

УДК 004

**Н.Касьянов, магістр гр. КІ-24М,***Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОТОКОЛУ APPLE LOCATION SERVICES PROTOCOL

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи визначення місцезнаходження за допомогою протоколу Apple Location Services Protocol. Метою розробки є дослідження та принципи побудови 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.

### **система визначення місцезнаходження, Apple Location Services Protocol**

**Постановка проблеми.** 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 напорчуд 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.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-30] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи визначення місцезнаходження за допомогою протоколу apple location services protocol.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та принципи побудови 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.

*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.

**Виклад основного матеріалу.** **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'язку.

– 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 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'єднанні 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)

Штучний інтелект покращить системи GPS, аналізуючи великі обсяги даних відстеження для прогнозування закономірностей, оптимізації маршрутів та покращення прийняття рішень. Приклад: треки на базі штучного інтелекту можуть пропонувати найефективніший маршрут з точки зору витрати палива на основі дорожнього руху та погодних умов.

#### 2) Підключення до Інтернету речей (IoT)

Інтеграція Інтернету речей дозволить GPS-пристроєм підключатися до інших розумних пристроїв, створюючи мережу взаємопов'язаних систем. Приклад: GPS-трекер, підключений до діагностики автомобіля, може надсилати сповіщення про проблеми з технічним обслуговуванням, такі як низький тиск у шинах. GPS-пристрої на базі 5G розгортання мереж 5G значно покращить швидкість і точність відстеження в режимі реального часу. Перевага: Швидша передача даних дозволяє швидше відстежувати навіть у ситуаціях з високим навантаженням, таких як управління автопарком.

#### 3) Покращений час роботи від батареї

Досягнення в технології акумуляторів призведуть до створення пристроїв з більшим терміном служби, що зменшить потребу в частій підзарядці або заміні. Приклад: Сонячні треки для дистанційного моніторингу активів у внутрішніх районах Гайани.

#### 4) Посилена безпека даних

Зі зростанням занепокоєння щодо конфіденційності даних, системи GPS-стеження впроваджуватимуть сильніші протоколи шифрування та безпечні рішення для зберігання даних. Перевага: Користувачі можуть бути впевнені, що дані про їхнє місцезнаходження захищені від несанкціонованого доступу.

#### 5) 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.

#### 6) Екологічно чисті пристрої

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

#### 8) Прогнозна аналітика

Треки використовуватимуть історичні дані для прогнозування майбутніх рухів, що дозволить підприємствам та приватним особам приймати проактивні рішення. Приклад: Прогнозування заторів та пропонування альтернативних маршрутів.

### **Розширення багатосупір'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 багатосупір'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 ризик втрати сигналу або перешкод, особливо в міських каньйонах або віддалених районах.

Завдяки інтеграції кількох частот, ці приймачі також можуть фільтрувати поширені джерела перешкод, що ще більше покращує цілісність даних. Наприклад, двочастотні приймачі можуть отримувати доступ до частот L1 та L2, що дозволяє їм зменшити помилки, спричинені іоносферними збуреннями. Результатом є надійніше позиціонування, що має вирішальне значення в таких застосуваннях, як геодезія, точне землеробство та автономні транспортні засоби, де висока точність є важливою для успіху. З розвитком цієї технології ви помітите більшу гнучкість та кращу продуктивність навіть у складних умовах.

#### **Інтеграція штучного інтелекту та машинного навчання**

Штучний інтелект (ШІ) та машинне навчання (МН) все частіше інтегруються в технології GNSS, прокладаючи шлях для створення розумніших та адаптивніших систем. ШІ та МН можна використовувати для покращення обробки сигналів, що дозволяє приймачам GNSS ефективніше інтерпретувати дані із супутників у режимі реального часу. Це означає, що замість того, щоб покладатися лише на попередньо запрограмовані алгоритми, система може навчатися з навколишнього середовища та динамічно коригувати свою продуктивність.

Для автономних транспортних засобів, робототехніки та дронів ця можливість дозволяє системам GNSS адаптуватися до змінних умов у режимі реального часу. Чи то коригування перешкод сигналу, зміна рельєфу чи непередбачувані фактори навколишнього середовища, приймачі GNSS на базі штучного інтелекту можуть забезпечити оптимальну продуктивність вашої системи. Ці досягнення зроблять системи GNSS ще надійнішими та ефективнішими, допомагаючи таким галузям, як транспорт, логістика та геодезія, отримувати вигоду від безперебійної технології позиціонування в режимі реального часу, незалежно від перешкод.

#### **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 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.

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.

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.

– Сповідення 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.

– 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.

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.

– Сумісність із додатками та комп'ютерами: доступ до даних відстеження з мобільних додатків або веб-панелей керування, що безперешкодно синхронізуються на всіх пристроях.

– Екстрені сповіщення SOS: Деякі трекери мають кнопку SOS, яка надсилає миттєве сповіщення з місцезнаходженням у режимі реального часу контактам у разі надзвичайної ситуації.

– Водонепроникний та міцний дизайн: Міцний, захищений від атмосферних впливів трекер забезпечує надійну роботу в суворих умовах, будь то під автомобілем чи на вуличному обладнанні.

Ці основні функції не лише забезпечують щоденну зручність, але й підвищують безпеку, відповідальність та душевний спокій.

У 2025 році системи GPS-стеження важливіші, ніж будь-коли, не лише для відстеження місцезнаходження, але й для видимості в режимі реального часу, безпеки та прийняття більш розумних рішень у особистому та професійному житті.

Ось чому вони є критично важливими сьогодні, і хто отримує від цього найбільшу користь:

– Власники автомобілів: GPS-трекери діють як потужні засоби захисту від крадіжок та допомагають батькам контролювати водіння підлітків, забезпечуючи душевний спокій та швидше повернення автомобіля у разі викрадення.

– Автопарки для бізнесу: Для служб доставки, компаній з технічного обслуговування та транспортних компаній GPS-відстеження підвищує ефективність маршрутів, зменшує витрати палива та забезпечує відповідальність водіїв.

– Сім'ї та опікуни: Від дітей, які повертаються додому зі школи, до літніх членів сім'ї з проблемами пам'яті, GPS-пристрої забезпечують миттєве оновлення місцезнаходження та екстрені сповіщення, коли це найбільше потрібно.

– 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 1 – Структурна схема роботи системи

**Висновки.** У статті 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 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.

## Список літератури

1. Malyukov V., Bebesheko 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.
2. 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.
3. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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>.
12. 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
13. 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.
14. 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.
15. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
16. 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.
17. 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.
  18. 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.
  19. 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.
  20. 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.
  21. 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.
  22. 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.
  23. 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.
  24. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobayev, 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.
  25. 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.
  26. Смірнов, О.А., Усік П.С., Полігенько 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.
  27. 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.
  28. 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.
  29. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
  30. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova, K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
  31. Смірнова Т.В., Солових Є.К., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Побудова хмарних інформаційних технологій оптимізації технологічного процесу відновлення та зміцнення поверхонь деталей. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 184-194, 2019.
  32. Смірнов О.А., Котелянець В.В. Стійкі до колізій стохастичні моделі функціонування безпроводових сенсорних мереж. Вісник інженерної академії України, №3, с. 145-152, 2018