

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення

”Допущено до захисту”
Завідувач кафедри кібербезпеки
та програмного забезпечення
д.т.н., професор
_____ Олексій СМІРНОВ
“ ____ ” _____ 2025 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему
“Дослідження та програмна реалізація системи визначення
місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location
Services Protocol”

КБГЗ-2025

Виконав здобувач вищої освіти
II курсу, групи КІ-24М
ОПП «Комп’ютерна інженерія»
спеціальності 123 «Комп’ютерна інженерія»
_____ Касьянов Н.О.
« ____ » _____ 2025 р.

Керівник проекту
доктор технічних наук, професор
_____ Смірнов О.А.
« ____ » _____ 2025 р.

Рецензент _____

АНОТАЦІЯ

Касьянов Н.О. Дослідження та програмна реалізація системи визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol. 123 Комп'ютерна інженерія. Центральноукраїнський національний технічний університет. Кропивницький. 2025.

В даній випускній кваліфікаційній роботі за другим (магістерським) рівнем вищої освіти розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.

Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.

Об'єктом дослідження є процес визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.

Предметом дослідження є методи визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.

Методи дослідження базуються на методах теорії геопозиціонування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Результат роботи – програмна реалізація системи визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.

В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Розроблено зручний інтерфейс користувача. Наведені інструкції по роботі з програмними засобами.

Програма може використовуватися на мобільному пристрої Apple під керуванням iOS.

Програму розроблено в середовищі Python.

Ключові слова: комп'ютерна інженерія, Apple Location Services Protocol

ABSTRACT

Kasianov N.O. Research and software implementation of the location determination system using the Apple Location Services Protocol. 123 Computer Engineering. Central Ukrainian National Technical University. Kropyvnytskyi. 2025.

In this final qualification work for the second (master's) level of higher education, software has been developed, which is intended for the location determination system using the Apple Location Services Protocol.

The purpose of the development is the research and software implementation of the location determination system using the Apple Location Services Protocol.

The object of the research is the process of location determination using the Apple Location Services Protocol.

The subject of the research is the methods of location determination using the Apple Location Services Protocol.

The research methods are based on the methods of geopositioning theory, methods of mathematical statistics, and methods of software development.

The result of the work is the software implementation of the location determination system using the Apple Location Services Protocol.

In the process of working on the software model, an analysis of existing hardware and software was performed. All components of the developed software are fully described.

A convenient user interface has been developed. Instructions for working with the software are provided.

The program can be used on an Apple mobile device running iOS.

The program was developed in the Python environment.

Keywords: computer engineering, Apple Location Services Protocol

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ | 3 |
| ВСТУП..... | 4 |
| 1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ | 6 |
| 1.1 Призначення системи..... | 6 |
| 1.2 Область застосування..... | 8 |
| 2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ | 11 |
| 2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур та програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти..... | 11 |
| 2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування..... | 17 |
| 2.3 Розгорнута постановка завдання | 22 |
| 3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ | 24 |
| 3.1 Опис функціонування системи | 24 |
| 3.2 Розробка структурної схеми..... | 32 |
| 3.3 Розробка функціональної схеми | 37 |
| 3.4 Розробка діаграми процесів..... | 44 |
| 4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ..... | 46 |
| 4.1 Розробка блок-схем та опис алгоритмів функціонування системи..... | 46 |
| 4.2 Захист розробленого програмного забезпечення..... | 58 |
| 5 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ | 60 |
| 6 НАУКОВА НОВИЗНА | 62 |

| | | | | | | | | |
|-----------------|----------------|-----------------|--------------|-------------|---|----------------------------------|--------------|----------------|
| | | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | | |
| Вим | Арк. | № докум. | Підп. | Дата | Дослідження та програмна реалізація системи визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol | Лім. | Аркуш | Аркушів |
| Розроб. | Касьянов Н.О. | | | | | М | 1 | 90 |
| Перев. | Смірнов О.А. | | | | | ЦНТУ КІ-24М | | |
| Н.контр. | Коваленко А.С. | | | | | | | |
| Затв. | Смірнов О.А. | | | | | | | |

| | | |
|-----|--|----|
| 7 | МАРКЕТИНГОВЕ ТА ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ІТ-ПРОЄКТУ | 63 |
| 7.1 | Визначення цільової аудиторії кінцевого готового продукту | 63 |
| 7.2 | Оцінка привабливості шляхом застосування методів експертних оцінок ... | 64 |
| 7.3 | Вибір методу оцінки вартості ПЗ | 64 |
| 7.4 | Розрахунок економічної ефективності від впровадження реалізованого ПЗ як фактору його привабливості..... | 65 |
| 7.5 | Пропозиція алгоритму просування проєкту розробки ПЗ | 68 |
| 7.6 | Оптимізація каналів збуту та шляхів реалізації ПЗ | 68 |
| 7.7 | Визначення ключових факторів успіху конкретного проєкту..... | 69 |
| 8 | ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ | 70 |
| 8.1 | Вступ..... | 70 |
| 8.2 | Аналіз санітарно-гігієнічних умов праці на робочому місці програміста ... | 71 |
| 8.3 | Розробка заходів з поліпшення стану охорони праці | 74 |
| 8.4 | Техніка безпеки та протипожежна профілактика | 76 |
| 8.5 | Розрахункова частина | 78 |
| 9 | ОСНОВНІ ВИСНОВКИ..... | 82 |
| | СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 84 |

КБПЗ-2025

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|----------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 2 |

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

- КПК – кишеньковий персональний комп'ютер
- РМД – робоче місце диспетчера
- СЕР – Circular Error of Probability – окружність можливої помилки
- GPS – глобальна система місцевизначення.
- GSM – система цифрового стільникового телефонного зв'язку
- IOD – issue of data – временной идентификатор
- LAAS – навігаційний комплекс
- LAT – широта
- LON – довгота
- MFC – Microsoft Foundation Class library – бібліотека класів
- OLE – технологія зв'язування й вбудовування об'єктів
- POI – point of interest – вбудована база «цікавих» точок
- SA – режим обмеженого доступу
- WAAS – система супутників і наземних станцій, що робить коректування сигналів GPS

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | VKPM-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 3 |

ВСТУП

Актуальність теми. Програми для геолокаційних послуг (LBS) поширюються та підтримують транспорт, розваги тощо. Сучасні мобільні платформи, яскравим прикладом яких є смартфони, покладаються на наземну та супутникову інфраструктуру (наприклад, глобальну навігаційну супутникову систему (GNSS) та краудсорсингові бази даних Wi-Fi, Bluetooth, стільникового зв'язку та IP) для правильного позиціонування. Однак вони вразливі до атак, які маніпулюють позиціями для контролю та підриву функціональності LBS, що дозволяє шахрайство з користувачами або сервісами. Наша робота показує, що атаки зі спуфінгом GNSS успішні, навіть якщо смартфони мають кілька джерел інформації про позиціонування. Більше того, атаки зі спуфінгом Wi-Fi з глушінням GNSS є напрочуд ефективними. Більше занепокоєння викликають докази того, що складні, скоординовані атаки зі спуфінгом є дуже ефективними. Атаки можуть бути спрямовані на GNSS у поєднанні з іншими методами позиціонування, тому захист, який припускає, що атакується лише GNSS, не може бути ефективним. Більше того, стійкі приймачі GNSS та антени спеціального призначення неможливі на смартфонах.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.
- Дослідження системи визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.
- Програмна реалізація системи визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 4 |

Об'єктом дослідження є процес визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.

Предметом дослідження є методи визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.

Методи дослідження базуються на методах теорії геопозиціонування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Наукова новизна отриманих результатів. У процесі рішення завдань, обумовлених цілями дослідження, отримані наступні результати:

– Удосконалено метод визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.

– Розроблено вітчизняний продукт визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol, який має більш широкі можливості, на відміну від існуючих аналогів.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати задачі визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.

Достовірність наукових результатів підтверджена теоретичними викладеннями, даними комп'ютерного моделювання, коректними дослідженнями параметрів на функціонуючій обчислювальній мережі, а також відповідністю отриманих результатів окремим результатам, наведеним у науковій літературі.

Робота апробована на LVII Науково-технічній конференції здобувачів вищої освіти LV науково-технічної конференції «Наука в ЦНТУ: основні досягнення та перспективи розвитку» (2025 р.), основні положення випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти надруковані у статті збірника праць молодих науковців ЦНТУ, випуск №15.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, дослідження та програмна реалізація системи визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за другим (магістерським) рівнем вищої освіти.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 5 |

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ

1.1 Призначення системи

Супутникова навігація в мобільнику всього за кілька років став нормою навіть для недорогих моделей. Разом із широким поширенням цієї функції, люди також винайшли нові застосування для GPS-приймачів.

До можливості визначати своє місцезнаходження на віртуальній карті, додалася соціальна складова. Тепер користувачі не тільки визначають свої координати, але й можуть добровільно показувати, де вони перебувають. Однак на цьому спектр можливостей сучасних гаджетів не закінчується.

Більшості користувачів, які проводять будні на роботі, а вихідні дома – GPS у мобільнику зайва функція. Вона тільки збільшує вартість і вагу гаджету. Часте визначення координат і користування електронними картами – це, в основному, доля водіїв, кур'єрів і інших спеціальностей, де людям необхідно орієнтуватися в незнайомих районах або містах.

Тому щоб якось виправдати наявність GPS-приймача в гаджету, розроблювачі почали придумувати такі можливості як геотегинг (додавання координат місця зйомки до внутрішньої інформації файлу), геосоціальні сервіси та інші «мегаполезности».

Але ми ж з вами знаємо, що навігатор у телефоні – це всього лише черговий зашморг на шії невтручання в особисте життя, що дозволяє владі й спецслужбам відслідковувати місце розташування будь-якої цікавої їм особистості. Адже телефонні розмови вони й так можуть прослухати, а тепер ще й знають, звідки людина дзвонить. :)

Одним із самих яскравих прикладів злиття супутникової навігації й соціальних мереж є сервіс foursquare. У ньому користувачі можуть відзначати своє місце розташування не просто на карті, а в конкретних закладах. Наприклад,

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 6 |

якщо людина нудьгує за барною стійкою, він може кинути клич, що буде складатися з його місця розташування й запрошення, всім друзям в окрузі, щоб вони приєдналися до нього.

На основі foursquare навіть почали створюватися тематичні додатки. Наприклад, Wheretheladies.at, за допомогою якого чоловіка можуть шукати місця з найбільшим числом дівчин. Таким чином, GPS-приймачі в телефонах і спеціальний софт можуть виконувати функції віртуальної свахи, пускай навіть і для короткого знайомства. Розроблювачі цієї програми обіцяють незабаром випустити аналогічну розробку для дам, які хочуть познайомитися із протилежною підлогою. Знаходить популярність сервіс Altergeo. Він є «геосоціалкою», де користувачі за аналогією з foursquare відзначаються в різних закладах. Крім соціальної частини, що дозволяє людям спілкуватися й бачити розташування друзів на карті, ця мережа затягає нових користувачів різними знижками й бонусами від закладів. Таким чином, наявність GPS-приймача в гаджете може стати своєрідною дисконтною картою.

Але не варто забувати, що практично всі мобільники оснащуються не повноцінним GPS-приймачем, а системою А-GPS, що вимагає для початку роботи приймача завантаження даних з інтернет-сервера. Якщо спробувати пояснити коротенько, то повноцінний GPS приймач для визначення координат спочатку завантажує спеціальний файл із даними про розташування супутників на земній орбіті, і лише потім починає приймати інформацію від них для точного визначення місця розташування. Цей процес іноді може бути довгим і тривати мінути, а те й десятки мінут. Але оскільки мобільники мають доступ до всесвітньої мережі, то розроблювачі спростили одержання цього спеціального файлу. Так, його можна за секунди скачати з мережі, і буквально відразу визначити своє положення в просторі.

Але за швидкістю роботи криється й одна істотна незручність – при відсутності доступу до всесвітньої павутини визначити своє положення користувачеві гаджету не вдасться. А перебуваючи за кордоном, людині прийде

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 7 |

щораз оплачувати завантаження даних для системи A-GPS. Обсяг даних, що завантажуються, не великий, але з огляду на одиниці тарифікації й вартість трафіку в роумінзі, у середньому українець буде витратити по 5 грн. тільки за визначення координат, і це не з огляду на трафіку, якщо людина користується онлайн-картами.

1.2 Область застосування

Хоча проект споконвічно був розроблений суцього для військових цілей, сьогодні переважна більшість користувачів – цивільні особи. Практично будь-який сучасний мобільний пристрій оснащений GPS-навігатором, не говорячи вже про професійне встаткування моряків, льотчиків, рятувальників, лікарів, учених і, звичайно ж, військових.

Основні сфери застосування GPS:

– картографія. За допомогою GPS складаються докладні карти й плани місцевостей з рельєфом будь-якої складності. Надалі ці карти можуть також використовуватися по самих різних напрямках – від туризму до розробки військових стратегій;

– геодезія. Окреслюються точні границі земельних ділянок і координати яких-небудь конкретних об'єктів;

– транспортний моніторинг. Усім відомі «карти пробок». Без допомоги GPS відстеження транспортного потоку було б недозволеною розкішшю із застосуванням повітряного спостереження;

– стільниковий зв'язок. Застосовується для визначення точного місця розташування абонента, що дзвонить у службу порятунку, оскільки потерпілий не завжди може точно вказати свої координати або просто не встигає цього зробити;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|----------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 8 |

– моніторинг тектоніки. За допомогою GPS ведуться спостереження за переміщеннями тектонічних плит. Це дозволяє, зокрема, спрогнозувати землетруси й виверження вулканів;

– навіть комп'ютерні ігри не обійшлися без GPS. Існує цілий ігровий жанр, що використовує місцезнаходження гравця на реальній місцевості;

– при прогнозуванні погоди. Сотні метеорологічних станцій по всьому світу передають дані по погодних умовах і при цьому зв'язують їх зі своїм місцем розташування;

– в авіації й мореплаванні передавачі GPS дозволяють відслідковувати курси літаків або судів у реальному часі й при необхідності швидко зреагувати на сигнал небезпеки;

– геотаргетинг – ті або інші події, фотознімки можна прив'язати до конкретного місця на Землі. Цим часто користуються відвідувачі соціальних мереж;

– навігація. Мабуть, найпоширеніша сфера застосування GPS на сьогодні. Капітан корабля може швидко визначити своє положення на карті, а командир – на полі бою. Дальнобійник не заблудиться на численних розв'язках траси, а мандрівник – у горах або в лісі. Та й звичайному городянину легко визначити своє місце розташування в незнайомому районі й швидко прокласти маршрут до потрібної адреси. Крім того, у карти завантажені координати кафе, ресторанів і готелів. Так що пошук потрібного місця з появою GPS займає лічені секунди.

Переваги GPS

Технологія глобального позиціонування міцно впроваджується в повсякденне життя завдяки своїм перевагам:

– простота для кінцевого користувача. Не потрібно бути експертом, щоб почати користуватися додатком для смартфона з підтримкою GPS;

– дешевина. Саме обслуговування й запуски супутників, звичайно, обходяться недешево, але більша поширеність технології дозволила здешевити послуги GPS. Практично все, що потрібно сьогодні, – придбати пристрій з GPS-

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 9 |

приймачем, собівартість якого вкрай невисока. Їх вбудовують у комп'ютери й банкомати, у телефони й навіть фотоапарати;

– глобальний охопат. Вся Земна куля, за винятком полюсів, охоплений мережею GPS;

– висока точність. Сьогодні вдосконалені технології дозволяють визначити місце знаходження приймача або передавача з точністю до одного метра;

– всепогодність. Якість роботи GPS практично не залежить від погодних умов.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, дослідження та програмна реалізація системи визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за другим (магістерським) рівнем вищої освіти.

КБПЗ – 2025

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | VKPM-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 10 |

2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур, програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

GPS-навігація – одна із самих затребуваних функцій на смартфоні. Вивчаючи місто, подорожуючи на автомобілі або велосипеді, надто важливо додержуватися оптимального маршруту, щоб швидше добратися до потрібних координат. Ми зрівняли популярні, топові мобільні навігатори. Вони допоможуть вам оптимізувати рух на дорогах і пішохідних маршрутах.

Google Карти – стандартний навігатор

Згадуючи навігатор Google Maps для мобільних ОС рік назад, можна було відзначити: деякі функції додатки не дороблені, не оптимізовані. На 2017 рік ситуація декілька інша: Карти Гугл помітно покращилися з погляду користувальницького досвіду. Проте, відзначимо деякі шорсткості. Функція завантаження карт для прокладання маршрутів і навігації оффлайн з'явилася відносно недавно. У силу того, що для навігатора Google Maps оффлайн-карти поки ще в дивину, поки із цим не всі так гладко, як в альтернативних навігаторів для Android. Незручність у тому, що не можна скачати карти для великих областей України, Білорусі й інших країн СНД. Доступні тільки окремі оффлайн карти більших міст або регіонів. При виїзді за рису міста, без підключення апарата до мережі й синхронізації із сервером, автомобілістові ніяк не обійтися.

Вибір POI-об'єктів у Гугл Картах досить убогий: щоб одержати повну інформацію про доступні поблизу готелі, ресторанах, магазинах, школах та ін. доводиться прибігати до використання додаткових сторонніх апплетів (Foursquare, TripAdvisor). Немає даних про ДТП, не можна додавати точки з

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 11 |

установкою додаткових карт, активацією й т.п. Найчастіше, мобільний додаток присутній в складі ОС Андроїд.

Програмний інтерфейс iGO

У головному вікні iGO відображається основне меню, використовуючи яке, можна перейти до «карти», відправитися «у шлях», вибравши кінцеву точку маршруту, перейти в режим «водіння», або «налаштувати» загальні параметри програми. Іконка в лівому нижньому куті дозволяє перейти на сторінку «супутників», де представлена інформація про видимих і супутниках, які відслідковуються.

Вибір кінцевої точки маршруту в iGO можна здійснити за різними критеріями – указавши точний «адресу» з назвою вулиці й номера будинку, установивши точні «координати» широти й довготи, або скориставшись великою бібліотекою «об'єктів» POI, що зберігаються в пам'яті. «Історія» попередніх пошуків дозволяє швидко знайти точку маршруту, що використовувалася раніше. Окремі пункти меню служать для швидкої прокладки маршруту до «будинку» або «роботи», адреси яких заздалегідь визначаються в «налаштуваннях» iGO.

Вибір точної адреси включає кілька послідовних кроків. Спочатку необхідно вибрати місто за назвою або індексом, або визначити країну пошуку. Інформація про доступні для адресного пошуків містах береться із завантажених карт. Потім за допомогою віртуальної клавіатури вводиться назва вулиці. При цьому клавіатура iGO улаштована так, що при уведенні чергового символу, відображаються тільки ті букви, які можуть утримуватися в назві. Коли уведене достатня кількість символів, відображається список підходящих назв. Після вибору вулиці потрібно можна вказати точна адреса будинку, або знайти перехрестя з певною вулицею зі списку. Після того, адреса визначена, користувач може вибрати його в якості проміжної, чергової або кінцевої точки маршруту, або встановити тут мітку.

iGO містить структуровану базу об'єктів, сортованих по категоріях «Сервіси», «Транспорт», «Магазини», «Розваги», «Їжа» і т.п. Кожна категорія

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 13 |

«автомаштабування», які управляють масштабом карти при виконанні чергового маневру. «Опції маршруту» дозволяють включати режим «прив'язки до дороги», установити часові затримки й припустимі відхилення, перевищення яких веде до перерахування маршруту. «Менеджер даних» в iGO служить для резервування й відновлення даних, видалення всіх даних, видаленні міток і скидання налаштувань.

Екран «водіння» може бути представлений в 2D і 3D (псевдо 3D) видах. У першому випадку, карта в iGO представлена у звичайному плоскому виді, у другому, карта відображається під нахилом і з перспективою. На екран карти виведені самі «гарячі» кнопки – зміна масштабу, переміщення карти, перемикання між видами подання карти, виклик сторінки з інформацією про супутники, відключення звуку й перехід до налаштувань програми. У режим навігації, у верхній частині екрана представлена інформація про черговий маневр – відстань, місце й характер. У нижній частині екрана виводиться поточна шляхова інформація, назва вулиці й параметри руху – швидкість, що залишилася час і відстань до кінцевої точки маршруту. При цьому, полючи статистичної інформації можна зконфігурувати у налаштуваннях.

За допомогою кнопки «меню», розташованої в правому верхньому куті екрана, можна перейти до налаштувань режиму навігації. Закладка «пошук» по своєму виді й функція повністю повторює екран «у шлях», призначеного для вибору точки маршруту. Закладка «Опції» дозволяє налаштувати подання карти – установити 3D подання карти, вибрати нічний режим, забрати нахил карти. Тут же можна перейти до менеджера користувальницьких точок POI і менеджерів треків, за допомогою яких зберегти пройдений шлях. Закладка «Маршрут» призначена для редагування, створення й видалення маршрутів. В «демо» режимі можна віртуально «проїхати» уздовж усього маршруту, а розділ «інфо» представляє всю статистичну інформацію.

Фактично, карта в режимі «навігація» і інтерфейс керування, повністю збігаються зі сторінкою «карта». Відмінності полягають у відсутності поточної

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 15 |

інформації про маршрут і полів зі статистичними даними. Зі сторінки «карта» також можна викликати меню із закладками «пошук», «опції» і «маршрут».

Закладка «Маршрут» має кілька підпунктів для роботи з маршрутами. Маршрут «видалити» і тим самим припинити навігацію за маршрутом. Розділ «маршрут» дозволяє відобразити докладну легенду руху. «Демо» режим служить для «віртуального» руху за маршрутом. За допомогою роздгнула «змінити» можна внести корективи в прокладений маршрут, додавши проміжні точки, або змінивши порядок їхнього проходження. «Інформація» про маршрут виводить найбільш важливу статистичну інформацію – довжину, точку фінішу, відстань і час, що залишилася, до її. При необхідності можна відобразити на екрані карти повний маршрут від початку до кінця.

Імпорт радарів в iGO

Перш ніж перейти до безпосереднього опису використання iGO на вулицях Києву й області, необхідно зупинитися на одному дуже корисному сервісі. Цей сайт є великою базою даних точок POI, з інформацією про місце розташування АЗС, перевалів, зручних місць для постановки табору або проведення пікніка й т.д. Любою користувач, що має доступ в Інтернет, може знайти тут корисні для себе дані, або завантажити на сервер свої точки. Є зручний інтерфейс для закачування інформації в кожному з популярних форматів (Ozi, MapSource, “Польський”, iGO і MioMap). Для автомобілістів найбільш корисними й цікавими даними будуть координати стаціонарних і часових постів ДАІ, радарів контролю швидкості, аварійних перехресть і різного роду небезпечних ділянок. Всі ці категорії й регіон для пошуку можна вибрати в спеціальній формі для експортування .

Після того як категорії обрані їх необхідно завантажити у файл, у форматі iGO. Процедура експорту може зайняти якийсь час. Отриманий файл “karabin.txt” необхідно зберегти на диску комп'ютера.

Потім на КПК у каталозі iGO/ POI/ speedcams/ необхідно видалити всі файли, крім SpeedcamUpdates, у якому може перебувати користувальницька

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 16 |

інформація про радари уведена раніше. У цю же папку треба скопіювати файл “karabin.txt”. Після запуску програми, вона сама перетворює текстовий файл в «власний» формат.

Але це ще не все. Використання пристроїв, які можуть зберігати інформацію про місце розташування радарів у деяких країнах заборонено. Наприклад, у Швейцарії, деякі моделі навігаторів заборонені, і поліція має право їх конфіскувати. Саме із цієї причини, функція «радар» в iGO «за замовчуванням» виключена. Щоб неї включити треба ознайомитися з повідомленням, що інформує про те, що в деяких європейських країнах використання цих даних є порушенням закону. Після того як всі формальності дотримані й функція включена, на карті відобразяться всі радари, що зберігаються в базі. Кожний радар описаний типом, напрямком контролю й швидкістю обмеження. Всі ці налаштування при необхідності можна змінити.

Варто відзначити, що під час експерименту, iGO справно попереджала про всі радари на нашій шляху «пронизливим» дзенькотом. У ці моменти на екрані з'являлося повідомлення з інформацією про параметри швидкості обмеження. На одному з перехресть Києву, де дуже погана видимість і досить часто трапляються аварії, програма також видала попереджуючий сигнал, правда з деяким запізненням.

2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування

Python – динамічна інтерпретована об'єктно-орієнтована скриптова мова програмування із строгою динамічною типізацією. Офіційний сайт мови програмування Python <https://www.python.org/>. Python – багатоцільова мова програмування, яка дозволяє писати код, що добре читається. Відносний лаконізм мови Python дозволяє створити програму, яка буде набагато коротше свого аналога, написаного на іншій мові. Python – багатоплатформова мова

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 17 |

програмування. Це означає, що програми на Python можна запускати в різних операційних системах без будь-яких змін.

Ще однією перевагою Python є його стандартна бібліотека, яка встановлюється разом з Python і містить готові інструменти для роботи з операційною системою, веб-сторінками, базами даних, різними форматами даних, для побудови графічного інтерфейсу програм тощо. Програми, написані на мові програмування Python, можуть бути як невеликими скриптами, так і складними системами. Python абсолютно безкоштовний.

Швидкість виконання коду Python

Один з можливих недоліків Python – швидкість виконання коду. Python не є компільованою мовою. Код на Python спочатку компілюється у внутрішній байт-код, який потім виконується інтерпретатором Python. У більшості випадків при використанні Python виходять програми повільніші в порівнянні з такими мовами, як C.

Втім, сучасні комп'ютери мають таку обчислювальну потужність, що для більшості застосунків швидкість розробки важливіша швидкості виконання, а програми на Python зазвичай пишуться набагато швидше.

Окрім того, Python легко розширюється модулями, написаними на C або C++. Такі модулі можуть використовуватися для виконання частин програми, що створюють інтенсивне навантаження на процесор.

Використання Python

Python використовується для різних цілей: для створення ігор і веб-застосунків, розробки внутрішніх інструментів для різноманітних проектів. Мова також широко застосовується в науковій області для досліджень і розв'язування прикладних завдань.

Застосування мови програмування Python:

1. BitTorrent – протокол для обміну даними.
2. Ubuntu Software Center – вільне програмне забезпечення для пошуку, установки і видалення пакунків в системі Ubuntu Linux.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 18 |

3. Blender – програма для створення тривимірної комп’ютерної графіки, що включає засоби моделювання, анімації, вимальовування, пост-обробки відео, а також створення відеоігор.

4. GIMP – растровий графічний редактор, із підтримкою векторної графіки.

5. World of Tanks.

6. Вільна енциклопедія Вікіпедія.

7. Пошукова система Google.

8. DropBox – файловий хостинг, що включає персональне хмарне сховище, синхронізацію файлів і програму-клієнт.

9. YouTube – популярне відеосховище.

Версії Python

Мови програмування з часом змінюються – розробники додають в них нові можливості, а також виправляють помилки. Так з’являються різні версії мови. Наприклад, код написаний на Python 2 у більшості випадків не буде працювати у версії Python 3 без внесення додаткових змін.

Процесор є найважливішим компонентом в комп’ютері. Одна з основних функцій процесора – це обробка даних згідно комп’ютерної програми, яка є списком інструкцій, шляхом виконання арифметичних і логічних операцій над фрагментами даних.

Кожна інструкція в програмі – це команда, яка «повідомляє» процесору, яку операцію він повинен виконати. Процесор комп’ютера може розуміти лише ті інструкції, які написані на машинній мові. Машинна мова – це штучна мова, створена для передачі команд комп’ютеру. За допомогою машинної мови створюються ефективні програми, оскільки розробник отримує доступ до всіх можливостей процесора. Машинна мова – мова низького рівня.

Інструкція машинної мови існує для кожної операції, яку процесор здатний виконати – є інструкція для додавання чисел, є інструкція для віднімання

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 19 |

чисел і т.д. Увесь набір інструкцій, який центральний процесор може виконати, відомий як набір інструкцій процесора.

Наприклад, у вас є певна програма, яка зберігається на диску вашого комп'ютера. Для виконання програми, ви здійснюєте подвійний клік на значку програми. Це змушує програму копіюватися з диска в оперативну пам'ять, після чого процесор комп'ютера виконує копію програми, яка знаходиться в оперативній пам'яті.

Коли процесор виконує інструкції програми, він бере участь у процесі, який є відомим як цикл `fetch – decode – execute` (отримати – декодувати – виконати). Цей цикл виконується для кожної інструкції у програмі і складається з трьох кроків:

Отримати

Програма – це послідовність інструкцій на машинній мові. Першим кроком циклу є завантаження (отримання) наступної інструкції з пам'яті в процесор.

Декодувати

Інструкція машинної мови – це двійкове число, яке представляє команду, що повідомляє процесору виконати певну операцію. На цьому кроці процесор декодує інструкцію, яку було «витягнуто» з пам'яті, для визначення того, яка операція повинна виконуватись.

Виконати

Останній крок циклу – виконати операцію.

Хоча процесор комп'ютера розуміє тільки машинну мову, людині непрактично писати програми на машинній мові. Така програма може мати тисячі або навіть мільйони бінарних інструкцій, і написання такої програми буде дуже обтяжливим процесом.

З цієї причини була створена мова асемблера як альтернатива машинній мові. Замість використання двійкових чисел для написання інструкцій, мова асемблера використовує короткі слова, відомі як мнемокоди.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 20 |

Незважаючи на те, що мова асемблера не вимагає двійкових інструкцій, як у випадку машинної мови, проте вона вимагає високих знань про процесор. Використовуючи мову асемблера, навіть для найпростішої програми, необхідно написати велику кількість інструкцій.

Мова програмування високого рівня дозволяє створювати складні програми, не знаючи, як працює процесор, і не записуючи великої кількості інструкцій низького рівня. Крім того, більшість мов програмування високого рівня використовують слова, які легко зрозуміти.

Python – одна із популярних сучасних мов програмування високого рівня. Python – інтерпретована мова програмування. Python – це високорівнева інтерпретована мова програмування, на відміну від C++, яка є прикладом компільованої мови програмування. Назва Python відноситься як до мови програмування, так і до інтерпретатора – комп'ютерної програми, яка зчитує початковий код (написаний на Python) і виконує інструкції (команди).

Для перекладу мови високого рівня на машинну мову доступні два типи програм:

1. Компілятор.
2. Інтерпретатор.

Завантаження Python

Версії інтерпретатора Python для різних операційних систем доступні для безкоштовного завантаження за адресою <https://www.python.org/downloads>.

Середовище програмування для Python

Для написання програм використовують текстові редактори або інтегровані середовища розробки, які включають в себе різні інструменти для роботи з кодом: засіб для написання коду (текстовий редактор), інтерактивний інтерпретатор, відлагоджувач тощо.

Текстові редактори та інтегровані середовища програмування для Python:

– IDLE – стандартний редактор Python. Встановлюється разом з Python для користувачів Windows, окремим пакунком для користувачів Linux.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 21 |

– Notepad++ – безкоштовний текстовий редактор початкового коду, який підтримує велику кількість мов, в тому числі і Python. Лише для користувачів Windows.

– Visual Studio Code – це легкий, але потужний редактор початкового коду, який розповсюджується безкоштовно і доступний у версіях для платформ Linux, Windows і macOS.

– PyScripter – інтегроване середовище розробки для мови програмування Python. Для користувачів Windows. Поширюється безкоштовно.

– Wing IDE 101 – вільне інтегроване середовище для Python, розроблене для навчання програмістів-початківців. Для користувачів Linux, Windows і macOS. Поширюється безкоштовно.

– Geany – вільний текстовий редактор з базовими елементами інтегрованого середовища розробки, доступний для операційних систем Linux, Windows і macOS.

– PyCharm – інтегроване середовище розробки для мови програмування Python. PyCharm є власницьким програмним забезпеченням. Наявна безкоштовна версія Community з усіченим набором можливостей. Для користувачів Linux, Windows і macOS.

– Thonny – IDE для вивчення програмування мовою Python. Для користувачів Linux, Windows і macOS.

– Mu – редактор коду Python для програмістів-початківців. Для користувачів Linux, Windows і macOS.

2.3 Розгорнута постановка завдання

Згідно з технічним завданням на випускню кваліфікаційну роботу за другим (магістерським) рівнем вищої освіти, реалізації підлягає програмне забезпечення, яке призначено для системи визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 22 |

В процесі розробки випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти необхідно виконати наступний обсяг роботи:

а) провести аналіз існуючих систем-аналогів для виявлення їх позитивних і негативних якостей. Результати аналізу врахувати в подальших розробках;

б) вибрати та обґрунтувати методику побудови системи контролю роботи технологічного обладнання на виробництві в автоматизованому режимі. Розробити функціональну та структурну схеми системи;

в) розробити програмне забезпечення системи, що дозволить реалізувати поставлену технічним завданням задачу. Побудувати блок-схеми алгоритмів програми та підпрограми;

г) організувати інтерфейс користувача з метою формування та виводу на екран ЕОМ повідомлень про некоректні дії користувача та нестандартні ситуації в роботі технологічного обладнання;

д) розробити рекомендації по організаційних та методичних заходах, які забезпечать впровадження системи в промислову експлуатацію та її подальшу успішну експлуатацію;

е) провести розрахунки по визначенню економічної ефективності розробленої системи;

ж) розробити заходи по охороні праці при впровадженні та експлуатації системи, а також розробити заходи з цивільного захисту;

з) сформулювати висновки про виконаний обсяг робіт та одержані результати.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 23 |

3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Опис функціонування системи

A-GPS (Assisted GPS) система застосовується для прискорення початку роботи GPS у мобільному пристрої або безпосередньо визначення координат мобільного пристрою без одержання даних безпосередньо від супутників. Можна виділити два основних режими роботи з A-GPS.

– Перший – основний, коли всю роботу з визначення координат пристрою виконує інфраструктура провайдеру стільникового зв'язка.

– Другий – допоміжний, прискорювальний запуск основного GPS пристрою, шляхом відновлення через базу оператора мобільного зв'язку інформації об альманах, ефемеридах і списку видимих супутників. У цьому випадку убудований GPS приймач сам приймає й обробляє інформацію для визначення координат. Особливістю A-GPS є її підвищена чутливість і велика швидкодія. На відкритих просторах A-GPS дозволяє одержати точність у визначенні координат до 15м.

Дослідження протоколу Apple Location Services Protocol (ALSP)

Звичайний спосіб дослідження трафіку за допомогою ланцюжків із проксі серверів не працював, оскільки в macOS є функція SIP.

Під час роботи бібліотекою Whereami мене зацікавило, як насправді працюють сервіси від Apple, пов'язані з виявленням місцезнаходження. Я знаю, що цей протокол зв'язаний locationd, оскільки в Little Snitch ця служба залишається заблокованою. Звичайний спосіб дослідження трафіку за допомогою ланцюжків із проксі серверів не працював, оскільки в macOS є функція SIP (System Integrity Protection; Захист цілісності системи).

Альтернативний шлях: установка Charles у якості проміжного проксі-сервера на iOS-пристрої. Після просівання трафіку, в основному пов'язаного з

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 24 |

оповіщеннями великого брата (device phoning home), я одержав інформацію про запит служб, пов'язаних з визначенням місцезнаходженням.

Я думаю, що Apple вивантажує тристоронні виміри клієнтові. Замість ресурсномістких розрахунків вертається набір координат точок доступу.

Якщо як мінімум три точки доступу видні клієнтові, Фреймворк core location може використовувати рівень сигналу як відстань. Коли в нас є координати трьох точок доступу й відстань до мети, ми можемо розрахувати місцезнаходження мети із прийнятною точністю.

Якщо в нас є інформація про сотню точок доступу навколо, знижується необхідність у повторному з'єднання із сервером служб, пов'язаних з місцезнаходженням. Оскільки в core location є координати трьох видимих точок доступу, можна обчислити місцезнаходження нашої точки. Подібні розрахунки можуть бути зроблені навіть оффлайн, оскільки Wi-Fi включений.

Як використовувати цю можливість?

Ви можете написати підтримку Core location на рівні користувача для тих мов програмування, десть подібний функціонал відсутній. Хоча є більше прості способи вирішити те ж саме завдання.

Більше цікаве завдання – розгорнути свій власний сервер служб, пов'язаних з місцем розташування з метою полегшення налагодження додатків.

Індустрія GPS-трекінгу стрімко розвивається завдяки технологічному прогресу та зростаючому попиту на більш ефективні та безпечні рішення для відстеження. З наближенням 2025 року захопливі тенденції революціонізують використання систем GPS-трекінгу окремими особами та підприємствами. Від штучного інтелекту до інтеграції Інтернету речей, ці інновації підвищують точність, зв'язок та функціональність.

У цьому розділі ми розглянемо провідні тенденції GPS-відстеження.

Найпопулярніші тенденції GPS-відстеження, за якими варто стежити у 2025 році

1. Інтеграція штучного інтелекту (ШІ)

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 25 |

6. Інтеграція доповненої реальності (AR)

– Доповнена реальність (AR) забезпечить інноваційні способи візуалізації даних відстеження, що полегшить користувачам взаємодію з картами та відстеження переміщень.

– Приклад: Менеджер автопарку використовує окуляри доповненої реальності, щоб бачити місцезнаходження всіх транспортних засобів у режимі реального часу на динамічній карті.

7. Екологічно чисті пристрої

– Виробники зосередяться на створенні екологічно чистих трекерів з використанням матеріалів, що підлягають переробці, та енергоефективних компонентів.

8. Прогнозна аналітика

– Трекери використовуватимуть історичні дані для прогнозування майбутніх рухів, що дозволить підприємствам та приватним особам приймати проактивні рішення.

– Приклад: Прогнозування заторів та пропонування альтернативних маршрутів.

Розширення багатосупер'євих та багаточастотних GNSS-приймачів

У супутниковій навігації терміни GPS і GNSS часто вживаються тотожними, проте вони позначають різні системи. GPS, створена у США, є лише однією з багатьох супутникових навігаційних систем, тоді як GNSS охоплює кілька типів супутників, таких як GPS, Galileo, що забезпечує більш широке покриття та вищу точність.

Розширення використання багатосупер'євих та багаточастотних GNSS-приймачів є однією з найцікавіших тенденцій 2025 року. Ці приймачі можуть отримувати доступ до сигналів від різних глобальних супутникових систем, включаючи GPS, Galileo та BeiDou, значно підвищуючи точність та надійність. Ця технологія дозволяє вашим GNSS-системам отримувати дані позиціонування від ширшого масиву супутників, покращуючи доступність сигналу та зменшуючи

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 27 |

Розробка стійких систем PNT

З розвитком технології GNSS зростає потреба в системах позиціонування, навігації та синхронізації (PNT), які можуть протистояти зовнішнім загрозам, таким як глушіння та спуфінг. Ці загрози можуть порушити точність та надійність сигналів GNSS, що робить надзвичайно важливим для галузей промисловості, особливо в оборонній, автономній та критично важливій інфраструктурі, впровадження більш стійких систем PNT.

Щоб усунути ці вразливості, у приймачі GNSS інтегруються вдосконалені технології шифрування сигналів, протоколи безпечного зв'язку та вдосконалена корекція помилок. Це гарантує, що навіть у середовищах з високим ризиком перешкод ваші системи зможуть підтримувати цілісність даних позиціонування. Розробка цих стійких систем особливо важлива для таких секторів, як автономні транспортні засоби та дослідження космосу, де безперебійні та точні дані є важливими для безпеки та успіху місій. Випереджаючи ці інновації, ви можете забезпечити безпеку та надійність вашого обладнання GNSS, незалежно від зовнішніх загроз.

Мініатюризація та низьке енергоспоживання

Тенденція до мініатюризації та низького енергоспоживання в технології GNSS є ще одним важливим досягненням на 2025 рік. Оскільки пристрої стають більш компактними та портативними, зростає попит на GNSS-приймачі, які забезпечують високу точність без шкоди для енергоефективності чи розміру. Це особливо актуально для зростаючого ринку Інтернету речей (IoT), носимих та мобільних пристроїв, де простір та час роботи від батареї часто обмежені.

Ці менші, малопотужні приймачі GNSS все ще можуть досягати високого рівня точності, що дозволяє використовувати їх у таких сферах застосування, як пристрої відстеження, моніторинг навколишнього середовища та портативні геодезичні інструменти. Завдяки покращеному терміну служби батареї та можливостям обробки, ці пристрої дозволяють працювати протягом тривалішого часу без частого перезарядження або громіздкого обладнання. Це значний крок

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 29 |

вперед у доступності технології GNSS для ширшого кола галузей та варіантів використання, особливо в мобільних або віддалених сценаріях. Впроваджуючи ці досягнення, ви можете скористатися перевагами високопродуктивної технології GNSS у більш зручному та екологічному форм-факторі.

Інтеграція з мережами 5G

Однією з ключових тенденцій технології GNSS у 2025 році є її інтеграція з мережами 5G. У міру поширення технології 5G у всьому світі, синергія між GNSS та 5G розширить можливості позиціонування, особливо в міських умовах, де супутникові сигнали часто перешкоджають. 5G забезпечить швидшу та надійнішу мережу зв'язку, яка зможе працювати разом із системами GNSS, пропонуючи точні послуги на основі місцезнаходження з меншою затримкою.

Для таких галузей, як логістика, автономні транспортні засоби та розумні міста, ця інтеграція призведе до покращення навігації в режимі реального часу, управління дорожнім рухом та моніторингу інфраструктури. Дані GNSS у поєднанні з підключенням 5G можуть забезпечити безперебійне відстеження транспортних засобів, людей та активів, що дозволить швидше приймати рішення та ефективніше працювати. Завдяки широкій пропускну здатності 5G та низькій затримці передачі, приймачі GNSS можуть передавати дані про місцезнаходження з мінімальною затримкою, забезпечуючи безперебійну роботу програм, що залежать від позиціонування в режимі реального часу, навіть у щільних міських районах або складних умовах.

Досягнення у високоточній GNSS для комерційного використання

Високоточні приймачі GNSS стають більш доступними для комерційного використання у 2025 році, забезпечуючи промисловість доступними та надійними рішеннями для таких застосувань, як геодезія, сільське господарство, будівництво та картографування. Інтеграція передових методів корекції, таких як RTK (кінематика в реальному часі) та PPP (точне позиціонування точок), допомагає комерційним користувачам досягати точності на сантиметровому рівні без необхідності використання дорогого обладнання або складних налаштувань.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 30 |

Для таких секторів, як сільське господарство, це означає можливість впроваджувати методи точного землеробства, які підвищують врожайність сільськогосподарських культур і зменшують відходи. У будівництві високоточні GNSS забезпечують точність вимірювань на місці, зменшуючи ризик помилок і дорогої переробки. Зростаюча доступність цих технологій дозволяє компаніям будь-якого розміру скористатися точністю, яка колись була зарезервована для спеціалізованих застосувань, роблячи GNSS більш невід'ємною частиною повсякденних комерційних робочих процесів. Використовуючи ці досягнення, ви можете покращити якість та ефективність своїх проектів, зрештою заощаджуючи як час, так і ресурси.

Розширення застосування GNSS у космічних дослідженнях

З розвитком технології GNSS її використання починає поширюватися за межі Землі, зі зростанням застосування в дослідженнях космосу. Приймачі GNSS зараз адаптуються для використання в місячних місіях, супутникових операціях та інших космічних програмах. Ці досягнення забезпечують точнішу та автономнішу навігацію космічних апаратів, зменшуючи залежність від наземних систем стеження.

Наприклад, системи на основі GNSS інтегруються в космічні кораблі для забезпечення точного позиціонування під час міжпланетних подорожей. У найближчі роки ми можемо очікувати використання GNSS-приймачів у місіях на дослідження Місяця та Марса, підтримуючи автономні марсоходи та інші транспортні засоби. Ці системи матимуть вирішальне значення для точної посадки, навігації та зв'язку в космосі, виводячи технологію GNSS на нові висоти. Зі зростанням космічної галузі технологія GNSS відіграватиме вирішальну роль у забезпеченні безпечнішої та ефективнішої роботи за межами орбіти Землі.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 31 |

3.2 Розробка структурної схеми

У 2025 році системи GPS-стеження вже не призначені лише для менеджерів автопарку чи шпигунських фільмів; тепер вони є важливими інструментами для щоденної безпеки, розумнішої логістики та контролю в режимі реального часу. Завдяки досягненням у сфері штучного інтелекту, 5G та супутникових технологій, ці трекери стали точнішими, доступнішими та зручнішими у використанні, ніж будь-коли.

Система GPS-стеження – це пристрій або програмне забезпечення, яке дозволяє вам контролювати місцезнаходження транспортних засобів, людей або активів у режимі реального часу за допомогою глобальних супутникових мереж. Незалежно від того, чи ви відстежуєте автомобіль, керуєте автопарком доставки чи стежите за близькими, технологія GPS відіграє життєво важливу роль.

У цій статті ви дізнаєтеся, що таке система GPS-стеження, як працює GPS-стеження та чому воно важливе у 2025 році, на які нові функції варто звернути увагу, хто їх використовує та чому вони стали таким революційним інструментом у сфері особистої та бізнес-безпеки.

Ключові висновки:

- Системи GPS-стеження використовують супутники та мережі для моніторингу місцезнаходження в режимі реального часу.
- У 2025 році GPS-трекери стали розумнішими, швидшими та доступнішими, ніж будь-коли.
- Сповіщення на основі штучного інтелекту, геозонування та інтеграція додатків тепер є стандартними функціями.
- GPS використовується в особистих, бізнес- та логістичних програмах.
- Для законного використання потрібне право власності або згода – закони про конфіденційність все ще застосовуються.
- Вибір правильного трекера залежить від того, що і кого ви відстежуєте.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 32 |

– Зростає попит на екологічно чисті GPS-пристрої, що працюють на сонячних батареях, та GPS-навігатори.

– Сумісність з мобільними пристроями та комп'ютерами забезпечує легкий доступ до GPS-відстеження в будь-який час.

Система GPS-трекінгу – це технологія, яка використовує супутники для визначення та моніторингу місцезнаходження людини, транспортного засобу або активу в режимі реального часу в будь-якій точці Землі.

Він працює, підключаючись до мережі GPS-супутників, які надсилають сигнали на пристрій відстеження. Потім цей пристрій передає дані про місцезнаходження, часто використовуючи стільникові мережі або мережі Wi-Fi, на мобільний додаток або веб-платформу, де користувачі можуть переглядати поточне місцезнаходження, історію маршруту та сповіщення про рух.

Існують різні типи систем GPS-трекінгу залежно від їхнього призначення. Наприклад:

– Персональні трекери використовуються для дітей, людей похилого віку або самотніх працівників.

– Трекери для транспортних засобів допомагають власникам автомобілів або операторам автопарків контролювати водіння та запобігати крадіжкам.

– Системи відстеження активів призначені для цінного обладнання, причепів або посилок під час перевезення.

Сучасні системи GPS-стеження 2025 року поєднують супутникове позиціонування з передовими мобільними мережами та інтелектуальними технологіями, щоб надавати швидші та надійніші дані про місцезнаходження, ніж будь-коли раніше.

Сучасні трекери використовують як супутникові сигнали, так і стільникові мережі (4G/5G) для оновлення місцезнаходження в режимі реального часу. Таке подвійне з'єднання забезпечує плавніше відстеження навіть у віддалених районах, густонаселених містах або під час швидкого руху.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 33 |

Щойно трекер збере дані про місцезнаходження, він надсилає їх у мобільний додаток або хмарну панель керування, дозволяючи користувачам бачити рух, швидкість, зупинки та історію маршрутів – і все це зі свого телефону або комп'ютера.

Завдяки інтеграції Інтернету речей та штучного інтелекту, GPS-трекери тепер можуть виявляти закономірності, запускати інтелектуальні сповіщення (наприклад, про небезпечне водіння або незвичайний рух) та оптимізувати використання акумулятора. Порівняно з 2020 роком, сучасні системи пропонують:

- Швидше фіксування GPS.
- Ширше покриття завдяки глобальним SIM-карткам.
- Довший час роботи від батареї.
- Розумніші сповіщення завдяки штучному інтелекту.

Вибір правильної системи GPS-трекінгу у 2025 році означає знання того, які функції дійсно мають значення у щоденному використанні. Нижче наведено основні функції, на які слід звернути увагу, незалежно від того, чи купуєте ви для особистої безпеки, чи для ведення бізнесу:

– Відстеження в режимі реального часу: отримуйте оновлення місцезнаходження з точністю до секунди, щоб ви завжди знали, де знаходиться ваш автомобіль, близька людина або майно.

– Сповіщення про геозони: встановлюйте власні зони на карті та отримуйте миттєві сповіщення, коли трекер входить у ці зони або виходить з них, що ідеально підходить для безпеки або водіння підлітками.

– Відтворення історії маршруту: переглядайте минулі маршрути руху, швидкості та час зупинок, щоб проаналізувати поведінку водія або перевірити активність.

– Варіанти батареї та живлення: Вибирайте з довговічних акумуляторних батарей, сонячної зарядки або дротових налаштувань залежно від ваших потреб відстеження.

– Логістика та оператори ланцюгів поставок: У галузях, де терміни та захист активів є критично важливими, GPS допомагає контролювати кожне відправлення та зменшує ризик втрати або затримки.

– Користувачі, орієнтовані на безпеку: Люди, які працюють у сфері високого ризику або проживають у нестабільних районах, використовують трекери для обміну місцезнаходженням у надзвичайних ситуаціях, сповіщень SOS та особистої безпеки.

Незалежно від того, чи ви турботливий батько, власник бізнесу чи автолюбитель, використання системи GPS-стеження пропонує реальні, вимірювані переваги у 2025 році. Ось як вона створює цінність:

– Спокій та безпека: Завжди знайте, де знаходиться ваш автомобіль, близька людина чи актив. Відстеження в режимі реального часу, сповіщення про геозони та функції SOS допомагають запобігти втраті, пошкодженню або крадіжці.

– Покращене управління транспортними засобами та активами: GPS-відстеження надає вам кращий контроль над вашими транспортними засобами та обладнанням. Ви можете відстежувати їх використання, виявляти несанкціоновану діяльність та планувати технічне обслуговування на основі фактичних даних про використання.

– Економія коштів: заощаджуйте гроші завдяки паливній ефективності, оптимізації маршрутів та зниженню страхових внесків. Багато страховиків зараз пропонують знижки на автомобілі, обладнані GPS. Відшкодування збитків після крадіжки також відбувається швидше та є більш імовірним, якщо встановити GPS.

– Підзвітність: Незалежно від того, чи це співробітники, які користуються службовими транспортними засобами, чи підлітки, які керують сімейним автомобілем, GPS створює прозорість та заохочує відповідальну поведінку.

– Дотримання законодавства: Для комерційних автопарків системи GPS допомагають виконувати вимоги ELD, відстежувати години роботи водія та інші нормативні вимоги, які відрізняються залежно від штату чи галузі.

На схемі представлена геопараметрична сітка з поточним місцем розташування об'єкта й система супутників, що забезпечує визначення місця розташування. При поганому зв'язку із супутниками (знаходження в приміщеннях) необхідно, принаймні 3 супутники, що знаходяться не на одній лінії для визначення поточного положення.

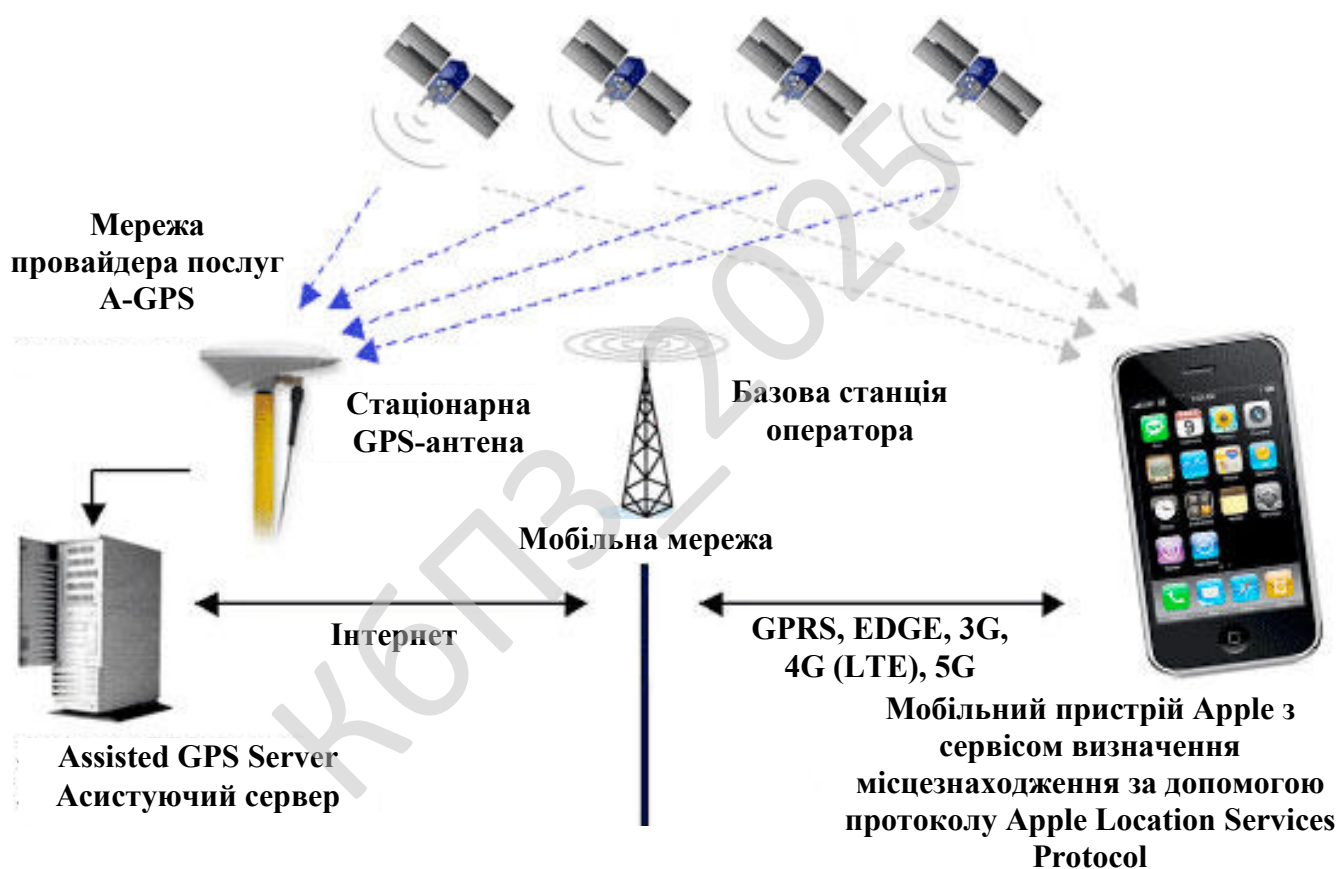


Рисунок 3.1 – Структурна схема роботи системи

3.3 Розробка функціональної схеми

На рисунку 3.2 показана функціональна схема роботи системи. У ній можна чітко простежити як працює приймач GPS і розроблена програма.

- кут підйому;
- кут схилу;
- довжина маршруту;
- поточний час із виправленням;
- максимальна висота;
- швидкість розгону 0-100 km/h;
- швидкість розгону 80-120 km/h;
- висота над рівнем моря;
- сторони світа, куди спрямований мобільний пристрій;
- поточний напрямок (сторона світу);
- година сходу сонця;
- час заходу сонця;
- загальний час руху.

Конвертування карт для завантаження в GPS

Іноді буває так, що карти, які хотілося б завантажити в GPS є у форматі від GPS далекому. Опишемо процес рішення тих самих проблем – як до них підходити взагалі, де чекати підводних каменів, і так далі.

Є векторна карта у форматі "ГІС ІНГЕО-4". Завдання, яке треба буде розв'язати, складається із двох великих частин. По-перше, необхідно вихідну базу даних перетворити в один з форматів так званого торованого ланцюжка перетворень. Інакше кажучи, необхідно невідому базу даних привести до того формату, з якого ми вже вміємо одержувати карту для GPS. По-друге, необхідно, щоб дані, наведені до потрібного формату, були коректні для GPS, – важливіше всього домогтися, щоб координати об'єктів, вивантажених з невідомої бази, були коректні й у відомій системі координат.

В "ГІС ІНГЕО-4" дані перетворюються в DXF-формат (autocad-овский) і в MIF-формат (MapInfo-шний формат обміну). Дані зберігаються в локальній декартовій системі координат, що якимось потрібно перетворювати в систему координат, зрозумілу подальшим програмам технологічного ланцюжка.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 39 |

Перетворення координат і експорт.

Перетворимо карту у формат Пулково-1942. Для початку необхідно прийняти кілька допущень. По-перше, припустити, що координати карти в "ГІС ІНГЕО-4" є прямокутні декартові. По-друге, припустити, що вихідна карта ІНГЕО є зміщеною й розтягнутою, але не поверненою щодо координат Пулково-1942.

Виходячи із цих припущень і знання основ лінійної алгебри можна записати, як нові координати (Пулково-1942) обчислюються з бази ІНГЕО:

$$nx = xx * sx + dx \quad ny = yy * sy + dy, \quad (3.1)$$

де xx, yy – координати точки в базі ІНГЕО, sx, dx – відповідно, розтягання й зсув по осі x , а sy, dy – розтягання й зсув по осі y . Як видно, я припускаю, що спочатку до точок ІНГЕО потрібно застосувати розтягання, а потім зсув, щоб одержати Пулково-1942.

Для обчислення параметрів розтягання й зсувів, необхідно мати хоча б дві точки на карті, для яких ми знаємо й старі й нові координати. Загалом кажучи, точок потрібно як мінімум дві, можна більше, але не обов'язково чим більше тим краще. Справа в тому, що задаючи дві точки, і обчислюючи по них параметри перетворення, ми домагаємося того, що ці дві точки будуть однозначно збігатися на місцевості й карті, – тобто в них прив'язка буде абсолютно точною. Погрішність прив'язки точок, що відстоять недалеко від двох точок прив'язки, буде невелика, але вона буде зростати при видаленні від них. Якщо прив'язувати карту по багатьом точкам, то неможливо буде знайти параметри перетворення, що абсолютно прив'язують всі ці точки, зате карта в цілому, можливо, буде прив'язана краще. Формули для обчислення параметрів прив'язки у випадку більше двох точок прив'язки можна виписати, наприклад, скориставшись будь-яким методом апроксимації лінійної функції – хоч методом найменших квадратів.

Отже, точка1 має координати на місцевості ($nx1=439395$, $ny1=6072078$), а в карті ($xx1=3208.34$, $yy1=5030.94$); а точка2 – ($nx2=433902$, $ny2=6068556$) на місцевості, і ($xx2=-397.74$, $yy2=-427.93$) у карті.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 40 |

Помітимо із самого початку, що в Пулково перша координата задає зсув по горизонталі, а друга по вертикалі, а в ІНТЕГРО, як і в WGS84, навпаки. Тому щоб обчислити параметри перетворень коректно, необхідно поміняти місцями координати в карті. Тоді перша точка на карті буде мати координати ($x_1=5030.94$, $y_1=3208.34$), а друга ($x_2=-427.93$, $y_2=-397.74$);

Підставивши координати двох точок в (3.1) одержуємо систему рівнянь, з яких перебувають параметри перетворень у такий спосіб:

$$s_x = (x_1 - x_2) / (x_1 - x_2)$$

$$d_x = (x_2 * x_1 - x_1 * x_2) / (x_1 - x_2)$$

$$s_y = (y_1 - y_2) / (y_1 - y_2)$$

$$d_y = (y_2 * y_1 - y_1 * y_2) / (y_1 - y_2),$$

підставляючи куди наші координати одержуємо: $s_x = 1.0062522097064$, $d_x = 434332.6055081$, $s_y = 0.976683822876919$, $d_y = 6068944.46622371$

Тепер можна переходити до вивантаження об'єктів з ІНГЕО. Вибіримо там сервіс-експорт-MID/MIF. Вибираємо шари, які необхідно експортувати (наприклад, тільки вулиці), указуємо, куди експортувати, і на наступному вікні задаємо параметри трансформації координат. Задаємо перше перетворення: "збільшення-стиск", 1.0062522097064 по X і 0.976683822876919 по Y. Потім задаємо два послідовних перетворення, що приводять до того, що X і Y поміняються місцями (відбиття відносно прямої $y=x$): друге перетворення: "поворот" на 90 градусів, третє перетворення: "збільшення-стиск" на -1 по X і 1 по Y. І останнє перетворення: "зсув", 10434332.6055081 по X і 6068944.46622371 по Y. Цифри 10 я приписав до споконвічного зсуву по X, рівному 434332.6055081 , для того, щоб формально привести використовувані координати до виду Пулково-1942, де, як відомо, до зсуву по X приписується ліворуч номер зони, що для України є 10 (центральный меридіан – 57). Натискаю ОК і в обраній директорії зберігаються файли MID і MIF для кожного із шарів. Дані вивантажені.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 41 |

Імпорт даних у відомий формат

Всі вивантажені шари лежать у файлах MID і MIF. Для початку перейменую їх у коротких, мовців назви, якщо це ще не так.

Далі конвертуємо MIF-MID-файли у формат SHP. Найкраще створити bat-файл, що запускає перекачування в SHP і внести в нього рядки типу:

```
mifshape.exe point streets streets_pt  
mifshape.exe text streets streets_t  
mifshape.exe line streets streets_l  
mifshape.exe poly streets streets_p
```

(за умови, що експортовані файли streets.mif і streets.mid лежать у тій же каталозі, що й конвертер mifshape). Програма створювала по трьох файлу для кожного типу даних, які будуть скачані з MIF-формату: для точок, для тексту, для ліній, і для замкнутих полігонів.

Після завершення цього процесу, ми одержали набір SHP-файлів (із супутніми їм) для всіх даних, які ми хочемо бачити на карті. Якщо всі перетворення були виконані вірно, то координати в них більш-менш коректні. На цьому етапі, можна сказати, завершується робота по підготовці карти, специфічна для завдання; далі йдуть дії, виконувані по тому самому алгоритму при підготовці будь-якої карти, будь вона оцифрована або отримана яким-небудь іншим шляхом.

Підготовка карти для GPS.

Коротко відзначимо ті проблеми, що відносяться саме до вивантаженої карти з невідомої бази даних.

Для кожного файлу програма спочатку запросить як відображати об'єкти даного файлу в GPS (чи це дороги, чи струмки, чи ще що), потім запропонує вибрати джерело для підписів до об'єктів, потім запросить використовувану систему координат. У наступному вікні можна вибрати, у які шари потрібно завантажувати карту (про шари як-небудь потім), і нажавши там на Finish, ми нарешті-те побачили результати своєї праці.

Або ж побачили зовсім не те що очікували. На жаль, пророчити, якого роду проблеми можуть виникнути, дуже складно.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 42 |

Після того, як всі шари завантажені й карта вийшла в більш-менш пристойному вигляді, необхідно перевірити, наскільки добре вона прив'язалася. Як мінімум для цього потрібно перевірити які координати відображає програма для точок, по яких обчислювалося перетворення – вони повинні збігатися з реальною місцевістю. Як правило, є в наявності деяка погрішність прив'язки, і на цьому етапі її можна виправити. Для цього зручно завантажити якнайбільше точок і треків, і спробувати побачити, є чи деяка загальна тенденція в їхній помилці. Наприклад, якщо вони всі виявилися зрушені в одну сторону, то за допомогою інструмента Transform можна спробувати внести корекцію в карту. У цей інструмент може виконувати просто зрушення, що задається однією точкою (шляхом вказівки її старої й нової позицій); афінне перетворення, що задається трьома точками й квадратичне перетворення, що задається шістьма точками. Найкраще спробувати виправити ситуацію за допомогою простого зрушення, а якщо це не вийшло, тоді вже намагатися застосовувати афінне перетворення, попередньо зберігши карту в безпечне місце, через деяку непередбачуваність поводження об'єктів карти при такому складному перетворенні.

Завантаження карти в GPS.

Після того як карта виходить прив'язаною із задовільною точністю, все інше виконується як з будь-якою іншою картою. А саме, настроюються властивості карти (її ID і NAME, обов'язково CODEPAGE – 1251, якщо ви хочете, щоб український текст відображався коректно), потім карта зберігається в форматі MP, і з тої ж програми викликається програма, що готує файл IMG, заливається безпосередньо в GPS за допомогою розробленого програмного забезпечення або його візуального розширення img2gps.

Розглянувши усі блоки функціональної схеми перейдемо до розгляду діаграми взаємодії процесів, які відбуваються у системі.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 43 |

3.4 Розробка діаграми процесів

Діаграма процесів розробленої системи зображена на рисунку 3.3. При детальному її розгляді можна побачити як саме проходить взаємодія у розробленій системі. Використовується модель проектування, графічне представлення «потоків» даних в інформаційній системі.

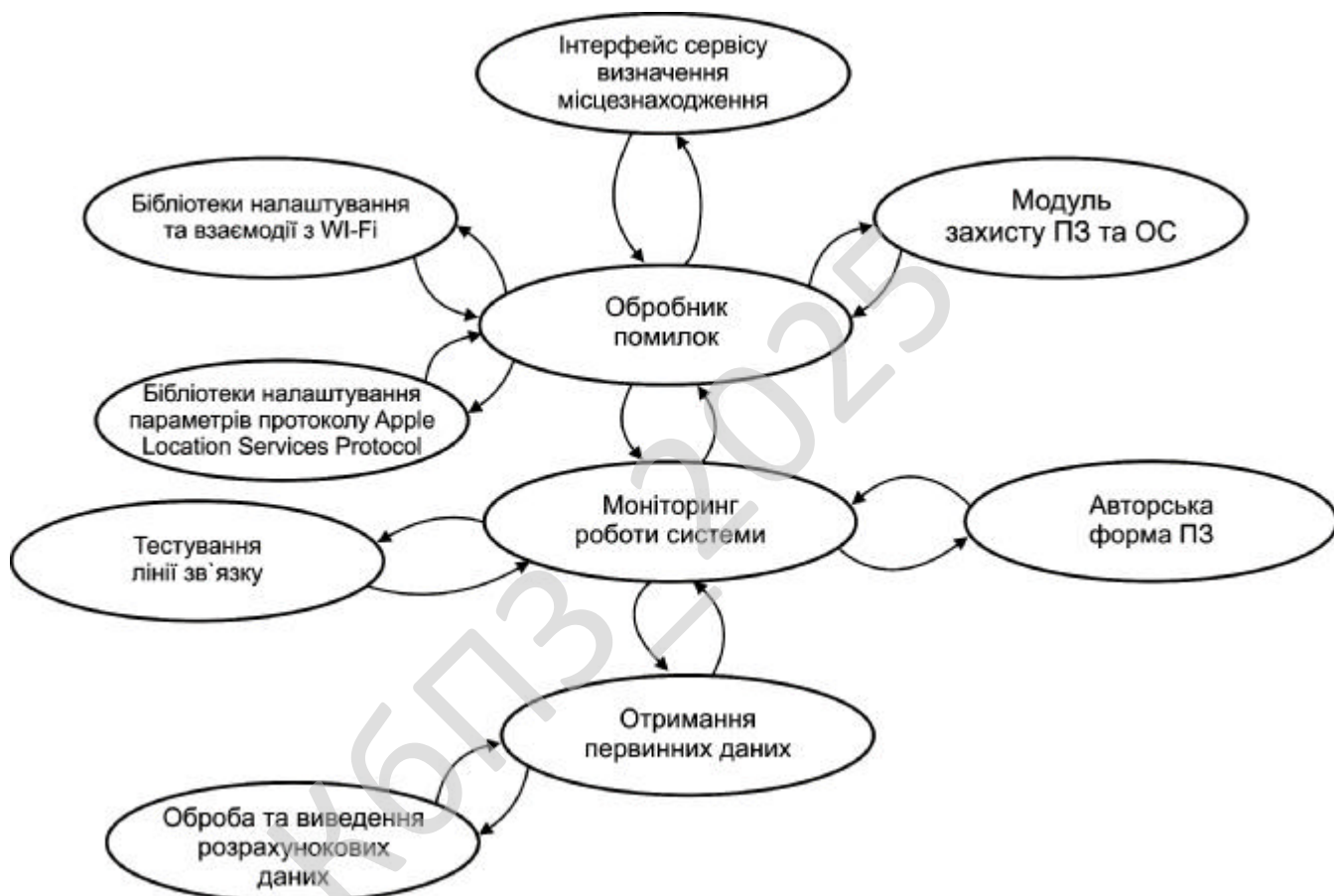


Рисунок 3.3 – Діаграма взаємодії процесів

Діаграма взаємодії процесів використовується для візуалізації процесів обробки даних (структурне проектування). Для розробника вважається звичним спочатку креслити діаграму взаємодії процесів даних рівня контексту, завдяки чому буде показано взаємодію системи. Ця діаграма в подальшому підлягає

уточненню шляхом деталізації процесів та потоків даних з метою показати систему що розробляється.

Діаграми потоків даних містять чотири типи елементів:

– Процеси які являють собою трансформацію даних в рамках описуваної системи.

– Сховища даних (репозиторії).

– Зовнішні по відношенню до системи сутності.

– Потоки даних між елементами трьох попередніх типів.

КБПЗ – 2025

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 45 |


```

import uuid
import random
import datetime
from dataclasses import dataclass
from typing import List, Optional

# Налаштування базового журналювання подій системи
logging.basicConfig(
    level=logging.INFO,
    format="% (asctime)s [% (levelname)s] % (message)s"
)

# Опис моделі бездротової мережі WiFi
@dataclass
class WifiNetwork:
    bssid: str
    ssid: Optional[str]
    signal_strength: int

# Опис моделі стільникової базової станції
@dataclass
class CellTower:
    cell_id: str
    mobile_country_code: int
    mobile_network_code: int
    signal_strength: int

# Опис контексту пристрою для запиту визначення місцезнаходження
@dataclass
class DeviceContext:
    device_id: str
    ip_address: Optional[str]
    wifi_networks: List[WifiNetwork]
    cell_towers: List[CellTower]

```

Моделі даних описують основні сутності предметної області. Клас `WifiNetwork` описує спостережувану бездротову мережу WiFi через атрибути `BSSID`, `SSID` та рівень сигналу.

Клас `CellTower` описує стільникову базову станцію через ідентифікатор, коди мобільної країни та мережі і рівень сигналу.

Клас `DeviceContext` об'єднує дані про пристрій, його IP адресу, список доступних WiFi мереж та список стільникових станцій.

Для представлення результату визначення місцезнаходження використовується клас `Coordinate`, який містить широту, довготу, похибку та часову мітку, та клас `LocationEstimate`, що доповнює координати інформацією про джерело та числовий рівень довіри до оцінки.

Окремі моделі описують структури запиту та відповіді протоколу `Apple Location Services`.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 47 |


```

        "signal_strength": cell.signal_strength,
    }
    for cell in request.cell_towers
],
}
text = json.dumps(payload, ensure_ascii=False)
logging.debug("Кодер формує текст запиту протоколу Apple Location
Services")
return text.encode("utf-8")
def decode_response(self, data: bytes) -> AppleLocationResponse:
text = data.decode("utf-8")
payload = json.loads(text)
logging.debug("Кодер обробляє текст відповіді протоколу Apple Location
Services")
return AppleLocationResponse(
    transaction_id=payload.get("transaction_id", ""),
    latitude=payload["latitude"],
    longitude=payload["longitude"],
    accuracy=payload["accuracy"],
    server_timestamp=payload["server_timestamp"],
    status=payload["status"],
    raw_payload=payload,
)
# Емулятор серверної частини Apple Location Services для навчальних цілей
class AppleLocationServerEmulator:
    def __init__(self) -> None:
self.wifi_database = {
    "00:11:22:33:44:55": (50.4501, 30.5234),
    "66:77:88:99:AA:BB": (49.8397, 24.0297),
}
self.cell_database = {
    "1001": (48.4647, 35.0462),
    "1002": (46.4825, 30.7233),
}
    def handle_raw_request(self, data: bytes) -> bytes:
text = data.decode("utf-8")
payload = json.loads(text)
logging.info("Емулятор приймає запит визначення місцезнаходження від клієнта")
latitude, longitude, accuracy = self._resolve_location(payload)
response_payload = {
    "transaction_id": payload.get("transaction_id", ""),
    "latitude": latitude,
    "longitude": longitude,
    "accuracy": accuracy,
    "server_timestamp": datetime.datetime.utcnow().isoformat(),
    "status": "OK",
}
response_text = json.dumps(response_payload, ensure_ascii=False)
logging.info("Емулятор формує відповідь з оцінкою місцезнаходження")
return response_text.encode("utf-8")
def _resolve_location(self, payload: dict) -> tuple[float, float, float]:
wifi_list = payload.get("wifi_networks", [])
for wifi in wifi_list:
    bssid = wifi.get("bssid")
    if bssid in self.wifi_database:
        base_lat, base_lon = self.wifi_database[bssid]
        accuracy = 30.0
        logging.info("Емулятор знаходить координати за базою WiFi мереж")
        return base_lat, base_lon, accuracy
cell_list = payload.get("cell_towers", [])
for cell in cell_list:
    cell_id = cell.get("cell_id")
    if cell_id in self.cell_database:

```

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|----------------------------------|-----------|
| | | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 49 |

```

        base_lat, base_lon = self.cell_database[cell_id]
        accuracy = 150.0
logging.info("Емулятор знаходить координати за базою стільникових станцій")
        return base_lat, base_lon, accuracy
    latitude = random.uniform(45.0, 52.0)
    longitude = random.uniform(22.0, 40.0)
    accuracy = 1000.0
    logging.warning("Емулятор повертає приблизні координати для невідомого
набору даних")
    return latitude, longitude, accuracy
# Клієнтський модуль для роботи з протоколом Apple Location Services
class AppleLocationClient:
    def __init__(
        self,
        encoder: AppleLocationProtocolEncoder,
        server: AppleLocationServerEmulator,
    ) -> None:
        self.encoder = encoder
        self.server = server
    def send_location_request(self, request: AppleLocationRequest) ->
AppleLocationResponse:
        logging.info("Клієнт формує та відправляє запит до служби Apple Location
Services")
        raw_data = self.encoder.encode_request(request)
        raw_response = self.server.handle_raw_request(raw_data)
        response = self.encoder.decode_response(raw_response)
        logging.info("Клієнт отримує та розшифровує відповідь від служби Apple
Location Services")
        return response
# Репозиторій для зберігання історії визначення місцезнаходження у базі даних
SQLite
class LocationRepository:
    def __init__(self, db_path: str) -> None:
        self.db_path = db_path
        self._initialize_database()
    def _initialize_database(self) -> None:
        connection = sqlite3.connect(self.db_path)
        try:
            cursor = connection.cursor()
            cursor.execute(
                """
CREATE TABLE IF NOT EXISTS location_history (
    id TEXT PRIMARY KEY,
    device_id TEXT NOT NULL,
    latitude REAL NOT NULL,
    longitude REAL NOT NULL,
    accuracy REAL NOT NULL,
    timestamp TEXT NOT NULL,
    source TEXT NOT NULL,
    confidence REAL NOT NULL
)
                """
            )
            connection.commit()
            logging.info("Репозиторій створює структуру таблиці історії
місцезнаходжень у базі даних")
        finally:
            connection.close()
    def save_estimate(self, device_id: str, estimate: LocationEstimate) -> None:
        connection = sqlite3.connect(self.db_path)
        try:
            cursor = connection.cursor()
            cursor.execute(

```

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|-----------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 50 |

```

        """
INSERT INTO location_history (id, device_id, latitude, longitude, accuracy,
timestamp, source, confidence)
VALUES (?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?)
        """
        (str(uuid.uuid4()),
         device_id,
         estimate.coordinate.latitude,
         estimate.coordinate.longitude,
         estimate.coordinate.accuracy,
         estimate.coordinate.timestamp.isoformat(),
         estimate.source,
         estimate.confidence,
        ),
    )
    connection.commit()
    logging.info("Репозиторій зберігає нову оцінку місцезнаходження")
finally:
    connection.close()
def get_latest_for_device(self, device_id: str, limit: int = 10) ->
List[LocationEstimate]:
    connection = sqlite3.connect(self.db_path)
    try:
        cursor = connection.cursor()
        cursor.execute(
            """
SELECT latitude, longitude, accuracy, timestamp, source, confidence
FROM location_history
WHERE device_id = ?
ORDER BY timestamp DESC
LIMIT ?
            """
            (device_id, limit),
        )
        rows = cursor.fetchall()
        estimates: List[LocationEstimate] = []
        for row in rows:
            latitude, longitude, accuracy, timestamp_text, source, confidence = row
            timestamp = datetime.datetime.fromisoformat(timestamp_text)
            coordinate = Coordinate(
                latitude=latitude,
                longitude=longitude,
                accuracy=accuracy,
                timestamp=timestamp,
            )
            estimate = LocationEstimate(
                coordinate=coordinate,
                source=source,
                confidence=confidence,
            )
            estimates.append(estimate)
        logging.info("Репозиторій повертає останні оцінки місцезнаходження для
вибраного пристрою")
        return estimates
    finally:
        connection.close()

```

Серверна частина Apple Location Services у навчальній реалізації моделюється класом AppleLocationServerEmulator.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|-----------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 51 |

Цей модуль містить внутрішні бази даних Wi-Fi мереж та стільникових станцій, у яких BSSID або ідентифікатор базової станції прив'язується до фіксованих координат. Метод `handle_raw_request` приймає байтовий запит, розбирає JSON, викликає приватний метод `_resolve_location`, отримує координати та формує відповідь протоколу.

Алгоритм `_resolve_location` спершу перевіряє наявність відомих BSSID у локальній базі, далі аналізує список стільникових станцій, а у разі відсутності збігів повертає координати з великою похибкою, згенеровані випадковим чином у межах території України.

Така логіка дозволяє демонструвати принцип роботи протоколу Apple Location Services з пріоритетом WiFi інформації, потім стільникових даних і нарешті приблизної оцінки.

Клієнтський модуль `AppleLocationClient` інкапсулює взаємодію з протоколом Apple Location Services.

Метод `send_location_request` отримує структуру запиту, використовує кодер для формування байтового потоку, передає дані до емульованого сервера та декодує відповідь у структуру `AppleLocationResponse`. На цьому рівні система веде журнал подій через бібліотеку `logging`, що дозволяє відслідковувати формування запиту, передачу інформації та обробку відповіді.

Репозиторій `LocationRepository` реалізує персистентне зберігання історії визначення місцезнаходжень у базі даних SQLite.

Метод `_initialize_database` створює таблицю `location_history` з полями ідентифікатора запису, ідентифікатора пристрою, широти, довготи, похибки, часу, джерела та рівня довіри.

Метод `save_estimate` приймає оцінку місцезнаходження, формує SQL запит вставки і зберігає запис у базу з використанням унікального ідентифікатора.

Метод `get_latest_for_device` виконує вибірку останніх записів для обраного пристрою, перетворює рядки з бази даних у об'єкти `LocationEstimate` та повертає

інтерфейсу. Функція main виконує запуск типової конфігурації системи і передає керування користувачеві через командний інтерфейс.

Така організація коду дозволяє легко інтегрувати систему у інші серверні застосунки або тести, оскільки створення конфігурації і точка входу формуються окремо.

Система активно використовує механізми журналювання. На кожному рівні модулі записують у журнал ключові події, такі як формування запиту, отримання відповіді, обробка контексту пристрою, створення запису у базі даних та запуск або завершення взаємодії з користувачем.

Це підвищує прозорість роботи системи та спрощує налагодження під час розробки магістерської випускної кваліфікаційної роботи. За потреби до проєкту легко додаються модулі модульного тестування, веб інтерфейси, додаткові джерела даних або реальний мережевий клієнт протоколу Apple Location Services.

Під час роботи над магістерською дипломною роботою було створено блок-схеми. Перед їх розглядом необхідно провести роз'яснення який саме тип блок-схем використовується.

Блок-схема це представлення задачі для її аналізу або розв'язування за допомогою спеціальних символів (геометричних образів), які позначають такі елементи, як операції, потік, дані тощо.

Блок вхідних та вихідних даних прийнято позначати паралелограмом, блок обчислень (обробки) даних – прямокутником, блок прийняття рішень – ромбом, еліпсом – початок та кінець алгоритму.

У інформаційних технологіях функціональна схема складається з функціональних блоків, які являють собою конструктивно відособлені частини (елементи або пристрої) автоматичних систем, які виконують певні функції.

Функціональні блоки на схемі позначають прямокутниками, всередині яких надписують їх найменування відповідно до функцій, що виконуються. Зв'язки між функціональними блоками (внутрішні впливи) позначаються лініями зі стрілками, які вказують напрям впливів.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 54 |

Функціональні схеми можуть виконуватися в укрупненому і розгорненому вигляді. У першому випадку на схемі зображають найважливіші блоки системи і зв'язки між ними.

У другому варіанті схема відображається більш детально, що полегшує її читання та ілюструє принцип роботи.

Основні елементи схем алгоритму це термінатор, процес, рішення, зумовлений процес (підпрограма), дані та з'єднувач.

Термінатор це елемент відображає вхід із зовнішнього середовища або вихід з неї (найчастіше застосування – початок і кінець програми). Всередині фігури записується відповідна дія.

Процес це виконання однієї або кількох операцій, обробка даних будь-якого виду (зміна значення даних, форми подання, розташування). Всередині фігури записують безпосередньо самі операції.

Рішення це показує рішення або функцію перемикального типу з одним входом і двома або більше альтернативними виходами, з яких тільки один може бути обраний після обчислення умов, визначених всередині цього елемента. Вхід в елемент позначається лінією, що входить зазвичай у верхню вершину елемента. Якщо виходів два чи три то зазвичай кожен вихід позначається лінією, що виходить з решти вершин (бічних і нижній). Якщо виходів більше трьох, то їх слід показувати однією лінією, що виходить з вершини (частіше нижній) елемента, яка потім розгалужується. Відповідні результати обчислень можуть записуватися поруч з лініями, що відображають ці шляхи.

Зумовлений процес (підпрограма) це символ відображає виконання процесу, що складається з однієї або кількох операцій, що визначені в іншому місці програми (у підпрограмі, модулі). Всередині символу записується назва процесу і передані в нього дані.

Дані це перетворення у форму, придатну для обробки (введення) або відображення результатів обробки (виведення). Цей символ не визначає носія даних (для вказівки типу носія даних використовуються специфічні символи).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 55 |

З'єднувач це символ відображає вихід в частину схеми і вхід з іншої частини цієї схеми. Використовується для обриву лінії та продовження її в іншому місці (приклад: поділ блок-схеми, що не поміщається на листі). Відповідні сполучні символи повинні мати одне (при тому унікальне) позначення.

Блок-схеми є першоджерелами стратегії розвитку ПЗ. Тому від точності і детальної блок-схеми залежить результат всієї програми.

На рисунку 4.1 зображена основна блок-схема програми, на рисунку 4.2 зображено роботу підпрограми.

З яких видно що робота основної програми складається з початкових етапів ініціалізації ПЗ, перевірки наявності ресурсів системи, блоку початку основного циклу з чеканням запиту від користувача в якому відбувається виклик підпрограми та останньої стадії – перевірка поточного стану з завершенням роботи розробленого ПЗ.

При роботі підпрограми виконується основний функціонал системи з циклічними послідовностями, перевіркою поточного стану та поверненням в основну програму прапорів стану виконання.

```
# Сервісний рівень виконує основну бізнес логіку визначення місцезнаходження
class LocationDeterminationService:
    def __init__(
        self,
        client: AppleLocationClient,
        repository: LocationRepository,
    ) -> None:
        self.client = client
        self.repository = repository
    def build_request(self, context: DeviceContext) -> AppleLocationRequest:
        transaction_id = str(uuid.uuid4())
        logging.info("Сервіс формує ідентифікатор транзакції для нового запиту")
        request = AppleLocationRequest(
            transaction_id=transaction_id,
            device_id=context.device_id,
            ip_address=context.ip_address,
            wifi_networks=context.wifi_networks,
            cell_towers=context.cell_towers,
        )
        logging.info("Сервіс формує структуру запиту Apple Location Services на основі контексту пристрою")
        return request
```

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 56 |

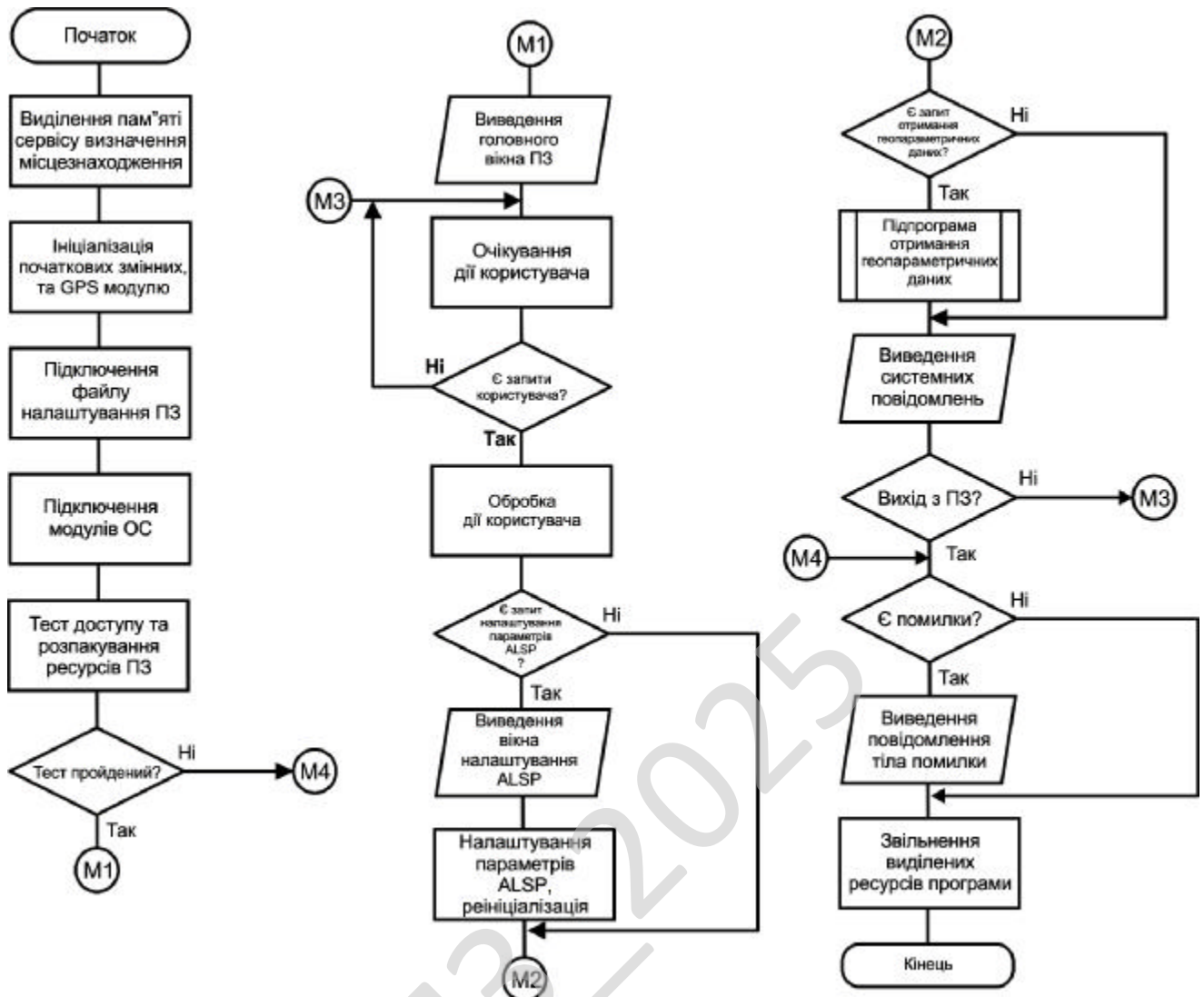


Рисунок 4.1 – Блок-схема основної програми

```

# Функція створює типову конфігурацію системи та об'єднує всі модулі
def create_default_system() -> CommandLineInterface:
    encoder = AppleLocationProtocolEncoder()
    server = AppleLocationServerEmulator()
    client = AppleLocationClient(encoder=encoder, server=server)
    repository = LocationRepository(db_path="location_history.db")
    service = LocationDeterminationService(client=client, repository=repository)
    cli = CommandLineInterface(service=service, repository=repository)
    return cli

# Точка входу до прикладної програми
def main() -> None:
    cli = create_default_system()
    cli.run()

if __name__ == "__main__":
    main()

```


функцією етапу. Використовуючи менше етапів, цей алгоритм міг би працювати швидше. На жаль, дійсність виявилася далекою від цілей проекту.

Як вхід процесу шифрування використовується 64-бітовий блок відкритого тексту. Спочатку блок даних підлягає операції XOR з 64 бітами ключа. Потім блок даних розщеплюється на ліву і праву половини. Об'єднання лівої і правої половин за допомогою XOR утворює нову праву половину. Ліва половина і нова права половина проходять через N етапів (спочатку 4). На кожному етапі половина об'єднується за допомогою функції $F[1]$ з 16 бітами ключа і за допомогою XOR – з лівою половиною, створюючи нову праву половину. Вихідна права половина (на початок етапу) стає новою лівою половиною. Після N етапів (ліва і права половини не переставляти після N-го етапу) ліва половина знову об'єднується з допомогою XOR з правою половиною, утворюючи нову праву половину, потім ліва і права об'єднуються разом в 64-бітове ціле. Блок даних об'єднується за допомогою XOR з іншими 64 бітами ключа і алгоритм завершується.

КБПЗ-2022

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 59 |

5 МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

Розглянемо розроблене ПЗ сервісу визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol яке зображено на рисунку 5.1. З рисунку можна побачити що інтерфейс головного вікна розподілено на наступні функціональні розділи:

- Функції представлені у графічному вигляді.
- Розділу виведення результату роботи системи.
- Навігаційного меню.
- Функціональних кнопок ПЗ.

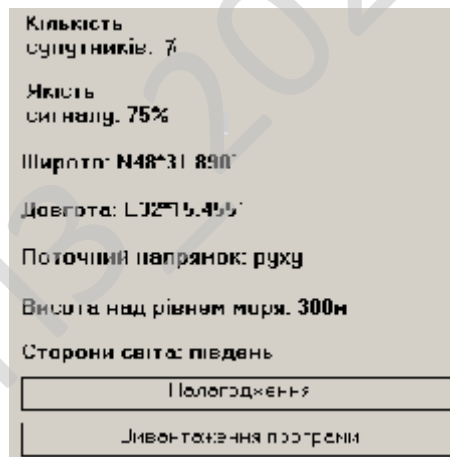


Рисунок 5.1 – Головне вікно ПЗ

Розроблена програма має дуже простий і інтуїтивно зрозумілий інтерфейс з користувачем. Кожен, хто в достатньому обсязі володіє операційним середовищем Windows без особливих складностей освоїть і цю програму, оскільки її інтерфейс інтуїтивно зрозумілий.

Якщо програма не видала ніяких помилок, і працює, то можна використовувати, інакше слід слідувати інструкціям, які пропонує програма.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 60 |

На рисунку 5.2 зображено авторські дані розробленого програмного забезпечення.

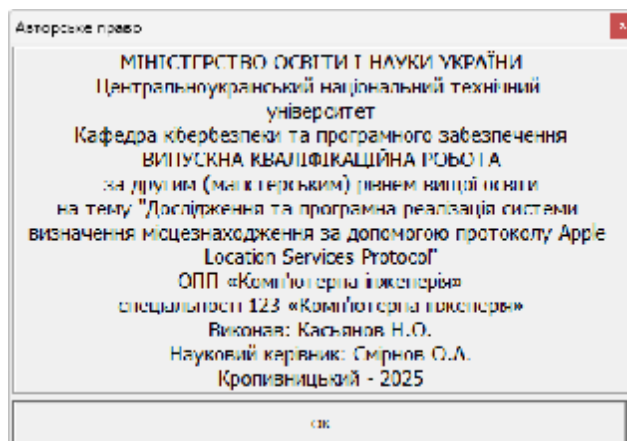


Рисунок 5.2 – Авторське право

Розглянемо процес впровадження програмного забезпечення, це процес налаштування програмного забезпечення під певні умови використання, а також навчання користувачів роботі з програмним продуктом. Впровадження програмного забезпечення це усі дії, що роблять розроблену програмну систему готовою до використання. Даний процес є частинною життєвого циклу програмного забезпечення.

Загалом процес розгортання складається з кількох взаємопов'язаних дій із можливими переходами між ними. Ця активність може відбуватися як з боку виробника так і з боку споживача. Оскільки кожна програмна система є унікальною, то усі процеси та процедури під час розгортання важко передбачити. Тому, "розгортання" можна трактувати як загальний процес відповідно до певних вимог та характеристик. Розгортання може здійснюватись програмістом і в процесі розробки програмного забезпечення.

6 НАУКОВА НОВИЗНА

У випускній кваліфікаційній роботі за другим (магістерським) рівнем вищої освіти розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.

Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.

Об'єктом дослідження є процес визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.

Предметом дослідження є методи визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.

Методи дослідження базуються на методах теорії геопозиціонування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Наукова новизна отриманих результатів. У процесі рішення завдань, обумовлених цілями дослідження, отримані наступні результати:

– Удосконалено метод визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.

– Розроблено вітчизняний продукт визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol, який має більш широкі можливості, на відміну від існуючих аналогів.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 62 |

7 МАРКЕТИНГОВЕ ТА ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ІТ-ПРОЄКТУ

7.1 Визначення цільової аудиторії кінцевого готового продукту

Результати такого дослідження можуть бути цікавими перш за все компаніям, що працюють у сфері технологій, мобільних застосунків та цифрової аналітики. Для них точне визначення місцезнаходження користувача є основою персоналізованого сервісу, який підвищує лояльність клієнтів і прибутковість бізнесу.

Також результати можуть зацікавити підприємства, що мають розгалужену мережу фізичних точок – ресторани, торговельні центри, логістичні компанії чи служби доставки. Вони отримують можливість краще розуміти поведінку споживачів у просторі та ефективніше керувати своїми ресурсами.

Дослідникам і студентам ІТ-напрямів розробка такого типу системи може стати практичним прикладом впровадження протоколів Apple, інтеграції з API та побудови аналітики на основі геоданих. Це допоможе у майбутньому під час розробки більш складних smart-рішень.

Крім того, органи місцевого самоврядування або міські аналітичні лабораторії можуть використовувати подібні рішення для відстеження мобільності громадян, планування транспортних маршрутів чи розвитку концепції “розумного міста”.

І нарешті, самі користувачі виграють від такого проєкту, адже він покращує якість сервісів, робить їх більш точними, швидкими та персоналізованими без втручання у приватність.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 63 |

7.2 Оцінка привабливості шляхом застосування методів експертних оцінок

Для оцінки привабливості проєкту системи визначення місцезнаходження можна застосувати метод експертних оцінок, коли група спеціалістів аналізує перспективи проєкту за низкою критеріїв. Експертами можуть виступати розробники, маркетологи, фінансисти та потенційні користувачі.

Наприклад, кожен експерт оцінює такі параметри, як технічна складність реалізації, потенціал комерціалізації, рівень конкуренції, очікуваний попит і масштабованість рішення. Кожен критерій оцінюється за шкалою від 1 до 10 балів.

Після збору оцінок результати усереднюються, і формується зведений індекс привабливості. Якщо, наприклад, середній показник перевищує 8 балів, це свідчить про високий потенціал і доцільність подальшого інвестування.

Важливо також враховувати суб'єктивність думок експертів, тому краще залучати фахівців із різних галузей – технічної, бізнесової та користувацької. Це допоможе отримати більш збалансований і реалістичний результат.

Такий підхід дозволяє побачити сильні сторони проєкту, визначити ризики і прийняти обґрунтоване рішення щодо подальших кроків розробки чи впровадження.

7.3 Вибір методу оцінки вартості ПЗ

Для оцінки вартості програмної реалізації системи визначення місцезнаходження доцільно застосувати метод витратного підходу. Він базується на розрахунку фактичних витрат, необхідних для створення, тестування та підтримки програмного продукту.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 64 |

Цей метод є найбільш прозорим для ІТ-проектів, адже дозволяє врахувати витрати на оплату праці розробників, придбання обладнання, ліцензійного ПЗ, серверів, а також витрати на навчання персоналу.

До переваг цього методу належить його простота та можливість чіткого планування бюджету. Крім того, він дозволяє контролювати фінансову ефективність проекту на кожному етапі розробки.

Для додаткової точності можна комбінувати витратний підхід із порівняльним – аналізуючи ринкові ціни на схожі програмні продукти чи сервіси. Це дає змогу перевірити адекватність розрахованої вартості.

Таким чином, метод витратного підходу забезпечує об'єктивну фінансову оцінку програмної реалізації, мінімізує ризики перевитрат і створює основу для економічного обґрунтування проекту.

7.4 Розрахунок економічної ефективності від впровадження реалізованого ПЗ як фактору його привабливості

Підприємство має розгалужену мережу виїзних співробітників (кур'єри, сервісні інженери, торгові представники) та транспортних засобів. До впровадження системи визначення місцезнаходження управління мобільними ресурсами здійснювалось за допомогою: телефонних дзвінків і месенджерів для уточнення поточного місця перебування; сторонніх GPS-трекінг-сервісів із щомісячною абонплатою; неповної або застарілої інформації про маршрути та час перебування в точках; ручного планування маршрутів без урахування актуальної геолокації.

Це призводило до перевитрат на паливо, втрати часу диспетчерів, запізнень із доставками/виїздами та підвищених ризиків крадіжок або нецільового використання транспорту.

Впровадження системи визначення місцезнаходження, реалізованої на основі Apple Location Services Protocol (умовно – SmartTrack ALS) забезпечує:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 65 |

автоматичний збір геоданих з iOS-пристроїв співробітників; відображення їхнього місцезнаходження в реальному часі в єдиній диспетчерській панелі; оптимізацію маршрутів і скорочення «порожнього» пробігу; зменшення витрат на зовнішні трекінг-платформи; зниження кількості запізнь і спірних ситуацій із клієнтами. Вхідні дані зафіксовано в таблиці 7.1.

Розрахунок економічного ефекту демонструє наступне: економія на витратах пального – 1 080 000 грн, економія на сторонніх сервісах GPS-моніторингу – 720 000 грн, зменшення втрат від прострочених доставок/виїздів – 576 000 грн, скорочення людино-годин – 2 100 людино-год, зменшення втрат від крадіжок та нецільового використання транспорту – 300 000 грн, загальна щорічна економія – 3 777 000 грн/рік, чистий економічний ефект у перший рік – 1 277 000 грн, термін окупності (Payback Period) $\approx 0,66$ року (приблизно 8 місяців), рентабельність інвестицій (ROI) – ≈ 151 %. Окрім прямого економічного ефекту, впровадження системи визначення місцезнаходження на базі Apple Location Services Protocol забезпечує низку суттєвих нефінансових вигод: підвищення прозорості логістичних процесів – керівництво та диспетчери в реальному часі бачать фактичне розташування кожного співробітника/транспортного засобу, зростання рівня сервісу для клієнтів – точніший прогноз часу прибуття (ETA), можливість оперативно інформувати про затримки, зменшення конфліктних ситуацій – наявність журнальованої історії пересування дозволяє об'єктивно розглядати спірні кейси, підвищення дисципліни персоналу – усвідомлення постійного трекінгу знижує кількість нецільових виїздів і простоїв, масштабованість – система легко розширюється на нові регіони, команди та транспорт без суттєвих додаткових витрат, інтеграція з іншими корпоративними системами – CRM, системами управління замовленнями, аналітичними модулями. У підсумку впровадження системи визначення місцезнаходження, реалізованої з використанням Apple Location Services Protocol, забезпечує щорічну економію понад 3,7 млн грн, термін окупності інвестицій – менше 1 року, а рентабельність інвестицій перевищує 150 %.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 66 |

Таблиця 7.1 – Вихідні дані для розрахунку

| Показник | До впровадження | Після впровадження | Економічний ефект |
|--|--------------------|-----------------------|----------------------|
| Кількість виїзних співробітників | 120 | 120 | — |
| Кількість транспортних засобів | 80 | 80 | — |
| Середньорічні витрати на паливе, грн | 7 200 000 | 6 120 000 | -1 080 000 |
| Щорічні витрати на зовнішні сервіси GPS-моніторингу (ліцензії, SIM, обслуговування), грн | 960 000 | 240 000 | -720 000 |
| Середня кількість прострочених доставок / виїздів на рік | 2 400 | 960 | -60 % |
| Вартість одного випадку прострочення (компенсації, знижки, репутаційні витрати), грн | 400 | 400 | — |
| Витрати часу диспетчерів на ручне відстеження місцезнаходження (людино-год/рік) | 3 000 | 900 | -2 100 |
| Вартість 1 людино-години диспетчера, грн | 250 | 250 | — |
| Щорічні втрати від крадіжок / безконтрольного використання транспорту та ТМЦ, грн | 600 000 | 300 000 | -300 000 |
| Початкові інвестиції у впровадження системи SmartTrack ALS (розробка ПЗ, інтеграція, навчання), грн | — | — | 2 500 000 |

Це робить реалізоване програмне забезпечення економічно доцільним і суттєво підвищує його привабливість для впровадження в компаніях із розвиненою мобільною інфраструктурою.

7.5 Пропозиція алгоритму просування проєкту розробки ПЗ

Просування проєкту системи визначення місцезнаходження варто розпочати з формування чіткого позиціонування. Необхідно донести до цільової аудиторії, у чому саме унікальність рішення – наприклад, у точності визначення координат або у зручності інтеграції з існуючими сервісами. Далі доцільно створити демонстраційний прототип і провести пілотне впровадження у невеликій організації. Це допоможе зібрати реальні відгуки користувачів і використати їх для подальшої комунікації та покращення продукту. Важливо активно використовувати цифровий маркетинг – соцмережі, професійні форуми, виступи на IT-конференціях, а також публікації у профільних медіа. Так можна сформувати експертний імідж проєкту та привернути увагу потенційних партнерів. На етапі масштабування необхідно продумати систему партнерств – із компаніями, які вже мають клієнтські бази, Wi-Fi інфраструктуру чи власні мобільні додатки. Спільні інтеграції дозволять розширити ринок швидше. Завершальним етапом має бути формування стабільної репутації бренду, підтримка користувачів і системне оновлення продукту, що забезпечить довготривалу довіру та стале зростання.

7.6 Оптимізація каналів збуту та шляхів реалізації ПЗ

Оптимізацію збуту варто почати з розуміння, хто є основним клієнтом цього рішення – бізнес, який працює офлайн, або компанії, що розробляють мобільні додатки. Для кожного сегмента треба створити окрему пропозицію з чіткими вигодами.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 68 |

У продажах ефективним буде використання моделі B2B-партнерства, коли система пропонується у вигляді сервісу з гнучкими тарифними планами або підпискою. Це зменшує бар'єр входу для клієнтів і забезпечує стабільний дохід.

Також можна співпрацювати з інтеграторами та дистриб'юторами ІТ-рішень, які вже мають вихід на потрібну цільову аудиторію. Це прискорить поширення продукту без великих витрат на власний відділ продажів. Важливим елементом є створення демонстраційної версії або "free trial", що дозволить потенційному клієнту протестувати систему перед покупкою. Це суттєво підвищує конверсію. І, звісно, варто використовувати аналітику збуту – аналізувати, які канали дають найвищий результат, і спрямовувати ресурси саме туди, оптимізуючи витрати на просування.

7.7 Визначення ключових факторів успіху конкретного проєкту

Успіх проєкту системи визначення місцезнаходження значною мірою залежить від точності роботи технології. Якщо система дає стабільно правильні координати, користувачі довірятимуть їй, а бізнес зможе реально покращити свої процеси. Не менш важливим є зручний інтерфейс та простота інтеграції з іншими сервісами. Система повинна легко підключатися до POS, CRM або мобільного застосунку без складних технічних налаштувань. Третім фактором є безпека та захист персональних даних. Оскільки система працює з геолокацією, користувач повинен бути впевненим, що його інформація не буде використана сторонніми.

Ключову роль відіграє й команда розробників – їхня компетентність, здатність швидко реагувати на збої, вдосконалювати продукт і надавати якісну технічну підтримку.

І нарешті, стратегічний маркетинг і чітке розуміння ринку допомагають проєкту знайти свою нішу, привернути інвесторів і забезпечити сталий розвиток у довгостроковій перспективі.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 69 |

8 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

8.1 Вступ

Законом України “Про охорону праці” [3] регламентуються загальні положення державної політики в галузі охорони праці, а конкретизуються ці положення нормативно-правовими актами про охорону праці, зокрема Наказом Міністерства соціальної політики України 14.02.2018 № 207, який зареєстровано в Міністерстві юстиції України 25 квітня 2018 р. за №508/31960 «Про затвердження Вимог щодо безпеки та захисту здоров’я працівників під час роботи з екранними пристроями» [5], яким затверджено нормативно-правовий акт з охорони праці НПАОП 0.00-7.15-18, «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин», та «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» ДСанПіН 3.3.2-007-98.

Програмісти у процесі роботи мають негативний вплив на органи зору, а також мають значну розумову напругою і нервово-емоційне навантаження. Руки (суглоби пальців та м’язи рук) при роботі з клавіатурою мають теж істотне навантаження. До шкідливих факторів, які впливають на робітників галузі інформаційних технологій (ІТ) спеціалісти відносять високочастотні електромагнітні коливання (випромінювання) роботи апаратної частини ЕОМ та виділення шкідливих газів.

Ці шкідливі фактори можуть привести до професійних захворювань.

Розглянемо шкідливі чинники роботи програмістів керуючись наступними нормативно-правовими актами: «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» ДСанПіН 3.3.2-007-98 [5], та «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров’я працівників під час роботи з екранними пристроями» НПАОП 0.00-7.15-18.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 70 |

У зазначеному приміщенні працюють 8 людей. За даними, які наведено у табл. 8.1 та табл. 8.2, можна зробити висновок, що площа приміщення у розрахунку на одне робоче місце програміста відповідає нормативним вимогам (6.25 м² при нормі не менше 6.0 м²), але об'єм приміщення на одного працівника (17.19 м³) не відповідає нормативним вимогам згідно ДСанПіН 3.3.2-007-98 (норма не менше 20.0 м³). Таким чином, для забезпечення нормативних вимог необхідно або зменшити кількість працівників у приміщенні до 6 осіб, або збільшити об'єм приміщення шляхом його реконструкції чи переміщення працівників у більше приміщення. ДСанПіН 3.3.2-007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» [63], але відповідають нормативним вимогам Наказу Міністерства соціальної політики України № 207, від 14.02.2018 «Про затвердження Вимог щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями» [63] та НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин»). Таним чином можна зробити висновок, що санітарно-гігієнічні умови праці на робочому місці програміста відповідають вимогам.

Температура повітря в приміщенні визначається впливом температури зовнішнього повітря і тепловою енергією, яка виділяється всередині приміщення. Джерелами виділення теплоти в даному приміщенні є електроустаткування, освітлювальні прилади, а також люди. У світлий час доби джерелом надлишкового тепла є сонячна радіація. Згідно Постанови № 42 від 01.12.1999 Головного державного санітарного лікаря України, робота, виконувана в даному приміщенні, відноситься до категорії Ia. В цьому випадку людина витрачає енергії до 120 ккал у годину. Вологість повітря в приміщенні визначається впливом багатьох факторів, серед яких: вологість атмосферного повітря, виділення вологи людьми (при диханні та випарами з поверхні шкіри).

Мікроклімат повітряного середовища в приміщенні характеризується запиленістю та загазованістю повітря. Мікроклімат приміщення визначається

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 72 |

діючим на організм людини поєднанням, вологості, температури, швидкості руху повітря та інтенсивності теплового випромінювання. Аналіз мікроклімату складається з визначення зазначених вище факторів і порівняння результатів із встановленими нормами.

У таблиці 8.3 наведено оптимальні та фактичні значення параметрів мікроклімату як для категорії ваги робіт Іа, так і розглянутого приміщення. У приміщеннях, де встановлено ЕОМ, рекомендується застосування тільки оптимальних значень показників мікроклімату.

Таблиця 8.3 – Оптимальні і фактичні значення параметрів мікроклімату

| Пора року | Оптимальні для Іа | | | Фактичні | | |
|-----------|-------------------|--------------|------------------------|------------------|--------------|------------------------|
| | Темпера тура, °С | Вологість, % | Швидкість повітря, м/с | Темпера тура, °С | Вологість, % | Швидкість повітря, м/с |
| Холодна | 22-24 | 40-60 | 0,1 | 22-23 | 40-55 | 0,1 |
| Тепла | 23-25 | 50-70 | 0,1 | 24-25 | 50-65 | 0,11 |

Проведений аналіз показує, що показники мікроклімату в приміщенні відповідають установленим нормам. Штучне опалення застосовується у холодний період року, а в літню пору застосовується кондиціонер.

Для боротьби з пилом робляться регулярні провітрювання та вологі прибирання приміщенні.

У приміщенні знаходяться наступні джерела шуму: принтер HP 1100, електродвигуни вентиляторів ЕОМ.

Одним з найважливіших факторів, які впливають на ефективність трудової діяльності людини, та попереджають травматизм і професійні захворювання програмістів є освітлення на робочому місці.

З 2019 року діють Державні будівельні норми України “Природне і штучне освітлення” – ДБН В.2.5-28:2018 [59], у яких прописані вимоги до використання всіх освітлювальних приладів, у тому числі світлодіодних.

Працю працівника, який постійно працює за комп'ютером, згідно ДБН В.2.5-28:2018 [59], можна віднести до роботи з малою точністю (найменший розмір об'єкта розрізнення від 1 до 5 мм) V-го розряду зорової роботи, з великою контрастністю об'єкта розрізнення з темним тлом (під розряд зорової роботи В). Приміщення можна віднести до 1-ої групи приміщень, у яких проводиться розрізнення об'єктів зорової роботи при фіксованому напрямку лінії зору того, що працює на робочу поверхню. Для такого типу приміщень і розряду зорової роботи нормоване значення коефіцієнта природної освітленості (КПО) робочої поверхні (при поєднаному, спільному освітленні), повинен становити не більше 1,5%, освітленість при штучному висвітленні повинна становити 300 Лк. [59], Крім того все поле зору повинне бути освітлено достатньо рівномірно – ця основна гігієнічна вимога. Оскільки яскраве світло на ділянці периферійного зору значно збільшує напруженість очей і, як наслідок, призводить до їх швидкої стомлюваності, ступінь освітлення приміщення, яскравість екрану комп'ютера повинні бути приблизно однаковими.

8.3 Розробка заходів з поліпшення стану охорони праці

З метою належного правового забезпечення необхідно розширити ти доповнити перелік основних професій комп'ютерної галузі у національному класифікаторі ДК-003-2010, а також підготувати відповідний випуск у кваліфікаційному довіднику посад фахівців ІТ-індустрії, що сприятиме вирішенню питань їх соціального захисту, пенсійного забезпечення, атестації робочих місць основних професій за умовами праці на предмет подальших певних видів пільг та компенсацій за важкі шкідливі і небезпечні умови праці.

Важливим напрямом стосовно визначення професійної придатності фахівців з інформаційних технологій є проведення психофізіологічної експертизи відповідно до 5 статті Закону України «Про охорону праці». Робота з комп'ютерами нового покоління характеризується певним психофізіологічними

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 74 |

перенавантаженнями, втомую зорового аналізатора, гіпокінезією, відсутність диференційованих норм праці при роботі з новою комп'ютерною технікою в залежності від віку, статі, категорії зорової роботи, режимів праці і відпочинку (протягом робочого дня, тижня, щорічного режиму відпусток).

Все це потребує розробки нових нормативно-правових актів з регламентації праці та відпочинку фахівців ІТ-індустрії і стандартів підприємств, центрів комп'ютерної техніки, центрів інформаційних технологій, сучасних комп'ютерних класів.

Особлива роль з точки зору збереження та відновлення здоров'я працюючих в комп'ютерні галузі належить попереднім та періодичним наглядам з подальшої психофізіологічної експертизи і встановленням професійної придатності при роботі з комп'ютерами нового покоління, який супроводжується виникненням певних факторів професійного ризику електротравматизму при їх ремонті та обслуговуванні. В цьому зв'язку необхідне запровадження експертизи на предмет безпечної експлуатації ПЕОМ, тобто офіційне підтвердження фактичних параметрів електробезпеки, їх відповідності вимогам нормативної документації фахівців, які проводять таку експертизу повинні пройти навчання і перевірку знань відповідно до вимог ДНАОП 0.00-8.20-99. За результатами експертизи повинні прийматися рішення про відповідність ПЕОМ нормам безпеки та терміни чергової експертизи, оформлюються протоколи вимірювань і випробувань, проведення у разі потреби розрахунків та експертний висновок.

Для підвищення розумової працездатності то зорової роботи повинна здійснюватися ергономічна оптимізація в рамках системи «оператор-термінал», яка сприятиме результативній фізичній та інтелектуальній працездатності і відновленню психосоматичного здоров'я фахівців ІТ-індустрії.

Зарубіжний досвід охорони праці при використанні новітніх інформаційних технологій та сучасного комп'ютерного обладнання передбачає з метою попередження наслідків монотонної праці, підвищення рівня рухової активності і покращення розумової працездатності фахівців ІТ-індустрії під час технологічних

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 75 |

перерв заняття у спеціальних приміщеннях, облаштованих необхідним спортивним інвентарем та різними тренажерами, виконання відповідних фізичних вправ, індивідуальних тренінгових завдань відповідно до віку, статі та категорії зорової роботи. Такий підхід дозволяє зняти надлишкове психофізіологічне перевантаження, підвищити працездатність центральної нервової системи, попередити перевтому зорового аналізатора. Доведено, що ефективність праці робітників цієї галузі після проведення різноманітних за своєю спрямованістю вправ зростає приблизно на 5-30%.

Всі наведені заходи щодо вдосконалення охорони праці фахівців ІТ-індустрії повинні контролюватися службою охорони праці та комісією з охорони праці підприємства.

Особливе значення для соціального захисту цієї категорії працівників має прийняття комплексного договору, який може забезпечити фахівців додатковими пільгами та компенсаціями.

8.4 Техніка безпеки та протипожежна профілактика

У сучасних офісних приміщеннях, де працюють програмісти, особлива увага приділяється питанням техніки безпеки та протипожежної профілактики, оскільки приміщення насичене електронною технікою та має підвищену пожежну небезпеку.

Відповідно до нормативних вимог, приміщення площею 50 м², де працюють 8 програмістів, відноситься до категорії В (пожежонебезпечне) за вибухопожежною небезпекою, оскільки в ньому знаходяться горючі і важкогорючі рідини, тверді горючі та важкогорючі речовини і матеріали, а також електронне обладнання.

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки в приміщенні є:

1. Система електробезпеки:

– Все електрообладнання має регулярно перевірятися на справність;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 76 |

– Електропроводка повинна бути надійно ізольована та захищена від механічних пошкоджень;

– Заборонено використання саморобних подовжувачів та несправних електроприладів;

– Після закінчення роботи необхідно вимикати все електрообладнання;

– Проведення планового технічного обслуговування комп'ютерної техніки.

2. Система протипожежного захисту:

– Приміщення обладнане автоматичною системою пожежної сигналізації;

– Встановлено один вогнегасник типу ВВК-2 (вуглекислотний) для гасіння загорянь електрообладнання;

– Додатково встановлено порошковий вогнегасник ВП-5 для гасіння твердих та рідких горючих речовин;

– На видному місці розміщено план евакуації та інструкції з пожежної безпеки;

– Всі проходи та евакуаційні виходи утримуються вільними.

3. Організаційні заходи:

– Проведення регулярних інструктажів з пожежної безпеки (вступний, первинний, повторний);

– Навчання працівників правилам користування первинними засобами пожежогасіння;

– Регулярне проведення практичних тренувань з евакуації;

– Призначення відповідальних осіб за пожежну безпеку;

– Розробка та затвердження інструкцій з пожежної безпеки.

4. Профілактичні заходи:

– Регулярне очищення приміщення та робочих місць від пилу та горючих відходів;

– Заборона паління в приміщенні та на прилеглій території;

– Контроль за станом електрообладнання та електропроводки;

– Своєчасна заміна несправного обладнання;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 77 |

– Утримання шляхів евакуації в належному стані.

5. Система оповіщення та евакуації:

- Встановлено систему звукового оповіщення про пожежу;
- Розроблено та вивішено плани евакуації;
- Позначено шляхи евакуації світловими покажчиками;
- Проведення регулярних тренувань з евакуації;
- Забезпечення безперешкодного доступу до евакуаційних виходів.

На випадок виникнення пожежі розроблено чіткий алгоритм дій:

1. негайно повідомити пожежну охорону за номером 101.

2. Вжити заходи щодо евакуації людей.

3. За можливістю приступити до гасіння пожежі наявними засобами пожежогасіння.

4. Відключити електроживлення (за винятком систем протипожежного захисту).

5. Організувати зустріч пожежних підрозділів.

Особлива увага приділяється навчанню персоналу правилам пожежної безпеки та діям у разі виникнення пожежі. Кожен працівник повинен знати місце розташування первинних засобів пожежогасіння та вміти ними користуватися.

Відповідальність за забезпечення пожежної безпеки приміщення покладається на керівника підрозділу, а контроль здійснюється службою охорони праці підприємства та органами державного пожежного нагляду.

8.5 Розрахункова частина

Занулення електричних установок виконується навмисним з'єднанням корпусів електричних установок із захисним нульовим проводом за допомогою занулюючих провідників.

Розрахунок занулення складається з трьох частин:

1. Розрахунок на відключаючу спроможність;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 78 |

2. Визначення максимальної напруги на корпусі обладнання відносно землі при замиканні фази на корпус;

3. Розрахунок робочого і повторного заземлювачів.

Початкові дані:

1. Потужність електродвигуна, який підлягає зануленню : $P = 3.5$ кВт.

2. Кількість електродвигунів: $m = 1$.

– Потужність освітлювальних приладів : $P_0 = 30$ кВт.

3. Довжина магістрального кабеля: $L_M = 100$ м.

4. Довжина розгалуження (від розподільчого щита до електродвигуна) $l = 20$ м.

5. Матеріал провідників кабеля – алюміній.

6. Лінійна напруга $U = 380$ В.

7. Фазна напруга $U_\phi = 220$ В.

Розрахунок.

Визначаємо силу номінального струму електроустановки:

$$I = P / (\sqrt{3} * U_L * \cos \varphi) = 3500 / (\sqrt{3} * 380 * 0,85) = 6,28 \text{ А}$$

Визначаємо силу пускового струму електродвигуна:

$$I_{\text{пус}} = 5 * I = 5 * 6,28 = 31,4 \text{ А}$$

Визначаємо номінальну силу струму апарата захисту:

для легких умов пуску

$$I_H = I_{\text{пус}} / \beta,$$

де $\beta = 2,5$

$$I_H = 31,4 / 2,5 = 12,56 \text{ А}$$

Вибираємо запобіжник ПН2-100 з номінальним струмом 30 А.

Визначаємо найменше допустиме значення струму короткого замикання:

для плавких запобіжників

$$I_{\text{кmin}} = I_H * K, \text{ де } K = 3$$

$$I_{\text{кmin}} = 30 * 3 = 90 \text{ А}$$

Знаходимо переріз проводу розгалуження:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 79 |

Перевіряємо умову: $I_{кр} > I_{кмін}$,

263,4 А > 90 А – умова виконується

Перевіряємо максимальну напругу на корпусі:

$$U_{кмаx} = I_{кр} * Z_{н} = 263,4 * 0,336 = 88,5 \text{ В} > 36 \text{ В}$$

Оскільки умова не виконується, застосовуємо повторне заземлення нульового захисного провідника.

Визначаємо необхідний опір повторного заземлення:

$$R_{н} = (U_{доп} * R_{о}) / ((I_{кр} * Z_{н}) - U_{доп}), \text{ де } R_{о} = 4 \text{ Ом}$$

$$R_{н} = (36 * 4) / ((263,4 * 0,336) - 36) = 2,89 \text{ Ом}$$

Отже для занулення обрано:

- Запобіжник ПН2-100 на 30 А.
- Магістральний кабель АВВБ-35 мм².
- Кабель розгалуження АВВБ-2,5 мм².
- Автоматичний вимикач АЗ734Б.
- Трансформатор 40 кВА.
- Потрібне повторне заземлення з опором не більше 2,89 Ом.

Висновок

Дотримання всіх необхідних умов праці не лише сприяє збереженню здоров'я працівників, а також підвищує ефективність виробництва в цілому.

З цих міркувань було здійснено аналіз приміщення, призначеного для праці програмістів, проведено розгляд небезпечних та шкідливих факторів, що негативно впливають на програмістів під час роботи. Виконано розрахунок електричного занулення, як одного з ключових факторів електробезпеки. Розроблено заходи з умов поліпшення охорони праці.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|-----------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 81 |

9 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

Програмне забезпечення, створене в результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти, призначено для системи визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.

В межах України в недостатній мірі представлені вітчизняні розробки в цій області.

У випускній кваліфікаційній роботі за другим (магістерським) рівнем вищої освіти наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.
- Досліджена система визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol.

Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 82 |

Розроблене програмне забезпечення має простий, дружній та зручний інтерфейс користувача, що забезпечує легкість у освоєнні роботи програмного продукту, зручність у використанні, і не потребує особливих спеціальних знань.

При створенні програмного забезпечення було використано об'єктно-орієнтований підхід, що відповідає сучасним тенденціям у галузі розробки комерційних програмних систем.

Програма реалізована на мові високого рівня Python. Дана мова програмування дозволяє найбільш ефективно обробляти дані. Це дозволило мінімізувати строк розробки програмного забезпечення, і, як слід, зменшити витрати на його розробку. Запропоноване програмне забезпечення ділиться на загальне програмне забезпечення, що поставляється із засобами обчислювальної техніки й спеціальне програмне забезпечення, що спеціально розроблене для даної конкретної системи й включає програми, що реалізують її функції.

Програма призначена для виконання під управлінням багатозадачної операційної системи iOS.

Даються необхідні рекомендації з установки розробленого програмного забезпечення.

Для підвищення рівня безпеки запропоновано застосовувати алгоритм FEAL.

В цілому створене програмне забезпечення підтверджує правильність використаних проектних рішень та повністю відповідає вимогам технічного завдання. Створене програмне забезпечення має потенційну можливість для подальшого вдосконалення і застосування у різних галузях.

Проведено маркетингове та економічне обґрунтування IT-проєкту, що дозволило визначити ключові фактори успіху даного проєкту.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|-----------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 83 |

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Касьянов Н.О. Дослідження та програмна реалізація системи визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol // Збірник праць молодих науковців ЦНТУ. – Вип. 15. – Кропивницький: ЦНТУ, 2025.

2. Priscila Heller. Automating Workflows with GitHub Actions. Packt Publishing. 2021. 216 p.

3. JJ Geewax. API Design Patterns. Manning Publications Co. 2021. 481 p.

4. Prateek Prasad. App Design Apprentice. Razeware LLC. 2020. 272 p.

5. Dawn Griffiths, David Griffiths. Head First Android Development. O'Reilly Media, Inc. 2021. 1414 p.

6. Nathan Metzler. Kotlin Programming for Beginners. Independently published. 2021. 158 p.

7. Aaron Torres. Go Programming Cookbook Second Edition. Packt Publishing Ltd. 2019. 427 p.

8. Мелешко Є.В., Якименко М.С., Поліщук Л.І. Алгоритми та структури даних: Навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей денної та заочної форми навчання. – Кропивницький: Видавець – Лисенко В.Ф., 2019. – 156 с.

9. Knuth D. The Art of Computer Programming, Vol. 1: Fundamental Algorithms, 3rd Edition 3rd Edition. – Addison-Wesley Professional, 2019. – 672 p.

10. Knuth D. Art of Computer Programming, Vol. 2: Seminumerical Algorithms 3rd Edition, Kindle Edition. – Addison-Wesley Professional, 2019. – 672 p.

11. Knuth D. The Art of Computer Programming: Vol. 3: Sorting and Searching 2nd Edition, Kindle Edition. – Addison-Wesley Professional, 2019. – 800 p.

12. Cormen T.H., Leiserson C.E., Rivest R.L., Stein C. Introduction to Algorithms, 3rd Edition (The MIT Press) 3rd Edition – The MIT Press, 2019. – 1292 p.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 84 |

13. Вінтенко, Б.Ю., Миронець, І.В., Смірнов, О.А., Коваленко, О.В., Усік, П.С., Буравченко, К.О., Лисенко, І.А. «Логіко-структурна модель комп'ютерно-орієнтованої процедури системи підтримки оперативного персоналу АЕС». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2025. Том 2 № 30. С. 413-427, 2025.

14. Смірнова, Т.В. «Дослідження методів, моделей та сучасних ІТ-рішень для підтримки технологічних процесів у критичній інфраструктурі держави». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2025. Том 2 № 30. С.195-208, 2025.

15. Вінтенко Б., Смірнов О., Миронець І., Смірнова Т., Смірнов С. «Імітаційна модель шляхів вхідних даних комп'ютерної інтелектуальної системи підтримки оператора енергоблоку АЕС». *Комбінаторні конфігурації та їхні застосування: Матеріали XXVII Міжнародного науково-практичного семінару, присвяченого 125-річчю Національного університету «Запорізька політехніка» (Запоріжжя-Кропивницький-Київ, 4-6 червня 2025 р.)*. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2025. С.82-91.

16. Al-Azzeh, J., Ayyoub, B., Mesleh, A., Smirnova, T., Gnatyuk, S., Drieiev, O., Smirnov, O., Dorenskyi, O. «Cloud-Based Information System for Evaluating Caverns in the Process of Blasting Metal Surfaces of Details». *International Review on Modelling and Simulations* 18 (1), 2025. pp. 32-42.

17. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Миронець І.В., Смірнова Т.В., Коваленко О.В., Мацуй А.М. «Модель шляхів отримання вхідних даних комп'ютерної інтелектуальної системи підтримки оперативного персоналу АЕС». *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2025. Вип. 11(42), ч. II. С.52-62.

18. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Миронець І.В., Смірнова Т.В. «Методи забезпечення відмовостійкості інтелектуальних систем підтримки оператора». *VIII міжнародна науково-практична конференція "Інформаційна безпека та комп'ютерні технології"*, м. Кропивницький. 24-25 квітня 2025 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2025. – С. 44-46.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 85 |

19. Смірнов, О.А., Константинова, Л.В., Коноплицька-Слободенюк, О.К., Козірова, Н.В, Якименко, Н.М., Доренський, О.П., Буравченко, К.О. «Дослідження інструментів штучного інтелекту для роботи з базами даних та аналізу даних». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2025. №3(27), С. 429–448.)

20. Smirnov O., Fedorov E., Neskorodieva A., Neskorodieva T. «Intellectual Classification method of Gymnastic Elements Based on Combinations of Descriptive and Generative Approache». *CEUR Workshop Proceedings Volume 3664*, 2024, Pages 11-23.

21. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Коваленко, А., Коноплицька-Слободенюк, О., Смірнова, Т., Константинова, Л. «Дослідження застосування систем підтримки оперативного персоналу об'єкту критичної інфраструктури при керуванні енергоблоком АЕС з реактором типу ВВЕР-1000». *Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка»*, 2024. № 2(26), С. 6-26.

22. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2024. №3(23), С. 111-131.

23. Kuznetsov O., Ilchenko O., Kryvinska N., Buravchenko K., Smirnov O., Savchenko Iu. «An Empirical Assessment of Leading Blockchain Financial Services». *2023 IEEE 1st Ukrainian Distributed Ledger Technology Forum (UADLTF)*, Kyiv, Ukraine, 2023, pp. 1-6,

24. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianovska, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». *CEUR Workshop Proceedings*, 2023, 3628, pp. 106-115.

25. Malyukov V., Bebashko B., Lakhno V., Smirnov O., Malyukova I., Mohylnyi H. «Managing the Purchase-Sale Process of Digital Currencies Under Fuzzy Conditions». *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2023, 729 LNNS, pp. 104–112.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 86 |

26. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.

27. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchев, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.

28. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.

29. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.

30. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2024. №3(23), С. 111-131.

31. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.

32. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». *Сучасні інформаційні системи*, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ВКРМ-123.25.0041.00.00.ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 87 |

33. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А. «Дослідження нормативної документації та стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». VI міжнародна науково-практична конференція «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», м. Кропивницький. 20-21 квітня 2023 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2023. – С. 35-36.

34. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312, 2022, pp. 47-58.

35. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.

36. Smirnov O., Kovalenko O., Kovalenko A., Kavun S. «Quantitative Risk Assessment Method Development in the Context of the SDLC-model». 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), 2021, pp. 203-208, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772143

37. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.

38. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.

39. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.

40. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-

quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.

41. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS). Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.

42. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.

43. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.

44. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.

45. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.

46. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.

47. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and

Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.

48. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobaev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.

49. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.

50. Смірнов, О.А., Усік П.С., Полігенко О.О., Одарченко Р.С., Терещенко Л.Ю. «Інформаційна технологія та програмне забезпечення для підвищення ефективності планування підсистеми базових станцій стільникового зв'язку». Проблеми телекомунікацій. № 1(26). С. 83-96. 2020.

51. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.

52. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.

53. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральнoукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.