

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний економічний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем

БИК Андрій Богданович

**СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ НА
ОСНОВІ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ДАНИХ / THE SYSTEM OF
MONITORING OF MOBILE OBJECTS ON THE BASIS OF
GEOINFORMATION DATA**

спеціальність: 8.05010203 – Спеціалізовані комп'ютерні системи
магістерська програма – Спеціалізовані комп'ютерні системи

Дипломна робота за освітньо-кваліфікаційним рівнем "магістр"

Виконав студент групи СКСм-21
А.Б. Бик

Науковий керівник:
к.т.н., доцент Я.Г. Притуляк

Дипломну роботу допущено до захисту:
"___" _____ 20__ р.

Завідувач кафедри
_____ Я.М. Николайчук

Тернопіль 2017

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається із переліку умовних скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків і списку використаних джерел. Основний зміст викладений на 62 сторінках друкованого тексту, містить 17 рисунків, 7 таблиць та списку із 20 використаних джерел.

Мета роботи. Розробка системи моніторингу рухомих об'єктів на основі геоінформаційних даних.

Методи дослідження. У дипломній роботі використовуються методи теорії ймовірностей, теорії фільтрації, обчислювальної математики, а також методи імітаційного моделювання.

Під час проведення досліджень та обробки їх результатів використовувались методи цифрового та імітаційного моделювання і програмної емуляції роботи алгоритмів.

Результати роботи. Полягають у дослідженнях методів визначення координат, розробці та впровадженні системи моніторингу рухомих об'єктів.

Рекомендації по використанню результатів роботи. Отримані результати досліджень можна використати для покращення систем навігацій з можливістю інтерактивного перегляду результатів в режимі реально часу.

Можливі напрямки розвитку. Створення програмних продуктів та систем моніторингу рухомих об'єктів.

Ключові слова: координати, моніторинг об'єктів, геоінформаційні дані, GPS, Wi-Fi.

ABSTRACT

Master paper consists of a list of abbreviations, introduction, four chapters, conclusions and list of references. Main content posted on 62 pages of printed text contains 17 drawing and 7 tables and list of 20 references.

Purpose of work. The system of monitoring of mobile objects on the basis of geoinformation data.

Research methods. Development and research methods of detecting of mobile objects.

Job performances. In research methods of detecting coordinates, development and implementation of monitoring of mobile objects.

Recommendations after the use of job performances. The results of research can be used to improve the system of navigation with possibility of interactively viewing in real time.

Possible directions of development. Creation of software and systems for monitoring mobile objects.

Keywords: coordinates, monitoring of objects, geoinformation data, GPS, Wi-Fi.

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень.....	6
Вступ.....	7
1 Поняття геоінформаційних систем та область їх застосування.....	9
1.1 Призначення та особливості геоінформаційних систем.....	9
1.2 Принципи побудови та застосування геоінформаційних систем.....	14
1.3 Технології визначення координат.....	21
2 Аналіз методів визначення координат рухомих об'єктів.....	26
2.1 Визначення координат рухомих об'єктів на основі GPS.....	26
2.2 Визначення координат рухомих об'єктів за допомогою технології Wi-Fi.....	30
2.3 Метод визначення координат рухомих об'єктів на основі технології ZigBee.....	35
3 Реалізація та дослідження системи моніторингу рухомих об'єктів.....	39
3.1 Обґрунтування вибору програмного забезпечення.....	39
3.2 Розробка та реалізація алгоритму визначення координат рухомих об'єктів.....	45
3.3 Дослідження методів визначення координат рухомих об'єктів.....	51
4 Охорона праці.....	55
4.1 Поняття про пожежу та пожежну безпеку.....	55
4.2 Розрахунок первинних засобів пожежогасіння.....	57
Висновки.....	62
Список використаних джерел.....	63
Додаток А. Лістинг коду веб-інтерфейсу.....	65
Додаток Б. Лістинг коду Android додатку.....	69
Додаток В. Акт впровадження.....	77
Додаток Г. Копії публікацій.....	78

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ГІС	–	Геоінформаційні Системи
ДЗЗ	–	Дистанційне Зондування Землі
ПЗ	–	Програмне Забезпечення
САПР	–	Система Автоматизованого Проектування
СУБД	–	Система Управління Базою Даних
AoA	–	Angle of Arrival
API	–	Application Programming Interface
CoO	–	Cell of Origin
GPS	–	Global Positioning System
IDE	–	Integrated Development Environment
RSS	–	Received Signal Strength
SDK	–	Software Development Kit
TDoA	–	Time Difference of Arrival
ToA	–	Time of Arrival

ВСТУП

Актуальність теми. Геоінформаційна система (geographic information system, GIS) - автоматизована інформаційна систем призначена для збору, зберігання, обробки, відображення і розповсюдження просторово-часових даних, основою інтеграції яких служить географічна інформація. Спеціальні дослідження, проведені в рамках геоінформатики, показали, що близько 80-90% всієї інформації що використовується в бізнесі складається з/або включає в себе геодані, тобто різні відомості про розподілених у просторі чи на території об'єктах, явищах і процесах. Особливо актуальною залишається задача збору та обробки даних рухомих об'єктів та побудови на їх основі геоінформаційних систем.

На сучасному етапі розвитку науково - технічного прогресу спостерігається значне зростання задач, які вимагають визначення координат об'єктів спостереження, серед яких значна частина об'єктів спостереження є мобільними. Під час ведення моніторингу вирішується завдання виявлення та ідентифікації об'єктів спостереження шляхом аналізу інформації про дані об'єкти.

Одним із параметрів, які дозволяють ідентифікувати об'єкт спостереження, є його координати. У свою чергу, якість ідентифікації – ймовірність правильного розпізнавання об'єктів спостереження – прямо залежить від точності визначення його координат. З огляду на зростання кількості об'єктів спостереження, а відповідно, і джерел радіовипромінювання, збільшується щільність їх розташування у просторі, що зумовлює постійне підвищення вимог до точності місцевизначення. Це робить актуальним завдання розробки та вдосконалення способів визначення координат об'єктів спостереження при створенні геоінформаційних систем.

Мета дослідження. Метою дипломної роботи є створення системи моніторингу рухомих об'єктів на основі геоінформаційних даних.

Об'єкт дослідження – геоінформаційні системи.

Предмет дослідження – методи та алгоритми визначення координат рухомих об'єктів.

Методи дослідження. У дипломній роботі використовуються методи теорії ймовірностей, теорії фільтрації, обчислювальної математики, а також методи імітаційного моделювання.

Під час проведення досліджень та обробки їх результатів використовувались методи цифрового та імітаційного моделювання і програмної емуляції роботи алгоритмів.

Наукова новизна одержаних результатів. Удосконалено метод визначення координат рухомих об'єктів за рахунок поєднання даних різних технологій визначення координат, що дозволило підвищити точність.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено програмне забезпечення визначення координат рухомих об'єктів для побудови геоінформаційних систем.

Напрямки подальшого розвитку. Створення програмних продуктів та систем моніторингу рухомих об'єктів.

Публікації:

1. Бик А. Б. Система моніторингу смартфона на основі геоінформаційних технологій / А. Б. Бик, В. І. Пашко // Збірник матеріалів проблемно-наукової міжгалузевої конференції «Юриспруденція та проблеми інформаційного суспільства» (ЮПІС – 2016)». – Івано-Франківськ, – 2016. - С.75-77.

1 ПОНЯТТЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ОБЛАСТЬ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Призначення та особливості геоінформаційних систем

Геоінформаційні системи (ГІС) – це сучасні комп'ютерні технології для картування і аналізу об'єктів реального світу, також подій, що відбуваються на нашій планеті. Ці технології об'єднують традиційні операції роботи з базами даних, такими як запит і статистичний аналіз, з перевагами повноцінної візуалізації і географічного (просторового) аналізу, які надає карта. Ці можливості відрізняють ГІС від інших інформаційних систем і забезпечують унікальні можливості для її застосування в широкому спектрі завдань, пов'язаних з аналізом і прогнозом явищ і подій навколишнього світу, з осмисленням і виділенням головних чинників і причин, а також їх можливих наслідків, з плануванням стратегічних рішень і поточних наслідків дій, що здійснюються.

Створення карт і географічний аналіз не є чимось абсолютно новим. Проте ГІС-технології надають новий, більш відповідний сучасності, ефективніший, зручний і швидкий підхід до аналізу проблем і вирішення задач, що стоять перед людством в цілому, і конкретною організацією або групою людей зокрема. ГІС автоматизує процедуру аналізу і прогнозу. До початку застосування ГІС лише небагато фахівців володіли мистецтвом узагальнення і повноцінного аналізу географічної інформації з метою обґрунтованого ухвалення оптимальних рішень, заснованих на сучасних підходах і засобах.

Якщо обійтися без визначень, а обмежитися описом, то ГІС-технології об'єднують традиційні операції при роботі з базами даних (БД), такими, як запит і статистичний аналіз, з перевагами повноцінної візуалізації і географічного (просторового) аналізу, які надає карта. Ці можливості відрізняють ГІС від інших інформаційних систем і забезпечують унікальні можливості для їх застосування в широкому спектрі завдань, пов'язаних з

аналізом і прогнозом явищ та подій навколишнього світу, з осмисленням і виділенням головних чинників і причин, а також їх можливих наслідків, з плануванням стратегічних рішень і поточних наслідків практичних дій [1].

На перший погляд достатньо очевидним є тільки застосування ГІС-технологій в підготовці і роздруку карт і, можливо, в обробці аеро- і космічних знімків. Реальний же спектр застосувань ГІС-технологій набагато ширше – вони є носієм нового напрямку людської діяльності, і розвиток сучасного суспільства вже заснований на них (рис. 1.1).

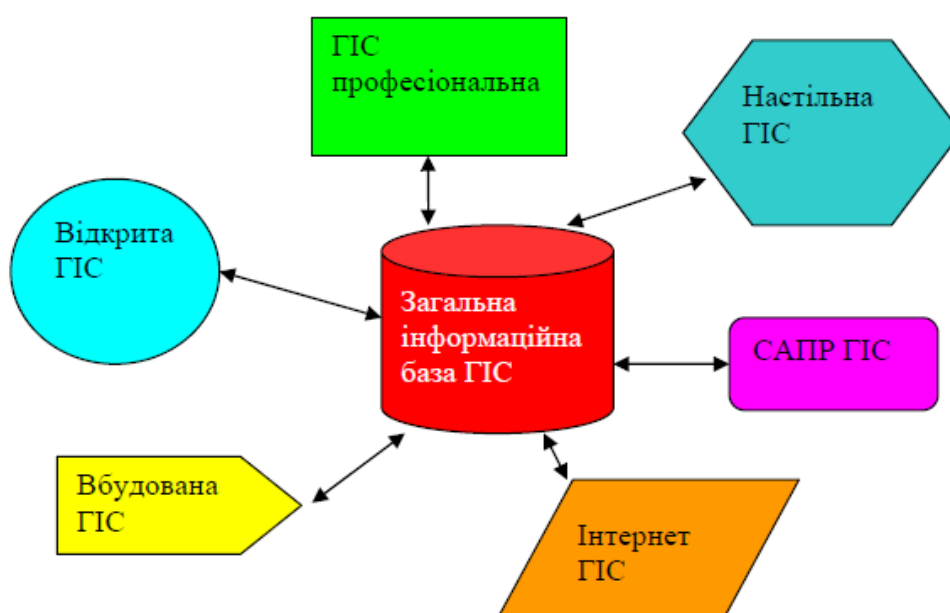


Рисунок 1.1 – Засоби використання ГІС

ГІС вивчають в школах, коледжах і університетах. Ці технології застосовують практично у всіх сферах людської діяльності – будь-то аналіз таких глобальних проблем, як перенаселення, забруднення території, голод і перевиробництво сільськогосподарської продукції, скорочення лісових угідь, природна катастрофи, так і рішення приватних задач, таких як пошук якнайкращого маршруту руху між пунктами, підбір оптимального розташування нового офісу, пошук дома за його адресою, прокладка трубопроводу або лінії електропередачі на місцевості, різні муніципальні

завдання, типу реєстрації земельної власності. Як же вдається за допомогою однієї технології вирішувати такі різні задачі? Щоб це зрозуміти, розглянемо послідовно організацію, структуру, роботу і приклади застосування ГІС [3].

ГІС включає п'ять ключових складових: апаратні засоби, програмне забезпечення, дані, виконавці і методи.

Апаратні засоби. Це комп'ютери, на яких запущена ГІС. В даний час ГІС працюють на різних типах комп'ютерних платформ, від централізованих серверів до окремих або зв'язаних мережею настільних комп'ютерів.

Програмне забезпечення. ГІС містить функції і інструменти, які необхідні для зберігання, аналізу і візуалізації географічної (просторової) інформації. Ключовими компонентами програмних продуктів є:

- інструменти для введення і операцій з географічною інформацією;
- система управління базою даних (далі СУБД);
- інструменти підтримки просторових запитів, аналізу і візуалізації;
- графічний інтерфейс, який призначений для легкого доступу користувачем до інструментів і функцій.

Бази даних. Найбільш важливий компонент ГІС. Дані про просторове положення (географічні дані) і пов'язані з ними табличні дані можуть збиратися і готуватися самим користувачем, або отримуватися у постачальників на комерційній або іншій основі.

В процесі управління просторовими даними ГІС інтегрує просторові дані з іншими типами і джерелами даних, а також може застосовувати СУБД, впроваджуються багатьма організаціями для впорядкування і підтримки наявних в їх розпорядженні даних.

Фахівці-професіонали. Широке застосування ГІС-технологій неможливо без людей, які працюють з програмними продуктами і розробляють плани їх використання при рішенні реальних задач. Користувачами ГІС можуть бути як технічні фахівці, які розробляють (проектують) і ті, що підтримують систему, а також і звичайні співробітники, яким ГІС допомагає вирішувати поточні щоденні справи і проблеми.

Науково-методичне забезпечення. Успішність і ефективність застосування ГІС багато в чому залежить від раціонального складеного плану і правил роботи, які складаються відповідно до специфіки завдань і роботи кожної організації, галузі, господарства [2].

ГІС зберігають інформацію про реальний світ у вигляді набору тематичних шарів, які об'єднані на основі географічного положення. Цей простий, але дуже гнучкий підхід довів свою цінність при рішенні різноманітних реальних задач: для відстежування пересування транспортних засобів і матеріалів, детального відображення реальної обстановки і планованих заходів, моделювання глобальної циркуляції атмосфери.

Будь-яка географічна інформація містить відомості про просторове положення об'єкту, будь то прив'язка до географічних або інших координат, або посилання на адресу, поштовий індекс, виборчий округ або округ перепису населення, ідентифікатор земельної або лісової ділянки, зрошувальної системи, назва дороги або кілометровий стовп на магістралі і т.п. При використанні подібних посилань для автоматичного визначення місцеположення або місцеположень об'єкту (об'єктів) застосовується процедура, так звана геокодуванням. З допомогою ГІС можна швидко визначити і подивитися на карті де знаходиться об'єкт або явище, де відбувся землетрус або повінь, по якому маршруту простіше і швидше дістатися до потрібного пункту [1].

ГІС може працювати з двома типами даних, що істотно відрізняються, – векторними і растровими. У векторній моделі інформація про точки, лінії і полігони кодується і зберігається у вигляді набору координат X, Y (у сучасних ГІС додається третя просторова і четверта – часова координата). Місцеположення точки (точкового об'єкту), наприклад бурової свердловини, описується парою координат (X, Y) . Лінійні об'єкти, такі як дороги, річки або канали чи трубопроводи, зберігаються як набори координат X, Y . Полігональні об'єкти, типу річкових водозборів, зрошуваних масивів, земельних ділянок або областей обслуговування, зберігаються у вигляді замкнутого набору координат.

Векторна модель особливо зручна для опису дискретних об'єктів (рис. 1.2) і менше підходить для опису безперервно змінних властивостей, таких як щільність населення або доступність об'єктів.

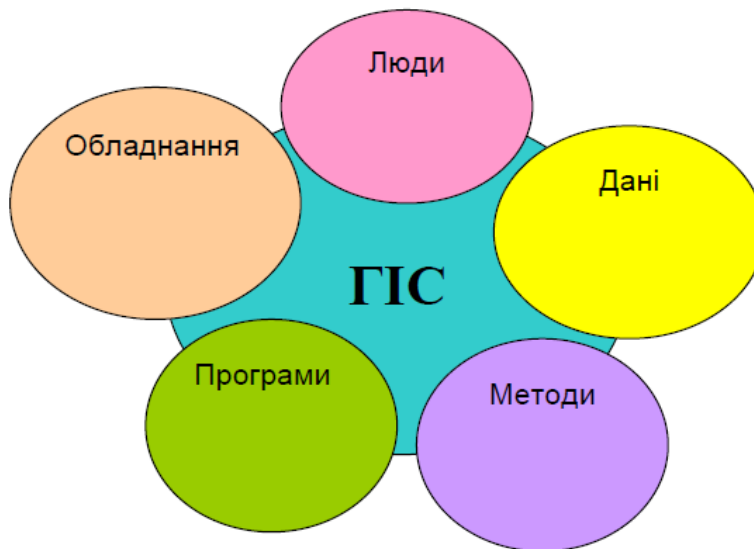


Рисунок 1.2 – Векторна модель ГІС

Растрова модель оптимальна для роботи з безперервними властивостями. Растрове зображення є набором значень для окремих елементарних складових (осередків), воно подібно до відсканованої карти або картинки (рис. 1.3) [4].

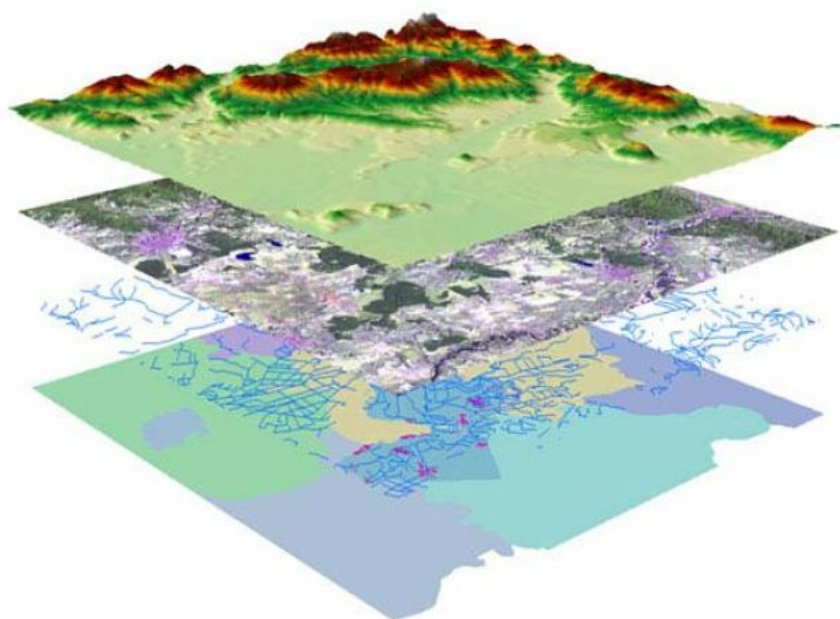


Рисунок 1.3 – Растрова модель ГІС

1.2 Принципи побудови та застосування геоінформаційних систем

ГІС загального призначення виконує п'ять процедур (завдань) з даними: введення, маніпулювання, управління, запит і аналіз, візуалізацію.

Введення. Для використання в ГІС дані повинні бути перетворені у відповідний цифровий формат. Процес перетворення даних з паперових карт в комп'ютерні файли називається оцифруванням. У сучасних ГІС цей процес може бути автоматизований із застосуванням технології сканера, що особливо важливе при виконанні крупних проектів, або, при порівняно невеликому об'ємі робіт, дані можна вводити за допомогою дигитайзера. Деякі ГІС мають вбудовані векторизатори, що автоматизують процес оцифрування растрових зображень. Багато даних вже переведені у формати, безпосередньо сприймані ГІС-пакетами.

Маніпулювання. Часто для виконання конкретного проекту наявні дані потрібно додатково видозмінити відповідно до вимог вашої системи. Наприклад, географічна інформація може бути в різних масштабах (осьові лінії вулиць є в масштабі 1:100 000, межі округів перепису населення – в масштабі 1:50 000, а житлові об'єкти – в масштабі 1:10 000). Для сумісної обробки і візуалізації всі дані зручніше представити в єдиному масштабі і однаковій картографічній проекції. ГІС-технологія надає різні способи маніпулювання просторовими даними і виділення даних, потрібних для конкретного завдання.

Управління проектами ГІС. У невеликих проектах географічна інформація може зберігатися у вигляді звичайних файлів. Але при збільшенні об'єму інформації і зростанні числа користувачів для зберігання, структуризації і управління даними ефективніше застосовувати системи управління базами даних (СУБД), спеціальні комп'ютерні засоби для роботи з інтегрованими наборами даних, базами даних. У ГІС найзручніше використовувати реляційну структуру, при якій дані зберігаються в табличній формі. При цьому для скріплення таблиць застосовуються загальні поля. Цей простий підхід достатньо гнучкий і широко використовується в багатьох ГІС додатках.

Запит і аналіз. За наявності ГІС і географічної інформації можливо одержувати відповіді як на прості питання (Хто власник даної земельної ділянки? На якій відстані один від одного розташовані ці об'єкти? Де розташована дана промзона?), так і на складніші, що вимагають додаткового аналізу, запити (Де є місця для будівництва нового будинку? Який основний тип ґрунтів під рисовими зрошувальними системами? Як вплине на рух транспорту будівництво нової дороги? Як вплине на рівень підґрунтових вод введення в дію нової зрошувальної системи?). Запити можна задавати як простим клацанням мишею на певному об'єкті, так і за допомогою розвинених аналітичних засобів. З допомогою ГІС можна виявляти і задавати шаблони для пошуку, програвати сценарії по типу «що буде, якщо...». Сучасні ГІС мають безліч могутніх інструментів для аналізу, серед них найбільш значущі два: аналіз близькості і аналіз накладення. Для проведення аналізу близькості об'єктів щодо один одного ГІС застосовується процес, званий буферизацією. Він допомагає відповісти на питання типу: Скільки будинків знаходиться в межах 100 м від цього водоймища? Скільки покупців живе не далі 1 км від даного магазину? Яка частка здобутої води із свердловини витрачається для водопостачання самої свердловини? Процес накладення включає інтеграцію даних, розташованих в різних тематичних шарах. У простому випадку це операція відображення, але при ряді аналітичних операцій дані з різних шарів об'єднуються фізично. Накладення, або просторове об'єднання шарів, дозволяє, наприклад, інтегрувати дані про ґрунти, ухил, рослинність і землеволодіння із ставами земельного податку та іншими даними.

Візуалізація. Для багатьох типів просторових операцій кінцевим результатом є представлення даних у вигляді карти або графіка. Карта - це дуже ефективний і інформативний спосіб зберігання, уявлення і передачі географічної (що має просторову прив'язку) інформації. Раніше карти створювалися на сторіччя. ГІС надає нові дивовижні інструменти, що розширюють і що розвивають мистецтво і наукові основи картографії. З її допомогою візуалізація самих карт може бути легко доповнена звітними

документами (кліматичними, екологічними, економічними, статистичними тощо), тривимірними зображеннями, графіками, таблицями, діаграмами, фотографіями і іншими засобами, в тому числі і мультимедійними.

Зв'язані технології. ГІС тісно зв'язана з іншими типами інформаційних систем. Її основна відмінність полягає в здатності маніпулювати і проводити аналіз просторових даних. Хоч і не існує єдиної загальноприйнятої класифікації інформаційних систем, приведений нижче опис повинен допомогти дистанціювати ГІС від настільних картографічних систем (desktop mapping), систем САПР, дистанційного зондування (remote sensing), СУБД і технології глобального позиціонування (далі GPS) [5].

Системи настільного картографування використовують картографічне уявлення для організації взаємодії користувача з даними. У таких системах все засновано на картах, карта є базою даних. Більшість систем настільного картографування мають обмежені можливості управління даними, просторового аналізу і настройки. Відповідні пакети працюють на настільних комп'ютерах.

Системи САПР здатні створювати креслення проектів, плани будівель та інфраструктури. Для об'єднання в єдину структуру вони використовують набір компонентів з фіксованими параметрами. Вони ґрунтуються на невеликому числі правил об'єднання компонентів і мають вельми обмежені аналітичні функції. Деякі САПР розширені до підтримки картографічного представлення даних, але, як правило, наявні в них утиліти не дозволяють ефективно управляти і аналізувати великі бази просторових даних.

Дистанційне зондування Землі і GPS. Методи дистанційного зондування - це мистецтво і науковий напрям для проведення вимірювань земної поверхні з використанням сенсорів, таких як різні камери на борту літальних апаратів, приймачі системи глобального позиціонування або інших пристроїв. Ці датчики збирають дані у вигляді наборів координат або зображень (в даний час переважно цифрових) і забезпечують спеціалізовані можливості обробки, аналізу і візуалізації одержаних даних. Зважаючи на відсутність достатньо

потужних засобів управління даними і їх аналізу, відповідні системи в чистому вигляді, тобто без додаткових функцій, навряд чи можна віднести до сьогодення ГІС [6].

СУБД призначені для зберігання і управління всіма типами даних, включаючи географічні (просторові) дані. СУБД оптимізуються для подібних завдань, тому в ГІС вбудовують підтримку СУБД.

Головною перевагою ГІС є найбільш «природне», звичайно ж для людини, уявлення як просторової інформації, так і будь-якої іншої інформації, що має відношення до об'єктів, розташованих в просторі (атрибутивній інформації). Способи представлення атрибутивної інформації різні: це може бути числове значення з датчика, таблиця з бази даних (як локальній, так і видаленій) про характеристики об'єкту, його фотографія, або реальне відеозображення. Таким чином, ГІС можуть допомогти скрізь, де використовується просторова інформація або інформація про об'єкти, що знаходяться в певних місцях простору. Якщо ж подивитися на деякі області і економічний ефект застосування ГІС, то вони можуть:

- робити просторові запити і проводити аналіз. Здатність ГІС проводити пошук в базах даних і здійснювати просторові запити дозволила багатьом компаніям заробити мільйони доларів. ГІС допомагає:

- скоротити час отримання відповідей на запити клієнтів;
- виявляти території відповідні для необхідних заходів;
- виявляти взаємозв'язки між різними параметрами (наприклад, ґрунтами, кліматом і врожайністю сільськогосподарських культур);
- виявляти місця розривів електромереж.

Ріелтори використовують ГІС для пошуку, наприклад, всіх будинків на певній території, що мають шиферні дахи, три кімнати і 10-метрові кухні, а потім видати докладніший опис цих будівель і економічні розрахунки. Запит може бути уточнений введенням додаткових параметрів, наприклад вартісних. Можна одержати список всіх будинків, що знаходяться на заданій відстані від певної магістралі, лісопаркового масиву або місця роботи.

- поліпшити інтеграцію усередині організації. Багато організацій, що застосовують ГІС виявили, що одна з головних їх переваг полягає в нових можливостях поліпшення управління власною організацією і її ресурсами на основі географічного об'єднання наявних даних, в можливості їх сумісного використання і узгодженої модифікації різними підрозділами. Є можливість колективного використання постійно нарощуваних даних (наприклад, кліматичних). Дані, які створюються і корегуються різними структурними підрозділами зводяться у загальну базу даних, яка дозволяє підвищити ефективність роботи як кожного підрозділу, так і організації в цілому. Так, компанія, що займається інженерними комунікаціями, може чітко спланувати ремонтні або профілактичні роботи, починаючи з отримання повної інформації і відображення на екрані комп'ютера (або на паперових копіях) відповідних ділянок, наприклад водопроводу, і закінчуючи автоматичним визначенням кількості жителів, на яких ці роботи вплинуть, і повідомленням їх про терміни передбачуваного відключення або перебоїв з водопостачанням.

- ухвалення більш обґрунтованих рішень. ГІС, як і інші інформаційні технології, підтверджує відому приказку про те, що краща інформованість допомагає ухвалити краще рішення. Проте, ГІС - це не тільки інструмент для видачі рішень, а засіб, що допомагає прискорити і підвищити ефективність процедури ухвалення рішень. ГІС забезпечує відповіді на запити і функції аналізу просторових даних, представлення результатів аналізу в наочному і зручному для сприйняття вигляді. ГІС допомагає, у вирішенні таких задач, як надання різноманітної інформації по запитах органів планування, вирішення територіальних конфліктів, вибір оптимальних (з різної точки зору і по різних критеріях) місць для розміщення об'єктів і т.д [7].

Потрібна для ухвалення рішень інформація може бути представлена в лаконічній картографічній формі з додатковими текстовими поясненнями, графіками і діаграмами. Наявність доступної для сприйняття і узагальнення інформації дозволяє відповідальним працівникам зосередити свої зусилля на пошуку рішення, не витрачаючи значного часу і коштів на збір і обдумування

доступних різнорідних даних. Можна достатньо швидко розглянути декілька варіантів рішення і вибрати найбільш ефективний і економічно доцільний.

Створення карт. Картам в ГІС відведено особливе місце. Процес створення карт в ГІС набагато простіший і гнучкіший, чим в традиційних методах ручного або автоматичного картографування. Створення карти починається зі створення бази даних. Як джерелом отримання початкових даних можна користуватися і оцифруванням існуючих звичайних паперових карт. Створені картографічні бази даних ГІС можуть бути безперервними (без ділення на окремі листи і регіони) і не пов'язаними з конкретним масштабом або картографічною проекцією.

На основі таких баз даних можна створювати карти (в електронному вигляді або як тверді копії) на будь-яку територію, будь-якого масштабу, з потрібним навантаженням, з її виділенням і відображенням необхідними символами. У будь-який час база даних може поповнюватися новими даними (наприклад, з інших баз даних), а наявні в ній дані можна коректувати і тут же відображати на екрані в міру необхідності [4].

В великих організаціях створена топографічна база даних може використовуватися як основа іншими відділами і підрозділами, при цьому можливо швидке копіювання даних та їх пересилка по локальних і глобальних мережах. Наприклад, це доцільно використовувати в роботі гідрогеолога - меліоративних експедицій в процесі здійснення еколога - меліоративного моніторингу.

Реалізація геоінформаційних проектів, створення ГІС в широкому сенсі слова, включає етапи:

- передпроектних досліджень, у тому числі вивчення вимог користувача і функціональних можливостей використовуваних програмних засобів ГІС, техніко-економічне обґрунтування, оцінку співвідношення «витрати/прибуток»;
- системне проектування ГІС, включаючи стадію пілот-проекту, розробку ГІС;

- тестування на невеликому територіальному фрагменті, або тестовій ділянці, прототипування, або створення дослідного зразка, або прототипу;
- впровадження ГІС;
- експлуатацію та використання;
- наукові, технічні, технологічні та прикладні аспекти проектування, створення та використання ГІС вивчаються геоінформатикою.

Особливостями ГІС є:

- візуалізація інформації у вигляді електронних карт;
- автоматична зміна зображеного образу об'єкта в залежності від зміни його характеристик;
- зміна масштабу та деталізація картографічної інформації.

Застосування ГІС є ефективним в різноманітних предметних областях, де важливі знання про взаємне розташування та форму об'єктів у просторі.

Основними галузями застосовування ГІС у наш час є:

- управління земельними ресурсами, земельні кадастри;
- інвентаризація і облік об'єктів розподіленої виробничої інфраструктури і управління ними;
- тематичне картографування практично в будь-яких сферах його використання;
- морська картографія і навігація;
- аеронавігаційне картографування і управління повітряним рухом;
- навігація і управління рухом наземного транспорту;
- дистанційне зондування;
- управління природними ресурсами (водними, лісовими і т. ін.);
- моделювання процесів у природному середовищі, управління природоохоронними заходами;
- моніторинг стану навколишнього середовища;
- реагування на надзвичайні і кризові ситуації;
- геологія, мінерально-сировинні ресурси і гірничодобувна промисловість;

- планування і оперативне управління перевезеннями;
- проектування, інженерні дослідження і планування в містобудуванні, архітектурі, промисловому і транспортному будівництві;
- планування розвитку транспортних і телекомунікаційних мереж;
- комплексне управління і планування розвитку території, міста;
- сільське господарство;
- маркетинг, аналіз ринку;
- археологія;
- безпека, військова справа і розвідка;
- загальна і спеціальна освіта.

До переліку ввійшли тільки «основні», «найбільші» сфери використання ГІС без урахування наукових досліджень, використання в яких ГІС і технологій стає все більш поширеним. Крім цього, наведений список не є остаточним, оскільки сфера використання ГІС постійно розширюється. До нього можна, зокрема, додати медичну географію, епідеміологію, заповідну справу, туризм — сфери людської діяльності, у яких використання ГІС останніми роками стає все більш поширеним [5].

1.3 Технології визначення координат

Технології ГІС спочатку мали інтеграційний аспект, оскільки інтегрують просторову й описову (атрибутивну) інформацію і дозволяють отримати важливу вихідну основу — інтегровану модель території, яка є передумовою прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Індустрія ГІС активно залучає нові віяння, змінюється, еволюціонує і розвивається, що є індикатором того, що галузь має величезний потенціал. Отже, є всі підстави вважати, що і в подальшому ГІС будуть продовжувати свій динамічний розвиток, забезпечуючи своїх користувачів усе новими і новими можливостями.

Розвиток ГІС засвідчив, що вищенаведене — не єдиний їх інтегруючий аспект. У результаті розвитку технологій баз даних виявилось можливим

використовувати стандартні СУБД, як сховища просторової і атрибутивної інформації. Сучасні СУБД можуть зберігати і мультимедійні дані, а ГІС – їх використовувати. Варто зазначити, що ГІС не тільки виявилися якісним «інтегратором», але й самі стали об'єктом інтеграції [3].

Розвиток технології визначення координат за допомогою супутників і масове розповсюдження приймачів GPS призвели до інтеграції GPS і мобільних ГІС. Приклад тому – геоінформаційний додаток ArcPad розробки ESRI для надолонних комп'ютерів. А дані GPS тепер все частіше використовуються як джерело координатно-ув'язаної інформації для ГІС.

Важко не помітити і прогрес в інтеграції традиційних ГІС і технологій дистанційного зондування Землі (далі ДЗЗ). ГІС використовуються для планування і організації аерознімаль, для ведення каталогів аерокосмічних знімків. Одночасно системи обробки ДДЗ є важливим постачальником даних для ГІС. Наприклад, система ERDAS IMAGINE вже давно не просто обробляє зображення, але й здатна інтегрувати з ними дані векторних ГІС.

Інтеграція ДЗЗ і ГІС відбувається за трьома основними напрямками:

- ДДЗ як джерело актуальних і точних даних для ГІС;
- ГІС як джерело допоміжних даних для ДЗЗ;
- спільне використання даних ДЗЗ і ГІС для моделювання й аналізу.

Одна із основних тенденцій у розвитку ДЗЗ – поява нового покоління оптико електронних космічних апаратів надвисокого розрізнення. Їх основними відмітними особливостями є безпрецедентна продуктивність, а також можливість одержання даних з просторовим розрізненням не гірше 50 см.

В останні роки чітко позначилися основні тенденції в розвитку технологій ДЗЗ: збільшення просторового розрізнення і продуктивності космічних апаратів, створення супутників або угруповань, що спеціалізуються на розв'язку певних задач (картографічних, моніторингових тощо), більш активне використання радарних знімаль. Все це безпосередньо позначається на структурі і об'ємі ринку даних ДЗЗ: підвищується якість продукції, що надається споживачам, і одночасно, за рахунок збільшення на орбіті кількості

супутників і конкуренції, значно знижується вартість даних, постійно зростають архіви знімків, зокрема, території України.

Подальший прогрес у галузі ДЗЗ зумовлений розвитком технологій обробки і доведення до споживача у потрібному йому вигляді усе зростаючих об'ємів даних, а також з побудовою комплексних систем оперативного моніторингу [6].

Особливе значення зі зростанням активного використання космічних знімків набувають задачі обробки й аналізу даних ДЗЗ, автоматизації процесу підготовки картографічних матеріалів тощо. За останні декілька років можливості програмних продуктів для розв'язку цих задач істотно покращилися. На ринку пропонуються високотехнологічні рішення як з обробки й аналізу даних ДЗЗ, так і з інтеграції отриманої інформації в ГІС. Для цих цілей використовується різне програмне забезпечення – INPHO (повнофункціональна фотограмметрична система), ENVI (програмний комплекс для обробки даних ДЗЗ і їх інтеграції з даними ГІС); MicroStation (професійна CAD-система з повнофункціональними геоінформаційними можливостями від компанії Bentley Systems) тощо. Треба також відзначити, що зростаючий об'єм даних ДЗЗ з супутників і збільшення кількості користувачів зумовили розробку принципово нових видів надання просторової інформації споживачам – нових сервісів, що забезпечують мультикористувацький доступ до даних. Це, наприклад, сервіс від компанії DigitalGlobe Image-Connect, який є унікальним розширенням до програмного забезпечення ГІС і який дозволяє завантажити космічні зображення з супутників Quick-Bird і WorldView-1 у програмне середовище користувача безпосередньо з архіву компанії DigitalGlobe. При цьому відбувається миттєве відображення супутникових даних у програмному забезпеченні замовника з автоматичним перетворенням у потрібну проекцію (встановлену у програмі на момент відбору даних). Сьогодні сервіс Image-Connect є доступним для користувачів ESRI (ArcGIS 9.x і 10), MapInfo Professional, Autodesk (Map 3D, Land Desktop, Raster Design, Civil 3D і AutoCAD).

Взаємодія геоінформатики і картографії стало основою для формування нового напрямку – геоінформаційного картографування, суть якого складає автоматизоване інформаційно-картографічне моделювання природних і соціально-економічних геосистем на основі ГІС і відповідних баз знань.

Традиційна картографія випробовує сьогодні перебудову, яку можна порівняти, можливо, лише з тими історичними змінами, які супроводжували перехід від рукописних карт до друкарських поліграфічних відтиснень. В деяких випадках геоінформаційне картографування майже повністю замінило традиційні методи створення і видання карт.

Чітка цільова установка і переважно прикладний характер – ось, мабуть, найбільш важливі відмінні риси геоінформаційного картографування. Згідно підрахункам, до 80% карт, що складаються з допомогою ГІС, мають оцінний або прогнозний характер або відображають те або інше цільове районування території.

Програмно-кероване картографування по-новому висвітлює багато традиційних проблем, пов'язаних з вибором математичної основи і компоновки карт (можливість переходу від проекції до проекції, вільне масштабування, відсутність фіксованої нарізки листів), введенням нових образотворчих засобів (наприклад, миготливі або знаки, що переміщаються на карті), генералізує (використання фільтрації, згладжування і т.п.).

Відбувається тісне з'єднання двох основних гілок картографії – створення і використання карт. Багато трудомістких раніше операцій, пов'язані з підрахунком довжин і площ, перетворенням зображень або їх поєднанням, стали рутинними процедурами. Виникла електронна динамічна картометрія. Створення і використання карт, особливо якщо йдеться про цифрові моделі, стали як би єдиним інтегрованим процесом, оскільки в ході комп'ютерного аналізу відбувається постійна взаємна трансформація зображень. Навіть чисто методично стало важко розрізнити, де завершується складання початкової карти і починається побудова похідної.

ГІС-технології породили ще один напрям – оперативне картографування, тобто створення і використання карт в реальному або близькому до реального масштабі часу для швидкого, а точніше сказати, своєчасного інформування користувачів і дії на хід процесу. При цьому реальний масштаб часу розуміється як характеристика швидкості створення-використання карт, тобто темпу, що забезпечує негайну обробку інформації, що поступає, її картографічну візуалізацію для оцінки, моніторингу, управління, експертизи, контролю процесів і явищ, що змінюються в тому ж темпі.

Оперативні карти призначаються для інвентаризації об'єктів, попередження (сигналізації) про несприятливі або небезпечні процеси, стеження за їх розвитком, складання рекомендацій і прогнозів, вибору варіантів контролю, стабілізації або зміни ходу процесу в самих різних сферах – від екологічних і соціально - економічних ситуацій до політичних подій. Початковими даними для оперативного картографування служать матеріали аерокосмічних зйомок, безпосередніх спостережень і вимірів, статистичні дані, результати опитів, переписів, референдумів, кадастрова інформація.

Величезні можливості, а деколи і несподівані ефекти, дають картографічні анімації. Ці різноманітні модулі анімаційних програм забезпечують переміщення картографічного зображення по екрану, мультиплікаційну зміну карт-кадрів або тривимірних діаграм, зміна швидкості демонстрації, повернення до вибраного фрагмента карти, переміщення окремих елементів змісту (об'єктів, знаків) по карті, їх мигання і вібрацію забарвлення, зміну фону і освітленості карти, підсвічування і затінювання окремих фрагментів зображення і т.п. Абсолютно незвичайні для картографії ефекти панорамування, зміни перспективи, масштабування частин зображення (напливи і видалення об'єктів), а також ілюзії руху над картою (обліт території), зокрема з різною швидкістю [7].

У майбутньому розвитку картографії в науках про Землю зв'язуються перш за все і майже цілком з геоінформаційним картографуванням. Вони виключають необхідність готувати друкарські тиражі карт.

2 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ

2.1 Визначення координат рухомих об'єктів на основі GPS

GPS - супутникова пошукова система, яка складається з 24 супутників, виведених на орбіту американським Міністерством оборони і наземних станцій спостереження, об'єднаних в загальну мережу. GPS була спочатку призначена для військових цілей, але в 80-х роках XX століття, уряд зробив систему доступною для цивільного використання. Глобальна система визначення координат працює в будь-яких метеорологічних умовах, в будь-якій точці світу, 24 години на день. Ніяких обмежень на використання системи визначення координат не існує.

Супутники системи рухаються по точній орбіті з періодом обертання 12 годин і передають інформацію на землю. Приймачі GPS приймають цю інформацію і, використовуючи тріангуляцію (розбивку на трикутники), обчислюють точне місце розташування користувача. По суті, приймач GPS порівнює час, переданий супутником згодом, коли цей час було відправлено. Різниця в часі говорить приймачу про те, як далеко знаходиться супутник. Вимірявши таку відстань ще до кількох супутників, приймач може визначити положення користувача і показати її на електронній карті модуля.

GPS навігатор повинен бути прив'язаний до сигналів, по крайній мірі, трьох супутників для визначення двох координат (широта і довгота). Маючи чотири або більше супутників в полі зору, приймач може визначити три координати користувача (широта, довгота і висота). Як тільки стан користувача буде визначено, система може обчислити іншу інформацію, типу швидкості, курсу, пройденої відстані, відстані до точки призначення, сходу сонця і часу заходу і т.д [8].

У наші дні GPS вимірювання є найбільш точним, швидким і самим зручним способом визначення координат точок. Саме в цьому випадку географічні координати точки визначаються за допомогою штучних

навігаційних супутників землі і GPS приймачів (у пересічних громадян часто зустрічається: визначення координат через космос, зйомка з супутника).

Зважаючи на відстань між приймачем та супутниками точність обчислення положення залежить від багатьох факторів та визначається лише з деякою вірогідністю. Радіосигнали супутників можуть екрануватись або відбиватись оточенням приймача, що збільшує похибки визначення часу надходження сигналу та спотворює результат вимірювання.

GPS заснована на визначення місцезнаходження за відстанню до супутників. Це означає, що координати деякого об'єкта на Землі обчислюються на основі вимірювання відстаней до групи супутників в космосі. Супутники при цьому виконують роль точно координованих точок відліку.

Можна було б запитати: "Як виміряти точно, наскільки ми віддалені від супутника і як визначити, де знаходиться супутник, що рухається в космічному просторі?" Ці деталі поки опустимо. Просто приймемо, що є технічна можливість визначити, де в космосі знаходиться кожен з супутників і як далеко він від нас.

Тоді основна ідея GPS проста. Припустимо, що ми не знаємо своїх координат і намагаємося визначитися. Якщо відомо, що ми знаходимося на певній відстані, скажімо 21000 кілометрів, від супутника А, то це істотно скоротить область простору, в якій нас слід шукати: ми повинні бути десь на уявній сфері з центром в супутнику А і радіусом в 21000 кілометрів. Якщо до того ж визначено, що відстань до іншого супутника В складає 22000 кілометрів, то це ще більше скоротить область пошуку. Адже єдина область простору, де ми будемо на відстані 21000 кілометрів від супутника А і 22000 кілометрів від супутника В, це лінія перетину двох сфер, тобто окружність.

Якщо ми виміряємо тим чи іншим способом відстань ще й до третього супутника, то зведемо можливе місце розташування до двох точках. Дійсно, якщо відомо, що в один і той же час ми знаходимося на відстані 23000 кілометрів ще і від супутника С, то існують тільки дві точки в просторі, де це можливо. Ці дві точки знаходяться там, де сфера радіусом в 23000 кілометрів

перетинається з колом, вийшла від перетину сфер з радіусами в 21000 і в 22000 кілометрів [10].

GPS вимірювання мають безліч переваг перед іншими методами визначення координат місцевості, а за визначенням координат рухається, GPS практично немає альтернативи. Серед переваг даного способу визначення координат виділяються такі як: швидке отримання результатів, іноді навіть в режимі реального часу, можливість визначення координат у світлий і темний час доби, можливість експлуатації в складних метеорологічних умовах (правда багато в чому залежить від конкретної моделі застосовуваної супутникової системи). Є й недоліки, пов'язані з погіршенням якості результатів при роботі в зоні високих перешкод, поряд із сильними джерелами електромагнітного випромінювання, а так само в умовах значної обмеженої видимості небесної півсфери. GPS вимірювання значно підвищують продуктивність праці при визначенні координат, а тому прискорюють проведення інженерно-геодезичних вишукувань, розширюють можливості і технології виконання топографічної зйомки, значно полегшують і здешевлюють виконання кадастрових робіт при межування ділянок. Таким чином, застосування супутникового методу і використання GPS систем геодезичного класу дозволяє проводити визначення координат значно швидше і точніше, ніж при використанні інших методів, а значить, є економічно виправданим.

В першу чергу мають значення атмосферні явища та поточне розташування супутників відносно приймача. Похибка обчислення положення буде більшою, якщо всі доступні супутники згруповані в одній півкулі відносно приймача в порівнянні з ситуацією, коли приймач має змогу отримати сигнали супутників з різних боків. Ситуація обмеженої видимості супутників досить поширена в містах завдяки екрануванню сигналів спорудами.

Звичайна точність сучасних GPS-приймачів в горизонтальній площині становить 5-10 метрів, та 10-20 метрів за висотою, але за збігом деяких умов, обчислене приймачем положення може короткочасно відрізнитися на значно більші величини. Виробники GPS-приймачів визначають величину похибки

положення так: не гірше 5 метрів в 50% часу спостереження, та не гірше 8 метрів в 90% часу, похибка визначення швидкості не більше 0,06 м/с.

На території США і Канади є станції WAAS, в Європі діють станції EGNOS, які передають поправки для диференційного режиму, що дозволяє збільшити точність обчислення положення до 1-2 метрів. При використанні більш складного додаткового обладнання точність визначення координат можна довести до 10 см. Наприклад, для роботи GPS-приймача в диференційному режимі йому постійно необхідно отримувати дані від стаціонарно розташованого приймача диференційної поправки.

Послуги з GPS виміру широко використовуються в геодезії і картографії, рішення загальнодержавних задач. Зокрема: побудова елементів Державної геодезичної мережі, створення та розвиток опорних геодезичних мереж спеціального призначення. У картографії GPS використовують для польової координатної прив'язки аерофото і космічних знімків земної поверхні. У топографії для створення планово-висотного обґрунтування. Під час проведення інженерно-геодезичних вишукувань в будівництві, винесення проекту в натуру, розбивці, а так само при експлуатації складних інженерних споруд, відстеження деформацій конструкцій. У наукових цілях, наприклад в відстеження руху материків і в безлічі інших випадків.

Виходячи з областей використання, розрізняють два види GPS-обладнання:

- GPS-трекери для стеження за транспортом призначені для побудови корпоративних систем моніторингу, які дають можливість певним особам (диспетчерам, логістам та ін.) спостерігати за маршрутами руху та поточним місцезнаходженням транспортних засобів. Останні прилади можуть працювати як у режимі реального часу, передаючи дані по бездротовому каналу зв'язку, так і в режимі «чорного ящика», зберігаючи дані про транспортний засіб протягом деякого часу з подальшою передачею даних до системи моніторингу.

- Персональні GPS-трекери призначені для спостереження за місцезнаходженням людини (або іншого об'єкта), більшість із них дозволяють

передавати сигнал про натискання кнопки тривоги (кнопки «SOS»). Деякі прилади мають голосовий канал для зв'язку, для прослуховування навколишнього середовища та/або для прийому вхідних викликів.

Деякі системи GPS-моніторингу мають можливість визначення місцезнаходження трекерів за ідентифікаторами станцій стільникового зв'язку (GSM). Це дозволяє, хоч і з більшою похибкою, визначити місце розташування об'єкта в місцях, де прийом сигналів від навігаційних супутників неможливий (наприклад, у метро, підземних паркінгах, будинках та ін.) [9].

2.2 Визначення координат рухомих об'єктів за допомогою технології Wi-Fi

Визначення і використання координат різних пристроїв, в тому числі і мобільних, дозволяє реалізовувати різні класи інноваційних програм і сервісів - від навігації по місцевості і систем безпеки до довідкових служб, прив'язаних до місця знаходження користувача, і різних ігор. Найбільш поширеними додатками на даний момент є вищезгадані ГІС і додатки, які надають допомогу в навігації по географічних картах, прокладання оптимальних маршрутів, відстеження вантажів і мобільних співробітників, їх координація, а також різні додатки логістики.

Останнім часом почали з'являтися різні експериментальні додатки і сервіси, такі як довідники, що видають інформацію, релевантну сучасному стану користувача, блоги і системи обміну повідомленнями, що дозволяють спілкуватися з розташованими на певній відстані користувачами, прикріплювати інформаційні мітки до певних місць або отримувати доступ до інформації в залежно від поточного місця розташування, туристичні гіді - а також різні мобільні ігри, що використовують інформацію про місцезнаходження користувачів [8].

З практично повсюдним використанням мобільного зв'язку стало можливим визначення положення мобільних телефонів за сигналами базових

станцій стільникових мереж. На відміну від GPS системи, позиціонування за сигналами мобільних мереж доступніше і працює більш точно в міських умовах, де щільність розташування базових станцій вище, ніж за межами міста. Для більш точного визначення місця розташування мобільних телефонів в стільникових мережах можна використовувати різні методи, що базуються на обчисленні відстані (латерація) між джерелом і приймачем, визначенні кутів взаємного розташування (ангуляція), а також на різних методах розпізнавання образів.

Метод найближчої комірки. Найпростішим і зручним способом для мобільних мереж є метод CoO, що базується на геометричних розрахунках. Знаючи розташування базової станції, до якої в даний момент підключений мобільний телефон, можна визначити його місце розташування з точністю від 150 метрів в міських умовах (піко-стільники) до 30 км в передмістях і за межами міста. Цією точністю цілком може бути досить для певних типів додатків, але більшість додатків все ж вимагають більшої точності.

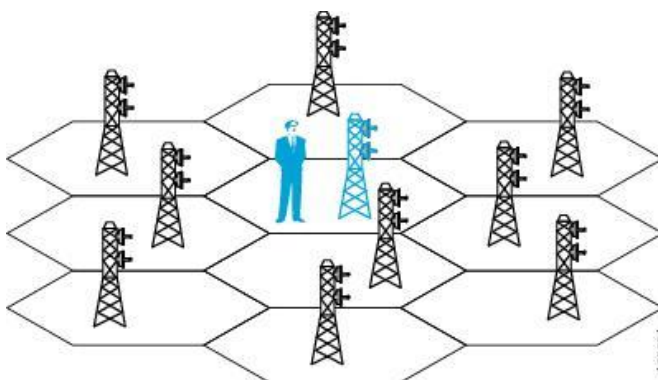


Рисунок 2.1 – Метод найближчої комірки

Метод часу прибуття сигналу. Обчислення відстані між джерелом і приймачем сигналу можна здійснювати, вимірюючи точний час прибуття сигналу - ToA, різницю в часі прибуття для різних джерел/приймачів - TDoA або амплітуду прибуття сигналів – RSS.

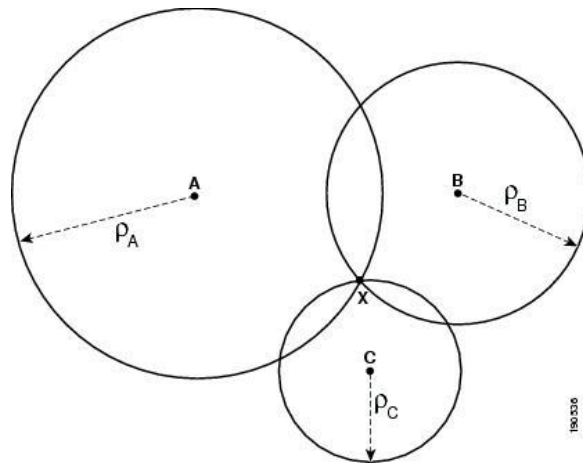


Рисунок 2.2 – Метод часу прибуття сигналу

Для реалізації методів ToA необхідно щоб джерела і приймачі сигналу були дуже точно синхронізовані за часом, так, наприклад, працюють GPS системи, що синхронізуються за значенням атомного годинника. Знаючи швидкість поширення сигналу і точний час сигналу в дорозі, можна обчислити відстань за формулою:

$$p = c(t) \quad (2.1)$$

де p - відстань, c - швидкість поширення радіохвиль (~ 300 м/мкс), t - час в мкс.

Перетин мінімум 3-х кіл, окреслених відстанями від базових станцій, дає точне положення мобільного клієнта в 2-х вимірному просторі. Додавання 4-й станції може або уточнити місце розташування клієнта, або вказати його положення в 3-х мірному просторі [9].

Метод різниці часу прибуття сигналу. Синхронізувати всі мобільні клієнти мережі з необхідною точністю не завжди є можливим. Тут на допомогу може прийти метод TDoA. Він визначає місце розташування за відносними показниками часу, а не абсолютним, як у випадку ToA, хоча даний метод все одно вимагає точної синхронізації часу базових станцій, які є приймачами сигналу від клієнта. Знаючи відстань між базовими станціями і різницю в часі проходження сигналу від клієнта до кожної з станцій, для будь-якої пари

базових станцій можна побудувати гіперболу, на якій може знаходитися клієнт. Перетин гіпербол в результаті дає точне положення клієнта. Так само, як і в випадку методу ToA, необхідно передавати сигнал мінімум до 3-х базових станцій для визначення місця розташування в 2-х вимірному просторі і до 4-х в 3-х мірному.

Метод амплітуди сигналу. Методи, засновані на вимірі амплітуди сигналу, досить прості в реалізації. Відстань відповідає певній амплітуді сигналу, що приходить і обчислюється виходячи з формул, що моделюють залежність втрат амплітуди сигналу від відстані, наприклад:

$$P_l = P_{1..1m} + \lg(D_n) + S \quad (2.2)$$

де P_l - втрати сигналу, $P_{1..1m}$ - втрати сигналу в dB на відстані 1 метра (еталонна втрата сигналу), D - відстань між джерелом і приймачем сигналу, n - експонента загасання, що характеризує середовище в якій поширюється сигнал, S - інші перешкоди в dB, пов'язані з вартими на шляху перешкодами або особливостями середовища поширення.

Будучи простими в реалізації, дані методи все ж недостатньо надійні, так як зміни навколишнього середовища (зміна температури, тиску, вологості, великі об'єкти на шляху) і прийом відбитих сигналів можуть призводити до значної зміни характеристик згасання амплітуди і, відповідно, точності визначення місця розташування. На практиці методи, засновані на вимірі амплітуди сигналу, можна використовувати з достатньою надійністю тільки на відкритих, щодо статичних просторах - парках, полях, великих приміщеннях.

Метод кута прибуття сигналу. При позиціонуванні по куту прибуття сигналу, також званий ангуляцією - AoA, вимагає установки спеціальних секторних антен, що визначають напрямок приходу сигналу або на мобільний клієнт, або на точки доступу, що передають сигнал. Для визначення положення мобільного клієнта досить отримати сигнал від двох джерел - точка перетину напрямних променів і дасть місце розташування клієнта. В реальних умовах

приходить сигнал може бути багато разів відображеним, таким чином, значно спотворюючи реальний стан клієнта.

Метод розпізнавання шаблонів. Унікальним методом позиціонування мобільних телефонів, які не мають аналогів в класичній радіопеленгації, є метод розпізнавання образу місця положення мобільного клієнта. Даний метод ґрунтується на виявленні шаблону поведінки радіосигналу в певній точці в просторі в конкретному середовищі і складання карти поведінки сигналів. Одним з переваги даного методу є те, що для його функціонування не потрібна установка спеціального обладнання або синхронізація часу передавачів мережі - цей метод може бути використаний у повному обсязі програмним забезпеченням на стороні клієнта. Метод ґрунтується на двох передумовах:

1. кожне потенційне положення мобільного пристрою володіє своїм унікальним шаблоном;
2. навіть в ідентичних приміщеннях з ідентично розташованим обладнанням характеристики поширення сигналу розрізняються.

Метод може використовувати різні характеристики сигналу для виявлення шаблону поведінки радіосигналу: амплітуду, час прибуття, різницю часу прибуття і амплітуду сигналу. Основним завданням для практичного застосування даного методу є замір характеристик сигналів в середовищі функціонування і складання карти шаблонів. Необхідно заміряти сигнали в певних точках (зазвичай в вузлах на відстані 3-5 метрів один від одного), а потім екстраполювати отримані дані на весь простір [10].

Всі описані методи мають свої обмеження, переваги і недоліки стосовно до визначення положення по Wi-Fi сигналу. На практиці слід застосовувати якийсь гібрид методів, адекватний для конкретного завдання і середовища функціонування. Наприклад, для публічних служб і додатків, в яких немає можливості синхронізувати пристрої за часом або встановлювати додаткове обладнання, підійдуть тільки методи ToA, визначення положення по амплітуді сигналу і розпізнавання образів.

2.3 Метод визначення координат рухомих об'єктів на основі технології ZigBee

Альянс ZigBee, заснований в 2002 році, являє собою співтовариство компаній (понад 300), які об'єдналися з метою розробки ефективних протоколів для бездротової мережі і забезпечення взаємодії між різними пристроями різних виробників. В міру удосконалення стандарту, альянс публікує на своєму сайті (www.zigbee.org) специфікації стандарту, опис профілів програмного забезпечення та інші нормативні документи.

Мережі ZigBee, на відміну від інших бездротових мереж передачі даних, повністю задовольняють вимоги, а саме:

- завдяки комірчастій топології мережі і використання спеціальних алгоритмів маршрутизації мережу ZigBee забезпечує самовідновлення і гарантовану доставку пакетів у випадках обриву зв'язку між окремими вузлами (появи перешкоди), перевантаження або відмови якогось елемента;
- специфікація ZigBee передбачає криптографічний захист даних, що передаються по бездротових каналах, і гнучку політику безпеки;
- пристрої ZigBee відрізняються низьким електроспоживанням, особливо кінцеві пристрої, для яких передбачений режим «сну», що дозволяє цим пристроям працювати до трьох років від однієї звичайної батарейки AA і навіть AAA;
- мережа ZigBee - самоорганізована, її структура задається параметрами профілю стека конфігуратора і формується автоматично шляхом приєднання (повторного приєднання) до мережі утворюють її пристроїв, що забезпечує простоту розгортання і легкість масштабування шляхом простого приєднання додаткових пристроїв;
- пристрої ZigBee компактні і мають відносно невисоку вартість.



Рисунок 2.3 – ZigBee-модуль PAN4555
з вбудованим мікроконтролером від Panasonic

Зв'язок в мережі ZigBee здійснюється шляхом послідовної ретрансляції пакетів від вузла джерела до вузла адресата. У мережі ZigBee передбачено кілька альтернативних алгоритмів маршрутизації, вибір яких відбувається автоматично.

Стандарт передбачає можливість використання каналів в декількох частотних діапазонах. Найбільша швидкість передачі і найкраща стійкість досягається в діапазоні від 2,4 до 2,48 ГГц. У цьому діапазоні передбачено 16 каналів по 5 МГц.

Ціна, яку довелося заплатити в мережах ZigBee за мінімізацію енергоспоживання, компактність і дешевизну - відносно низька швидкість передачі даних. Більш того, мережа ZigBee в будь-який момент може бути розширена додаванням нових елементів або навпаки розбита на кілька зон простим призначенням відповідного числа нових конфігуратор мережі. Це буває корисно для зниження навантаження і відповідно підвищення швидкості передачі даних.

Мережі ZigBee включають такі типи пристроїв (базових станцій):

- координатори;
- маршрутизатори;
- кінцеві пристрої.

Координатор - це пристрій запускає мережу і керує нею. Координатор формує мережу, є центром управління мережі і довірчим центром - встановлює політику безпеки і задає налаштування під час підключення пристрою до мережі, відповідає за ключі безпеки.

Маршрутизатор розширює область покриття мережі, здійснює динамічну маршрутизацію в обхід перешкод, відновлює маршрути у випадках перевантаження мережі або відмови будь-якого пристрою. Маршрутизатор здійснюють маршрутизацію пакетів по мережі і повинні бути готові до передачі даних в будь-який момент часу. Тому ці вузли не використовують режимів зниженого енергоспоживання і мають стаціонарне харчування. Їх кількість в мережі має бути достатнім для обслуговування необхідної кількості сплячих вузлів.

Кінцевий пристрій може приймати і відправляти повідомлення, але не може транслювати пакети і здійснювати маршрутизацію. Кінцеві пристрої підключаються до маршрутизатора або координатора і не можуть підтримувати дочірніх пристроїв [13].

Як особливий тип пристроїв, в мережах ZigBee можна виділити так звані «сплячі пристрої». По суті це кінцеві пристрої, перекладені в сплячий режим. Сплячі пристрої використовують режими зниженого енергоспоживання. Як правило, це вузли на батарейках. Їх кількість визначається конкретним додатком. На час «сну» маршрутизатори, до яких ці пристрої підключені, «представляють» їх в мережі [11].

Технологія ZigBee заснована на двох незалежних документах:

1. Стандарт IEEE 802.15.4 визначає два рівня стека. Найнижчий рівень РНУ-фізичні параметри радіоканалу (діапазон частот, число каналів, тип модуляції, параметри сигналів) і наступний рівень MAC-керування доступом до середовища (структура посилки по радіоканалу, систему адресації, механізми перевірки і підтвердження цілісності даних, механізм врегулювання колізій). Фраза «IEEE 802.15.4» не відноситься тільки до технології ZigBee. Це фізико-логічна база, на якій побудована технологія ZigBee, але не тільки вона.

2. Специфікація стека ZigBee визначає три наступні рівні стека: рівень каналу передачі даних DLC, який обумовлює формування і контроль пакетів даних, управління потоком даних; мережевий рівень NWK вирішує завдання безпеки мережі, трансляції і маршрутизації повідомлень, обробки мережевих

процедур, підтримки різних топологій; рівень підтримки додатків APS відповідає за безпеку пристрою, трансляцію повідомлень і організацію сервісів пристроїв. Профілі додатки частково обумовлені в специфікації ZigBee, а частково залишені на розсуд виробника обладнання. Іншими словами, специфікація ZigBee визначає сукупність правил, за якими будуть взаємодіяти пристрої, об'єднані в мережу. ZigBee є деякою програмною надбудовою, що спирається на стандарт IEEE 802.15.4.

Топологія мереж ZigBee може бути найрізноманітнішою: «точка - точка», «зірка», «дерево», а також довільна мережа.

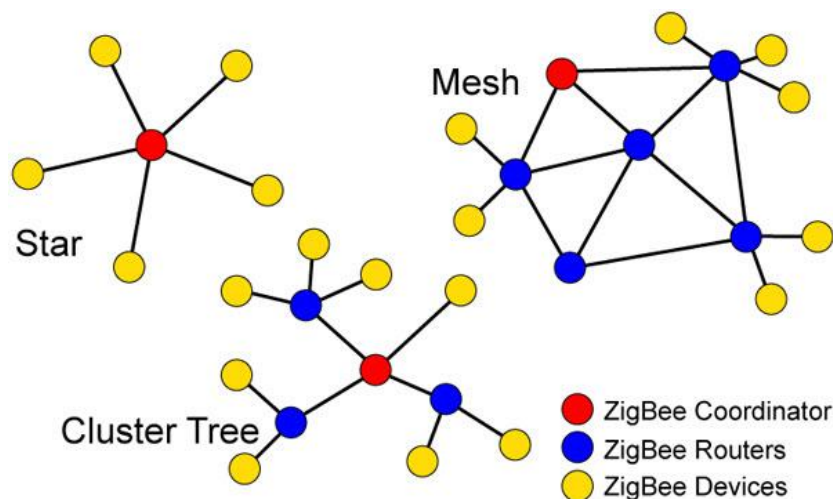


Рисунок 2.4 – Топології мереж ZigBee

Технологія ZigBee забезпечує можливість організації складних децентралізованих ad-hoc структур. У таких мережах кожен вузол безпосередньо пов'язаний з декількома іншими вузлами, ці зв'язки можуть оновлюватися і оптимізуватися при відключенні пристроїв від мережі або при появі нових. При руйнуванні існуючого маршруту (аварія, відключення маршрутизатора від мережі) автоматично формуються нові маршрути передачі даних в обхід відключеного вузла (якщо це можливо) [12].

3 РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ

3.1 Обґрунтування вибору програмного забезпечення

Перед початком вибору та обґрунтуванням основного ПЗ, варто звернути увагу та дати характеристику додатковому, допоміжному ПЗ, за допомогою якого відбувалася реалізація, відлагодження та запуск системи моніторингу рухомих об'єктів.

Все ПЗ та компоненти, які були залучені в ході виконання даної роботи, можна поділити на ПЗ загального призначення, а також веб та прикладну частини. Розглянемо інтегровані середовища розробки – IDE, систему контролю версій – Git, які відносяться до ПЗ загального призначення.

IDE. Ще на етапі проектування та дослідження ідеї даної роботи, мій очевидний вибір текстового редактора випав на декілька IDE від провідної компанії з виготовлення ПЗ – JetBrains. JetBrains заснована у 2000 році Сергієм Дмитрієвим, Євгеном Бєляєвим і Валентином Кіпятковим як приватна компанія. Головний офіс компанії знаходиться в Празі, куди, на початках створення компанії, були вивезені програмісти компанії TogetherSoft з Санкт-Петербурга. У перших продуктах компанії використовувалися напрацювання програмістів, які були зроблені всередині компанії TogetherSoft. Саме тільки через це, ще на початку становлення компанія мала безліч претензій саме від TogetherSoft.

На даний час, лінійка компанії налічує порядку 20 висококласних продуктів, які призначені для різного роду діяльності програмістів та менеджерів, додаткові утиліти для моніторингу та профілювання коду, IDE, які призначені для конкретних мов програмування: PhpStorm для PHP, PyCharm – Python, Rider – C#, RubyMine – Ruby и Ruby on Rails, Datagrip – розробників та адміністраторів СУБД та інше.

Працюючи з набором декількох IDE від JetBrains можна легко експортувати та імпортувати загальні налаштування з однієї IDE в іншу, не турбуватися про постійне введення ключів та паролів, яке IDE дозволяє зберігати та синхронізувати в налаштуваннях профілю.

Найвідомішою IDE для Java є IntelliJ IDEA, яка стала основою для нового продукту Google - Android Studio, середовища розробки під Android. Офіційний анонс цієї події пролунав на конференції Google I/O в Сан-Франциско 15 травня 2013 р. У 2009 році JetBrains випустила IntelliJ IDEA Community Edition - версію IDE з відкритим вихідним кодом. На базі цього продукту було створено безліч середовищ розробки як компанією JetBrains, так і сторонніми розробниками.

Створення Android Studio означає виключення підтримки Android з IntelliJ IDEA Community Edition. Продукт продовжить та продовжує розвиватися і буде у вільному доступі з відкритим вихідним кодом. Робота з Android буде підтримуватися синхронно, як в Android Studio, так і в IntelliJ IDEA.

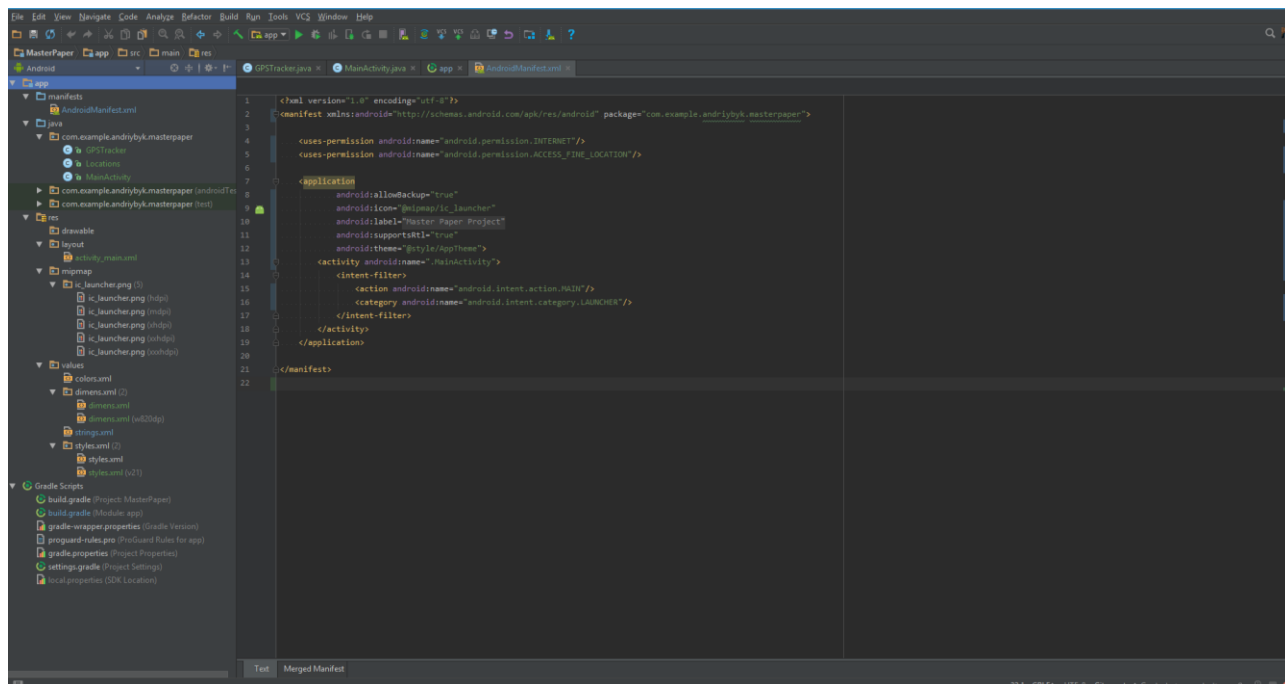


Рисунок 3.1 – Головне вікно Android Studio зі структурою проекту

Для проектування та розробки web-інтерфейсу при роботі з HTML, CSS, JavaScript, SVG, ідеально підходить IDE WebStorm. Візуально, ці 2 IDE не мають відмінностей, так як синхронізація налаштувань відбувається з одного профілю.

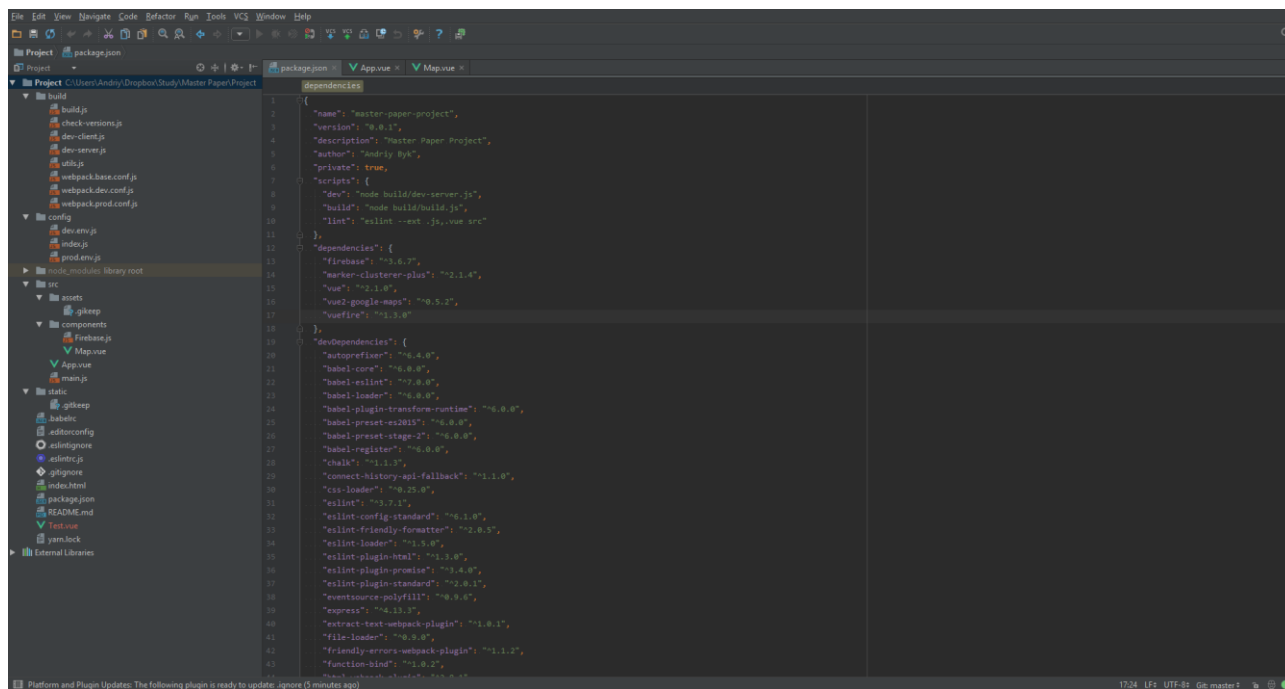


Рисунок 3.2 – Головне вікно WebStorm зі структурою проекту

Система контролю версій. Git - розподілена система керування версіями. Проект був створений Лінусом Торвальдсом для управління розробкою ядра Linux. Перша версія випущена 7 квітня 2005 року. На сьогоднішній день його підтримує Джуніо Хама.

Git підтримує швидкий поділ і злиття різних версій директорій та файлів, включає інструменти для візуалізації і навігації по історії змін, надає кожному розробнику локальну копію всієї історії змін, які копіюються з одного сховища в інший.

Вихідні коди обох проектів зберігаються на віддалених, приватних репозиторіях в системі BitBucket. Вищеописані IDE від JetBrains мають підтримку Git «з коробки», що дозволяє зручно та ефективно працювати з історією змін проектів.

До ПЗ та компонентів, які відносяться до веб частини, що було використано під час виконання даної роботи, слід віднести: програмну платформу – Node.js, менеджер пакетів для Node.js – Yarn, JavaScript-фреймворк – Vue.js та постачальник хмарних сервісів і додатків – Firebase.

Node.js. Програмна платформа, яка заснована на движку V8 (здійснює трансляцію JavaScript в машинний код), що перетворює JavaScript з вузькоспеціалізованої мови програмування в мову загального призначення. Node.js дає можливість JavaScript взаємодіяти з пристроями введення/виведення через своє API (написаному на C++), підключати інші зовнішні бібліотеки, написані на різних мовах, забезпечуючи виклики до них з JavaScript-коду. Node.js переважно застосовується на сервері, виконуючи роль веб-сервера, але є можливість розробляти на Node.js і десктопні віконні додатки (за допомогою NW.js, AppJS або Electron для Linux, Windows і Mac OS) і навіть програмувати мікроконтролери (наприклад, tessel і espruino). В основі Node.js лежить подієво-орієнтоване і асинхронне (або реактивне) програмування з неблокуючим введення/виведення.

У 2009 році Раян Дав почав розробляти Node.js після двох років експериментування над створенням серверних веб-компонентів. В ході своїх досліджень він прийшов до висновку, що замість традиційної моделі паралелізму на основі потоків слід звернутися до подієво-орієнтованих систем. Ця модель була ним обрана через простоту, низьких накладних витрат (в порівнянні з ідеологією «один потік на кожне з'єднання») і швидкодії. Метою Node.js є запропонувати «простий спосіб побудови масштабованих мережевих серверів».

Розробка Node.js спонсорується компанією Joyent. У грудні 2014 року був створений форк io.js, де вже у травні 2015 року було прийнято рішення про злиття io.js і Node.js і подальший розвиток під егідою Node.js Foundation. 8 вересня 2015 року вийшов Node.js v4.0.0, як результат злиття Node.js v0.12.7 і io.js v3.3.0.

Yarn. Новий менеджер пакетів для Node.js, спільно створений Facebook, Google, Exponent і Tilde. Його основною метою є вирішення цілого ряду проблем, з якими зіткнулися розробники при використанні стандартного менеджера пакетів для Node.js - npm, а саме: встановлення пакетів не було досить швидким і послідовним, також існували проблеми з безпекою, так як npm дозволяє пакетам запускати код при установці. З самих початків створення Yarn не було в планах спроби повністю замінити npm, а створити новий клієнт командного рядка, що викачує модулі з реєстру npm. У самому реєстрі нічого не змінюється - ви можете завантажити і публікувати модулі також, як і раніше.

При розробці було використано пакети, перелік з описом яких які наведено в таблиці 3.1, з відкритим програмним кодом, що були встановлені за допомогою Yarn:

Таблиця 3.1 – Пакети використані в роботі

Назва	Версія	Опис
vue	2.1.0	JavaScript-фреймворк, що на основі моделей реактивного зв'язування даних, дозволяє створювати складні користувацькі інтерфейси.
vue2-google-maps	0.5.2	Компонент для роботи з Google Maps для Vue.js версії 2 та вище.
vuefire	1.3.0	Пакет-зв'язка Firebase для Vue.js.
firebase	3.6.7	JavaScript-бібліотека призначена для клієнтського доступу з веб- і мобільних застосунків та Node.js.

Vue.js. Розробка JavaScript-фреймворку розпочалася у 2013 році Еваном Ю, колишнім співробітником Google, а вже в лютому 2014 вийшов перший публічний реліз. Vue.js створювався як необхідність швидкої побудови прототипів складного інтерфейсу, щоб уникнути написання повторюваного коду. Основна перевага Vue.js - можливість миттєво змінювати на оновлювати значення моделі на користувацькому інтерфейсі.

Фреймворк особливо популярний в Китаї, так як Еван дуже активний в китайському JavaScript співтоваристві. Можливо саме через це Vue.js дуже поширений серед китайських компаній, наприклад, таких як Alibaba, Baidu & Tencent, Xiaomi та інших. Зараз він використовується вже по всьому світу, наприклад, цей фреймворк увійшов в Laravel і PageKit, а це значить, що незабаром ми побачимо значне зростання числа користувачів Vue.js.

Цікавий факт в тому, що на відміну від Angular і React, які розробляються такими гігантами як Google і Facebook, Vue.js розробляється спільнотою поза компаній. Автор з недавнього часу працює над фреймворком повний день за рахунок матеріальної підтримки спільноти.

Firebase. Постачальник хмарних сервісів і додатків, який було засновано у 2011 році Ендрю Лі та Джеймсом Темпліном. Офіс знаходиться в Сан-Франциско. Запуск Firebase відбувся у квітні 2012 році. Основна ідея Firebase - хмарна NoSQL база даних для real-time додатків, яка надає API, що дозволяє розробникам зберігати і синхронізувати дані між декількома клієнтами. У жовтні 2014 року компанія була придбана Google. Враховано можливість інтеграції з Android, iOS, JavaScript, Java, Objective-C і Node.js додатками.

В рамках даної роботи, Firebase використовується як база даних для real-time зберігання необхідної геоінформації, яка приходить від користувача з Android додатку.

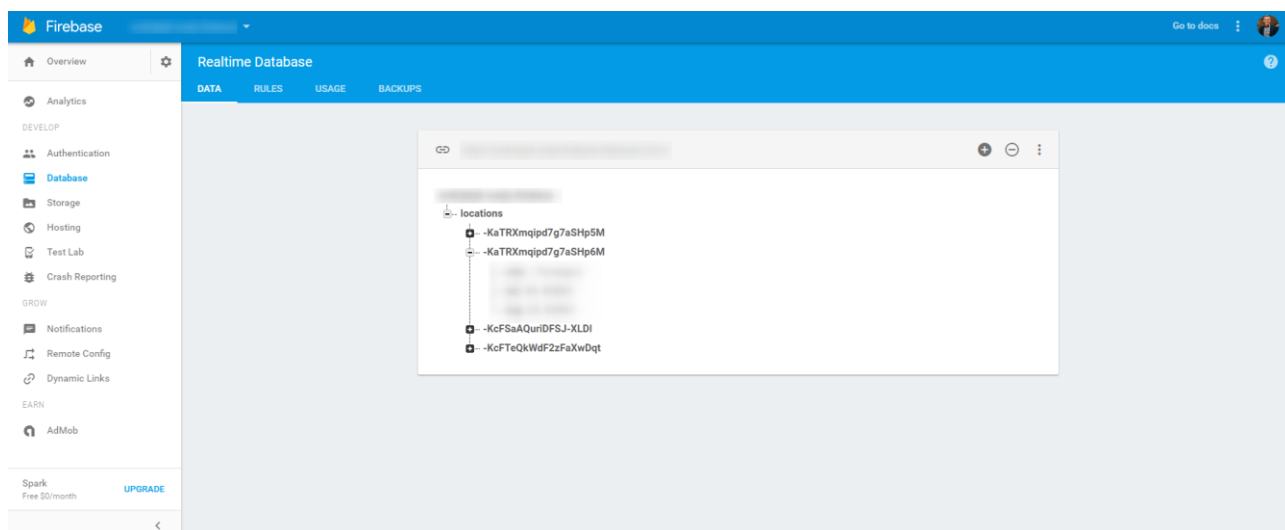


Рисунок 3.3 – Головне вікно веб-інтерфейсу Firebase бази даних

3.2 Розробка та реалізація алгоритму визначення координат рухомих об'єктів

Після обґрунтування вибору ПЗ, було приступлено до розробки веб-інтерфейсу та Android додатку.

Так як, реалізація веб-інтерфейсу доволі не складна та потребує лише читати дані з БД та показувати їх на карті, було отримано такий результат:

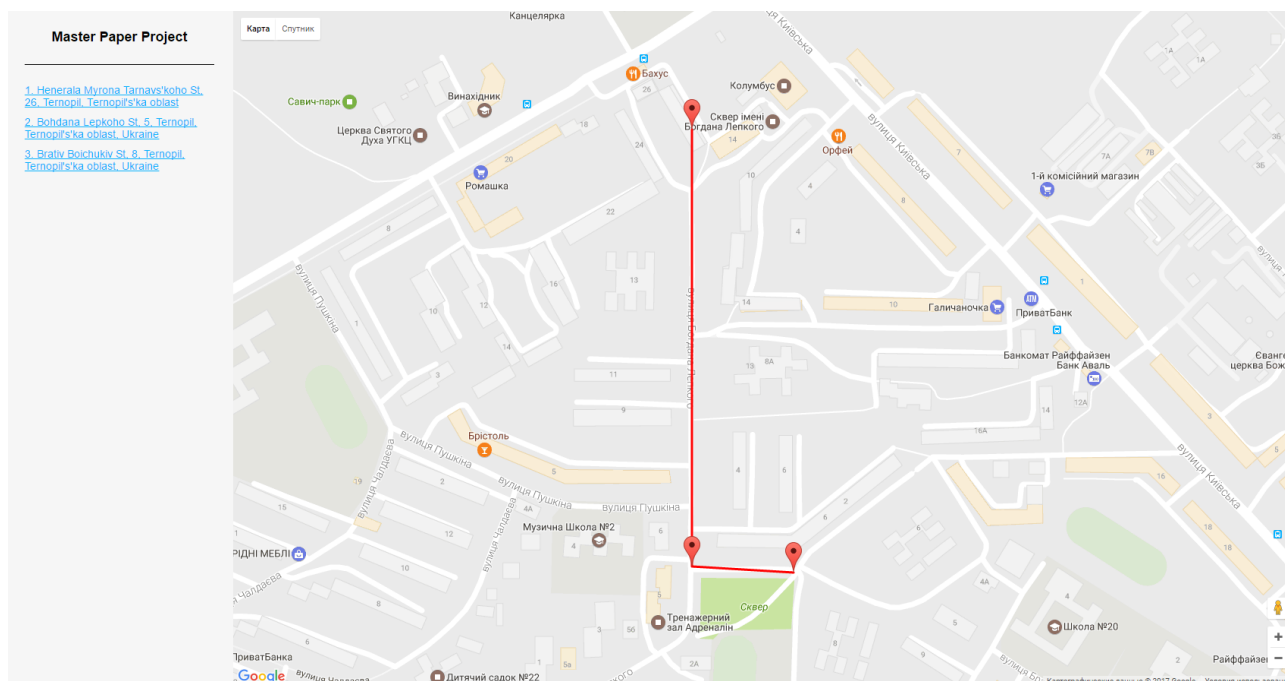


Рисунок 3.4 – Кінцева реалізація веб-інтерфейсу

Проаналізувавши рисунок 3.4, можна чітко виділити 2 основних компоненти веб-інтерфейсу:

- ліва бокова колонка (сайдбар): займає 300 пікселів від усієї доступної області сторінки, в якій є заголовок з назвою проекту, а також, впорядкований по часу запису геоінформації в БД, перелік усіх доступних локацій, по кліку на який відбувається показування в розгорнутому вигляді додаткової інформації (в даному випадку точну адресу отриманих з Android додатку координат) над маркером (рисунок 3.5);

- контент: займає усю доступну область сторінки, в якій відображається звичайна Google Maps карта з маркерами. Перед рендером карти, на вхід їй подається необхідний мінімальний конфіг з набором ключів, таких як: тип та стиль карти, масштаб, масив з набором координат, який вибирається з Firebase БД та інше. Додатково, на карті будується лінія між маркерами, яка формується з того ж вхідного масиву координат.

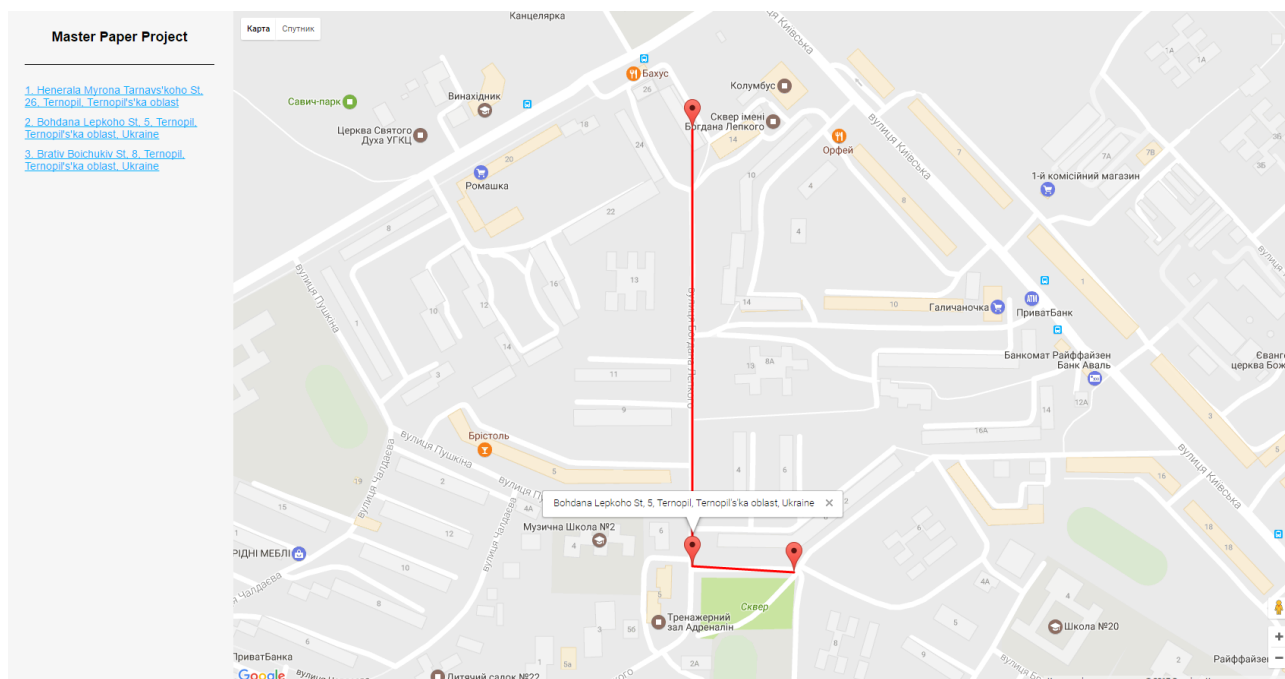


Рисунок 3.5 – Відображення адреси координати над маркером

Після розробки веб-інтерфейсу, який повністю задовільняє початкові вимоги та виконує основні свої функції, настав час реалізувати Android додаток. Створивши початковий проект та зробивши основні його налаштування, потрібно реалізувати основну ідею додатку – збір координат поточного місцезнаходження об'єкту та геокодування.

LocationManager та Geocoder – це стандартні Android API класи. Перший дозволяє отримувати координати місцезнаходження об'єкту, а другий - перетворювати ці ж координати у всім зручний формат адреси.

Реалізація такого методу доволі не складна: вішається слухач на провайдера і отримуємо дані. На даний момент є два провайдера GPS і Network:

- GPS - це дані з GPS-супутників;
- Network - це координати, які можна отримати через стільниковий зв'язок або Wi-Fi. Для цього провайдера потрібен доступ до мережі Інтернет.

Метод `requestLocationUpdates` з класу `LocationManager` – є основним і приймає на вхід такі параметри:

- Тип провайдера: `GPS_PROVIDER` або `NETWORK_PROVIDER`;
- Мінімальний час (в мілісекундах) між отриманням даних. Якщо потрібно отримувати координати без затримок - передавайте 0. За замовчуванням, я вказав 5 секунд.

- Мінімальна відстань (в метрах). Тобто якщо місце розташування змінилося на вказану кількість метрів, то прийдуть нові координати;

- Слухач, об'єкт інтерфейсу `LocationListener`.

У свою чергу, об'єкт інтерфейсу `LocationListener` має ряд методів, які нам потрібні:

- `onLocationChanged` - нові дані про місцезнаходження, об'єкт `Location`;
- `onProviderDisabled` - вказаний провайдер був відключений користувачем;
- `onProviderEnabled` - вказаний провайдер був включений користувачем;
- `onStatusChanged` - змінився статус зазначеного провайдера. В поле `status` можуть бути значення `OUT_OF_SERVICE` (дані будуть недоступні довгий час), `TEMPORARILY_UNAVAILABLE` (дані тимчасово недоступні), `AVAILABLE` (дані доступні).

Провайдери включаються і відключаються в налаштуваннях системи. Тим самим, просто визначається наявність певного провайдер для отримання від нього координат. Програмне включення/вимикання провайдерів через стандартні методи недоступно.

Тепер потрібно прописати дозвіл у головному конфігу (маніфесті) на визначення координат - `ACCESS_FINE_LOCATION`, яке дозволить нам використовувати і Network і GPS.

Після збірки Android додатку та його запуску, для початку, на віртуальному пристрої, було отримано результат, який зображено у вигляді скріншоту на рисунку 3.6. Додаток просить надати йому дозвіл на доступ до провайдерів та визначення локації.

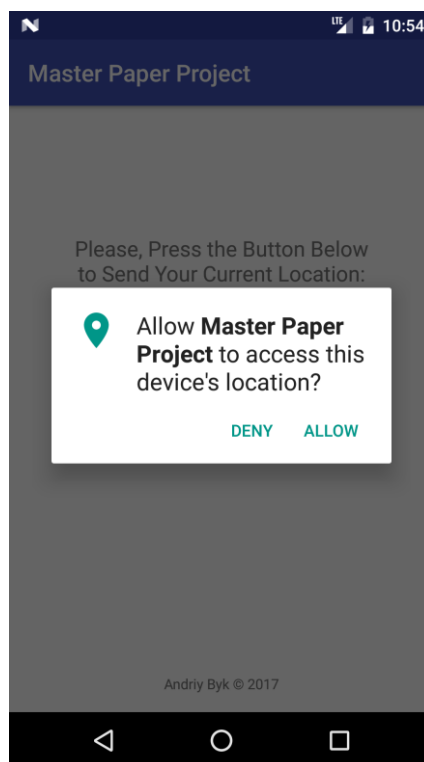


Рисунок 3.6 – Перший запуск Android додатку

Після встановлення налаштувань в пристрої та надання доступу до отримання локації, відбувається повернення назад у додаток, у якому можна побачити заголовок з інструкцією, що потрібно зробити, кнопку, яка робить запит на отримання координат та записує їх в БД і свіч між простим режимом (рис. 3.7 (а)) (відправки координат по натисненню на кнопку) та автоматичним режимом (рис. 3.7 (б)), який з певним інтервалом, затримкою та відстанню робить запит на отримання координат, при чому, текст та кнопка вище робляться неактивними.

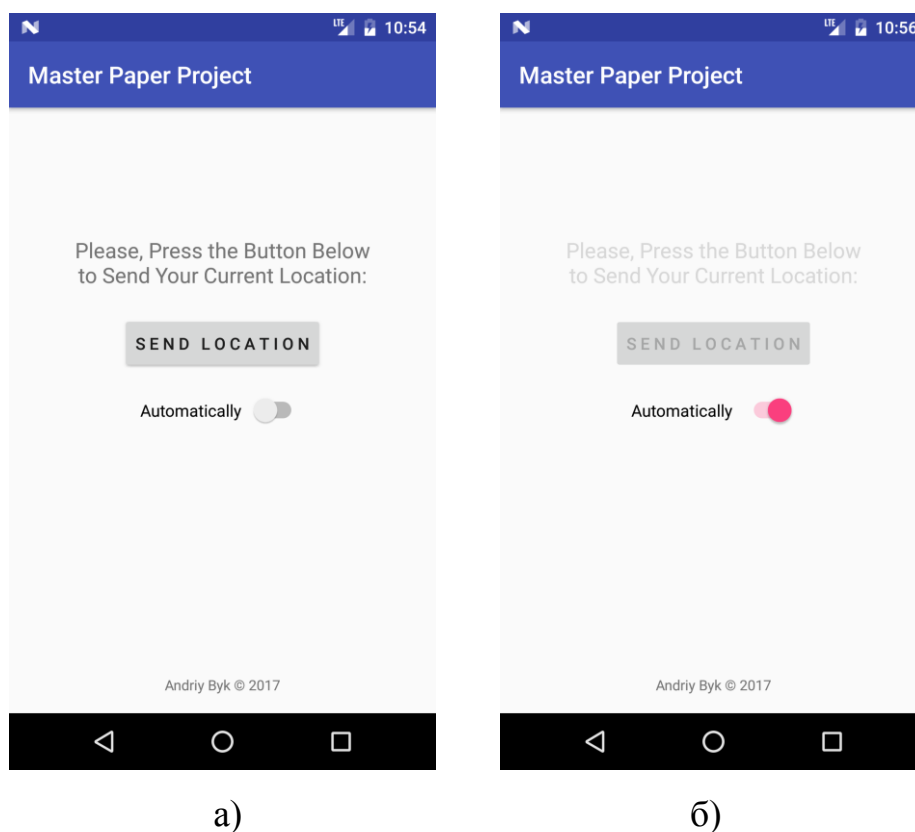


Рисунок 3.7 – а) Простий режим; б) Автоматичний режим

Після натиснення на кнопку «Send Location», робиться запит на отримання координат через вищеописані методи Android API, встановлюється з'єднання з Firebase БД та відбувається запис даних.

Вагомим аргументом на користь Firebase БД – можливість тримати дані в офлайн режимі на пристрої та при першій активації одного з провайдерів робити запит на синхронізацію даних.

Після успішного отримання координат відбувається процес геодекодування координат і отриманням адреси місце розташування об'єкту. Далі, за допомогою класу Toast з Android API виводиться стандартне повідомлення в низу додатку з довготою та широтою. Згодом, модель даних на веб-інтерфейсі отримує ці дані та, практично без суттєвої затримки в часі, оновлює результати в сайдбарі (формує правильний лінк) та малює маркер на карті.

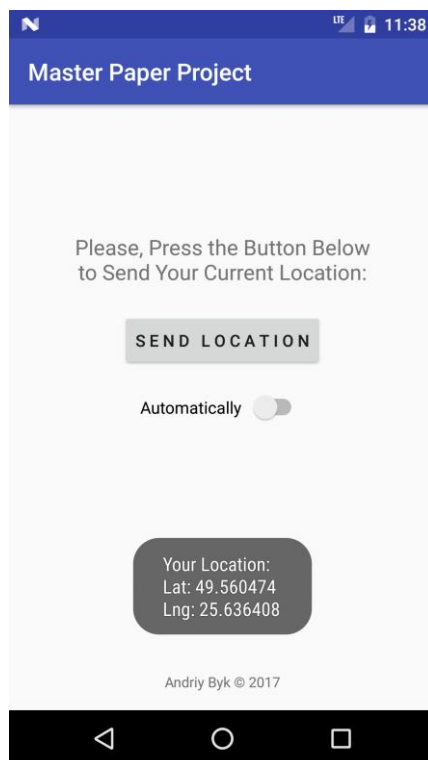


Рисунок 3.8 – Відображення повідомлення з отриманими координатами

Структура БД, після запису в неї даних, буде наступна, де під кожний новий запис генерується унікальний ідентифікатор:

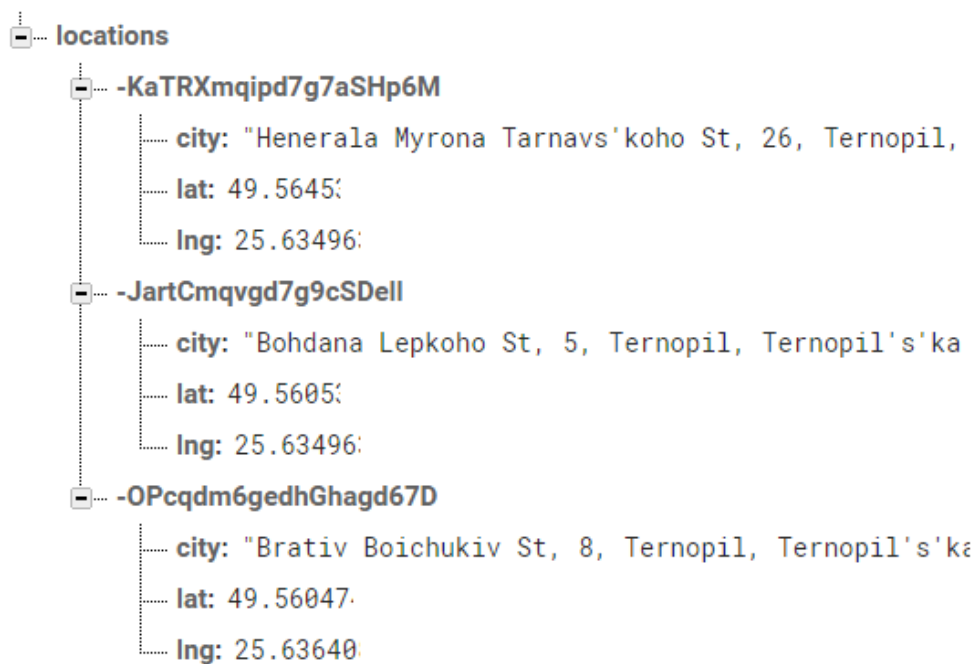


Рисунок 3.9 – Структура та приклад даних в БД

Після кінцевої реалізації веб-інтерфейсу та Android додатку, сформувався чіткий алгоритм визначення координат рухомих об'єктів, який зображено на рисунку 3.10.

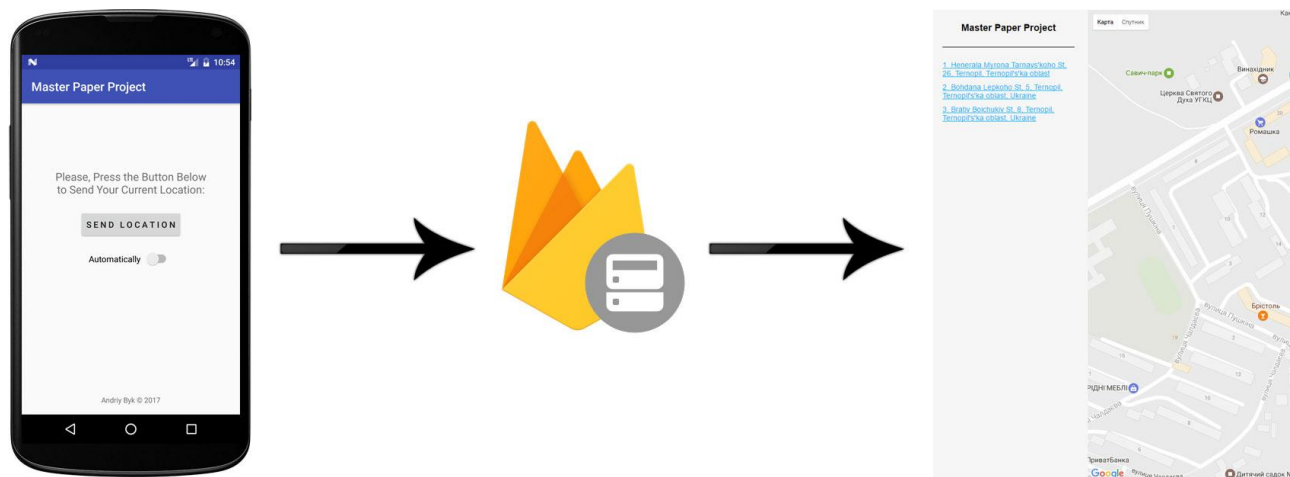


Рисунок 3.10 – Алгоритм визначення координат рухомих об'єктів

Алгоритм працює по наступному сценарію: Android додаток отримує поточну геоінформацію по об'єкту → дані записуються в базу даних у відповідному форматі → на веб-інтерфейсі відбувається зчитування та відображення даних у вигляді маркерів на карті.

3.3 Дослідження методів визначення координат рухомих об'єктів

Тестування та дослідження методів визначення координат рухомих об'єктів, в залежності від типу технології (GPS чи Wi-Fi), проводилися у різних місцевостях (в місті та поза містом) на реальних пристроях: HTC M7 Duos з версією Android 4.2.2 та Nexus 5X з версією Android 6.0 Marshmallow.

Зробивши аналіз та порівнявши два основних методи визначення координат рухомих об'єктів за допомогою GPS та Wi-Fi, можна зробити порівняльну таблицю, яка представлена нижче (таблиця 3.2), де технологія оцінюється по критерію від 1 до 5. Одразу ж під таблицею 3.2 зроблено детальний аналіз по кожному з методів з переліком переваг та недоліків.

Таблиця 3.2 – Дослідження методів визначення
координат рухомих об'єктів

Критерії	GPS	Wi-Fi
Принцип роботи	Супутникові радіосигнали	Бездротові точки доступу
Діапазон	необмежений	20-50 метрів
Доступність	4	3
Точність	2	3
Конфіденційність та безпека	3	2
Вартість	5	3

GPS. Він у режимі реального часу проводить збір даних від геолокаційних супутників. Основними перевагами GPS є хороша точність визначення координат та велике покриття територій. Але от до недоліків застосування GPS трекінгу можна віднести значні енерговитрати акумулятора пристрою на його роботу та неефективність в закритих місцях, наприклад, в будівлях. Також слід зазначити, що значна частина сучасних телефонів використовує технологію A-GPS. Вона вигідно відрізняється від стандартної більш високою швидкістю збору необхідних даних. Однак при старті A-GPS споживає близько 5-7 кБ трафіку. Це небагато, але вимагає регулярного підключення до мобільного Інтернету або мережі Wi-Fi.

Wi-Fi. Даний метод особливо актуальний для міських умов. Його перевага полягає в простоті використання. Зовсім не потрібно підключення до точок доступу або введення відповідних паролів. Досить, щоб смартфон потрапив в зону покриття точки Wi-Fi. Серед переваг слід відзначити, що працюватиме він всюди, де доступна безпроводна мережа (в сучасному місті це більше 80% території) та хороша точність визначення координат, яка відповідає зоні покриття однієї Wi-Fi точки. У той же час подібна технологія має ряд недоліків, через те, що потрібно, щоб на мобільному пристрою постійно був

включений Wi-Fi, при пересуванні в транспорті з Wi-Fi точкою може відбуватися некоректне відображення треку на карті, спотворення інформації при перенесенні точки доступу мережі.

Розглянувши всі вищевказані методи, варто відзначити наступне. Отримання координат слід проводити в комплексі. Лише в цьому випадку отримана інформація буде найбільш точною і актуальною.

Коли йде мова про GPS трекінг за допомогою мобільних пристроїв, слід розуміти, що місце розташування визначається не тільки по супутниках. Мобільні пристрої мають можливість використовувати і інші канали інформації, які описані вище, і кожен з цих способів має свої переваги і недоліки. Використання кожного методу серйозно впливає на зовнішній вигляд треку. Але перед тим як приступати до створення зовнішнього вигляду треку, необхідно зрозуміти, як системи GPS моніторингу прокладають шляхи пересування на карті. Координати визначаються через деякі проміжки часу. А трек – це не що інше, як набір точок на карті, з'єднаних лініями. Точність координат саме цей параметр, який задає тон у відстеженні мобільних пристроїв. Відзначимо лише, що при визначенні місця розташування, для кожної точки обчислюється точність з якою вона здобута.

Для всіх способів отримання координат точність сильно залежить від того, де знаходиться спостережуваний об'єкт: в місті чи за ним. Точку Wi-Fi десь на трасі знайти проблематично. Зате сигнал GPS ловиться добре і визначити координати нічого не заважає. Похибка координат тут може бути всього пару метрів, в той час як в місті вона більше в кілька разів.

Чим частіше система отримує координати, тим реалістичніше виглядає трек. Але головним обмежувачем для цього виступає витрата заряду батареї. Не секрет, що модуль GPS не слабо споживає енергію. Тому дуже важливо підібрати оптимальну частоту визначення місця розташування при запиті координат.

Пересування також може проходити по-різному: пішки, на велосипеді або автомобілі. У разі коли треба запитувати координати за допомогою GPS з рівними проміжками часу, незалежно від швидкості, то можна задати період самостійно.

Порівнюючи два основних методи визначення координат рухомих об'єктів за допомогою GPS та Wi-Fi, можна зробити висновки, що визначення місця розташування мобільного пристрою за допомогою GPS простіше та зручніше, ніж за допомогою Wi-Fi точок, так як точність отриманих координат буде більшою та кращою, що дозволить з найменшими відхиленнями відобразити трек на карті.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Поняття про пожежу та пожежну безпеку

Пожежа – це неконтрольоване горіння, яке поширюється в часі та просторі. Вогонь, який вийшов з-під контролю, здатний викликати значні руйнівні та смертельні наслідки. Щорічно в Україні виникає близько 60 000 пожеж. У них гине понад 3500 осіб, збитки від пожеж становлять понад 2 млрд грн на рік. Найпоширенішими причинами пожеж в Україні є:

- необережне поводження з вогнем (61%);
- порушення правил монтажу та експлуатації електроприладів (18%);
- порушення правил монтажу та експлуатації приладів опалення (11%);
- пустощі дітей з вогнем (7%);
- підпали (2%).

Слід особливо підкреслити, що за останні 15-20 років кількість пожеж, які виникають безпосередньо з вини людей внаслідок необережного поводження з вогнем, недотримання вимог пожежної безпеки при виконанні зварювальних робіт неухильно зростає з року в рік. Це означає, що стан і рівень пожежної безпеки в

Україні значною мірою обумовлені складним соціально-економічним становищем держави, недостатньою участю у справі пожежної безпеки місцевих органів самоврядування та громадських об'єднань і потребують негайного та суттєвого покращання. Тому поряд із збільшенням фінансування та підвищенням організаційного рівня пожежної безпеки необхідний постійний пошук нових, більш ефективних шляхів вирішення цієї проблеми.

Пожежна безпека об'єкта – це стан об'єкта, при якому з регламентованою імовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі та впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Відповідно до ГОСТ 12.1.004-91 пожежна безпека об'єкта повинна забезпечуватися:

- 1) системою запобігання пожежі;
- 2) системою протипожежного захисту;
- 3) системою організаційно-технічних заходів із пожежної безпеки.

Правовою основою діяльності в галузі пожежної безпеки є Конституція України, Закон України «Про пожежну безпеку» та інші закони і нормативно-правові акти.

Горіння – це екзотермічна хімічна реакція окиснення речовини, що супроводжується виділенням диму та виникненням полум'я. Для того щоб виник процес горіння, необхідна одночасна наявність трьох факторів:

- окиснювача;
- горючої речовини;
- джерела запалювання (ДЗ).

Однак наявність цих факторів ще не означає, що обов'язково виникне горіння. Необхідно, щоб були виконані такі умови:

1) горюче та окислювач повинні утворити суміш у певному співвідношенні одне до одного, щоб утворилася горюча суміш – тобто така суміш, яка здатна самостійно горіти після видалення ДЗ;

2) ДЗ повинне мати достатню енергію та температуру, щоб запалити горючу суміш.

Окиснювачами можуть бути:

- кисень, повітря;
- кисень від розкладання певних хімічних речовин: нітратів, хлоратів, перхлоратів, пероксидів, перманганатів, дихроматів, хроматів та інших;
- концентровані азотна, сірчана, хлорна, хлорнувата кислоти, меланж, олеум, тетраоксид та пентаоксид нітрогену;
- галогени: фтор, хлор, бром.

Джерело запалювання – це тіло, яке горить, сильно розжарене, або електрична іскра, розряд, іскри від удару або тертя.

Горіння може бути гомогенним та гетерогенним. При гомогенному горінні горюче та окиснювач знаходяться в одному й тому самому агрегатному стані – газо- чи пароподібному. При гетерогенному горінні вони знаходяться в різних агрегатних станах, і є межа поділу фаз у горючій системі. Пожежі переважно характеризуються гетерогенним горінням.

За швидкістю поширення полум'я розрізняють такі види горіння:

1) дифузійне (дефлаграційне) горіння - швидкість горіння мала, становить декілька м/с. При такому горінні горюча суміш утворюється в процесі горіння. Як правило, це гетерогенне горіння;

2) кінетичне (вибухове) горіння – дуже швидке горіння, коли швидкість поширення полум'я становить декількох сотень м/с. Утворюються стиснені гази, які викликають появу ударної хвилі – раптового стрибкоподібного зростання тиску. Ударна хвиля поширюється зі швидкістю звуку попереду фронту горіння. При такому горінні горюча суміш надходить у зону горіння вже змішаною. Це гомогенне горіння;

3) детонаційне горіння – найбільш швидкий вид горіння, коли полум'я поширюється із надзвуковою швидкістю. Також утворюється ударна хвиля, і горюча суміш надходить у зону горіння вже змішаною. Це також гомогенне горіння.

4.2 Розрахунок первинних засобів пожежогасіння

Приклад 28. Визначити категорію будівлі за вибухопожежною та пожежною небезпекою, а також тип і необхідну кількість первинних засобів пожежогасіння. Характеристику виробничих приміщень наведено у таблиці 4.1. Загальна площа 800 м².

Розв'язання. Визначаємо категорію виробничого приміщення з вибухово-пожежної та пожежної небезпеки за методикою, яка наведено у прикладі 28 та даних з таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Характеристика виробничих приміщень

Характеристика приміщення	Категорія приміщення	Частка площі приміщення у загальній площі, %
Плавильне відділення	В	20
Відділення обробки виробів та їх термічної обробки	В	30
Відділення обробки магнієвих виробів на металорізальних верстатах	Б	2
Відділення нанесення покриття на вироби	А	2
Відділення приготування сумішей	Д	16
Склад продукції	В	20
Санітарно-побутові приміщення	Д	10

Будинок не відноситься до категорії А, тому що в ньому сумарна площа приміщень категорії А не перевищує 5% площі всіх приміщень (сума складає тільки 2%). Будинок не відноситься до категорії Б, тому що в ньому сумарна площа приміщень категорії А і Б не перевищує 5% площі всіх приміщень (сума складає тільки 4%). Будинок відноситься до категорії В, тому що в ньому сумарна площа приміщень категорії А, Б та В значно перевищує 5% площі всіх приміщень (сума складає 74%).

Таблиця 4.2 – Класифікація пожеж

Клас пожежі	Характеристика речовин та матеріалів або об'єкта, що горить
А	Тверді речовини, переважно органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням (дерево, текстиль, папір)
В	Горючі рідини чи тверді речовини, що розплавляються при нагріванні (нафтопродукти, спирти, каучук, стеарин, деякі синтетичні матеріали)
С	Пальні гази
Д	Метали та їх сплави (алюміній, магній, лужні метали)
Е	Обладнання під напругою

Визначаємо категорію пожеж відповідно до міжнародного стандарту (ISO №3941-77). У нашому випадку можливе загоряння металів та їх сплавів, тобто клас можливої пожежі D (згідно таблиці 4.2).

Таблиця 4.3 – Характеристика категорій приміщень і будівель за вибухопожежною та пожежною безпекою

Категорія приміщень	Характеристика речовин та матеріалів, що знаходяться (використовуються) в приміщенні
А	Горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більш 28°C в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні паро-газоповітряні суміші, при спалахуванні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа. Речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним, у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа
Б	Горючий пил чи волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більш 28 С, горючі рідини в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні чи паро-газоповітряні суміші, при спалахуванні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа
В	Легкозаймисті, горючі і важкогорючі рідини, тверді горючі і важкогорючі речовини і матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем чи повітря один з одним тільки горіти за умови, що приміщення, у яких вони чи знаходяться (використовуються), не належать до категорій А чи Б
Г	Негорючі речовини і матеріали в гарячому, розжареному чи розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я; пальні гази, рідини, тверді речовини, що чи спалюються утилізуються як паливо
Д	Негорючі речовини та матеріали в холодному стані

Таблиця 4.4 – Пінні, порошкові, хладонові
та вуглекислотні переносні вогнегасники

Категорія приміщення	Площа, м ²	Клас пожежі	Пінні ємністю 10 л	Порошкові ємністю 10 л	Хладонові ємністю 2 л	Вуглекислотні ємністю 5 л
А, Б	200	А	2++	1++	–	–
		В	4+	1++	4+	–
		С	–	1++	4+	–
		Д	–	1++	–	–
		Е	–	1++	–	2++
В	400	А	2++	1+	–	2+
		Д	–	1++	–	–
		Е	–	1+	2+	2++
Г	800	В	2+	1+	–	–
		С	–	1+	–	–
Г, Д	1800	А	2++	1+	–	–
		Д	–	1++	–	–
		Е	–	1+	2+	2++

Таблиця 4.5 – Повітряно-пінні, комбіновані,
порошкові та вуглекислотні переносні вогнегасники

Категорія приміщення	Площа, м ²	Клас пожежі	Повітряно-пінні ємністю 100 л	Комбіновані ємністю 100 л	Порошкові ємністю 100 л	Вуглекислотні ємністю 80 л
А, Б, В	500	А	1++	1++	1++	3+
		В	2+	1++	1++	3+
		С	–	1+	1++	3+
		Д	–	–	1++	–
		Е	–	–	1+	1++
В	800	А	1++	1++	1++	2+
		В	2+	1++	1++	3+
		С	–	1+	1++	3+
		Д	–	–	1++	–
		Е	–	–	1+	1+

Примітка. Знак «++» означає вогнегасники, що рекомендуються для оснащення об'єктів; знак «+» означає вогнегасники, використання яких дозволяється при відсутності рекомендованих вогнегасників; знак «-» означає вогнегасники, що не допускаються для оснащення об'єктів.

Вибір типу й кількості вогнегасників для оснащення приміщення визначається на основі рекомендацій, представлених у таблицях 4.4–4.5. Виходячи з категорії приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою (категорія В) і площі, що захищається (800 м²) відповідно до рекомендацій визначаємо, що для захисту приміщення ливарного виробництва необхідні 4 порошкових вогнегасники ємністю 5 літрів або 2 ємністю 10 літрів.

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі розв'язано актуальну задачу розробки системи моніторингу рухомих об'єктів на основі геоінформаційних даних. При цьому отримано наступні результати.

1. Проаналізовано принципи побудови та виділено область застосування геоінформаційних систем.

2. Проведено аналіз технологій визначення координат рухомих об'єктів для побудови геоінформаційних систем.

3. Проведено порівняльний аналіз методів визначення координат рухомих об'єктів на основі технології GPS, Wi-Fi та ZigBee. Показано переваги та недоліки вказаних технологій при визначенні координат рухомих об'єктів в геоінформаційних системах.

4. Обґрунтовано вибір програмного забезпечення для розробки системи моніторингу рухомих об'єктів. Досліджено методи визначення координат рухомих об'єктів.

5. Розглянуто питання охорони праці та проведено розрахунок первинних засобів пожежогасіння.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондаренко Е.Л. Геоінформаційна схема картографування / Е.Л. Бондаренко. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/natural/ktvsh/2011_1/8.pdf.
2. Геоінформаційні системи. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.geoguide.com.ua/survey/survey.php?part=gis>.
3. Морозов В.В. Геоінформаційні системи в агросфері: Навч. посіб. / В.В. Морозов, Н.М. Шапоринська, О.В. Морозов. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 269 с.
4. Геоінформаційні системи. Дубінін М.Ю., Костикова А.М. опублікована в журналі «Компьютерра» - 2008 р, 740-749с.
5. Timo Halonen GSM, GPRS and EDGE performace. Evoluton towards 3G/UMTS /Timo Halonen,Juan Melero - Lake Union, 2010 - 345с.
6. Берлин А.Н. Цифровые сотовые системы связи. / Берлин А.Н. – М.: Эко-Трендз, 2007 – 199 с.
7. Гольдштейн Б.С. Мережі стільникового зв'язку / П, Гольдштейн Б.С.,Соколов Н.А., Яновський Г.Г – СПб БХВ - Петербург, 2010 – 346с.
8. Stefan Steiniger, Moritz Neun and Alistair Edwardes. Foundations of Location Based Services // CartouCHel. Lecture Notes on LBS, V. 1. 0, 2015
9. Cisco Systems, Inc. Wi-Fi Location-Based Services-Design and Deployment Considerations // Cisco Documentation: Cisco Integrated Networking Solutions, 2014
10. Julia Letchner, Dieter Fox, Anthony LaMarca. Large-Scale Localization from Wireless Signal Strength // In Proc. of the National Conference on Artificial Intelligence (AAAI), 2015
11. Бурачек В.Г. Основи системного аналізу. Конспект лекцій / В.Г. Бурачек, В.І. Зацерковний. – Чернігів: ЧДІЕУ, 2009. – 152 с.
12. http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number_22 /1Integr.htm.
13. Ehlers M. Integration of remote sensing with geographic information system: A necessary evolution /M. Ehlers, G. Edwards, Y. Bedard – 1989. – Vol. 55, N 11. – P. 1619 – 1627.

14. Integration of remote sensing and GIS: Data and data access / M. Ehlers, D. Greenlee, T. Smith [et al.] // Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. – 1991. – Vol. 57, N 6. – P. 669 – 675.

15. Remote sensing and geographic information system data integration: Error sources and research issues / R.S. Lunetta, R.G. Congalton, L.K. Fenstermaker [etal.]. – 1991. – Vol. 57, N 6. – P. 677 – 687.

16. Systematic analysis model for regional water resources based on a spatial information system, Proceedings of International Symposium, Remote Sensing and Geographic Information Systems for Design and Operation of Water Resources Systems / X. Chen, D. Zhou, N. Zhou [et al.]; M.F. Baumgartner (ed.) // IAHS Pub. 242. – Rabat, Morocco, 1997. – P. 43 – 51.

17. Технологии/ Обзор технологий/Сетевая инфраструктура системы РТЛС <http://www.rtlsnet.ru/technology/view/3/>

18. Локазюк В.М., Пантелєєва Т.О. Методи діагностування програмного забезпечення сучасних комп'ютерних систем – Хмельницький, 2003. - №2, с. 122 – 128

19. Говорущенко Т.О. Реалізація та функціонування системи повторного тестування прикладного програмного забезпечення – Хмельницький: ХНУ, 2007 - №2, т.2, с. 113-120

20. Пантелєєва Т.О. Аналіз методів тестування прикладного програмного забезпечення – Київ: НАУ, 2003. – с. 121 – 124