

УДК 004.94

Розробка моделі системи визначення місцезнаходження для транспорту

Будько В. В., Попова А. О., Толстолузька О. Г., Толстолузький Є. Д.

- Будько Владислава Віталіївна** студентка;
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,
площа Свободи 6, м. Харків Україна, 61022
e-mail: xa11867778@student.karazin.ua
<https://orcid.org/0000-0003-1344-3153>
- Попова Анастасія Олександрівна** студентка;
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,
площа Свободи 6, м. Харків Україна, 61022
e-mail: xa11867792@student.karazin.ua
<https://orcid.org/0000-0003-1145-5695>
- Толстолузька Олена Геннадіївна** д. т. н., с.н.с.; професор кафедри теоретичної та прикладної системотехніки;
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,
площа Свободи 6, м. Харків Україна, 61022
e-mail: elena.tolstoluzka@karazin.ua
<https://orcid.org/0000-0003-1241-7906>
- Толстолузький Євген Дмитрович** студент;
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,
площа Свободи 6, м. Харків Україна, 61022
e-mail: evventol@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2039-0267>

У сучасному світі системи стеження активно впроваджуються в різному вигляді, починаючи з розумних камер спостереження, комплексних систем розумного будинку та закінчуючи відстеженням посилок, пасажирського транспорту чи транспорту, що перевозить важливий вантаж. Досить популярною є ця тема серед компаній, що працюють з транспортом, де необхідним заходом є його відстеження, наприклад страхові компанії, служби екстреної допомоги і автопарки. Серед таких компаній також знаходяться ті, які вважають за краще працювати вахтовим методом і мають підрядників на колесах, наприклад компанії з видобутку корисних копалин, важливою складовою роботи яких є точне відстеження розташування транспорту та підрахунок часу виконаних транспортом ходок. Трекер – це невеликий пристрій стеження, що застосовується для визначення місцезнаходження та його відстеження, на даний момент має дуже широкий діапазон використання, незважаючи на свою невелику вагу, цей пристрій має низку унікальних властивостей, які допомагають організувати спостереження як за дітьми та людьми похилого віку, так і складати оптимальні маршрути переміщення вантажів за допомогою автомобільних навігаторів та відеореєстраторів або забезпечувати безпеку та точність руху приватного та комерційного транспорту. Ці невеликі електронні пристрої можуть не тільки визначати свої координати за допомогою супутників GPS, але й за допомогою вбудованого модуля зв'язку відсилати на віддалений сервер для подальшого збереження бази даних і обробки. Для ролі віддалених серверів можуть виступати, наприклад, популярні зараз хмарні сервіси Amazon Web Services, обчислювальні потужності яких знаходяться в багатьох географічних зонах у різних кутках світу і завдяки цьому можна не тільки зберегти отримані дані в найближчій до кінцевих користувачів географічній зоні, але і виконувати їх аналіз обробку, не орендуючи при цьому окремих фізичних серверів.

Ключові слова: геолокація, аналіз місцезнаходження, трекер.

Model of the location system for transport

- Budko Vladyslava** student;
V. N. Karazin Kharkiv National University,
Svobody Sq 6, Kharkiv, Ukraine, 61022

- Popova Anastasiia** *student;
V. N. Karazin Kharkiv National University,
Svobody Sq 6, Kharkiv, Ukraine, 61022*
- Tolstoluzka Olena** *doctor of Engineering Sciences; professor of theoretical and applied systems engineering department;
V. N. Karazin Kharkiv National University,
Svobody Sq 6, Kharkiv, Ukraine, 61022*
- Tolstoluzkyi Yevhen** *student;
V. N. Karazin Kharkiv National University,
Svobody Sq 6, Kharkiv, Ukraine, 61022*

In the modern world, tracking systems are actively implemented in various forms, ranging from smart surveillance cameras and integrated smart home systems to tracking parcels, passenger vehicles or vehicles carrying important cargo. This topic is actual for the companies working with vehicles, such as insurance companies, emergency services, and car fleets where tracking the vehicles becomes the commercial necessity. It also concerns those who prefer to work on a rotational basis and have contractors on wheels, for example mining companies, where it is important to track accurately the location of vehicles and calculate the route time. The tracker is a small device used to determine the location and track it. Nowadays, due to its unique properties, this device has a wide range of implementations such as monitoring of children and the elderly, creating optimal routes for the movement of goods using car navigators and video recorders, or ensuring the safety and accuracy of movement of private and commercial vehicles. These small electronic devices can not only determine their coordinates using GPS satellites, but use the built-in communication module to send them to a remote server for further database storage and processing. The currently popular cloud services can be used as a remote server, for instance, Amazon Web Services, the computing power of which is distributed in many geographic locations all around the world, and therefore, it is possible not only to save the obtained data in the geographic location closest to the user, but also to perform their analysis and processing without renting a separate physical server.

Key words: *geolocation, location analysis, tracker.*

Разработка модели системы определения местоположения для транспорта

- Будько Владислава Витальевна** *студентка;
Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,
площадь Свободы 6, г. Харьков Украина, 61022*
- Попова Анастасия Александровна** *студентка;
Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,
площадь Свободы 6, г. Харьков Украина, 61022*
- Толстолужская Елена Геннадиевна** *д. т. н., с.н.с.; професор кафедры теоретической и прикладной системотехники;
Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,
площадь Свободы 6, г. Харьков Украина, 61022*
- Толстолужский Евгений Дмитриевич** *студент;
Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,
площадь Свободы 6, г. Харьков Украина, 61022*

В современном мире системы слежения активно внедряются в разном виде, начиная с умных камер наблюдения, комплексных систем умного дома и заканчивая отслеживанием посылок, пассажирского транспорта или транспорта, перевозящего важный груз. Достаточно популярной является эта тема среди компаний, работающих с транспортом, где необходимой мерой является его отслеживание например страховые компании, службы экстренной помощи а так же автопарки. В числе таких компаний так же находятся те, которые предпочитают работать вахтовым методом и имеют подрядчиков на колесах, например компании по добыче полезных ископаемых, важной составляющей работы которых является точное отслеживание местоположения транспорта и подсчет времени выполненных транспортом ходок. Трекер – это небольшое устройство слежения, применяемый для определения местоположения и его отслеживания, на данный момент имеет очень широкий диапазон использования, несмотря на свой небольшой вес, это устройство обладает рядом уникальных свойств, которые помогают организовывать наблюдения как за детьми и пожилыми людьми, так и составлять оптимальные маршруты перемещения грузов с помощью автомобильных навигаторов и видеорегистраторов или обеспечивать безопасность и точность движения частного и коммерческого транспорта. Эти небольшие электронные устройства могут не только определять свои координаты с помощью спутников GPS, но и затем с помощью встроенного модуля связи отсылать на удаленный сервер для дальнейшего сохранения в базе данных и обработки. Для роли удаленных серверов могут выступать например популярные сейчас облачные сервисы Amazon

Web Services, вычислительные мощности которых находятся во многих географических зонах в разных уголках мира и благодаря этому можно не только сохранить полученные данные в ближайшей к конечным пользователям географической зоне, но и выполнять их анализ и обработку, не арендуя при этом отдельный физический сервер.

Ключевые слова: геолокация, анализ местонахождение, трекер.

1 Вступ

У теперішній час досить швидко набирають популярність системи стеження, що зв'язано з наростаючою популярністю контролю навколишніх подій, що так люблять люди. Тримаючи під контролем те, що відбувається навколо ми відчуваємо себе краще. Системи стеження активно впроваджуються у різному вигляді, починаючи з розумних камер спостереження, комплексних систем розумного будинку та закінчуючи відстеженням посилок або транспорту з важливим вантажем. Досить популярною також є ця тема серед компаній, що працюють вахтовим методом та мають підрядників на колесах, наприклад компанії з видобування корисних копалин. Це надає контроль за часом, геолокацією машин та виявлення несанкціонованих зупинок, що веде до підвищення продуктивності праці. Детальна інформація про місцезнаходження транспортних засобів полегшує контроль. Також це безумовно надає можливість визначити найбільш продуктивних співробітників та повисити рівень контролю над компанією.

В такому випадку програмне забезпечення складається з трьох складових – датчика відстеження, системи обробки його сигналів та програмного забезпечення за допомогою якого з системою взаємодіє користувач. Також таку систему можуть використовувати інші транспортні підприємства для підвищення ефективності та контролю за перевезеннями для відстеження особливо цінного майна.

2 Аналіз рішень для визначення місцезнаходження

Рішення для визначення місцезнаходження – це термін, що відноситься до технологій, які використовуються для відстеження положення об'єкта в реальному або найближчому часі. Застосовані для цього технології використовуються спільно з системами позиціонування для збору даних. У 1998 році було введено такий термін як RTLS (система позиціонування в реальному часі) для опису нової технології, яка не тільки забезпечувала можливості автоматичної ідентифікації за допомогою активних RFID-міток, але й додавала можливість перегляду розташування на екрані комп'ютера. З того часу з'явилося більш просунуте обладнання для місцезнаходження, а також розвиваються дані та програмне забезпечення для визначення місцезнаходження.

До основних рішень визначення місцезнаходження відносять радіочастотну ідентифікацію (ідентифікація за допомогою RFID-міток), ідентифікацію за допомогою UWB міток (Ultra-Wide Band – надширока смуга радіочастот), Bluetooth міток, Wi-Fi технологій, мобільного зв'язку та GPS (Global Positioning System – система глобального позиціонування).

Ідентифікація за допомогою міток, наприклад RFID-міток працює за допомогою зчитувань, тобто підключивши зчитувач RFID до Інтернету, об'єкти з RFID-мітками можна ідентифікувати та відстежувати. Також мітки діляться на активні що мають власне джерело живлення та пасивні що відповідно не мають [1].

Ідентифікація з GPS підходом працює через визначення геолокації об'єкту через супутники, а за допомогою мобільного зв'язку – через стільникові вишки. Останні два способи відносять до типу основних для відстеження об'єктів на відкритому просторі.

3 Аналіз роботи основних систем відстеження геолокації об'єктів

Початок створення перших тестових систем відстеження об'єктів почалось з ефекту Доплера, коли американські вчені з'ясували, що завдяки цьому ефекту частота сигналу рівномірно збільшується з наближенням і зменшується з віддаленням джерела сигналу. Вони зробили висновки, що якщо точно визначити координати наземного об'єкта, то стає можливим вирахувати точку знаходження та швидкість переміщення супутника і навпаки, інформація про точні координати космічного апарата дає можливість вирахувати місце розташування і швидкість руху будь-якого об'єкта на землі. На цьому принципі були реалізовані перші супутники, які призвели до активного розвитку цієї галузі. Як результат цього наразі існують власне дві найпоширеніші системи GPS та ГЛОНАСС, крім того існують менш поширені системи такі як: DORIS, Beidou, Galileo. Всі вони відрізняються кількістю супутників виведених на орбіту Землі.

Навігаційні системи працюють у будь-якій точці Землі в будь-яких погодних умовах. GPS складається з трьох частин – супутників, станцій на Землі та приймачів сигналу. Сфер застосування GPS досить багато починаючи з картографії і навігації та закінчуючи мобільним зв'язком. Ґрунтується даний метод на триангуляції, у цьому випадку вимірюється відстань об'єкта до навігаційних супутників. Працює система GPS в такий спосіб – приймач сигналу вимірює затримку поширення сигналу від супутника до приймача.

Основний принцип роботи пов'язаний на радіохвилях, які надсилаються супутниками з постійною швидкістю. З отриманого сигналу приймач отримує дані про місцезнаходження супутника. Тут також важливим є час, за який сигнал дійде від джерела до приймача. Він визначається атомарним годинником на космічному апараті. Швидкість, час та розташування супутників дозволяють обчислити їхню відстань до об'єкта, якому потрібна навігація. Для визначення відстані від супутника до приймача затримка сигналу помножується на швидкість світла.

З погляду геометрії роботу навігаційної системи можна проілюструвати так: кілька сфер, у яких перебувають супутники, перетинаються й у них перебуває користувач.



Рисунок 3.1 – Модель взаємного розташування супутників навігації

Радіус кожної із сфер відповідно дорівнює відстані до цього видимого супутника. Сигнали від трьох супутників дозволяють отримати дані про широту та довготу, четвертий супутник дає інформацію про висоту об'єкта над поверхнею. Отримані значення можна звести до системи рівнянь, у тому числі можна знайти координату користувача. Таким чином, для отримання точного розташування необхідно провести 4 виміри дальностей до супутника (якщо виключити неправдоподібні результати, достатньо трьох вимірів) [2].

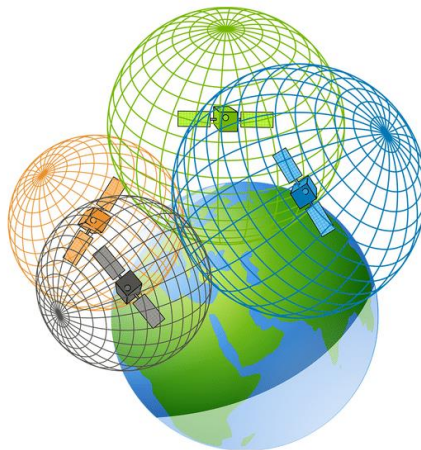


Рисунок 3.2 – Модель взаємного розташування супутників навігації відносно Землі

Перетин сигналу чотирьох і більше супутників дозволяє з мінімальною похибкою визначити, де знаходиться людина. Деякі програми навігації також враховують відстань до вишок стільникового зв'язку, дані вбудованого компаса та акселерометра і навіть швидкість руху того, хто запитує координати. Але якби технології не використовувалися, є багато факторів, які впливають на роботу позиціонування. Найвпливовіші це ймовірні помилки у годинах супутників, місцезнаходження самих супутників, якість GPS модуля в електронному пристрої, зчитування та відображення сигналу при перебуванні об'єкта поруч із щільними спорудами, всередині приміщень або навіть у погану погоду [3].

Головна логіка користування супутниковими методами визначення місцезнаходження зав'язана на невеликому GPS-модулі, що встановлюється в об'єкт, який необхідно відстежити тобто в авто або мобільний телефон.



Рисунок 3.3 – Модель роботи GPS системи для літака або машини

Існує інший варіант відстеження місцезнаходження за допомогою стільникових вишок із застосуванням для цього системи мобільного зв'язку (GSM – Global System for Mobile Communications). Location-based service (LBS) – сервіс визначення об'єкта шляхом прив'язки до орієнтирів з бази даних постачальника послуг зв'язку. У простому випадку місцезнаходження об'єкта визначається за координатами GSM базових станцій. Сама стільникова мережа є павутиною зв'язку, що поділена на сектори, кожен з яких відповідає за свою вежу.

Цей варіант теж визначає локацію за допомогою триангуляції. Тобто, для коректної роботи нам необхідно мати в наявності три вишки стільникового зв'язку. Пошук координат відбувається за допомогою перетину секторів між собою та потрапляння об'єкта між ними. Для передачі даних GSM модем повинен зареєструватися на базовій станції мобільного оператора, яка, передає свій ідентифікаційний номер (Cell ID) та деякі інші службові параметри (MCC, MNC, LAC). Даний метод відстеження заснований на принципі, що будь-який включений модуль GSM буде передавати дані на найближчу базову станцію, перемикаючись по мірі руху між ними. І якщо пристрій може зчитувати дані базової станції (Cell ID, MCC, MNC, LAC), ці дані можуть бути звірені із зовнішніми базами даних для отримання розташування об'єкта.

Даний метод відстеження досить не точний, його розрахунки можуть бути від 100 до 1000 м, що залежить від кількості вишок вашого оператора в цьому районі [4, 5, 6].



Рисунок 3.4 – Принцип роботи LBS/GSM системи

Цей спосіб має досить невелику точність геопозиціонування об'єкту і тому це є великим мінусом через те, що це працює тільки у зоні покриття стільникового зв'язку, а у таких місцях як метро, підвали чи міжміські траси, де сигнал з вишками дуже нечіткий або його немає зовсім, відстежити локацію коректно майже неможливо. Щодо точності його вимірювання, у великих містах вона досягає до 2.7 км, а вже на відкритій місцевості цей показник може змінюватися до 22 кілометрів [3].

На даний момент GPS – це найточніший спосіб позиціонування, через пряме підключення до супутника. Більшість трекерів і мобільних пристроїв використовують мережу GSM для передачі даних а визначають своє місцезнаходження саме за допомогою GPS систем, переключаючись на LBS.

4 Приклад моделі трекера відстежування

Прикладом того, що за допомогою GPS можна мати більш точні координати місцезнаходження, може бути модель системи визначення місцезнаходження в парі з моделлю трекера, що має у складі GPS модуль та використовує мережу GSM для передачі даних.

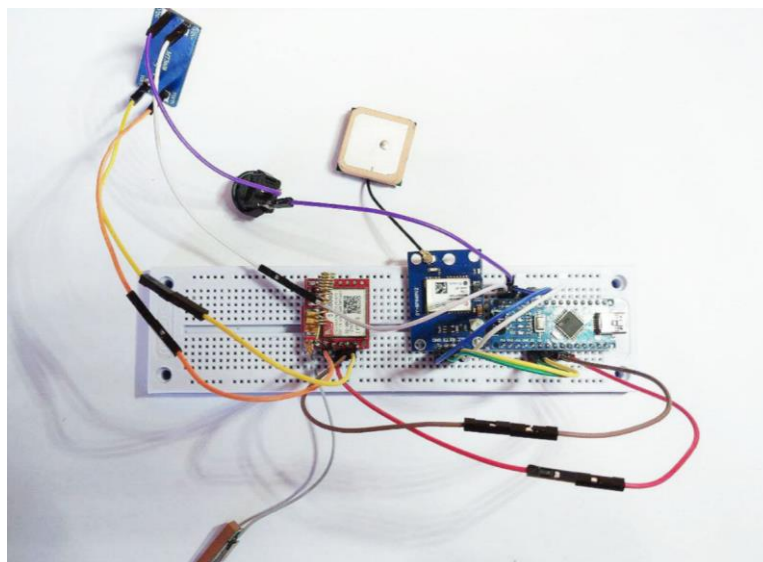


Рисунок 4.1 – Приклад моделі GP- трекера

Для того щоб зробити таку модель було розроблено схему з наступними компонентами: головна плата Arduino Nano, GSM-модем (SIM 800L), GPS модуль (GY-GPS6MV2), перетворювач напруги (MT3608), літій-іонний акумулятор та вимикач, GSM модуль, GPS модуль, акумулятор, кнопка вмикання та вимикання.

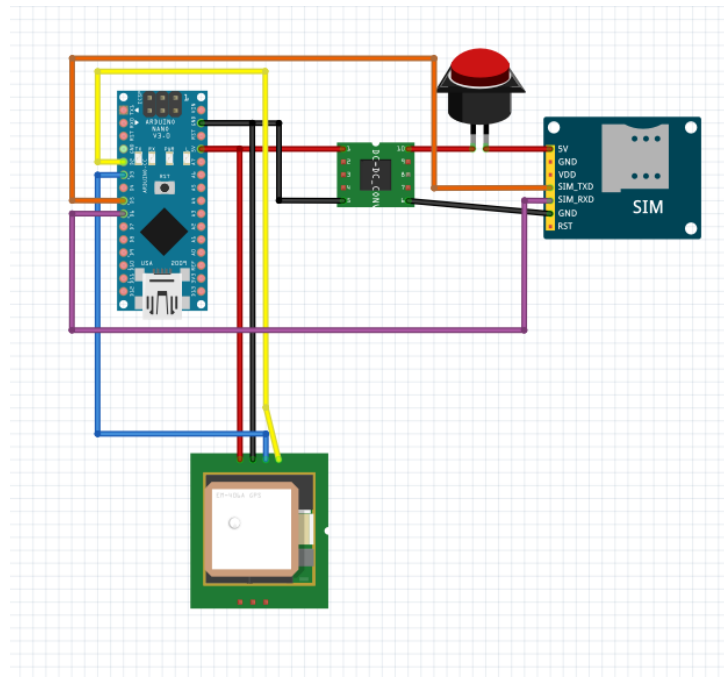


Рисунок 4.2 – Схема моделі GPS-трекеру

Загальна архітектура прототипу системи відстежування з використанням даної моделі трекеру зображена на рисунку 8

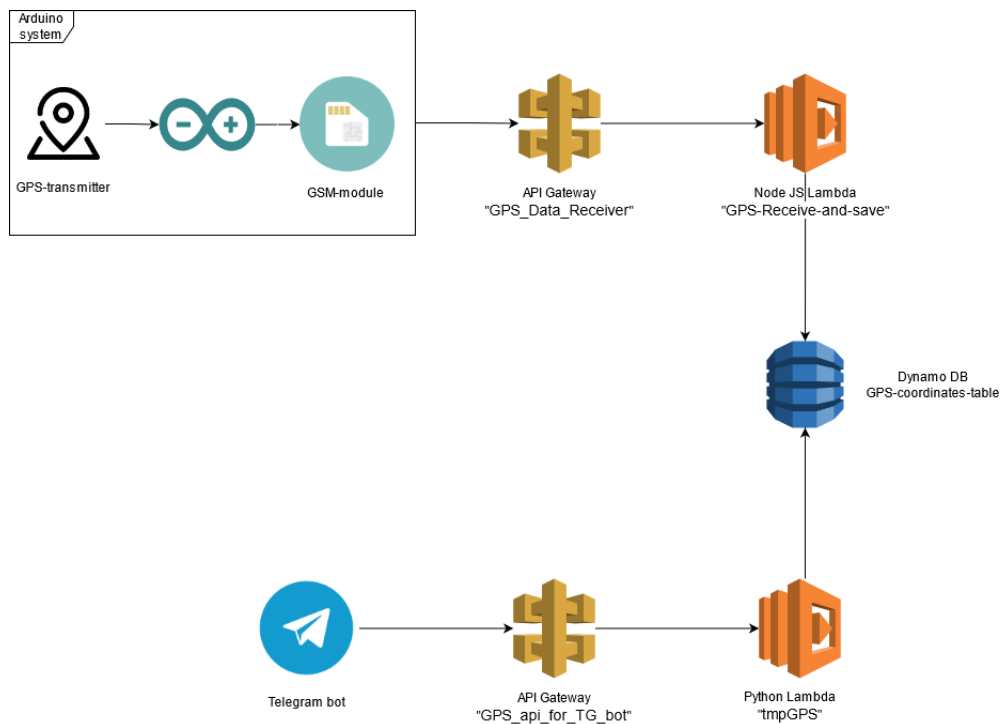


Рисунок 4.3 – Архітектура системи відстежування

У даному прикладі ми використовуємо набір хмарних сервісів AWS (Amazon Web Services) для взаємодії з трекером. На налаштування GPS-модуля після підключення його до мережі може піти до 10 хвилин, в залежності від обраної локації. Після налаштування кожен хвилину він відсилає інформацію про місцезнаходження на систему обробки. Після цього код-обробник зберігає отримані від трекеру дані з його координатами до бази даних та на карті ми можемо побачити координати даного об'єкту.

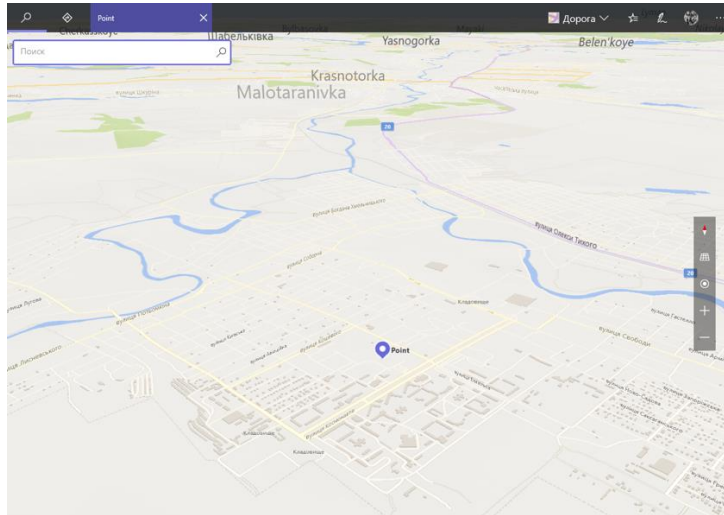


Рисунок 4.4 – Приклад зображення місцезнаходження моделі трекеру на картах

5 Висновки

Системи відстежування транспорту належать до складових частин системи управління. Їх застосовують як для відстежування міського транспорту, так й для підприємств, робота яких тісно пов'язана з відстежуванням транспорту. GPS-трекер як правило не залежить від різновиду машини через те, що він буде під'єднаний до системи обробки без зайвих налаштувань. І так як модель даного сервісу базується на архітектурі з використанням хмарних технологій, його можна буде розмістити ближче до географічної зони користування, що надає більшої гнучкості під час використання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Что представляют собой решения для определения местоположения [Електронний ресурс], URL: <https://www.zebra.com/ru/ru/solutions/intelligent-edge-solutions/rtls/what-are-location-solutions.html>
2. Система спутниковой навигации GPS – принцип, схема, применение [Електронний ресурс], URL: <https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/sistema-sputnikovoj-navigacii-gps/>
3. Точность навигационных систем ГЛОНАСС и GPS [Електронний ресурс], URL: <https://gpscool.ru/sistemy-gps-slezheniya/tochnost-navigatsionnyh-sistem-glonass-i-gps>
4. GPS LBS что це [Електронний ресурс], URL: <https://kztarif.ru/kompjutery/gps-lbs-cto-jeto>
5. LBS мониторинг: определение местоположения по GSM и WiFi [Електронний ресурс], URL: <https://www.navixy.com/ru/docs/academy/location-services/lbs-cell-id-and-wps/>
6. LBS сервис сегодня [Електронний ресурс], URL: <https://gurtam.com/ru/blog/wialon-lbs-servis-segodna>

REFERENCES

1. What are location solutions, URL: <https://www.zebra.com/ru/ru/solutions/intelligent-edge-solutions/rtls/what-are-location-solutions.html> [in Russian]
2. GPS satellite navigation system – principle, scheme, application, URL: <https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/sistema-sputnikovoj-navigacii-gps/> [in Russian]
3. Accuracy of GLONASS and GPS navigation systems, URL: <https://gpscool.ru/sistemy-gps-slezheniya/tochnost-navigatsionnyh-sistem-glonass-i-gps> [in Russian]
4. GPS LBS what is it, URL: <https://kztarif.ru/kompjutery/gps-lbs-cto-jeto> [in Russian]
5. LBS monitoring: location determination via GSM and WiFi, URL: <https://www.navixy.com/ru/docs/academy/location-services/lbs-cell-id-and-wps/> [in Russian]
6. LBS service today, URL: <https://gurtam.com/ru/blog/wialon-lbs-servis-segodna> [in Russian]