбінаціях:

- тестовий термінал/термінали;
- виміряти спектр приймача/випромінювача;
- випробувальний порт і спектрометр/спектрометр.

Комплекс використовує когнітивні можливості тестових вузлів, а саме їх здатність автоматично виявляти канали обслуговування в мережах зв'язку .

Комплекс Rohde&Schwarz TS9951 - набір для аналізу зони покриття мережі GSM/CDMA. Вимірювальний комплекс на TS9951 може бути використаний для аналізу параметрів якості мережі мобільного зв'язку під час встановлення та (переважно) в процесі його роботи. Серед основних переваг цієї системи - невелика вага, гнучкість, швидке сканування та калібрування для продуктивності вимірювань і невисока ціна. Система може бути оснащена терміналами GSM-900/1800/1900, і телефонами стандартів CDMA і ETACS. Крім тестування мобільних терміналів, до складу комплексу входить ПК-сумісний ноутбук зі спеціальними комп'ютерами та GPS-приймачем Рисунок 1.11.

Основні переваги системи:

- компактне рішення з вбудованим GPS приймачем і ноутбуком;
- тестові телефони стандарту GSM-900/1800/1900, CDMA, ETAS;
- до чотирьох тестових телефонів одночасно;
- тестування самих мобільних терміналів;
- базові вимірювання не потребують налаштувань телефону;
- статичний режим для визначення меж продуктивності;

- запис і декодування сигнальної інформації рівня 3 OSI;
- графічне відображення результатів в реальному часі;
- аналіз символної інформації в режимі реального часу;
- ручний автоматичний режими вимірювання;
- аналіз якості мережі GSM.



Рис. 1.11. Зображення системи Rohde&Schwarz TS995X

Комплекс TEMS Investigation може збирати, аналізувати та обробляти дані, які використовуються для моніторингу, аналізу та оптимізації продуктивності мережі. Таке багатозадачне рішення усуває необхідність використання різних інструментів, зменшує витрати та обсяг робіт, економить час, рис. 1.12.

Завдання тестування, аналізу та оптимізації мережі радіодоступу, доступні в різних форматах, дозволяють виконувати такі завдання:

- тестування роботи в режимі стиснення, оптимізація релейної передачі між системами та підбір контролера;
- тестування та порівняння зони покриття та результатів, які надають різні технології;

- система дозволяє «вільну» інтеграцію мереж WCDMA/HSPA, GAN і GSM/GPRS/EDGE, а також мереж CDMA EV-DO, CDMA2000 і IS-95.



Рис. 1. 12 . У транспортному засобі встановлено оглядове обладнання TEMS Investigation

Завдяки підтримці різноманітних технологій та інструментів різних виробників, а також гнучким ліцензіям і параметрам конфігурації це рішення можна адаптувати до індивідуальних потреб оператора.

Наприклад, TEMS Investigation 10.0 реалізувала підтримку iDEN для тестування покриття. Це лише один приклад унікальної роботи, яку може виконати TEMS Investigation завдяки своїй гнучкій платформі та клієнтському досвіду. Інші переваги продукту включають місцеву технічну підтримку, навчання та повну інтеграцію з іншими інструментами TEMS. Все це підвищує ефективність роботи, і оператор може зосередитися на забезпеченні якісної роботи мережі.

Особливості дослідження TEMS:

- підтримка GSM/GPRS/EDGE, GAN (UMA), WCDMA/HSPA, HSPA+, CDMA (включаючи EV-DO Rev A), WiMAX і LTE;

- підтримка понад 200 моделей пристроїв Samsung, Nokia, Qualcomm і чіпсетів Qualcomm;
- сканування мереж GSM і WCDMA телефонами найновіших моделей;
- додаткова опція TEMS Pocket;
- підтримка зовнішніх сканерів: PCTEL SeeGull EX, SeeGull EX mini, SeeGull LX, DRT 4301 A, WiMAX і DRT4301A LTE SI SO;
- послуги тестування: телефонні дзвінки, відеодзвінки, передача даних FTP і HTTP, тестування Ping, електронної пошти, WAP, MMS, SMS і потокових відео;
- серії команд для проведення та автоматизації тесту, вимірювання якості зв'язку, включаючи алгоритм PESQ (у з'єднаннях між мобільними телефонами та між мобільними телефонами та стаціонарним зв'язком);
- оцінка якості передачі інформації за шкалою MOS і dBQ, показники якості відео та відеодзвінків за шкалою MOS;
- кодування повідомлень 2-го та 3-го рівнів, можливість запису IP-протоколу вимірювань у будівлі;
- відображення елементів інформації та подій в режимі реального часу;
- функції постобробки та звітності, включаючи створення звітів у форматі HTML та звітів про оптимізацію мережі радіодоступу, заданих користувачем у вікні відображення даних, подій та порогових значень;
- стандартні вікна відображення даних, включаючи карти, графіки, гістограми, вікна керування та вікна повідомлень;
- звіт про ключові показники ефективності для телефонії, відеодзвінків, потокового відео, FTP, HTTP, електронної пошти, WAP, MMS;
- функції аналізу стандартного плану (зона охоплення пілотного індикатора, відсутність індикатора, порівняльний аналіз тощо);
- лічильник подій і селектор даних для відображення статистики подій, налаштований користувачем процес для експорту файлів журналу, включаючи файли журналу у форматі MDM для CDMA та Google Earth™;

- функція створення Python скрипта для вилучення неіснуючих даних з лог-файлу;

- Сумісність з Windows® Vista/7/8/10.

Для активного та пасивного моніторингу щільності покриття використовуються тестові дзвінки комплексів QVM (QVoice) (сімейство комплексів QVM Vehicle, QVM Portable, QVM Companion), рисунок 1.13.



Рис. 1.13. Комплекс Ascom QVoice

Комплекс QVS використовується для моніторингу фіксованих з'єднань і мережевих протоколів передачі даних. Комплекс QVP потужна експертна система для оцінки статистичних даних, є з QVM, QVS і результатів аналізу протоколу.

Експертна система комплексу QVP є однією з найбільших потужних, із того, що використовується сьогодні на подібних пристроях. Це допомагає аналізувати мережу на основі наявних статистичних даних.

Існує багато цифрово-аналогових генераторів складних сигналів, наприклад: генератори змінюють сигнали з симулятором багаторазового поширення променя R&S AMU200A версії 1.14.



Рис. 1.14 . Генератор моделювання сигналу та імітатор багатопроменевого поширення R&S AMU200A

Комплекс розроблений відповідно до всіх вимог, які пред'являються при розробці, дослідженні та виробництві нових інформаційних систем. R&S® AMU200A не тільки об'єднує два незалежні генератори сигналів в одному корпусі з максимум чотирма компонентами, але також пропонує кілька способів дискретизації каналу зв'язку.

Дані генератори ідеально підходять для створення сигналів довільної форми. Можливе використання високошвидкісних цифрово-аналогових генераторів того ж типу інших виробників, наприклад National Instruments. У лінійці NI є кілька високочастотних моделей, наприклад NI PXIe-5650 Рисунок 1.15. за допомогою генераторів сигналу довільної форми можна створити різноманітні умови тестування та набір сигналів, включаючи моделі сигналів GSM та W-CDMA.

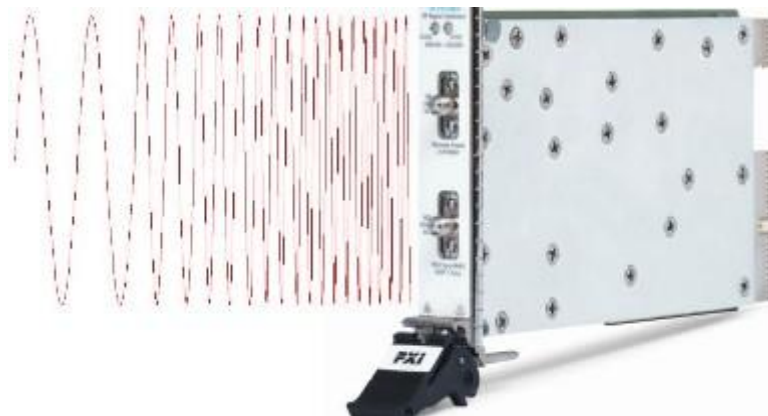


Рис. 1.15 Генератор NI PXIe-5650 форм-фактору PXI

1.4 . Обговорення проблеми дослідження

Зараз мобільні оператори використовують вимірювальні комплекси іноземних виробників. Точність і вартість закордонних вимірювальних приладів висока, тому купити їх - складне завдання.

Вимірювання на місці проводяться інженерами - вимірювачами, при цьому висококваліфікований інженер завжди повинен знаходитися біля пульта керування вимірювальним комплексом [12] . Присутність інженера необхідна під час пошуку та усунення несправностей, а також збоїв у роботі окремих базових станцій і всієї мережі. Для постійного моніторингу мережі такий підхід дорогий і не завжди ефективний, оскільки вимагає залучення багатьох висококваліфікованих операторів для безперервного контролю зони покриття.

З метою зменшення витрат на проведення періодичного моніторингу телекомунікаційної мережі, а також постійного моніторингу якості послуг, що надаються, пропонується використовувати розподільну інформаційно-вимірювальну систему.

Ця система повинна забезпечувати вимірювання наступних параметрів:

- в системі WCDMA (3G):
- відношення сигнал/шум обслуговуючої оператори (CPICH EC/NO);
- рівень сигналу обслуговуючого оператора (CPICH RSCP);
- рівень пілот сигналу з точністю до 6 сусідніх стільників;
- частота передачі (Tx Rate);
- частота прийому (Rx Rate);
- код створення каналу.

У системі GSM, DCS (2G):

- рівень транспортного обслуговування операторів (Rx Lev);
- якість сигналу (Rx Qual);
- рівні носіїв до 6 суміжних стільників;
- абсолютне значення частоти каналу (ARFCH (BCCH/TCH)).

У системах WCDMA-GSM:

- ідентифікація;
- місцевий код міста (LAC);
- еталон вимірювання;
- тест швидкості підключення до Інтернету.

У довгостроковому моніторингу параметрів зони покриття важлива точність вимірних значень, ще більш важлива здатність інформаційно-вимірювальної системи проводити незалежні та автоматичні вимірювання. Мобільні комплекси повинні здійснюватися без активної участі оператора.

1.5 Висновки до першого розділу

В результаті дослідження систем моніторингу місцезнаходження мобільних телефонів було виявлено недоліки:

- ціна перерахованих пакетів висока;
- постійна присутність технічного спеціаліста повної кваліфікації з відповідним вимірювальним приладом;
- Вимірювальна частина системи та частина для обробки інформації пропонуються виробниками окремо як дві окремі частини, що збільшує загальну вартість системи.

Представлено необхідність розробки вимірювальної системи для моніторингу систем мобільного зв'язку, яка має низьку вартість і може самостійно та автоматично вимірювати параметри зони покриття.

РОЗДІЛ 2

ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1. Розробка методів вимірювання та реєстрації параметрів зони покриття телекомунікаційних мереж

Розроблена система повинна забезпечувати вимірювання та реєстрацію всіх параметрів, описаних у розділі 1.4. цієї роботи. Система повинна організувати збір конкретної вимірювальної інформації, включаючи її обробку. Система повинна бути відмовостійкою, тобто вихід з ладу одного з компонентів системи не призводить до відмови всієї системи.

Запропоновано схему розподіленої інформаційно-вимірювальної системи (PIS) для вимірювання параметрів зони покриття телекомунікаційних систем. Вона складається з розподіленої системи вимірювання. Сюди також входять мобільні телефони, сервери для зв'язку та модуль обробки інформації та графіки інтерфейс. Структурний проект системи розподілу показано на рисунку 2.1.

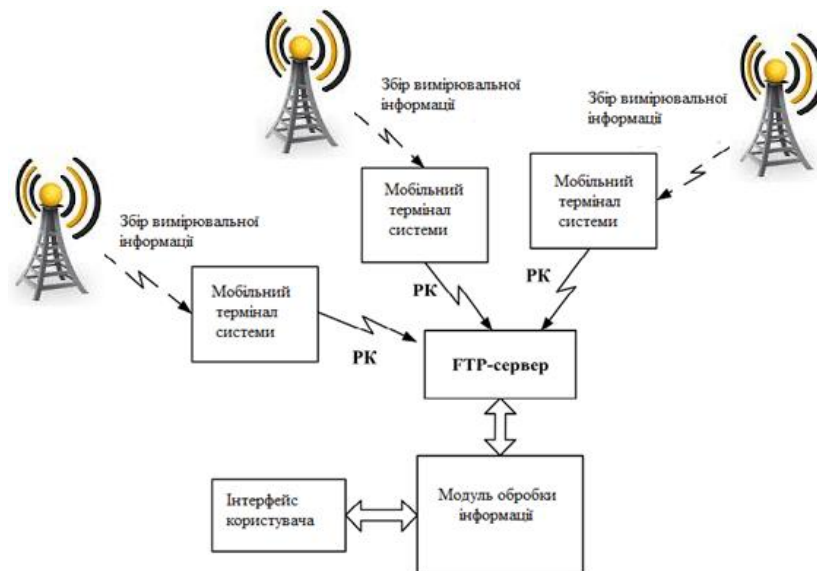


Рис. 2.1 Структурна схема системи

Збір даних у системі здійснюється за допомогою спеціальних мобільних телефонів, які були встановлені на транспортний засіб [13]. Важливим моментом якісної та ефективної експлуатації мобільних

терміналів є вибір маршруту, за яким безпосередньо буде пересуватися транспортний засіб. Для пояснення принципу вибору транспортного засобу розглянемо наступний приклад.

Більшість користувачів мобільних послуг знаходиться у місті, де розташовані більшість базових станцій. Перекриття їх секторів щільніше, ніж у сільській місцевості. Тому ці сектори мають бути більш ретельно досліджені щоб уникнути негативних ефектів, таких як інтерференції. Модель компонування різних маршрутів показано на рисунку 2.2 .

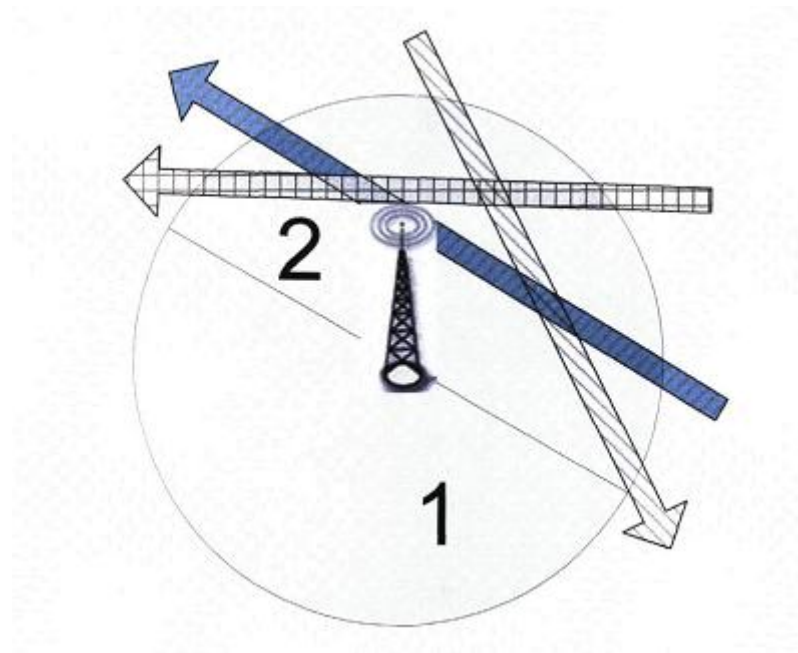


Рис. 2.2. Моделі транспортних засобів

Розглянемо аналіз вибору транспортного засобу для вимірювання параметрів зони покриття окремої базової станції.

Нехай сектор №2 є досліджуваним в даний момент. Для того щоб повністю і достовірно виміряти всі показники в зоні покриття даної ділянки, необхідно провести неодноразові вимірювання. При використанні одного і того ж транспортного засобу, наприклад, автомобіля, потрібно буде проїжджати в досліджуваному секторі кілька разів при цьому змінюючи напрямок і маршрут руху, наприклад як показано стрілками на рисунку 2.2.. Пропонується встановлювати ряд мобільних пристроїв на різних

транспортних засобах, наприклад, рейсових автобусах що курсують у зоні покриття досліджуваної базової станції, у спосіб, вказаний на рисунку 2.2 стрілками з різними відтінками та заливками, в результаті маємо вимірювання що проводиться випадковим чином у відомому секторі та визначеному маршруту. Тому дослідження поточної фази буде більш детальним, оскільки вимірювання проводяться в години низьких навантажень і години максимального навантаження, що в сумі дає точніший результат випробувань.

У сільській місцевості розподіл базових станцій дещо відрізняється в регіоні. Як правило, базові станції розташовані вздовж автомобільних доріг. Зони покриття різних частин базових станцій не перекриваються, як у міських ситуаціях. Однак дороги дуже довгі, а спеціальні поїздки експертів для дослідження захопленої території коштуватимуть доволі дорого. Якщо на рейсових автобусах будуть встановлені мобільні вимірювальні термінали, то під час руху на маршруті вони працюватимуть в автономному режимі та в автоматичному режимі. Вивільнення людських ресурсів і витрати на використання виділених транспортних засобів зменшать загальні витрати на моніторинг зони покриття телекомунікаційних мереж у цьому регіоні.

Для вимірювання параметрів досліджуваних об'єктів до мобільних терміналів підключаються різні датчики, які збирають дані вимірювань. При тестуванні телекомунікаційних мереж провести вимірювання та передати зібрану інформацію на віддалений сервер можна за допомогою одного модему.

Основною ланкою зв'язку є FTP-сервер. Дана ланка вибрана саме таким чином з двох причин: по-перше, протокол FTP легко налаштувати та легко підтримувати, по-друге, протокол FTP розроблено спеціально для передачі файлів. Протокол FTP дозволяє передавати файли та дані, тому що він є розширенням протоколу TCP/IP. Обробка інформації здійснюється на окремому спеціальному комп'ютері, який встановлюється окремий блок

обробки інформації. Для зручності використання цей модуль має графічний інтерфейс.

Блок-схема алгоритму роботи системи наведена на рисунку 2.3. Описи алгоритмів окремих компонентів знаходяться у відповідних розділах цього завдання. Окремі частини системи можуть працювати незалежно один від одного.

На початку роботи системи її необхідно запустити, запустивши FTP-сервер, оскільки на ньому зберігається загальна інформація, доступна для обох частин системи. Крім того, під час роботи системи режим синхронізації може не дотримуватися, але FTP-сервер повинен бути постійно включений, інакше мобільний термінал не зможе перевіряти деякі параметри мережевого телефонного зв'язку. Крім того, мобільний термінал не може віддалено надавати звіти та інформацію про вимірювання. Якщо FTP-сервер недоступний, комунікаційний модуль не зможе надсилати команди керування на мобільний термінал, і мобільний термінал працюватиме відповідно до функцій, встановлених під час запуску системи. Мобільні термінали після завершення збору інформації про вимірювання надсилають звіт на FTP-сервер. Оскільки це передбачає використання кількох терміналів, виникає ситуація, коли два або більше мобільних телефонів одночасно надсилають зашифровані дані на FTP-сервер. Під час передачі даних може статися збій. Цю проблему можна вирішити кількома способами. По-перше: при запуску системи встановіть різний час вимірювання для всіх терміналів. Другий — встановити інший час початку й той самий час для передачі даних на FTP-сервер.

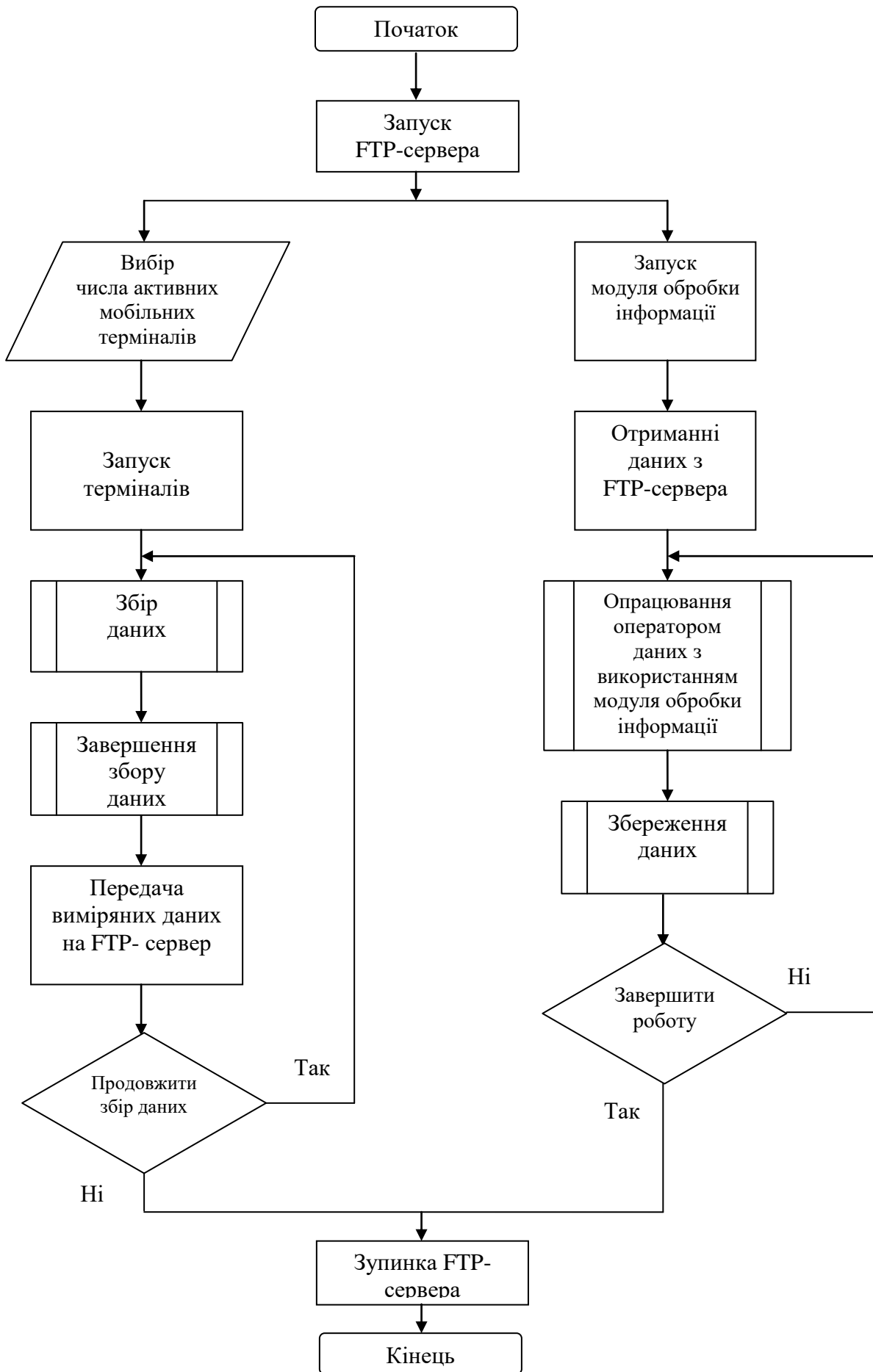


Рис. 2.3. Блок-схема алгоритму роботи системи

По-третє: це розширення кількості одночасних користувачів FTP-сервера, щоб більша кількість мобільних терміналів могли одночасно передавати дані на сервер.

Найкращі результати для вирішення цієї проблеми дає метод інтегрування. Наприклад, збільшення кількості одночасних користувачів FTP-сервера, але інший час збору даних. Тому, навіть якщо одночасно працює багато терміналів, ймовірність того, що один з терміналів не зможе швидко і вчасно передати зібрану інформацію, дуже мала.

Після передачі даних на сервер мобільні пристрої оновлюють файли конфігурації та керування. Ось ще одна дилема: ви можете запускати кожен із двох портів окремо, оновлюючи окремі файли конфігурації для кожного, і всі одночасно, оновлюючи загальний файл для всіх. Перший спосіб найкраще використовувати при встановленні невеликої кількості мобільних терміналів при проведенні аналогічного обстеження всієї мережі. Використання другого способу некоректне при використанні багатьох активних мобільних компонентів, оскільки з'являється багато конфігураційних файлів і вони плутаються. Тому найкращим методом конфігурації та керування мобільними терміналами є третій, гібридний метод, який є методом керування окремими групами мобільних терміналів, розділених на певні функціональні кластери.

Кластери складаються відповідно до характеру виконуваної вузькоспеціалізованої роботи. Наприклад, створюються два кластери вузлів, один з яких налаштований на вимірювання параметрів зони покриття мобільних мереж другого покоління (GSM, DCS) в сільській місцевості або державних дорогах. Друга група налаштована на вимірювання швидкості Інтернет-з'єднання в житлових і ділових районах міста. Налаштування з сервера оновлюються окремо для першого і другого кластерів і, при необхідності, кількість телефонів одного і іншого кластерів можна змінити безпосередньо під час роботи системи.

Модуль обробки інформації (МОІ) побудований із вбудованим графічним інтерфейсом. МОІ працює під управлінням операційної системи Windows від версії XP і вище. Файли для роботи з модулем зберігаються локально на тому ж персональному комп'ютері, де встановлено модуль. Однак існує можливість зберігати конфігураційні файли на FTP-сервері.

Нарешті, можна використовувати блок обробки інформації з однаковими налаштуваннями на різних персональних комп'ютерах. Це дуже зручно, коли потрібно обробити кілька документів в одному місці, наприклад, на робочому місці оператора провести вимірювання, а результати відправити в друге місце, наприклад, для звітності головному спеціалісту. У цьому випадку можна обробити всі вимірювання на робочому місці, потім створити звіт і зберегти конфігураційні файли на віддаленому сервері.

МОІ може обробляти інформацію з усіх активних компонентів телефону. Щоб відправити всі вимірювані дані в локальне файлове сховище, достатньо синхронізувати дані з FTP-сервером. Синхронізація здійснюється шляхом порівняння файлів у локальному сховищі та на комп'ютері.

Будь-які файли, яких немає на локальному комп'ютері, буде скопійовано з віддаленого FTP-сервера. Далі готові до обробки дані автоматично заносяться на локальний комп'ютер. Обробка групи файлів відбувається як зазвичай окремих файлів, алгоритм обробки файлів описано далі.

Коли система вимикається, FTP-сервер вимикається в останню чергу, тому що коли він не працює, система працюватиме лише з певними компонентами.

2.2. Розробка програми та алгоритмів комп'ютерної реалізації мобільного терміналу

У цьому розділі розглянуто структуру та алгоритми роботи мобільних блоків збору даних у розподіленій інформаційно-вимірjuвальній системі. Усі мобільні термінали мають однакову структуру та апаратні компоненти.

Основою мобільного терміналу є одноплатний комп'ютер. Одноплатний комп'ютер є основним елементом системи, який здійснює первинний збір і обробку інформації, а також відповідає за формування пакетів і їх передачу на сервер через доступний канал зв'язку, як показано на рисунку 2.4.

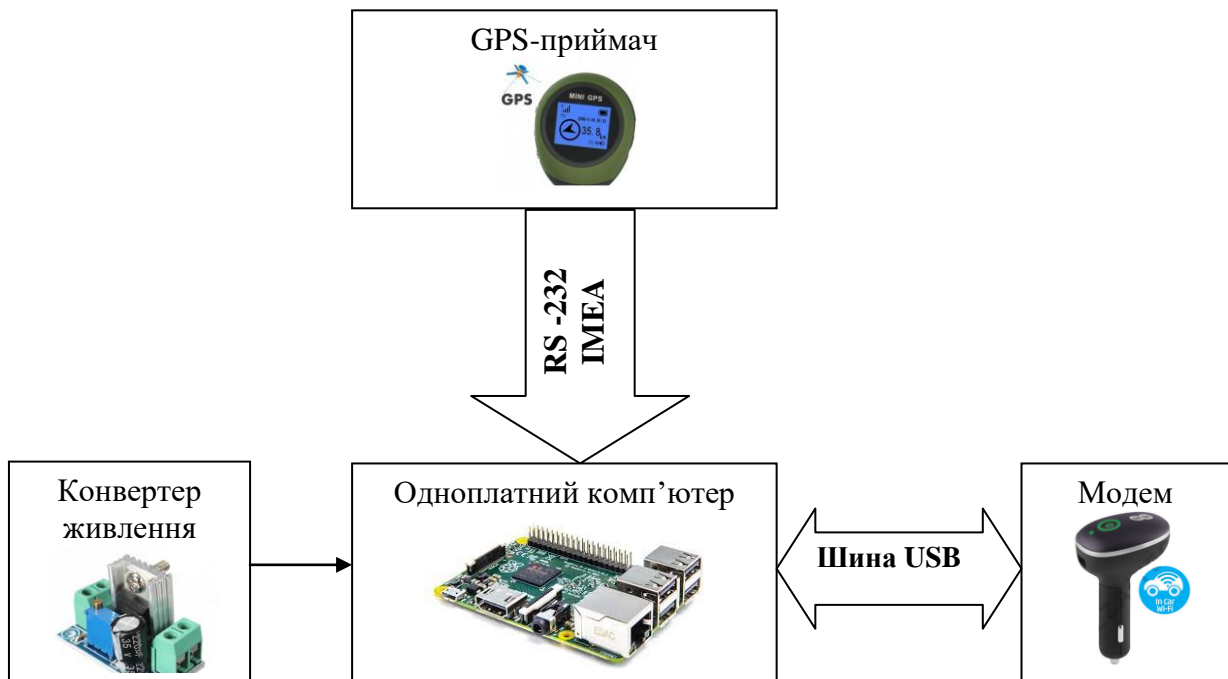


Рис. 2.4. Структурна схема мобільного терміналу

Мобільний термінал базується на x86-сумісній архітектурі, процесор комп'ютера – Intel Atom, що дозволяє створювати найскладніші первинні цикли обробки за допомогою мов високого рівня, які неможливо реалізувати в мікроконтролерах. Однак є процесори, виготовлені Advanced RISC Machines (ARM).

Ці процесори є 32-розрядними, але несумісними з x86, вони зменшують енергоспоживання та мають високу продуктивність. При використанні процесорів ARM збір даних і обмін даними залишаються такими ж, змінюється лише апаратна і програмна реалізація. Коли автомобіль працює, запалювання автомобіля вмикається або вимикається, викликаючи раптовий стрибок напруги. Стрибки напруги небезпечні для високотехнологічних пристроїв, тому що в комп'ютерній техніці зміна напруги на десяту частку вольта може серйозно вплинути на різні функції транзисторної техніки. Генератор змінного струму використовується для стабілізації та регулювання коливань напруги, які виникають під час роботи автомобіля.

Існують різні типи перетворювачів живлення, наприклад, від 12 В постійного струму до 220 В змінного струму. У цьому випадку використовується перетворювач живлення 12 В постійного струму для набору напруг, необхідних для живлення друкованої плати, зазвичай +3,3 В, ± 12 В, +1,3 В. Обчислення поточного місцезнаходження відбувається за допомогою GPS-приймача, підключеного до комп'ютера через порт USB. Всі сучасні GPS-приймачі працюють з конвертером протоколу RS-232-USB, тому отримувати дані з них дуже легко на будь-якому пристрої з портом USB.

Часова синхронізація з сервером здійснюється за допомогою GPS-приймача. Метод фізичної синхронізації є найбільш точним, оскільки дані про час надходять безпосередньо із супутників.

Інформація про вимірювання збирається модемом, підключеним до USB-порту комп'ютера. Рекомендовано використовувати як звичайні модеми HUAWEI, хоча також можна використовувати модеми ZTE. Рекомендується використовувати ці дві компанії, оскільки вони мають обмежене обладнання та багато опцій. При використанні таких модемів для отримання кругової діаграми спрямованості необхідно використовувати зовнішню штирову антену.

В операційній системі модеми, підключені до USB-порту, визначаються як віртуальні COM-порти. Перший порт називається

інтерфейсом користувача - він відповідає за надсилання інструкцій з експлуатації модему у форматі AT-команд, використовуючи код ASCII, ці команди перевірені та стандартизовані спільнотою 3GPP. Існують також команди, які розроблені та підтримуються різними виробниками модемів, наприклад: спеціальні команди ZTE, які починаються як ATAZXXX, XXX замінюється відповідною командою. Зазвичай можна знайти ці команди в посібнику з розробки програмного забезпечення або в технічній документації до модемів.

Другий порт називається Signal Mode - цей порт є службовим портом, тому програмне забезпечення модему може змінюватися, включаючи прийом і надсилання спеціальних команд у шістнадцятковому форматі. Опис цих команд залежить від моделі набору системної логіки та виробника модему, наприклад, більшість модемів HUAWEI мають набір системної логіки Qualcomm. Розглянемо, як працює система. Блок-схема алгоритму обслуговування клієнта наведена на рисунку 2.5.

Телефонний порт може працювати під управлінням операційної системи Windows , починаючи з версії XP. Після завантаження операційної системи запускається програмна частина мобільного терміналу із завантаження початкових налаштувань із файлу `.../set.css`. Першим визначається режим роботи клієнта. Телефонний порт системи має кілька функцій: є можливість вимірювати швидкість інтернет-з'єднання в мережах 2G або 3G , є режим вимірювання параметрів голосового дзвінка в мережі GSM другого покоління або DCS.

Керуючий файл `.../set.css` управляється віддалено з серверної частини системи. Під час завантаження даних на FTP-сервер поточний розмір і розмір файлу порівнюються з файлом на FTP-сервері. При зміні одного з параметрів вважається, що налаштування були змінені, і файл копіюється з віддаленого FTP-сервера на жорсткий диск мобільного терміналу, замінюючи стару версію файлу.

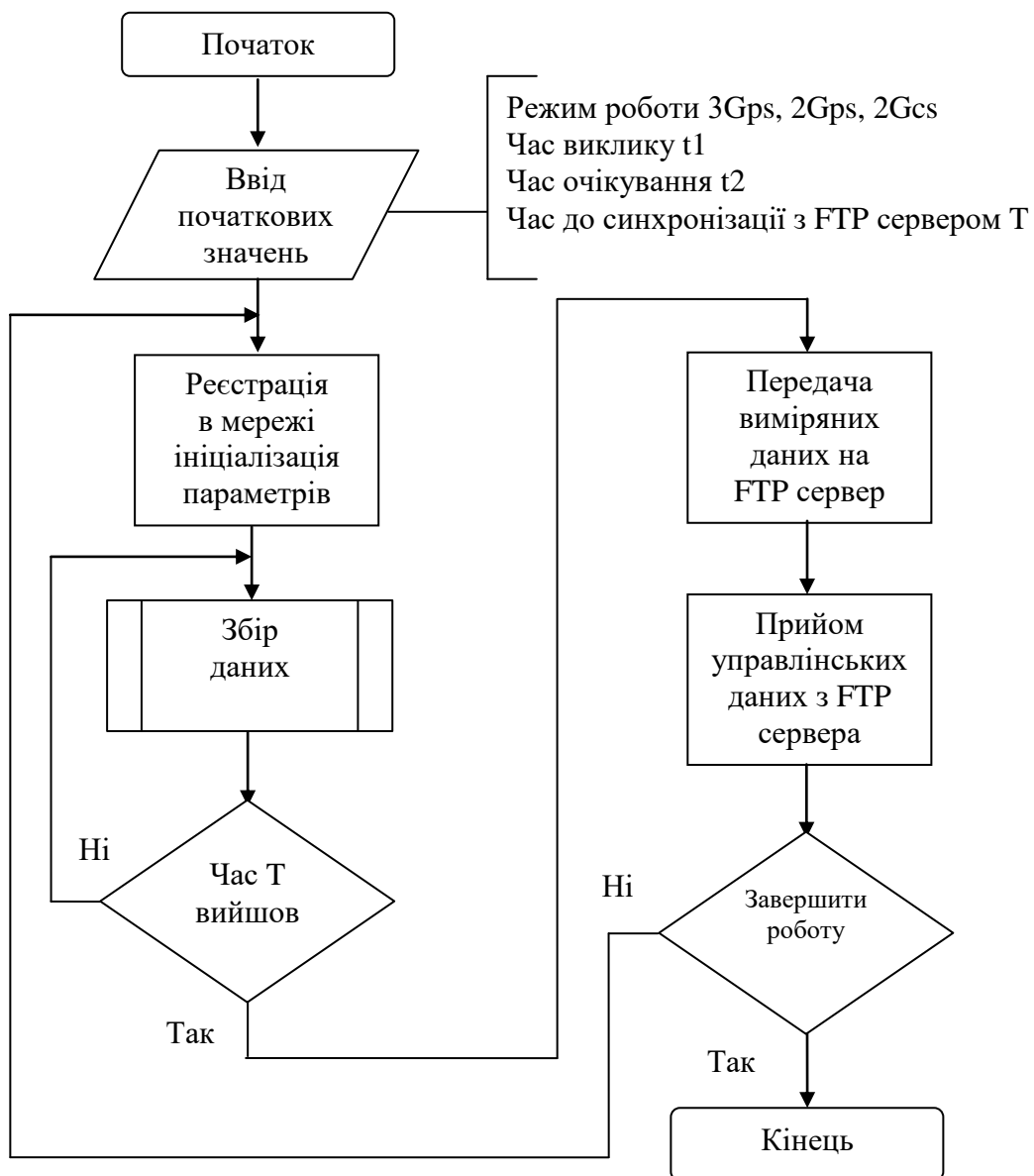


Рис. 2.5. Структурна схема алгоритму клієнтської частини системи

При заміні файлу налаштувань всі режими роботи телефонного порту будуть перезапущені. Також може бути локальний контроль файлу `.../set.css`, для цього достатньо відкрити його в текстовому редакторі. Внутрішня структура даних файлу така:

- час сеансу до зв'язку клієнта з сервером;
- вимірювання часу та гучних голосових дзвінків;
- час вимірювання в режимі очікування;
- режим роботи клієнта.

Після ініціалізації мобільних налаштувань порт налаштовано для вирішення та підключення модему і GPS приймача. Ці заходи проводяться невеликою групою WorkHard, спеціально розробленою для описаної роботи.

Підфункція призначена для отримання імен послідовних портів, і фізичних і віртуальних, які зараз працюють у системі. Отримання імені порту здійснюється за допомогою WMI (Windows Management Instrumentation) – інструментарій керування Windows. Це рекомендоване рішення для роботи, оскільки використання WMI найбільш швидке для точного пошуку інформації про систему Windows. WMI розроблено відповідно до об'єктно-орієнтованої концепції, тобто всі дані операційної системи відображаються в об'єктах та їх характеристиках і методах. Усі класи згруповано у просторі імен (множини унікальних ідентифікаторів), наприклад вони логічно послідовні та логічно пов'язані між собою за технологіями чи галузями управління. Для звернення до об'єкта WMI використовує спеціальну мову запитів WMI Query Language (WQL), яка є різновидом SQL.

Загальний синтаксис запиту WQL виглядає так: `SELECT properties FROM class_name WHERE property value operator` . Послідовний порт описується класом Win32_SerialPort, підкласом класу Win32_PnpEntity, який представляє всі встановлені пристрої Plug-and-Play. Ці два класи є у просторі імен ROOT\\CIMV2 (це простір імен WMI за замовчуванням на комп'ютерах Windows).

Потім підпрограма підключається до простору імен ROOT\\CIMV2 і створює WQL; `SELECT * FROM Win 32_PnpEntity WHERE Name LIKE '%COM [0- 9]%'` .

Колекція покажчиків на об'єкти класу Win32_PnpEntity і фільтр заданих COM-імен (1-9) (ім'я об'єкта повинно містити набір символів «COM <число від 0 до 9>»). Цей тип маски гарантує видимість послідовних портів і все таке дійсний номер. Запит повертає покажчик на колекцію COM-об'єкт (IEnumWbemClassObject *), тут COM використовується в значенні Component Object Model - об'єктна модель компонентів (технічний стандарт

від Microsoft, призначений для створення програмного забезпечення на основі інтерактивних компонентів, кожна частина може використовуватися в декількох програмах одночасно), а не COM-порт, як раніше. Потім створюється покажчик на об'єкт класу `IWbemClassObject`. За допомогою методу `Next` класу `IEnumWbemClassObject` вибираються знайдені об'єкти і в посилання на об'єкт класу `IWbemClassObject` записується адреса поточного об'єкта. Потім для кожного об'єкта, який використовує метод `Get` класу `IWbemClassObject`, значення цього поля – `Name` зчитується та друкується у стандартному потоці виведення даних. Тому буде створено список усіх виявлених послідовних портів.

Після виконання `WorkHard` результати операції записуються в текстовий файл і передаються в основну частину програми. Ці два рішення приймаються, щоб мати змогу контролювати та знаходити причину збою, якщо він зрештою трапиться. Основна частина програми написана в середовищі візуального програмування `LabView`. Ініціалізація програми починається з відкриття 3 потоків інструментарієм `VISA`, де кожен потік взаємодіє з певним COM-портом.

Перший потік відкриває інтерфейс користувача модему, видаючи AT-команди. У цьому випадку ці команди використовуються для налаштування модему з мережі 3G в мережу 2G і назад, необхідно вибрати найкращий режим передачі даних і вибрати діапазон, який контролює мережу.

Команда є буквено-цифровим рядком у вигляді:

$$ATASYSCFG = 13,1,3FFFFFFF, 2,4,$$

де перше поле – режим мережі; друге – порядок перевибору мережі; третє - цифро-символьна комбінація, робочий діапазон ; четверте - роумінг; п'яте - домен роботи (CS, PS).

Другий потік відкриває `Diagnostic Mode`, надсилає контрольні команди та повертає відповіді в шістнадцятковому форматі, потім відповіді розшифровуються і відображаються у відповідних таблицях.

Третій канал відкриває GPS-порт приймача, тому команди надсилаються у форматі електронної пошти. Після декодування даних з GPS-приймача у файл записується інформація про широту, довготу та час. Це все відображається під час кожного вимірювання. Після ініціалізації модем реєструється в мережі за допомогою команд CREG і CPAS . Усі команди, які використовує ETSI TS 100 911 V8.5.0, тому описаний алгоритм може працювати до більшості модемів в операційному середовищі Windows. Далі починається збір даних, блокове проектування алгоритму його дії зображені на рисунку 2.6 .

Збір даних починається з вивчення характеру режиму роботи клієнтської частини пристрою. Якщо встановлений режим роботи 3GPS - пакетна передача даних в мережах третього покоління, то клієнтська частина буде працювати наступним чином: буде створено і запущено файл розміром 512 Кбайт для передачі на віддалений сервер FTP.

Налаштування для цього сервера зберігається у файлі сценарію ftp.ini. Структура файлу така:

- адреса віддаленої папки, де знаходяться файли входу та контрольні файли;
- вхід користувача;
- пароль користувача.

Ця структура однакова й не змінюється для всіх керуючих файлів клієнтських компонентів, і всі компоненти використовують загальне сховище файлів журналу. Лог-файли мають в назві символ, який вказує на приналежність до того чи іншого порту, наприклад: c11_20.11.2022_18.30.48_3GSpeed.css, у прикладі збору даних, який з'явився 20.11.2022, закінчився 30.18.48, дані надані c11 - клієнтом № 1 і останній ідентифікатор вказує на те, що швидкість підключення до Інтернету перевірялася в мобільній мережі WCDMA третього покоління.

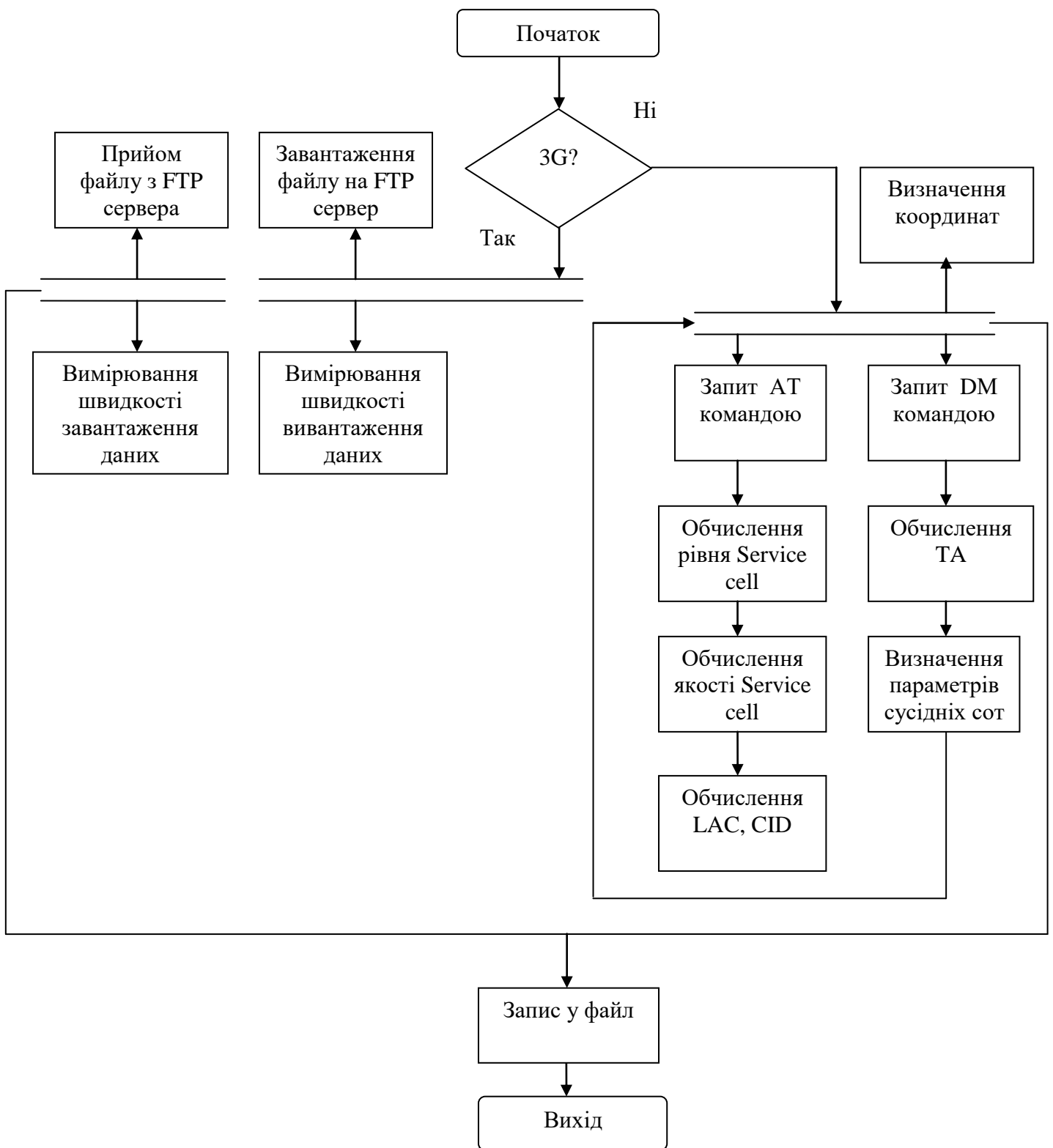


Рис. 2.6. Блок-схема алгоритму збору даних

Вимірювання швидкості передачі даних виконується під час передачі файлу. Швидкість передачі файлів вимірюється за допомогою модема,

жорсткий стандартний модем, яким легко отримати інформацію про швидкість передачі даних за допомогою отримання інформація про послуги інфраструктури, наприклад:

DSFLOWRPT: $N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7,$

де

$N1$ - час підключення в секундах ,

$N2$ - швидкість вивантаження даних,

$N3$ - швидкість завантаження даних,

$N4$ - обсяг передачі даних,

$N5$ - кількість завантажених даних,

$N6$ - найшвидше вивантаження даних,

$N7$ - найшвидше завантаження даних,

Миттєві значення швидкості передачі даних і середнє значення, розраховане таким чином:

$$S = \frac{1}{n} \cdot \sum_{k=1}^n S_k, \quad (2.1)$$

де

S_k - значення миттєвої швидкості,

S - поточна середня швидкість, середня швидкість розраховується і записується у файл для кожного читання.

Після завершення передачі файлу на FTP-сервер починається завантаження файлу з FTP-сервера. Швидкість передачі вимірюється та обчислюється так само, як швидкість завантаження даних.

У режимі роботи 2GPS вимірювання такі ж, як і в режимі 3GPS, з тією різницею, що передача даних відбувається в мережі другого покоління, а не третього.

У режимі роботи 2GPS паралельні запити надсилаються на два порти:

- 1 - User Interface;
- 2 - Diagnostic Mode.

Перший порт використовується для надсилання АТ-команд і отримання відповідних повідомлень. Рівень сигналу від службової комірки розраховується за допомогою команди АТ + CSQ, у відповідь приходять два числа, перше - рівень сигналу, а друге - якість прийнятого сигналу. Рівень розраховується за формулою:

$$U = -113 + (u \cdot 2), \quad (2.2)$$

де

U - рівень сигналу, що відноситься до входу модему,

u - цифровий значення, отримане від модему.

Якість сигналу або частота помилок у повідомленні перекладено згідно з таблицею:

- 0 - менше 0,2%;
- 1 - від 0,2% до 0,4%;
- 2 - від 0,4% до 0,8%;
- 3 - від 0,8% до 1,6%;
- 4 - від 1,6% до 3,2%;
- 5 - від 3,2% до 6,4%;
- 6 - від 6,4% до 12,8%;
- 7 - більше 12,8%;
- 99 - невідомо або не визначено.

Крім того, за допомогою програми АТ + CREG є можливість отримати інформацію про регіонального адміністратора (Local Area Controller) та ідентифікацію.

Програми Compute Mode — це шістнадцяткові послідовності, які розв'язуються за допомогою спеціальних алгоритмів. В результаті цих запитів отримуємо інформацію про такі параметри:

- про відстань до базової станції мобільного терміналу системи;
- про рівні несучих до 6 суміжних комірок;
- про абсолютне значення частоти каналу (ARFCH (VSCH / TCH)).

Після виконання всіх вищевказаних операцій результати записуються у файл журналу на жорсткому диску. Після закінчення часу до встановлення зв'язку із сервером, після чого вимірювання та з'єднання з Інтернет припиняються і передаються дані на віддалений сервер FTP.

Після підтвердження успішної передачі даних контрольні файли надходять з віддаленого сервера.

Далі встановлюють прапорець виконання завдання. Якщо він відсутній, комплекс буде повторно ініціалізовано на основі щойно отриманого файлу налаштувань.

2.3 Висновки до другого розділу

У цьому розділі розроблено структурну схему і алгоритм роботи модулів розподіленої інформаційно-вимірювальної системи. Розроблено структурну схему і алгоритм мобільного терміналу, який використовується в розподільній інформаційно-вимірювальній системі.

РОЗДІЛ 3

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1. Аспекти реалізації програмного забезпечення

Мова програмування Java обрана для програмної реалізації системи дослідження зони покриття телекомунікаційних мереж. Java-програма скомпільована в машинні команди, але не в команди окремого процесора, а в команди віртуальної машини Java (JVM, Java Virtual Machine), як показано на рисунку 3.1. Віртуальна машина Java — набір команд і їх операційних систем. Віртуальна машина Java дуже компактна, тому не потребує складного опису комірок пам'яті та багатьох регістрів. Отже, команди JVM короткі, здебільшого довжиною 1 байт, звідси і назва команд JVM байт-код (байт-коди), хоча є команди довжиною 2 і 3 байти. Згідно зі статистичними дослідженнями, команда має довжину 1,8 байта. Повний опис усіх команд і архітектури JVM містить інформацію про віртуальну машину Java (VMS, Virtual Machine Specification).

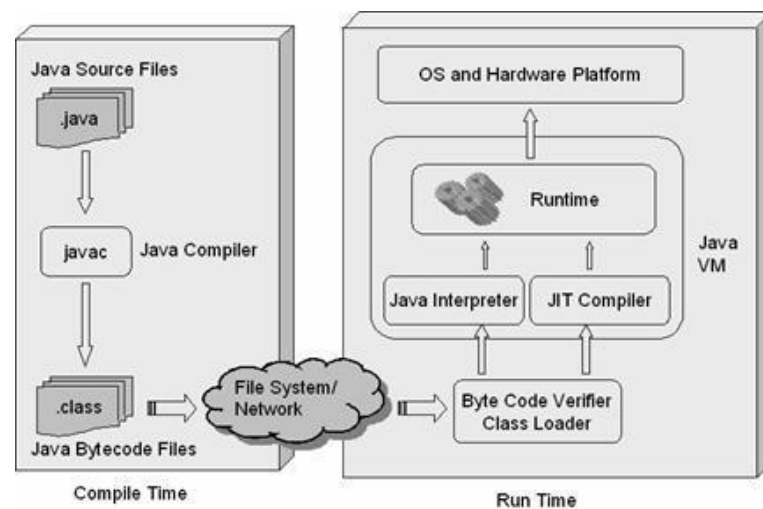


Рис. 3.1. Проект реалізації проекту Java

Друга частина Java полягає в тому, що всі стандартні функції, які викликаються в програмі, пов'язані з нею тільки в розділі функцій, не включені в байт-коди. Так буває динамічний макет (динамічний зв'язок). Це значно зменшує обсяг скомпільованої програми.

Отже, по-перше, програма, написана на Java, транслюється компілятором у байт-код. Ця конфігурація не залежить від типу процесора або архітектури комп'ютера. Це можна зробити відразу після написання програми. Байт-коди записуються в один або декілька файлів, які можна зберігати у зовнішній пам'яті або надсилати через мережу. Це дуже зручно через малу кількість файлів байт-коду. Таким чином, байт-коди, створені компілятором, можуть бути виконані на будь-якому комп'ютері, який має систему реалізації JVM. При цьому не має значення тип процесора і архітектура комп'ютера.

Декодування та динамічне форматування можуть істотно сповільнити роботу програм. Це не має значення в ситуаціях, коли байт-коди надсилаються через мережу, коли мережа уповільнює всі інтерпретації, але в інших ситуаціях потрібен потужний і швидкий комп'ютер. Тому інтерпретатори постійно вдосконалюються, щоб збільшити швидкість інтерпретації. Розроблені JIT-компілятори (Just-In-Time), пам'ятаючи, що частини коду були інтерпретовані в машинних інструкціях процесора, і лише робота над цими частинами повторюється, наприклад, у циклах. Повторні обчислення будуть набагато швидшими. SUN розробила повну технологію Hot-Spot та інтегрувала її у свою віртуальну машину Java. Але такої швидкості, звичайно, може досягти тільки спеціальний процесор.

SUN Microsystems випустила мікропроцесори PicoJava, які працюють у командному рядку JVM. Але під час запуску програм Java на інших процесорах команди JVM також потрібно транслювати в команди конкретного процесора, що означає, що для кожного типу процесора потрібна програма інтерпретатор. Для кожної архітектури програмного забезпечення повинен бути розроблений свій інтерпретатор.

Це вже зроблено для більшості комп'ютерних платформ. На них реалізовані віртуальні машини Java, і існує багато реалізацій JVM від різних компаній для загальних платформ. Все більше і більше операційних систем і систем керування базами даних включають реалізацію JVM у свої програми.

Також була розроблена окрема операційна система JavaOS, яка використовується в електронних пристроях. Більшість браузерів мають віртуальну машину Java, створену для аплету.

JVM для запуску байт-коду на комп'ютері потрібен набір функцій, які викликаються з байт-коду та динамічно пов'язуються з байт-кодом. Цей набір створено як бібліотеку класів Java, яка містить один або більше пакетів. Кожну функцію можна записати в байт-кодах, але оскільки вона зберігається на окремому комп'ютері, її можна записати безпосередньо в командну систему цього комп'ютера, таким чином уникаючи інтерпретації байт-кодів. Ці дії називаються «рідними» методами (native methods). Використання «рідних» методів прискорює реалізацію проекту.

Компанія SUN Microsystems, розробник технології Java, поширює набір програмних засобів, необхідних для всього процесу роботи з цією мовою програмування: компіляції, інтерпретації, налаштування, включаючи велику бібліотеку класів під назвою JDK (Java Development Kit). Є набір інструментальних сервісів й інших компаній.

Набір програм і класів JDK включає:

- компілятор javac з вихідного тексту в байт-коди;
- інтерпретатор Java, що містить реалізацію JVM;
- легкий інтерпретатор jre (не доступний у нових версіях);
- appletviewer програма перегляду аплетів, яка замінює браузер;
- налаштувач jdt;
- javap дизасемблер;
- jar програмна архівація та стиснення;
- програма документування javadoc;
- java-програма для генерації файлів заголовків мовою C;
- програма javakey для додавання електронного підпису;
- програма native2ascii, яка перетворює бінарні файли в текстові;
- програма rmic і rmiregist для роботи з віддаленими об'єктами;
- програма serialver, яка визначає номер версії класу;

- бібліотечні та заголовні файли «рідних» методів;
- бібліотека класів Java API (Application Programming Interface) .

Попередні версії JDK містили програми : `javac_g`, `java_g` і ін. Сама компанія SUN Microsystems розвивається і оновлює JDK щороку відповідно.

JRE фактично є набором програм та пакетів класів для виконання байт-кодів, а саме інтерпретатор `java` і бібліотеку класів. Це частина JDK, яка не включає компіляторів, налаштовувачів та інших засобів розробки. Загальний JRE та його розширення від інших компаній включені в браузері, які можуть запускати програми Java, в операційні системи та системи керування базами даних.

JDK містить вихідний код для більшості своїх програм, написаних на Java. Це дуже зручно. Щоб зрозуміти, як працює той чи інший метод обробки даних з JDK, необхідно подивитись вихідний код цього методу .

Якщо JDK є частиною якогось інтегрованого середовища програмування, наприклад JBuilder, деякі з перелічених вище папок можуть бути розташовані в іншому місці.

IDE NetBeans — безкоштовне інтегроване середовище розробки (IDE) для мов програмування Java, JavaFX, C/C++, PHP, JavaScript, Python, Groovy. Середовище можна інтегрувати для підтримки окремих мов і всієї конфігурації. Середовище розробки NetBeans за замовчуванням підтримує розробку для платформ J2SE та J2EE (рис. 3.2).

Проект NetBeans IDE спонсорувала Sun Microsystems і після придбання Sun — Oracle , але розробкою NetBeans незалежно керує спільнота розробників (NetBeans Community) і компанії NetBeans.Org.

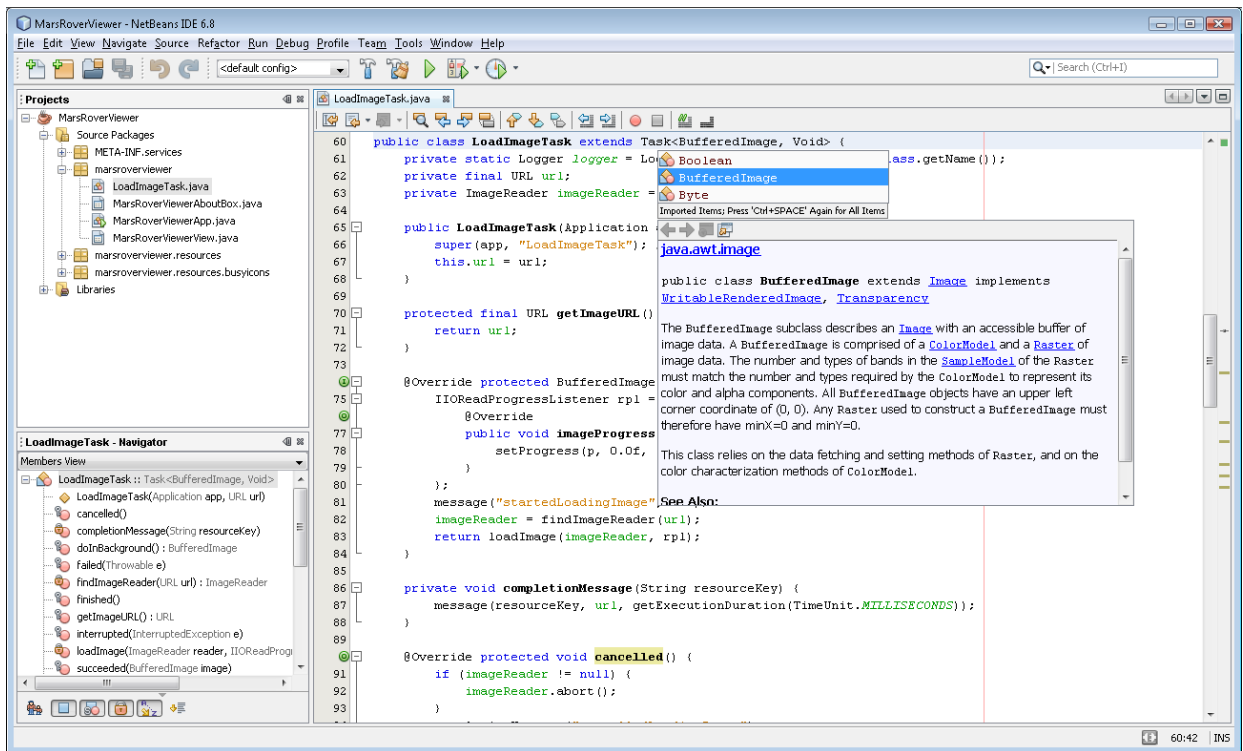


Рис. 3.2. Середовище розробки NetBeans IDE

Остання версія IDE NetBeans по якості та можливостях конкурує із кращими середовищами розробки для мови Java, що підтримують рефакторинг, профілювання, виділення синтаксису в кольорі, автозаповнення мовних конструкцій на льоту, шаблони коду і т.д. NetBeans IDE доступна для платформ Microsoft Windows, GNU / Linux , FreeBSD і Solaris (SPARC і x86). Для інших платформ доступна можливість компілювати NetBeans.

3. 2. Реалізація блоку обробки інформації

Блок обробки інформації може бути як на персональному комп'ютері, де встановлений FTP-сервер, так і на окремому комп'ютері. Структурна схема модуля обробки інформації показана на рисунку 3.3.

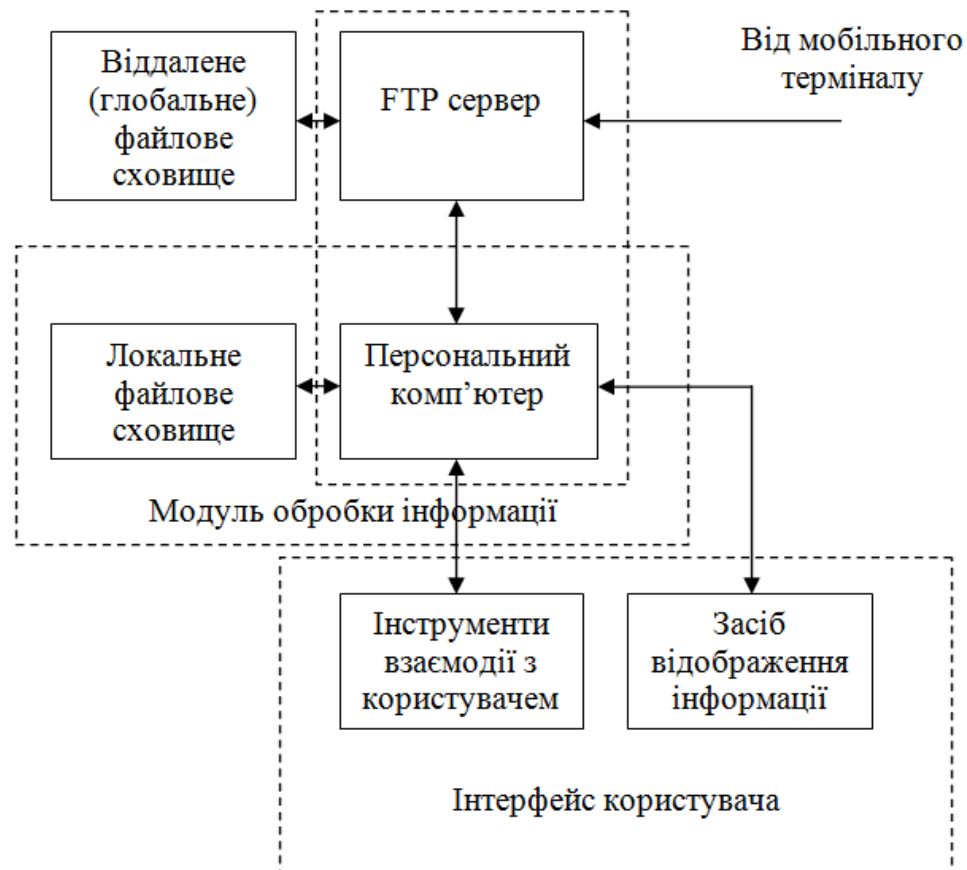


Рис. 3.3. Структурна схема модуля обробки інформації

Блок обробки інформації розташований на персональному комп'ютері і використовується для взаємодії з користувачем через спеціально розроблений графічний інтерфейс. Цей інтерфейс повинен володіти: по-перше ергономікою, по-друге розуміти інженерів, які працюють у сфері технічного обслуговування телекомунікаційних систем . Як зазначалося раніше, рекомендується зберігати файли та вимірювані дані на віддаленому FTP-сервері, для цього необхідно організувати віддалене зберігання файлів за допомогою відповідних інструментів для забезпечення віддаленого доступу до нього.

Під час синхронізації файли переносяться з віддаленого сховища в локальне. Таким чином, користувач працює з дублікатом файлу, швидкість обробки файлу збільшується за рахунок пришвидшення доступу до нього, а якщо файл пошкоджений, його можна відновити з постійного часу. Дані на

FTP-сервері мають пріоритет під час синхронізації. Однак, якщо FTP-сервер розташований на тому ж комп'ютері, що й блок обробки інформації, локальне та віддалене сховища файлів можуть фізично розташовуватися на одному жорсткому диску. У цьому випадку необхідно час від часу робити резервну копію файлів або дублювання файлів на інший жорсткий диск.

Важливою частиною управління системою є інструментарій для організації управління. При використанні блоку обробки інформації багатьма користувачами при цьому логічно виводити графічну інформацію на великий екран, наприклад, за допомогою проектора, і керувати нею жестами, наприклад, за допомогою консолі Kinect, розробленої корпорацією Microsoft. Для використання блоку обробки інформації поза офісною будівлею в якості блоку управління рекомендується використовувати екран «Touch Screen».

Ці екрани дозволяють керувати програмою, торкаючись елементів керування, які відображаються на екрані. При використанні блоку обробки персональної інформації рекомендується використовувати персональний комп'ютер стандартного офісу і де для відображення інформації використовується стандартний браузер, а для роботи з нею — комп'ютерна миша.

Тому для блоків обробки інформації при використанні в різних сферах рекомендуються різні апаратні конфігурації. Блок-схема алгоритму роботи модуля наведена на рисунку 3.4.

Візуалізація даних і прив'язка даних вимірювань до області вимірювання здійснюється за допомогою програми Google Earth. Програма Google Earth є кросплатформною, тобто може працювати під управлінням різних операційних систем. Найзручнішим способом керування операційною системою WINDOWS є використання набору засобів ActiveX.

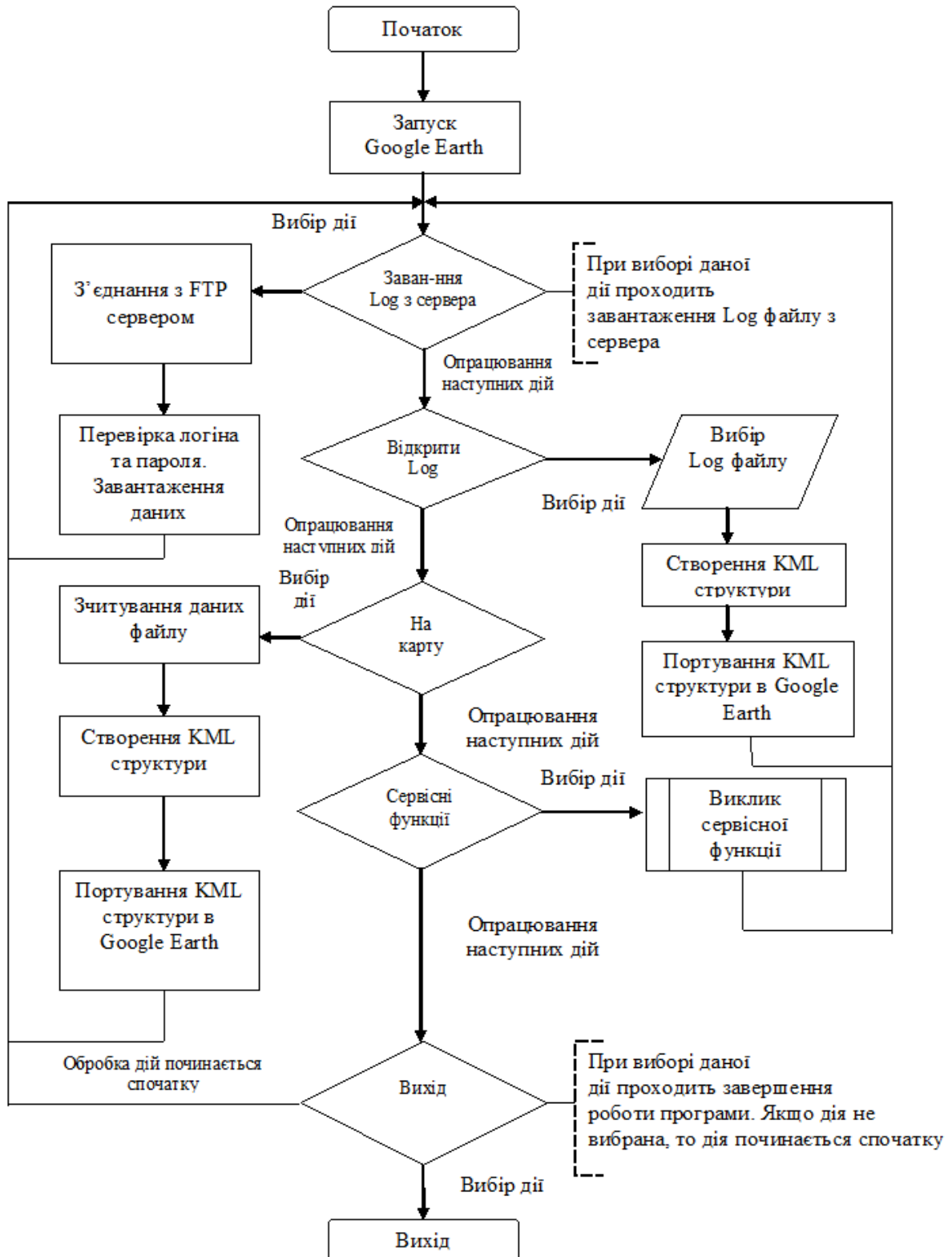


Рис. 3. 4. Структурна схема алгоритму блоку обробки інформації

За допомогою ActiveX дуже легко завантажувати та відображати на карті всі базові станції та параметри, відстежувати пройдений маршрут,

завантажувати файли зі сховища, створювати офіційні файли для мобільних телефонів, а також відображати інформацію про всі вимірювання.

Блок обробки даних призначений для використання на комп'ютерах різної ємності. Для економії ресурсів система реагує на дії, ініційовані самим користувачем.

Першим кроком, без прямого контролю системи розподілу інформації та вимірювань, є відправка даних вимірювань, записаних у файлах журналу, з віддаленого файлового сховища FTP-сервера в область зберігання робочого комп'ютера, де знаходиться блок обробки інформації. Ця дія з'являється після вибору відповідного пункту контекстного меню головного вікна програми. Завантаження файлів відбувається наступним чином: спочатку ініціалізується сервер, при перевірці присутності сервера в цей час перевіряються логін і пароль користувача. Наступним кроком є перевірка каталогу, де зберігаються файли журналу, складання списку доступних файлів і порівняння його з тим самим каталогом у локальному сховищі файлів. Файли в локальному сховищі копіюються з FTP-сервера.

Коли система працює, дані вимірювань відображаються на карті Google Earth за допомогою міток. Це робиться шляхом вибору відповідного пункту в контекстному меню головного вікна програми.

Вибраний файл журналу поділено на окремі підрозділи, кожен із яких відповідає певному розділу та створюється особливим чином, щоб синтаксис файлу відповідав структурі KML. KML — це мова розмітки на основі XML для відображення тривимірних географічних даних у програмі Google Earth.

Однак деякі структурні мітки використовуються нестандартно:

- ім'я тегу <name> c11 16:49:41 idle </name>, використовується для вказівки кінцевого номера, а також для вказівки часу вимірювання з точністю до однієї секунди. Ця точність досягається за допомогою синхронізації із супутником GPS.

- мітка опису <description> // c1116:49:41 idle \ \ RxLev = -69 RxQual = 19 Service BCCH = 755 Service BCCH Band = 1800 C1 = 22 C2 = 72 LAC =

5801 CID = 52678 </description>, використовується для відображення всієї інформації про вимірювання, де вказується: кінцеве число, точний час вимірювання, частота каналу VSN, робочий діапазон мобільного порту, а також параметри оператора критеріїв вибору C1 і C2, дані для локального оператора (LAC) і дані для ідентифікатора (Cell ID).

Решта міток використовуються стандартним способом, тобто режим відображення міток і задані координати точок. Після побудови конструкція переноситься в проект Google Earth за допомогою інструменту activeX. Дані зі структури передачі відображаються у вигляді тимчасових символів у властивості Mobile Station.

Для відображення базових станцій на карті необхідно вибрати відповідний пункт меню, який викликається з головного меню програми. Він також створює структуру KML, подібну до описаної вище структури та передає її до програми Google Earth.

Для зручності оператора в блоці обробки інформації передбачена можливість масштабування розміру міток базових станцій.

Розмір мітки розраховується на основі лінійних розмірів елементів. Координата отримана в місці розташування є центр кола, а радіус кола визначається в плановому масштабі. Північний напрямок позначається як нульовий, і звідти виходять промені, що відповідають азимутальному напрямку антен на базовій станції. Промені, які вказують напрямок, позначені довжиною та різними кольорами, для мереж GSM промені позначені синім кольором і більшої довжини, для з'єднань DCS та WCDMA промені коротші та зелені. Кольоровий код і геометрія показані на рисунку 3.5.

Ці маркування базових станцій дають оператору краще уявлення про вимірювання. Лінії, що з'єднують робочі параметри та обслуговуючий сектор базової станції, позначені помаранчевим кольором і закінчуються на тому промені базової станції, який діапазон та тип використовуваної мережі.

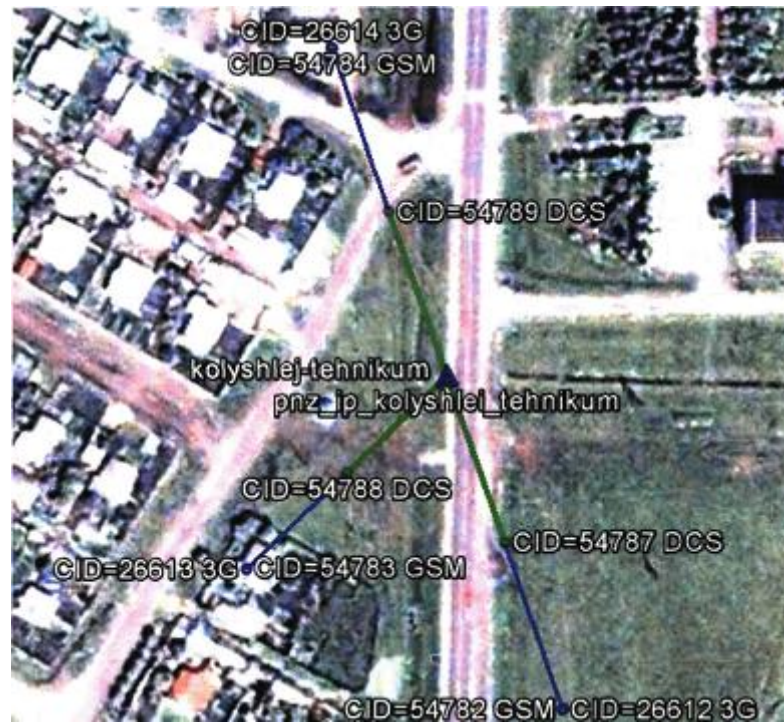


Рис.3.5. Маркування базових станцій

Іншою унікальною особливістю модуля обробки інформації розподіленої інформаційно-вимірювальної системи є здатність відтворювати записані вимірювання. Ця функція корисна під час аналізу частини мережі. Коли на ділянці мережі багато вимірювань і їх дані відрізняються, наприклад: при русі від базової станції до меж сектора, рівень і якість сигналу відповідають стандартам якості послуг, але коли переміщення від краю до центру зони дії станції - не відповідають. Щоб проаналізувати такі випадки, потрібно подивитися на показники.

Адміністратор, який проводить аналіз, може побачити, як здійснюється передача реле абонентського порту, як змінився рівень і якість сигналу. У разі помилки або затримки під час передачі ретрансляційних даних оператор може змінити критерії для повторного вибору досліджуваної одиниці, виміряти та повторно налаштувати розташування, і так далі доки проблема не буде усунена. Ця функція реалізована в наступному модулі обробки інформації.

По-перше, мітка «view» видаляється з усіх елементів часових міток «MobileStation». Пари масивів, що представляють точки вимірювання, і лінії, що з'єднують ці точки з обслуговуючим сектором базової станції, попарно стають видимими. Під час переходу до наступної точки вимірювання та лінії ця мітка додається до сектору базової станції, роблячи попередні точки вимірювання та лінії невидимими. Це показано на рисунку 3.6, де відображається покадрова анімація трасування заміру.



Рис. 3.6. Приклад покадрової анімації трасування замірів.

На рисунку 3.6 показаний слайд *N-go кадру* анімації, на лівій стороні панелі можна побачити дві точки вимірювання, позначені попарно, і дві лінії, які сполучаються з далекоміром DCS. Наступний кадр показує зміну точок вимірювання та лінії, які їх з'єднують з передавачем. З рисунка 3.5 видно, що при переміщенні терміналу різкого стрибка в параметрах обслуговування немає, що означає, що в цьому випадку телекомунікаційна мережа працює правильно. Швидка зміна послідовності зображення може спричинити ілюзію руху (анімацію). Цю анімацію можна пришвидшити або сповільнити. Це робиться шляхом введення додаткової затримки між «появою» і «зникненням» тестових вимірювань і сполучних ліній.

Плавна анімація, тобто невидима для людського ока, виконується з частотою кадрів, яка дорівнює 24 кадрам за секунду, із затримкою між кадрами 41,7 мс. Коли цей час зменшується, швидкість анімації збільшується, коли зростає - зменшується. Щоб реалізувати автоматичну зміну кадрів, послідовність опису змінюється циклічно. Щоб реалізувати функцію зупинки кадру, лічильник циклу зупиняє поточну ітерацію циклу. Крім того, коли інкремент замінюється декрементом у лічильнику ітерацій, анімацію можна «перевернути» вперед або назад. Таким чином, можна сказати, що відтворення послідовності вимірювань або анімації є важливим завданням під час обробки великої кількості файлів журналу. Коли вибрано програму «Вихід», процес МОІ завершується, а програма Google Earth закривається.

3.3. Аспекти впровадження системи

У цьому розділі розглянуто структуру інформації про апаратно-програмне забезпечення та розподілену вимірювальну мережу. З цією мережею можна проводити незалежні та автоматичні вимірювання протягом тривалого часу в телекомунікаційних мережах другого та третього поколінь. Також ця система може аналізувати і відображати параметри вимірювання.

Особливості інформаційно-вимірювальної мережі:

- велика кількість (150-200) вимірювальних мобільних терміналів, що працюють одночасно;
- можливість легко налаштувати вимірювання мобільних терміналів, що включає групове керування та індивідуальне керування, а також групове керування, що дозволяє конфігурувати цільові групи мобільних терміналів різними способами;
- можливість зібрати повноцінну інформаційно-вимірювальну мережу із дешевих компонентів, що знаходяться у вільному продажі;

- можливість складання повнофункціональної інформаційно-вимірювальної мережі оператором або інженером, а не спеціалістом;
- використання безкоштовного програмного забезпечення як картографічного сервісу.

Запропоновано будову вимірювального мобільного терміналу. Описано його апаратне забезпечення та принципи роботи, наведено алгоритми роботи та програмну реалізацію терміналу. Мобільний термінал призначений для моніторингу параметрів систем зв'язку другого і третього покоління.

Специфічними характеристиками стільникового терміналу, який є частиною мережі, є:

- можливість роботи мобільного терміналу в автономному режимі та автоматичному режимі, а також режимі з ручним керуванням;
- можливість роботи незалежно від інших активних терміналів в системі;
- здатність працювати незалежно від характеру модуля обробки інформації;
- можливість роботи з вимкненим FTP-сервером, але з обмеженою функціональністю;
- мобільні термінали можуть проводити довгострокові, щоденні та щотижневі вимірювання швидкості інтернет-з'єднання.

Розглянуто структуру блоку обробки інформації. Описано алгоритм його роботи та програмну реалізацію. Блок обробки інформації призначений для обробки даних вимірювань, отриманих з телефонів, і управління роботою всієї системи.

Особливості модуля обробки інформації, задіяного в мережі, включають:

- можливість одночасної обробки інформації з усіх активних мобільних терміналів мережі;
- є можливість відображати на карті одночасно та окремо базові станції кількох мобільних операторів ;

- можливість запуску декількох копій модуля обробки інформації на різних комп'ютерах, не впливаючи один на одного;
- використання сервісу Google Earth як базового з усіма його функціями.

У розробленій інформаційно-вимірювальній системі рівень сигналу обслуговуючого оператора, рівні сигналу (3 G) і несучої (2 G) в суміжних комірок визначаються з похибкою не більше 1 %. Дані про помилки в експерименті були отримані як еталонний вимірювальний прилад з аналізатора спектру Rohde & Schwarz (R&S) ESIB40. Тест проводився наступним чином: імітована базова станція R&S CMU 200, до якої були підключені антени, вимірювальна антена R&S USLP 9143B на відстані 3 метри, вимірювальна антена R&S HL025, підключена до аналізатора спектру ESIB40, підключена до нього зовнішня антена через USB -модем. Крім того, було виконано одночасний запис напруженості електричного поля у вибраному місці і відповідний перерахунок.

Частота завантаження і частота передачі, а також коди створення каналу визначаються номерами кодів із сітки дозволених значень. Використання розподіленої інформаційно-вимірювальної системи в технологічному процесі роботи в телекомунікаційних системах можна зменшити витрати на тестування мережі. Дана система не вимагає постійної присутності оператора і висококваліфікований фахівець позбавляється від рутинних завдань.

Таким чином, підвищується продуктивність всього офісу за рахунок залучення експерта до вирішення трудомістких завдань.

Розроблена система забезпечує можливість тестування бітрейту інтернет-з'єднання протягом тривалого часу без великого трафіку і без великого навантаження на обслуговуючий передавач, і це суттєво економить матеріали, обладнання та гроші.

3.4. Тестування комп'ютерних систем та обладнання

Мережа мобільного зв'язку другого покоління використовує розподілену систему зв'язку та вимірювання. Цей комплекс розроблено з використанням структурних принципів і алгоритмів, описаних у попередній частині роботи.

Вимірювання проводилися в різний час доби, що відповідає різному навантаженню частини мережі. Вимірювання проводилися відповідно до методів, прийнятих де-факто стандартом різних мобільних організацій.

Під час випробувань використовувалися два мобільні термінали, один для вимірювання параметрів мереж 2G, другий для тестування бітрейту Інтернет-з'єднання в мережах 2G або 3G .

Дослідження мережі проводилися в містах і селищах в сільській місцевості. У той же час рух транспорту зі встановленим терміналом відбувався з різними швидкостями та різними маршрутами. При проведенні експериментальних досліджень зміна швидкості трафіку моделювалася на зміні швидкості абонента, що використовує мобільну мережу.

Тестування швидкості підключення до Інтернету в пасивному вигляді, проводилося у стаціонарному положенні мобільного терміналу. Це обмеження пов'язане з тим, що під час тестування телекомунікаційної мережі можна використовувати пасивний метод для вимірювання бітрейту Інтернет-з'єднання.

За допомогою системи проведемо дослідження мережі другого покоління в міському контексті. Для зручності відображення графічної інформації та огляду окремих ділянок обираємо прямий маршрут руху по одній із центральних вулиць. В даному випадку обстеження проводилось по вулиці Д.Іваха у місті Хмельницькому. Ця вулиця довга і тягнеться з півночі на південь. Результати експериментальних вимірювань наведено на рисунку 3.7. Отримані дані будуть оброблені за допомогою модуля обробки

інформації, включеного в систему, і відображені на карті за допомогою програми Google Earth.



Рис. 3.7. Графічне представлення даних, отриманих в результаті експериментальних досліджень сегмента мережі другого покоління

Дослідження проводилося шляхом розбивання модуля керування мережею моніторингу на швидкості людини, яка йде, у той час як мобільний термінал системи знаходився в рюкзаку оператора, а вимірювальна штирєва антена прикріплена на зовнішню сторону рюкзака. На рисунку 3.7 показані окремі вимірювання, виділені червоним кольором. Це пояснюється тим, що рівень сигналу від базових станцій поблизу мобільного терміналу нижчий за рівень сигналу, тобто менше ніж -100 дБл.

У цьому розділі проаналізовано продуктивність мережі. Напрямок руху мобільного терміналу вказано з півдня на північ. Покрокове вимірювання можна переглянути за допомогою функції «Анімація» розділу обробки інформації, детальні операції з якою описані в попередньому розділі роботи. Спочатку розглянемо першу (південну) частину ділянки, рисунок 3.6.

На рисунку 3.8 видно, що швидкість мобільного терміналу однакова на всій досліджуваній території. Спочатку мобільний порт забезпечує базова станція з назвою «kalinina», тобто сектор і код (CellID) 52238, передавач працює в діапазоні частот 1800 МГц (DCS). Стандарт DCS 1800 МГц призначений для надання інформації для районів з великою кількістю абонентів. У стандарті радіус дії операторів становить максимум 8 км. Під час переміщення відбувається вибір (передача) мобільним терміналом із сектора Mobile Phone = 52238 і мобільний термінал змінюється на сектор з кодом Mobile Phone = 52236, коли він змінює передачу без переривання активного з'єднання, як показує безперервне відображення вимірювань. Вимірювання за межами лінії відображається з похибкою координат, але рівень такий самий, як і інші вимірювання в рядку, тому естафету можна вважати успішною.



Рис. 3.8. Графічне представлення даних, отриманих в результаті експериментальних досліджень ділянки мережі другого покоління, початок дослідження

Розглянемо переміщення терміналу, як показано на рисунку 3.5. Від сектора з номером телефону = 52236 мобільний термінал переходить до сектора з номером телефону = 53228. Це частина базової станції. Виходячи з картографічних даних, можна сказати, що базова станція знаходиться далеко від досліджуваної території, тому можна визначити естафетну передачу абонентського терміналу некоректною. Мобільний термінал потрібно було передати на базову станцію «likarnia» в секторі з Cell ID = 52293 або «budynok_profspilok» в секторі з Cell ID Cell ID = 53167. Ця передача не вдалася з кількох причин: перша полягає в тому, що всі вони зайняті іншими активними абонентами на прилеглих територіях, тобто передавачі повинні виконувати всі завдання. Така ситуація можлива в години максимального навантаження на мережу. Другою причиною є перешкоди від багатьох видів використання частоти, тобто між сигналами деяких базових станцій з однаковими частотами, оскільки ситуація виникає в частині мережі, рівень ефективного сигналу від найближчої базової станції нижчий, ніж рівень сигналу від віддаленої базової станції. І третє явище - це інтерференція, викликана перевідбиттям від нерухомих і рухомих об'єктів ефективного сигналу обслуговуючої базової станції.

Рішення проблеми в першому випадку полягає в тому, щоб вставити ще один комутатор в ділянку базової станції, де фіксується пік навантаження, у наведеному прикладі секція з визначеним Cell ID = 53167. Однак, щоб це зробити потрібно переконатись, що естафетна передача абонентського терміналу некоректна через завантаженість сектора, необхідно досліджувати зону контролю протягом кількох днів у різний час, оскільки це вимагає більшої відповідальності. Якщо потужність навантаження в досліджуваній зоні перевищує потужність кожного періоду, то установка іншого джерела живлення не буде ефективною. Для вирішення ситуацій, що виникають у другому та третьому випадках, тобто коли в контрольованій зоні є погана діаграма перешкод, необхідно регулювати потужність передачі базової станції до тих пір, поки не буде усунена перешкода, або налаштована антена таким чином, що напрямок розповсюдження радіохвиль дещо відрізняється від

контрольованої «проблемної» базової станції, що призводить до зміни загальної картини перешкод. Всі зміни повинні проводитися в кілька прийомів з невеликою зміною рівня градусу або кута повороту за один прийом і контролем досліджуваної зони для усунення негативних факторів. Якщо при дослідженні зони покриття були зроблені деякі маніпуляції з налаштуваннями тестової ділянки, то необхідно змінити контроль тестової ділянки, для остаточної перевірки правильності розподілу рівня сигналу в досліджуваному секторі і коректності естафетної передачі даних. Під час настройки сектора з ідентифікацією Cell ID = 52236, складової базової станції «kalinina» та сектора з ідентифікацією Cell ID = 52293, складової базової станції «likarnia», відбулися зміни з налаштуваннями потужності передачі. Результати контрольних вимірювань на тестованій ділянці наведено на рисунку 3.9.

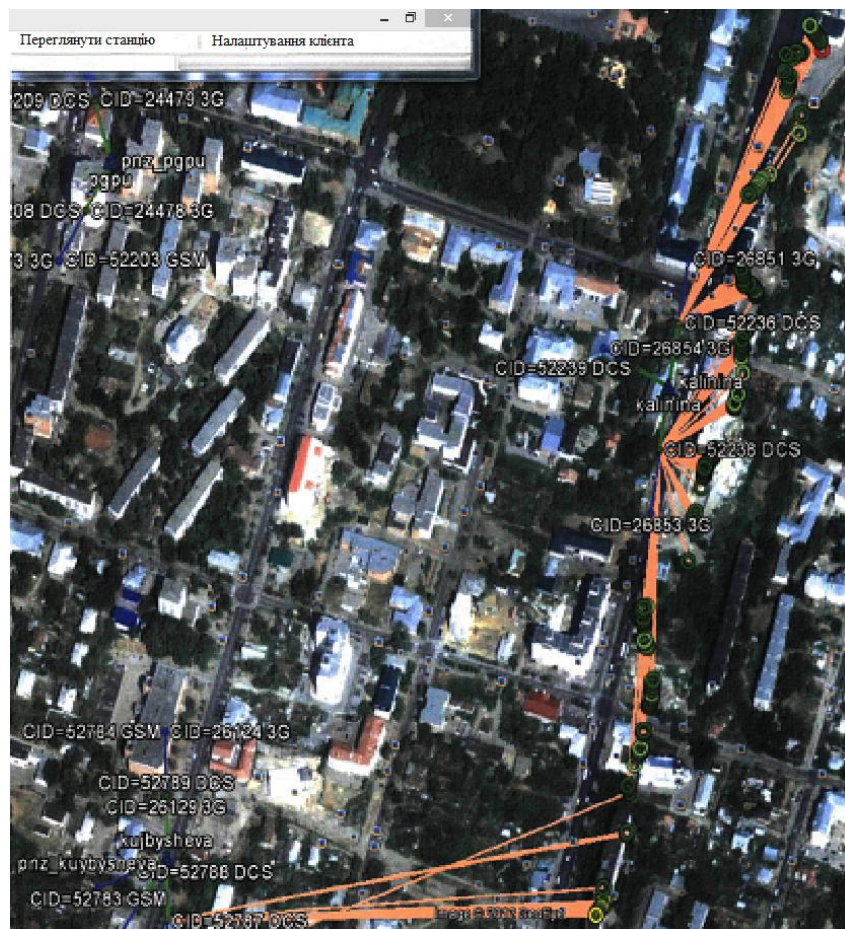


Рис. 3.9 . Графічне представлення даних, отриманих у результаті тестового дослідження мережевого модуля другого покоління при контрольному об'їзді тестувальної ділянки

Як видно з рисунка 3.9, ефект значного зниження рівня сигналу втрачається, це можна відслідкувати за кольоровим маркуванням нанесених на карті міток. Усі написи зеленого кольору, тобто рівень сигналу вище - 40 дБл, що відповідає рівню сигналу, необхідному для надійного надання якісних послуг. Слід також зазначити, що інтерференційна картина в місцевості може змінюватися в залежності від погодних умов, часу доби та інтенсивності руху. Тому, облаштовуючи ділянку мережі, необхідно враховувати всі перераховані вище чинники і намагатися налаштувати мережу в ті дні, коли погодні та інші умови відповідають середній статистиці для даної місцевості.

Також є місця, де в зоні покриття мережі немає сигналу. Ці області не мають корисного сигналу від найближчих базових станцій. Приклад непозначеної області показано на рисунку 3.10. На рисунку 3.10 у нижньому лівому куті показано жовту позначку, що відповідає вимірюванню. Замір проводився з боку будівлі, де буде розміщена базова станція. Жовтий колір сигналу відповідає низькому рівню сигналу.

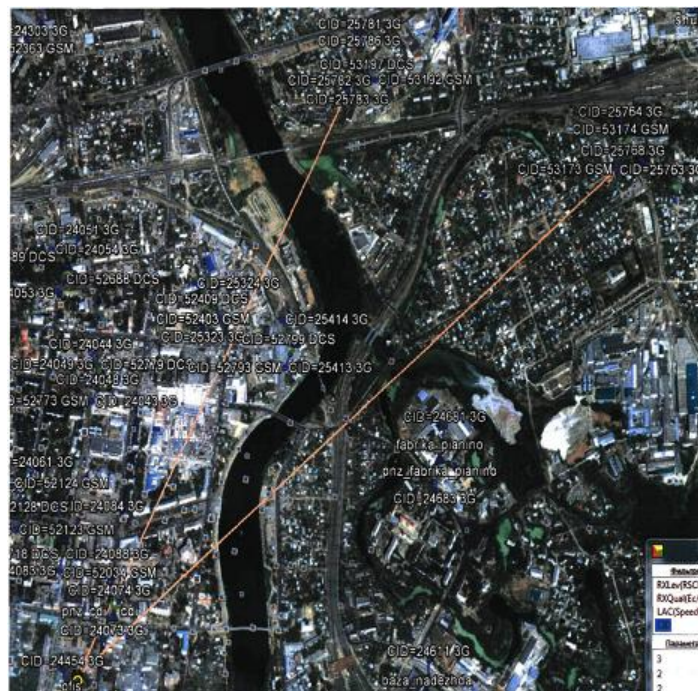


Рис. 3.10. Приклад зони радіотіні в зоні покриття мережі мобільного зв'язку другого покоління

На рисунку 3.11 зона без сигналу знаходиться біля великого багатоквартирного будинку, де розташована базова станція мобільного оператора. Виявляється, мобільний термінал системи збоку від будівлі не може зв'язуватися безпосередньо з базовою станцією на даху будівлі. Також варто відзначити, що під час тесту мобільний термінал знаходиться у сквері. Мобільний термінал не зміг встановити зв'язок із жодною із 108 станцій у зоні дії DCS. Єдина помилка зв'язку з базовою станцією діапазону GSM, яка знаходиться в іншій частині міста. Оскільки довжина хвилі дорівнює діапазону GSM - довше тієї ж довжини хвилі, що й діапазон DCS з підвищеною проникною здатністю. У всякому разі, досі мобільний термінал не може з'єднатися з найближчими базовими станціями у вищевказаних діапазонах. Неможливо уникнути територій, де немає ознак щільності встановлення базових станцій. Це пов'язано з детермінованою невизначеністю поширення радіохвиль.

Оператор зв'язку повинен намагатися зменшити розриви сигналу шляхом встановлення передавачів різних діапазонів. При перевірці зони покриття в сільській місцевості результати вимірювань можуть відрізнитися від тих, що отримані в міській місцевості. Це пояснюється тим, що в місті використовується більше довгохвильових GSM передавачів, тому що їхня робота в 3-4 рази перевищує радіус дії короткохвильових передавачів DCS.

Мобільний термінал, встановлений на експресі Тернопіль-Хмельницький, неправильно обрав робочий стільник в'їхавши у село. Стільник було обрано на основі рівня сигналу, тобто найближча вежа дає найсильніший рівень сигналу, але це відбувалося лише під час перших кількох вимірювань, потім мобільний термінал змінився на комірку на відстані після встановлення режиму очікування і перемкнувся на стільник на другому кінці села. Це стає можливим завдяки повній зайнятості передавачів сусідніх стільників і перешкод корисним сигналам від різних частин базових станцій. виправляється така ситуація, як і обстеження зони покриття мережі в містах, тобто визначається потужність передавачів і налаштовуються

антени проблемних зон. Одним із аспектів мережевої інфраструктури другого покоління в сільській місцевості є більшість передавачів GSM. Це пояснюється тим, що вони мають більший радіус дії порівняно з передавачами DCS.

Ще один приклад ролі мобільного терміналу в системі в контексті довгострокового розвитку міст показано на рисунку 3.11.



Рис. 3.11. Дослідження маршрутів системою.

При вивченні довгих маршрутів система так само використовується для тестування невеликих ділянок мережі. У налаштуваннях мобільного терміналу, на якому проводиться опитування, просто встановлюють довший час передачі даних на віддалений FTP-сервер. У прикладі, наведеному на рисунку 3.11, дослідження зони покриття, в тому числі естафетної передачі абонентського терміналу, здійснювалася вздовж маршрутів автобусів міського транспорту. У цьому прикладі естафетна передача абонентського терміналу здійснюється між базовими станціями та різними передавачами. Як видно з рисунка, усі ретрансляційні передачі були оброблені коректно, а рівень сигналу не опускався нижче прийнятного порогу для надійного надання високоякісних послуг.

Передача базової станції в обидві сторони також була протестована для прямої естафетної передачі базовою станцією абонентського терміналу від одного сегмента до іншого. Усі випробування пройшли успішно. Таким чином, можна розглядати цю частину мережі, де було проведено тестове вимірювання, як приклад правильного налаштування мобільної мережі другого покоління з належними базовими станціями, які не потребують налаштування.

3.5. Методи автоматизованих експериментальних досліджень телекомунікаційних мереж

Методи автоматизованих тестових досліджень телекомунікаційних мереж і використання розподіленої інформаційно-вимірювальної мережі:

1) підготовка до вимірювань:

- FTP-сервер налаштований на кількість одночасних підключень, що відповідає кількості активних мобільних терміналів;
- перевіряється максимальний бітрейт, який підтримує FTP-сервер, уточнюються маршрути руху та види транспорту;
- на транспортному засобі встановлені мобільні термінали, до кожного з встановлених мобільних терміналів підключено GPS-приймач, USB-модем, джерело живлення;
- на персональному комп'ютері встановлено модуль обробки інформації;
- спосіб роботи мобільних терміналів визначається встановленням відповідних параметрів у меню, пов'язаних із модулем обробки інформації, таких як час збору даних, розмір тестових файлів тощо;

2) вимірювання:

- вимірювання параметрів мережі починається зі зміни мобільних терміналів;

3) обробка отриманих результатів:

- після закінчення часу збору даних, зазначеного в конфігурації терміналу, термінали передають зібрані дані на FTP-сервер. За допомогою засобів модуля обробки інформації вимірювана інформація автоматично завантажується з віддаленого сховища в локальне сховище;

- обробляється отримана вимірювальна інформація.

3.6 Висновки до третього розділу

У цьому розділі перевірено продуктивність системи в реальних умовах. Було проведено дослідження мережі другого покоління в різних умовах, виявлені та усунені області частотних перешкод від різних базових станцій.

У цьому розділі розроблено концепцію та алгоритм модуля обробки інформації. Запропоновано спосіб відображення вимірювальної інформації на картографічному сервісі. Розроблено систему анімації для відображення вимірювальної інформації на картографічному сервісі.

Під час тестування виявлено некоректний вибір обслуговуючої станції по мобільному терміналі та наведено способи вирішення проблеми. Запропоновано методику вимірювання параметрів запропонованої телекомунікаційної мережі другого покоління при використанні розробленої інформаційно-вимірювальної системи.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, [здоров'я](#) і [працездатності](#) людини в процесі трудової діяльності. Також це діюча на підставі відповідних законодавчих та інших нормативних актів система соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, що забезпечують збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Законодавство про працю містить норми і вимоги з техніки безпеки і виробничої санітарії, норми, що регулюють робочий час і [час відпочинку](#), звільнення та переведення на іншу роботу, норми праці щодо жінок, молоді, гігієнічні норми і правила тощо.

4.1 Органи державного управління охорони праці

Кабінет Міністрів України, Державний департамент з нагляду за охороною праці в складі Міністерства праці та соціальної політики України (Держнагляддохоронпраці);

на регіональному рівні — місцеві державні адміністрації й органи місцевого самоврядування;

на галузевому рівні — міністерства та інші центральні органи виконавчої влади.

Державне управління охороною праці (рис.4.1) здійснюється шляхом сукупності скоординованих дій органів державного управління охороною праці, органів місцевого самоврядування за участю об'єднань роботодавців,

професійних спілок та інших представницьких органів з реалізації основних напрямів соціальної політики в галузі охорони праці, спрямованих на забезпечення безпечних і здорових умов праці

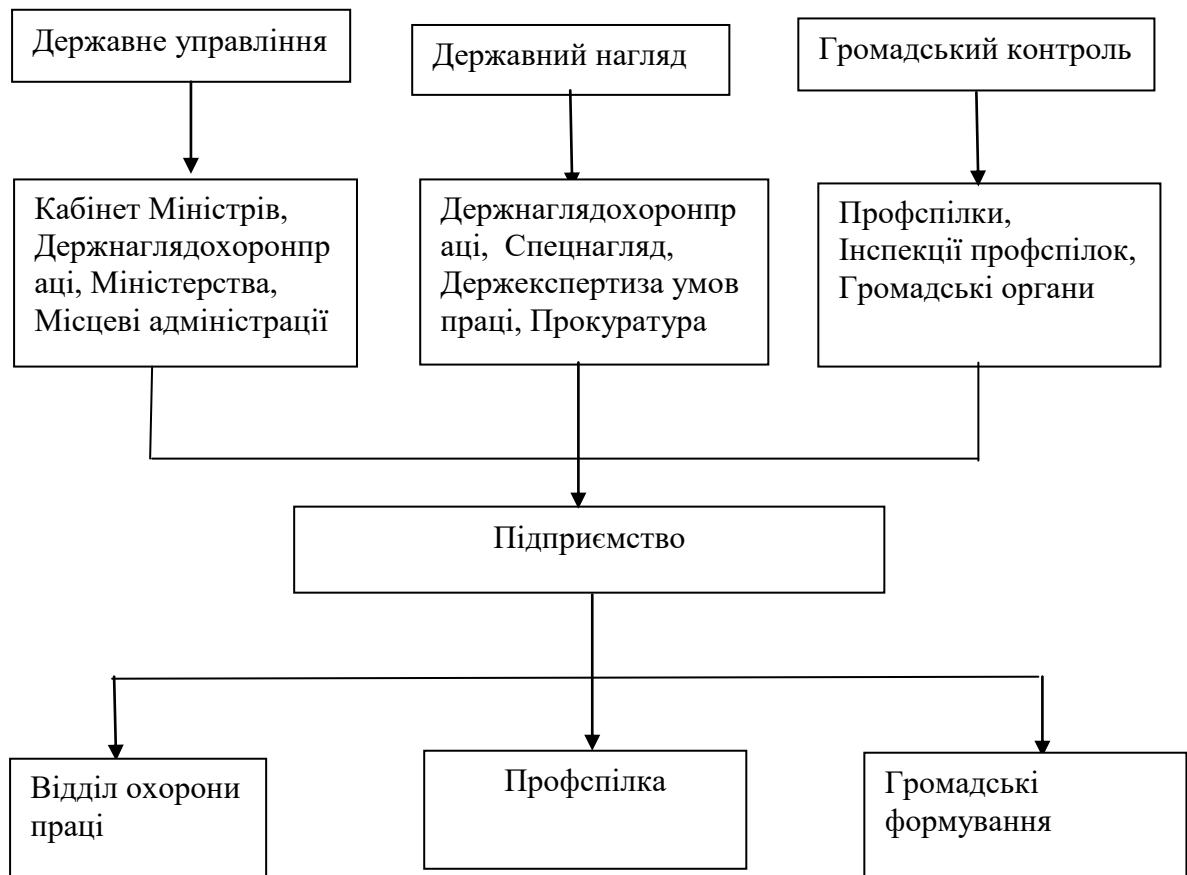


Рис. 4.1. Органи, які здійснюють управління, нагляд і контроль за станом умов праці та охорони праці.

Управління охороною праці на всіх рівнях — державному, регіональному, галузевому, на рівні підприємства, підприємців базується на законодавчих та нормативно-правових актах про охорону праці.

Кабінет Міністрів України забезпечує реалізацію державної політики щодо управління охороною праці, визначає функції міністерств та інших центральних органів державної виконавчої влади щодо створення безпечних і нешкідливих умов праці, затверджує національну

програму поліпшення стану безпеки, гігієни праці й виробничого середовища.

Для реалізації цілісної системи державного управління охороною праці при Кабінеті Міністрів України створена Національна рада з питань безпечної життєдіяльності населення. Вона розробляє та вживає заходів щодо створення цілісної системи державного управління охороною життя людей на виробництві, організовує контроль за виконанням відповідних законодавчих актів і рішень уряду України, координує діяльність центральних і місцевих органів виконавчої влади з цих проблем.

Державний нагляд за виконанням законів про працю міністерствами, відомствами, підприємствами та їх службовими особами покладений на Генерального прокурора.

До органів Державного нагляду за станом охорони праці відносяться Держнагляд, Держатоменергонагляд, Держсаннагляд, Держенергонагляд, Держстандарт, діючі згідно з положеннями про ці органи.

Комплексне управління охороною праці в державі, у тому числі й державний нагляд за охороною праці здійснює Державний департамент з нагляду за охороною праці (Держнагляддохоронпраці), який виступає правонаступником Комітету з нагляду за охороною праці. Основними завданнями департаменту є реалізація державної політики у сфері охорони праці та виробничої безпеки, комплексне управління охороною праці, здійснення державного нагляду за додержанням вимог законодавчих та інших нормативно-правових актів щодо безпечного проведення робіт, а також охорони надр.

Державний департамент з нагляду за охороною праці виконує такі функції: розробляє за участю міністерств, інших центральних органів виконавчої влади і профспілок Національну програму поліпшення безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, контролює її

виконання; організовує й здійснює державний нагляд за додержанням у процесі трудової діяльності вимог законодавчих, міжгалузевих, галузевих та інших нормативних актів щодо охорони праці за відповідністю вимогам нормативних актів з охорони праці діючих технологій, технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування, транспортних та інших засобів; проводить експертизу проектів будівництва підприємств і виробничих об'єктів, розробок нових технологій, засобів виробництва на їх відповідність нормативним актам про охорону праці; здійснює облік та аналіз аварій і нещасних випадків на виробництві, розробляє на цій основі пропозиції щодо профілактики аварійності й виробничого травматизму тощо.

Працівники Держнаглядохоронпраці мають досить широкі повноваження: від накладання штрафів до зупинки експлуатації підприємств, об'єктів, окремих виробництв, цехів і дільниць, робочих місць та обладнання, до усунення порушень вимог щодо охорони праці.

Для виконання своїх функцій Держнаглядохоронпраці створює територіальні управління й інспекції. Основними завданнями територіального управління Держнаглядохоронпраці згідно з Типовим положенням про територіальне управління Комітету з нагляду за охороною праці України, затвердженим наказом Комітету з нагляду за охороною праці України 2 липня 1998 р №135 є: здійснення державного нагляду за додержанням у процесі трудової діяльності вимог законодавчих та інших нормативно-правових актів щодо безпеки, гігієни праці й виробничого середовища, а також за проведенням робіт з геологічного вивчення надр, їх охороною і використанням, переробкою мінеральної сировини; координація робіт з профілактики травматизму невиробничого характеру; дотримання вимог законодавства та інших нормативно-правових актів про охорону праці при введенні в експлуатацію нових і реконструйованих підприємств, об'єктів та засобів виробництва; сприяння впровадженню у виробництво нових науково-

дослідних розробок, винаходів, технологій, спрямованих на поліпшення умов праці і раціональне використання мінеральної сировини. Для виконання своїх функцій територіальне управління Держнаглядом праці має у своєму складі державні інспекції, кількість яких погоджується Комітетом.

З метою технічної підтримки державного нагляду створено мережу експертно-технічних центрів, які включають 61 випробувальну лабораторію, котрі проводять експертизу технічної документації, діагностику обладнання, опрацьовують експертні висновки щодо можливості введення в експлуатацію нових та реконструйованих об'єктів і засобів виробництва.

Порядок організації державного нагляду за охороною праці в системі Держнаглядом праці затверджено наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 31 травня 1995 р. № 82 зі змінами, внесеними згідно з наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 06.04.1998 р. № 54 . Він передбачає оперативні перевірки стану охорони праці, цільові, комплексні перевірки, а також контроль технічного стану об'єктів.

Міністерство праці та соціальної політики України здійснює державну експертизу умов праці, визначає порядок і виконує контроль за якістю проведення атестації робочих місць щодо їх відповідності нормативам з охорони праці, а також бере участь у розробці нормативних актів з охорони праці

Щодо повноважень інших міністерств та центральних органів виконавчої влади, то вони: проводять єдину науково-технічну політику у галузі охорони праці; розробляють і реалізують комплексні заходи щодо поліпшення безпеки, гігієни праці й виробничого середовища; здійснюють методичне керівництво діяльністю підприємств галузі з охорони праці; фінансують опрацювання і перегляд нормативних актів про охорону праці; організують навчання і перевірку знань з охорони

праці працівниками галузі;здійснюють внутрішньовідомчий контроль за станом охорони праці.

Місцеві державні адміністрації виконують такі функції: забезпечують реалізацію державної політики у галузі охорони праці; формують за участю профспілок програми заходів з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища; здійснюють контроль за додержанням нормативних актів з охорони праці.

Голова держадміністрації області відповідає за проведення державної політики у сфері охорони праці, забезпечує задоволення потреб підприємств у засобах охорони праці та аудит у цій галузі. Облдержадміністрація розробляє регіональну програму поліпшення стану безпеки, гігієни праці й виробничого середовища з відповідним фінансуванням. Програма формується на підставі конкурсу проектів і бізнес-планів. На фінансування наукових програм виділяються конкурсні гранти. Фінансування програм проводиться за рахунок як державного і регіонального бюджету, так і Фонду соціального страхування від нещасних випадків і професійних захворювань, ініціативних, благодійних та інших фондів.

4.2 Вимоги техніки безпеки при регулюванні та обслуговуванні виробу

Процес пайки супроводжується забрудненням повітряного середовища, робочих поверхонь, одягу і шкіри рук працюючих свинцем, це може призвести до свинцевим отруєнням організму і викликати зміни крові, нервової системи і судин. З метою попередження отруєнь свинцем ділянки пайки обладнуються відповідно до вимог санітарних правил.

Пайка - нероз'ємне з'єднання деталей за допомогою припою. Найбільш часто вживані припої - олов'яно-свинцеві (ПОС-18, ПОС-30, ПОС-40, ПОС-61) і ПОСК-50, що містить 32% свинцю.

У приміщеннях, де проводиться паяння припоєм, що містить свинець, щоб уникнути попадання свинцю в організм не дозволяється зберігати особисті речі, приймати їжу і курити, а також прати робочий одяг будинку. Робоче місце пайки обладнується місцевою витяжною вентиляцією, що забезпечує концентрацію свинцю в робочій зоні не більше гранично допустимої - 0,01 мг / м³.

Для запобігання опіків і забруднення свинцем шкіри рук працюючих повинні бути видані серветки для видалення зайвого припою з жала паяльника, а також пінцети для підтримки припаюємо дроти і для подачі припою до місця пайки, якщо відсутня автоматична подача.

При монтажних роботах, пов'язаних з небезпекою засмічення або опіку очей, передбачена видача працюючим захисних окулярів.

Для захисту від окислення місць пайки застосовують флюси: каніфольно-спиртові при пайці припоями ПОС-40, ПОС-61 і ПОС-50, хлористий цинк при пайці і лудженні припоями ПОС-18 і ПОС-30. Каніфоль подразнює шкіру, може викликати висипання, а хлористий цинк може викликати сильне подразнення, пропалювати шкіру і слизові оболонки.

Найбільш ефективними заходами, що попереджують професійні захворювання при пайці, є механізація і автоматизація паяльних робіт, впровадження нових технологічних процесів: облудження методом занурення, виборча пайка і пайка хвилею припою (із застосуванням друкованого монтажу), що дозволяє повністю виключити зіткнення шкіри робітників зі свинцем і флюсами.

Необхідно відзначити, що при об'ємному монтажі все частіше застосовують метод накрутки проводу на вивід з гострими кромками без подальшої пайки. Накрутка проводиться спеціальним пістолетом, що створює десятикратну надійність з'єднання, і продуктивність такого монтажу в два з половиною рази вище, ніж при пайці. Цей метод

виключає шкідливі для здоров'я випари свинцю, припою, флюсу та розчинників при промиванні місця пайки.

Виготовлення друкованих плат:

При виготовленні багат шарових друкованих плат (БШДП) проводиться механічна обробка шаруватих пластиків (різка, пробивання отворів). Працюючі на обробці шаруватих пластиків повинні дотримуватися правил техніки безпеки під час холодної обробки матеріалів.

Важливим чинником, що погіршує умови праці в механічних цехах (дільницях), є шум, вироблений працюючим обладнанням. Важливе значення має правильне і достатнє освітлення ділянок і робочих місць холодної обробки матеріалів.

Промивання плат проводиться в розчині ізопропілового спирту і ацетоні. При використанні спирту і ацетону необхідно враховувати, що ці речовини є пожежонебезпечними і шкідливими для здоров'я.

Хімічне очищення плат проводиться розчинами фосфатів (тринатрійфосфат), натрієвої соди, натрієвого лугу та ін. При постійній роботі з розчинами часті різноманітні хронічні подразнення шкіри. Дуже небезпечне попадання навіть найменших кількостей NaOH в очі.

У процесі хімічного міднення застосовуються шкідливі речовини: сірчана, соляна, азотна кислоти, хлорна мідь, хлористий палладій, гідроокис натрію, сегнетова сіль, трихлоретилен. Тому необхідно дотримуватись вимог правил безпеки.

Для травлення міді з пустих ділянок плат використовується ряд травників; хлорне залізо, персульфат амонію, хлорна мідь, сплав «Розе», хромовий ангідрид із сірчаною кислотою і ряд інших є токсичними речовинами. До роботи з цими травниками допускаються особи, навчені безпечним прийомом роботи і пройшли інструктаж на робочих місцях по роботі зі шкідливими і отруйними речовинами. У разі потрапляння травників на шкіру або слизову оболонку очей необхідно негайно рясно

промиту їх проточною водою або 0,5-1,0%-ним розчином квасців і змастити вазеліном або оливковою олією, а потім звернутися до медпункту.

Роботу з травниками слід проводити в спецодязі (халат, фартух поліетиленовий, бавовняні й гумові рукавички) і захисних окулярах. Робочі місця повинні бути обладнані витяжною вентиляцією.

Монтаж радіоелектронного обладнання. Виготовлення каркасів, шасі обладнання на слюсарно-механічних ділянках необхідно проводити з дотриманням вимог техніки безпеки при холодній і гарячій обробці металів.

При монтажі радіоелектронного обладнання слід дотримуватися вимоги електробезпеки і працювати тільки справним електроінструментом (електродрилем, електропаяльником).

При роботі з електродрилем необхідно застосовувати діелектричні гумові рукавички.

Електропаяльники і лампи для місцевого освітлення необхідно застосовувати із напругою не більше 42В. Для пониження мережевої напруги 220В і 127В до 42В слід застосовувати понижуючий трансформатор. Один кінець вторинної (понижувальної) обмотки трансформатора і металевий кожух необхідно заземлювати.

При живленні апаратури від цехової мережі слід застосовувати штепсельні роз'єми. У випадку несправності в мережевій проводці необхідно викликати електрика.

При монтажі радіосхем забороняється:

- Перевіряти на дотик наявність напруги і нагрів струмоведучих частин схеми;
- Застосовувати для з'єднання блоків і приладів проводи з пошкодженою ізоляцією;
- Виробляти пайку і установку деталей в обладнанні, що знаходиться під напругою;

- Вимірювати напруги і струми переносними приладами з неізольованими проводами і щупами;
- Підключати блоки та прилади до устаткування, що знаходиться під напругою;
- Замінювати запобіжники у включеному обладнанні;
- Працювати на високовольтних установках без захисних засобів.

4.3 Протипожежне водопостачання

Система протипожежного водопостачання – це комплекс інженерних водопровідних пристроїв та споруд, призначених для забору води з вододжерела, її транспортування, зберігання запасів та подавання до місця пожежі.

Систему протипожежного водопостачання поділяють на дві частини: внутрішню (всередині будівель) та зовнішню (зовні будівель). Протипожежний водопровід (зовнішній та внутрішній) є одним з найбільш важливих елементів системи протипожежного водопостачання.

Внутрішні водопроводи являють собою сукупність трубопроводів та пристроїв, які забезпечують постачання води із зовнішньої мережі та її подавання до місця відбору води для гасіння пожеж, що можуть виникнути в будівлі. Необхідність улаштування внутрішнього протипожежного водопроводу, кількість уводів у будівлю, витрати води на внутрішнє пожежогасіння та кількість струмин від пожежних кранів визначаються, виходячи з вимог чинних будівельних норм відповідно до кожного конкретного об'єкта.

Внутрішнє протипожежне водопостачання улаштовують за такими схемами:

- без підвищувальних установок, коли напір води з зовнішнього водопроводу перевищує потрібний;

- з пожежними насосами-підвищувачами, які вмикаються тільки при пожежі та забезпечують необхідний тиск води

- з водонапірним баком або пневмобаком і насосами в тих випадках, коли гарантований напір менше потрібного для господарських приладів та пожежних кранів, з забезпеченням недоторканого протипожежного запасу на перші 10 хв гасіння пожежі;

- з запасним резервуаром, коли в окремі часи доби є нестача води або гарантований напір менше 5 м (50 кПа).

До зовнішнього водопроводу належать усі пристрої та споруди для забору, очищення, зберігання та розподілу води мережею до вводу в будівлю.

Для відбору води із зовнішнього водопроводу на ньому встановлюють пожежні гідранти. Встановлення гідрантів здійснюється на відстані не більше 2,5 м від краю проїжджої частини дороги та не менше 5 м від стін будівель та споруд, щоб забезпечити безперешкодний під'їзд пожежних автомобілів.

Протипожежні водопроводи бувають низького або високого тиску. У водопроводах низького тиску мінімальний вільний напір води на рівні землі повинен бути 10 м (100 кПа), а необхідний напір у стволах для пожежогасіння створюється насосами пожежних автомобілів, мотопомп, що встановлюються на гідранти.

У водопроводах високого тиску вода до місця пожежі подається по рукавних лініях безпосередньо від гідрантів під напором від стаціонарних пожежних насосів, встановлених у приміщенні насосної станції. Такі насоси працюють постійно або вмикаються під час пожежі.

Біля місць розташування пожежних гідрантів повинні бути встановлені покажчики (об'ємні зі світильником або пласкі із застосуванням світловідбивних покриттів) з нанесеними на них: літерним індексом «ПГ», цифровими значеннями відстані в метрах від покажчика до

гідранта, внутрішнього діаметра трубопроводу в міліметрах, зазначенням виду водопровідної мережі (тупикова чи кільцева).

Відповідальність за технічний стан пожежних гідрантів, встановлених на мережі водопроводу населених пунктів, несуть відповідні служби (організації, установи), які видають цими мережами водопроводу, а на території підприємств – їх власники або орендарі (згідно з договором оренди). Перевірка працездатності пожежних гідрантів повинна здійснюватися особами, що відповідають за їх технічний стан, не рідше 2 разів на рік (навесні й восени). Кришки люків колодязів підземних пожежних гідрантів повинні бути очищені від бруду, льоду і снігу, в холодний період утеплені, а стояки – звільнені від води. Кришки люків рекомендується фарбувати в червоний колір.

Пожежний кран – комплект пристроїв, який складається із клапана (вентиля), що встановлюється на пожежному трубопроводі і обладнаного пожежною з'єднувальною головою, а також пожежного рукава з ручним стволом.

Пожежні крани розміщуються у вбудованих або навісних шафках, які мають отвори для провітрювання і пристосовані для опломбування та візуального огляду їх без розкривання.

Спосіб встановлення пожежного крана повинен забезпечувати зручність повертання вентиля та приєднання рукава. Напрямок осі вихідного отвору патрубку пожежного крана повинен виключати різкий залом пожежного рукава у місці його приєднання.

Влаштуваючи шафки, слід враховувати можливість розміщення в них двох вогнегасників. На дверцятах пожежних шафок із зовнішнього боку повинні бути вказані після літерного індексу «ПК» порядковий номер крана та номер телефону для виклику пожежної охорони.

Населені пункти, підприємства, установи, організації, будинки повинні бути забезпечені протипожежним водопостачанням (протипожежними водопроводом, резервуарами, водоймами і т. п.) для

зовнішнього пожежогасіння. Його проектування та улаштування слід здійснювати відповідно до вимог СНиП 2.04.02.

Будинки різного призначення повинні забезпечуватися протипожежним водопостачанням для внутрішнього пожежогасіння. Його проектування та улаштування слід здійснювати відповідно до вимог СНиП 2.04.01.

Вимоги до пожежного водопостачання:

на території підприємства повинно бути пожежне водопостачання:

а) пожежний водопровід низького або високого тиску;

б) пожежні водоймища.

- витрати води залежать від: категорії будівлі;

- ступеня вогнестійкості будівлі та об'єму будівлі.

- відстань між ПГ повинна бути не більше 200 м.

- відстань між пожежними водоймищами повинна бути:

а) при наявності автонасосів – 400 м.

б) при наявності мотопомп – 200÷300 м.

- відстань від пожежних водоймищ до будівель повинна бути:

а) до будівель III, IV, V, ступеня вогнестійкості, а також відкритих складів горючих матеріалів ≥ 30 м.

б) до будівель I, II ступеня вогнестійкості ≥ 10 м.

- повинні бути світлові або флюоресцентні показчики ПВ та ПГ.

- відстань від ПГ до будівель п. б. не менше 5 м, а до дороги не більше 2,5 м.

- повинні бути пірси для збирання води з річок, озер.

- біля водоймищ необхідна площадка для розвертання розміром 12 x 12 м.

ВИСНОВКИ

У даній роботі реалізовано інформаційно-вимірювальну систему для дослідження зони покриття мереж мобільного зв'язку, що дозволяє проводити в автономному режимі тривалі автоматизовані вимірювання технічних характеристик систем другого і третього покоління в обсягах, що регламентовані технічними умовами.

Розроблено структура, алгоритм функціонування, а також програмна і апаратна реалізація для мобільних терміналів, що дозволяють проводити автономно-автоматизовані вимірювання. Розроблено структурну схему та алгоритм роботи мобільного терміналу, що використовується в розподіленій інформаційно-вимірювальній системі.

Розроблено структуру та алгоритм функціонування програмної частини модуля обробки інформації, а також реалізована програмна оболонка, що дозволяє в автоматизованому режимі обробляти отримані результати вимірювань, систематизувати їх, відображати на карті і т.д.

Апробовано роботу системи в реальних умовах. Проведено дослідження мережі другого покоління, при різних умовах, виявлені і усунені зони інтерференції частот від різних базових станцій.

Розроблено схему та алгоритм роботи модуля обробки інформації. Запропоновано спосіб відображення вимірювальної інформації на картографічному сервісі. Розроблено систему анімації відображення вимірювальної інформації на картографічному сервісі.

Експериментально виявлено некоректний вибір обслуговуючої станції мобільним терміналом, наведені способи вирішення проблеми. Запропоновано методику вимірювання параметрів мережі мобільного зв'язку другого покоління, при використанні розробленої інформаційно-вимірювальної системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

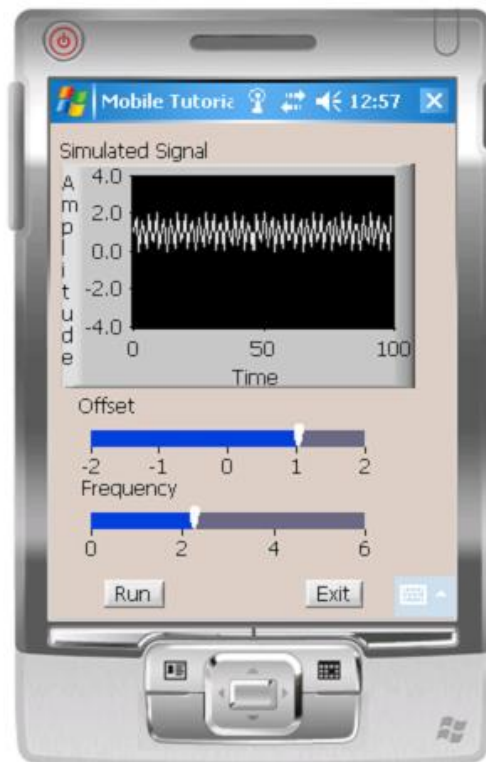
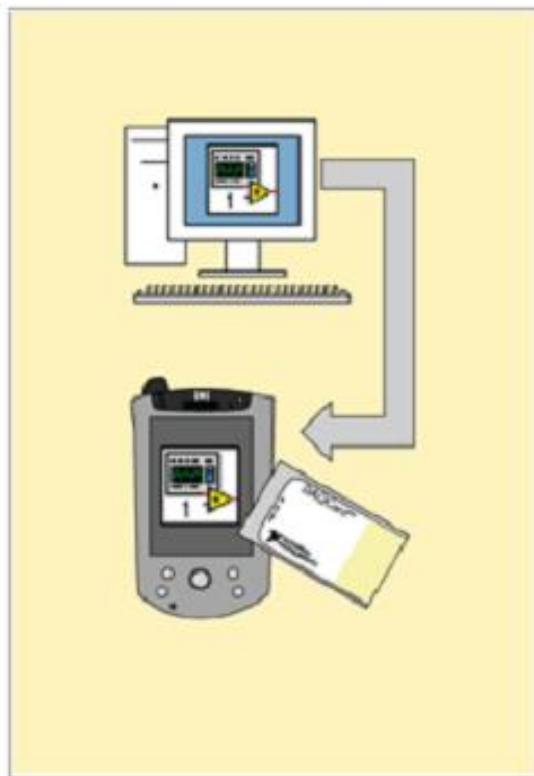
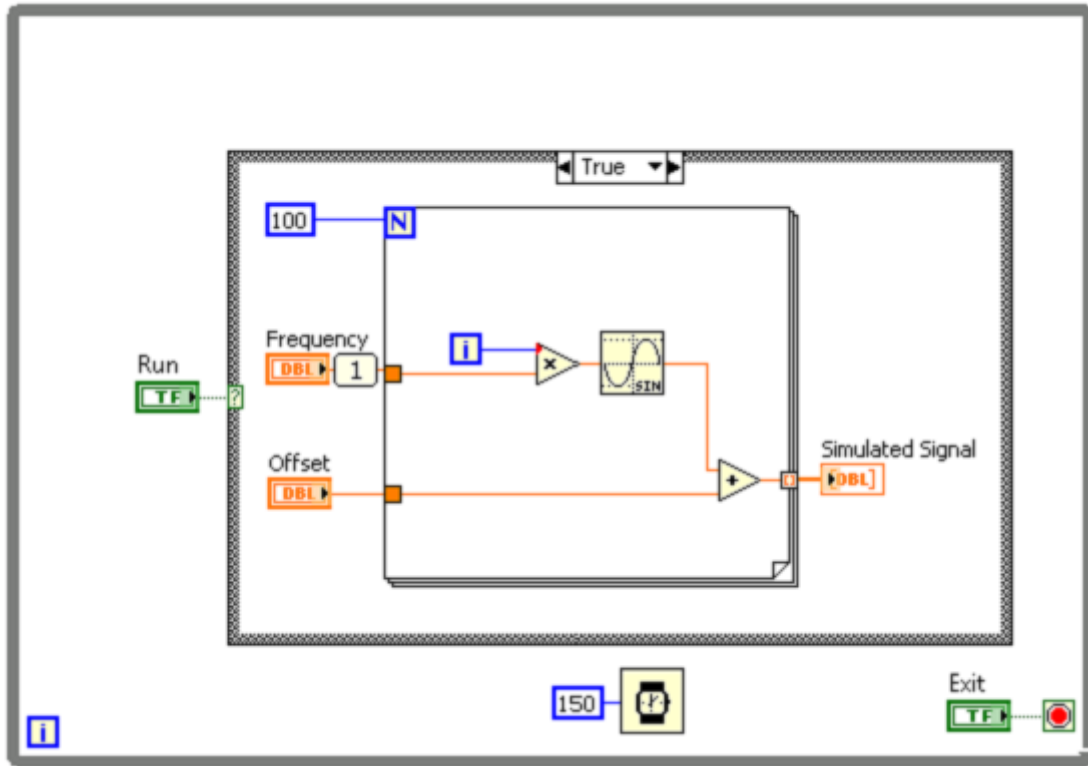
1. Буров Є. В. Комп'ютерні мережі: підручник / Євген Вікторович Буров. — Львів: «Магнолія 2006», 2010. — 262 с. ISBN 966-8340-69-8
2. Dr. Sidnie Feit. TCP/IP: Architecture, protocols and implementation with ipv6 and IP security - 2nd ed. / Dr. Sidnie Feit McGraw-Hill
3. Горбань О.М., Бахрушин В.Є. Основи теорії систем та системного аналізу. - Запоріжжя, ГУ "ЗІДМУ", 2004, ISBN 966-8227-23-9
4. Maciej Stasiak. Modeling and dimensioning of mobile networks from GSM to LTE / Mariusz Glabowski, Arkadiusz Wisniewski. - John Wiley & Sons Ltd.: 2011.
5. Henrik Schulze. Theory and Applications of OFDM and CDMA Wideband Wireless Communications / Henrik Schulze and Christian LEuders / John Wiley & Sons Ltd. - 2005. - 408с.
6. Naworocki M. Understanding UMTS radio network. Moddelling, planning and automated optimization / M. Naworocki, M. Dohler, A. Aghvami// John Willey & Sons Ltd. - 2006. - 500 с.
7. Пелецишин А.М. Методи визначення та оптимізації тематики сайту // Вісник НУ "Львівська Політехніка" Інформаційні системи та мережі. – 2004. – №519. – С.254–267.
8. Пелецишин А.М., Гулка Т.Б. Інформаційна система аналізу діяльності Web–вузла // Вісник НУ "Львівська Політехніка" Інформаційні системи та мережі. – 2001. – №438. – С.115–120.
9. Carroll J., Rosson M. Better Home Shopping or New Democracy? Evaluating Community Network Outcomes // Human–Computer Interaction and Computer Science. – 2001. – №5. – P.8–12.
10. Буров Є. Комп'ютерні мережі. – Львів: Бак, 1999. – 468 с.
11. Ситник В.Ф. Системи підтримки прийняття рішень. – К.: Техніка, 2005. –164с.

12. Converse T., Park J., Morgan C. PHP5 and MySQL Bible. – Indianapolis, Canada: Wiley Publishing Inc., 2004. – 1083 p.
13. Harris A. PHP/MySQL Programming for the Absolute Beginner. – London: Premier Press, 2003. – 785 p.
14. Лапінський В. В., Габрусєв В. Ю. Основи операційних систем: Посібник для студентів. – К.: Вища школа, 2007. – 96 с.
15. Yaskiv V. Development of switch power supplies for radar applications / Volodymyr Yaskiv, Oleg Shabliy, Anatoliy Alpatov, Olexandr Gurnik // 2001 CIE International Conference on Radar. — Beijing, China, 2001. — P. 851–855.
16. Yaskiv V. The new methods of switch mode power supply designing for computer facilities / Volodymyr Yaskiv // International Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications. IDAACS'2001. — Foros, Crimea, Ukraine, 2001. — P. 87–90.
17. Yaskiv V. MagAmp power converters with low level EMI / Volodymyr Yaskiv, Alexander Abramovitz, Keyue Smedley // XIIth International Conference. The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM 2013). — Lviv, Polyana, Ukraine, 2013. — P. 388–395.
18. Yaskiv V. Synchronous rectification in High-Frequency MagAmp Power Converters [Electronic resource] / Volodymyr Yaskiv, Anna Yaskiv, Oleg Yurchenko // Advanced Computer Information Technologies Proceedings of the International Conference Advanced Computer Information Technologies, Ceske Budejovice, Czech Republic, June 1-3, 2018. (ACIT 2018). — Ceske Budejovice, Czech Republic : CEUR, 2018. — Vol. 2300. — P. 128–131. — URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2300/>
19. Yaskiv V. Synchronous Rectifier in High-Frequency 24V/15A MagAmp Power Converter / Volodymyr Yaskiv, Oleg Yurchenko, Anatoliy Martseniuk, Anna Yaskiv // 2020 IEEE 4th International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS). — Istanbul, Turkey, 2020. — P. 113–117.

20. D. Lukic, M. Koprivica, A. Neskovic. Experimental performance analysis of the 2G/3G/4G public mobile network // 2016 24th Telecommunications Forum (TELFOR), 2016, pp 1-4, doi: 10.1109/TELFOR.2016.7818767
21. M. Ibrani, E. Hamiti, L. Ahma, R. Halili and B. Dragusha Comparative analysis of downlink signal levels emitted by GSM 900, GSM 1800, UMTS and LTE base station // 2017 16th Annual Mediterranean Ad Hoc Networking Workshop (Med-Hoc-Net), 2017, pp 1-5, doi: 10.1109/MedHocNet.2017.801655
22. Q. K. Ud Din Arshad, A. U. Kashif, I. M. Quershi, A review on the evolution of cellular technologies // 2019 16th International Bhurban Conference on Applied Sciences and technology (IBCAST) 2019, pp 989-993, doi: 10.1109 / IBCAST.2019.8667173

ДОДАТОК А

РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ МОБІЛЬНОГО ТЕРМІНАЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ LABVIEW



ДОДАТОК Б

ЛІСТИНГ ПРОГРАМНОГО КОДУ МОДУЛЯ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

```
// Реалізація мобільного терміналу
package no.susoft.mobile.pos.ui.adapter;

import java.util.ArrayList;

import android.content.Context;
import android.view.LayoutInflater;
import android.view.View;
import android.view.ViewGroup;
import android.widget.AdapterView;
import android.widget.AdapterView.OnItemClickListener;
import android.widget.AdapterView.OnItemSelectedListener;
import android.widget.ArrayAdapter;
import android.widget.TextView;
import android.widget.Toast;
import no.susoft.mobile.pos.R;
import no.susoft.mobile.pos.data.Decimal;
import no.susoft.mobile.pos.data.Payment;
import no.susoft.mobile.pos.error.ErrorReporter;
import no.susoft.mobile.pos.hardware.terminal.CardTerminal;
import no.susoft.mobile.pos.hardware.terminal.CardTerminalFactory;
import no.susoft.mobile.pos.hardware.terminal.TerminalRequest;
import no.susoft.mobile.pos.ui.activity.MainActivity;

public class PaymentListAdapter extends ArrayAdapter<Payment> {

    private ArrayList<Payment> list;

    public PaymentListAdapter(Context context, int textViewResourceId, ArrayList<Payment> objects) {
        super(context, textViewResourceId, objects);
        list = objects;
    }

    private class ViewHolder {

        private TextView paymentType;
        private TextView paymentAmount;
        private TextView deleteLine;
    }

    public View getView(int position, View convertView, ViewGroup parent) {
```

```

if (convertView == null) {
    convertView = LayoutInflater.from(this.getContext()).inflate(R.layout.payments_list, parent, false);
}

ViewHolder viewHolder = new ViewHolder();
viewHolder.paymentType = (TextView) convertView.findViewById(R.id.payment_type_text);
viewHolder.paymentAmount = (TextView) convertView.findViewById(R.id.payment_type_amount);
viewHolder.deleteLine = (TextView) convertView.findViewById(R.id.payment_delete_line);

switch (getItem(position).getType()) {
    case CASH: {
        viewHolder.paymentType.setText(R.string.cash);
        break;
    }
    case CARD: {
        if(getItem(position).getCardName() != null && getItem(position).getCardName().length() > 0) {
            viewHolder.paymentType.setText(getItem(position).getCardName());
        } else {
            viewHolder.paymentType.setText(R.string.card);
        }
        break;
    }
    case GIFT_CARD: {
        if(getItem(position).getNumber() != null) {
            viewHolder.paymentType.setText(MainActivity.getInstance().getString(R.string.gift_card) + " "
+ MainActivity.getInstance().getString(R.string.number) + " " + getItem(position).getNumber());
        } else {
            viewHolder.paymentType.setText(R.string.gift_card);
        }
        break;
    }
    case INVOICE: {
        viewHolder.paymentType.setText(R.string.invoice);
        break;
    }
}

viewHolder.paymentAmount.setText(getItem(position).getAmount().toString());

final int i = position;

```



```

MainActivity.getInstance().getNumpadPayFragment().deletePayment(payment);
        }

        break;

        default:
            MainActivity.getInstance().getNumpadPayFragment().deletePayment(payment);
            break;
    }
} catch (Exception ex) {
    ex.printStackTrace();
}
});

convertView.setTag(viewHolder);

return convertView;
}

@Override
public Payment getItem(int position) {
    return super.getItem(position);
}

}

// Модуль обробки інформації
import java.sql.*;
import java.util.*;

public class TableAnalyser {

    Connection connection;
    String DBName;

    public TableAnalyser(Connection connection, String DBName, String DirectoryMeta, String
ColumnMeta, String ReadOnlyMeta) {
        this.connection = connection;
        this.DBName = DBName;
    }

    public Vector analyseTable(String TableName) {

```

```

Vector fields = new Vector();
HashMap mirror = new HashMap();
try {
    DatabaseMetaData meta = connection.getMetaData();
    ResultSet result = meta.getColumns(DBName, null, TableName, null);

    while (result.next()) {
        int column_type = result.getInt("DATA_TYPE");
        if (column_type < 0)
            continue;
        String name = result.getString("COLUMN_NAME");
        FieldInfo field = new FieldInfo(name, column_type);

        field.setSize(result.getInt("COLUMN_SIZE"));
        fields.add(field);
        mirror.put(name, field);
    }
    result.close();

    result = meta.getPrimaryKeys(DBName, null, TableName);
    FieldInfo fi;
    while (result.next()) {
        fi = (FieldInfo)mirror.get(result.getString("COLUMN_NAME"));
        fi.setPrimary(true);
    }
    result.close();

    result = meta.getImportedKeys(DBName, null, TableName);
    while (result.next()) {
        fi = (FieldInfo)mirror.get(result.getString("FKCOLUMN_NAME"));
        fi.setForeign(true);
        fi.setForeignTable(result.getString("PKTABLE_NAME"));
        fi.setForeignField(result.getString("PKCOLUMN_NAME"));
        ResultSet fresult = meta.getColumns(DBName, null, fi.getForeignTable(), null);

        fresult.next();
        fresult.next();
        fi.setForeignFace(fresult.getString("COLUMN_NAME"));
        fresult.close();
    }
    result.close();

```

```

    }
    catch (SQLException ex) {
        ex.printStackTrace();
    }
    return fields;
}

public Connection getConnection() {return connection;}

```

PreparedStatement generateInsert(String TableName, Vector structure) throws SQLException {

```

    StringBuffer insert_string = new StringBuffer("INSERT INTO ");
    insert_string.append(TableName);
    insert_string.append(" (");

```

```

    int n = 0;
    FieldInfo info;
    for (Iterator i = structure.iterator(); i.hasNext(); ) {
        info = (FieldInfo)i.next();
        if (info.isPrimary()) {
            continue;
        }
        insert_string.append(info.getName());

        if (i.hasNext())
            insert_string.append(", ");
        ++n;
    }

```

```

    insert_string.append(") VALUES (");

```

```

    for (int j = 0; j < n - 1; ++j)
        insert_string.append("?, ");

```

```

    insert_string.append("?");
    insert_string.append(")");

```

```

    return connection.prepareStatement(insert_string.toString());
}

```

PreparedStatement generateUpdate(String TableName, Vector structure) throws

```

    SQLException {

```



```

String primary_name = "id";

StringBuffer put_string = new StringBuffer("UPDATE ");
put_string.append(TableName);
put_string.append(" SET ");

FieldInfo info;
for (Iterator i = structure.iterator(); i.hasNext(); ) {
    info = (FieldInfo) i.next();
    if (info.isPrimary()) {
        primary_name = info.getName();
        continue;
    }

    put_string.append(info.getName());
    if (i.hasNext()) {
        put_string.append(" = ?, ");
    }
    else
        put_string.append(" = ?");
}

put_string.append(" WHERE ");
put_string.append(primary_name);
put_string.append(" = ?");

return connection.prepareStatement(put_string.toString());
}

}

public class FieldInfo {
    private String field_name;
    private int field_type;
    private boolean is_forein = false;
    private boolean is_primary = false;
    private String foreign_table;
    private String foreign_field;
    private String foreign_subst;
    private int field_size;

    public FieldInfo() {}
    public FieldInfo(String name, int type) {

```

```
    field_name = name;
    field_type = type;
}
public String getName() {return field_name;}
public int getType() {return field_type;}
public boolean isForeign() {return is_forein;}
public boolean isPrimary() {return is_primary;}
public String getForeignTable() {return foreign_table;}
public String getForeignField() {return foreign_field;}
public String getForeignFace() {return foreign_subst;}
public int getSize() {return field_size;}

public void setName(String v) {field_name = v;}
public void setType(int v) {field_type = v;}
public void setForeign(boolean v) {is_forein = v;}
public void setPrimary(boolean v) {is_primary = v;}
public void setForeignTable(String v) {foreign_table = v;}
public void setForeignField(String v) {foreign_field = v;}

public void setForeignFace(String v) {foreign_subst = v;}
public void setSize(int v) {field_size = v;}
```

ДОДАТОК В

КОПІЯ ПУБЛІКАЦІЇ

УДК 621.391.9

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗОНИ ПОКРИТТЯ МЕРЕЖІ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Пилипів В.

*Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя
магістрат*

I. Вступ

Одним з найважливіших параметрів, що впливають на якість зв'язку, є швидкість підключення до Інтернету. Проблема забезпечення високошвидкісного підключення до Інтернету посилюється через зростання обсягу даних, що передаються в Інтернет-мережах. Для найкращої продуктивності в Інтернеті в цей час потрібна швидкість 1,5-2 Мбіт/с. Виходячи з вищевикладеної інформації, вимоги до якості каналу передачі даних та стабільності техніко-експлуатаційних аспектів телекомунікаційних мереж підвищуються. Актуальним завданням є моніторинг швидкості інтернет-з'єднання. Сучасні сервіси мають багато важливих обмежень, наприклад: невелика кількість запитів на день, неможливість перевірити швидкість інтернет-з'єднання без втручання користувача, неможливість зміни розміру тестового пакету. У зв'язку з цим виникає необхідність розробки тестової системи, яка не залежить від зовнішніх сервісів.

Метою роботи є створення методів та засобів для дослідження зони покриття мережі мобільного зв'язку на основі розробки вимірювальної системи для моніторингу якості мобільного зв'язку, що може здійснюватися з невеликими витратами та автоматично вимірювати параметри зони покриття.

II. Постановка задачі дослідження

Для досягнення мети дослідження запропоновано вирішити наступні завдання: проаналізувати характеристики сучасних систем мобільного зв'язку; проаналізувати завдання тестування систем мобільного зв'язку; аналізувати спеціальне обладнання та програмне забезпечення; розробити методи вимірювання та реєстрації параметрів зон покриття мереж мобільного зв'язку; розробити програми та алгоритми комп'ютерної реалізації мобільного терміналу; розробити програмне забезпечення для дослідження зони покриття телекомунікаційних мереж.

III. Особливості реалізації

У процесі дослідження удосконалено процес обробки інформації, отриманої в результаті роботи мобільних терміналів, шляхом впровадження способу відображення вимірювальної інформації для картографічного сервісу. Запропонований метод дозволяє тестувати розрядність Інтернет-з'єднання протягом тривалого часу без великого трафіку, і без великого навантаження на передавач, що суттєво економить матеріали, обладнання та кошти.

Експериментально виявлено некоректний вибір обслуговуючої станції мобільним терміналом, наведені способи вирішення проблеми. Запропоновано методикку вимірювання параметрів мережі мобільного зв'язку другого покоління, при використанні розробленої інформаційно-вимірювальної системи.

Висновки

У роботі проаналізовано спеціалізовані програмно-апаратні комплекси моніторингу зони покриття мобільного зв'язку. Запропоновано для безперервного моніторингу якості наданих послуг використання розподіленої інформаційно-вимірювальної системи. Реалізовано програмні елементи системи для дослідження зони покриття мереж мобільного зв'язку, що дозволяє проводити в автономному режимі тривалі автоматизовані вимірювання технічних характеристик систем другого і третього покоління в обсягах, що регламентовані технічними умовами. Розроблено структуру, алгоритм функціонування, а також програмну і апаратну реалізацію мобільних терміналів, що дозволяють проводити автономно-автоматизовані вимірювання.

Список використаних джерел

1. D. Lukic, M. Koprivica, A. Neskovic. Experimental performance analysis of the 2G/3G/4G public mobile network // 2016 24th Telecommunications Forum (TELFOR), 2016, pp 1-4, doi: 10.1109/TELFOR.2016.7818767
2. Q. K. Ud Din Arshad, A. U. Kashif, I. M. Quarshi, A review on the evolution of cellular technologies // 2019 16th International Bhurban Conference on Applied Sciences and technology (IBCAST) 2019, pp 989-993, doi: 10.1109/IBCAST.2019.8667173