

СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ В АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

У статті викладені види, принцип роботи, функції та архітектуру приладів навігаційних систем. Розглядаються, аналізуються та порівнюються професійні навігаційні пристрої: «Garmin», «TomTom», «Magellan» та стаціонарні від заводу-виробника автомобілів.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями. Сучасні навігаційні системи замінили водіям паперові дорожні карти. Вони допомагають нам вибратись із незнайомого місця, коли заблукали, чи обрати найкоротший та найкращий шлях до кінцевого пункту. Проте, більшість навігаційних систем добре працюють лише у міських умовах. Недосконало розроблені карти, недолуге програмне забезпечення або проблеми з точністю визначення місцезнаходження є причинами відмов користувачів від придбаних ними пристроїв. Тоді яку ж навігаційну систему краще обирати?

Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми. Було проаналізовано та вивчено інформацію, що надається на офіційних сайтах виробників навігаційних систем, відгуки експертів та користувачів.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Відсутність структурованого аналізу переваг та недоліків даних навігаційних систем.

Цілі статті. Мета даного дослідження – розгляд поняття «навігатор», збір та аналіз характеристик чотирьох найпопулярніших навігаційних систем від різних виробників, для визначення їхніх недоліків та переваг.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Починаючи з 1990-х років, коли Міністерство оборони Сполучених Штатів Америки, зробило Глобальну систему позиціонування (GPS) доступною для цивільних людей, автомобільні навігатори почали стрімко розвиватись у своєму функціоналі.

Автомобільна навігаційна система (навігатор) – це допоміжний електронний пристрій з електронною картою пам'яті, призначений для визначення місця локації автомобіля і напрямку його руху до заданої точки. У сучасному світі найпопулярнішою є супутникова система навігації (ГНСС – англ. Global Navigation Satellite System, GNSS).

Найвідомішими вважаються такі системи супутникової навігації як: GPS, ГЛОНАСС, Galileo та Бейдоу. Лідерами серед яких є GPS та ГЛОНАСС [18].

Перевагами супутникової системи є їх простота у користуванні та повідомлення користувачу напрямку на кожному повороті.

Якість роботи супутникових систем не залежить від погоди, на відміну від інших навігаційних пристроїв. Проте на сигнал має вплив атмосфера, електромагнітні перешкоди, іоносфера, геомагнітні бурі та інші чинники, які перешкоджають роботі системи і приводить до розбіжності від 5 до 10 метрів від реальної геолокації [1].

Також неточність даних можуть спричинити такі об'єкти як дерева чи будівлі. Сигнал GPS, наприклад, не проходить через суцільні стіни чи конструкції та його якість знижується від високих споруд. Тому не можна використовувати дану систему в приміщенні, під водою чи на території з густими деревами, що в свою чергу ускладнює пересування автомобілістів у лісистих місцевостях.

Також варто відмітити високе енергоспоживання чіпів ГНСС. Наприклад, чіп GPS розряджає акумулятор автомобіля за безперервного використання протягом 8–12 годин, що спричиняє заміну чи перезаряджання акумулятора, а це в деяких умовах є неможливим [1].

Економічність ГНСС виділяє її з поміж інших систем навігації. Оскільки вона має низьку вартість і користувачі можуть її інтегрувати з іншими технологіями, наприклад з телефоном. Серед позитивних ознак можна також виділити постійне оновлення даних системи.

Основною перевагою супутникової системи ГНСС є покриття планети на 100%. Що дозволяє не загубитись у будь-якій точці світу, оскільки інформація надходить від космічних супутників і до неї можна завжди отримати доступ, завдяки хорошому приймачеві сигналу.

Із технічної сторони свої переваги має також система навігації ГЛОНАСС. Згідно з офіційною заявою шведської супутникової компанії саме ця система краще працює в північних широтах, тоді як супутники GPS майже не зміщують своє положення на північ від 55-ї паралелі, а в південній півкулі, відповідно, на південь.

Незважаючи на те, що ці дві системи мають приблизно однакову кількість супутників (американська GPS – 27, а російська ГЛОНАСС – 24), експерти все ж вважають американську систему кращою. Оскільки чіткість і правдивість сигналів ГЛОНАСС 2,8 м у порівнянні з 1,8 метрами, що транслює GPS [10].

Проте ці цифри не можна назвати достовірними оскільки завжди є вірогідність того, що супутники розмістяться на орбіті в таке положення, що похибка зросте в декілька разів. І це не залежить від виробника системи. Тому в пристроях широко використовується двосистемна навігація. Також треба враховувати і якість приймаючого обладнання на Землі.

Принцип роботи GPS навігатора заключається в тому, що приймаючий пристрій на Землі встановлює зв'язок і приймає сигнал від супутників у космосі. Потім, отримавши від них сигнали, визначає довготу,

широту та висоту. Згідно з цими параметрами пристрій обирає карту, що знаходиться в пам'яті навігатора, і потім встановлює місцезнаходження.

Дані радіосигнали передаються 27 супутниками, що розташовані на 6 навколосеземних орбітах. Космічні об'єкти знаходяться у взаємозалежній мережі, контроль над якою здійснюється з тропічних островів, а також координаційним центром у Сполучених Штатах Америки.

Усі навігатори мають у своєму складі приймач сигналу, який взаємодіє з супутниками у космосі. Радіосигнали, отримані з космічних об'єктів, містять закодовану інформацію не тільки про місцезнаходження об'єкта, а й номер супутника, що передає інформацію, його технічний стан, локацію на орбіті планети, дату та час, отримання сигналу.

Для того, щоб визначити геолокацію об'єкта, пристрій вираховує час, який пройшов з моменту відправлення сигналу з супутника на орбіті до його прийому GPS-навігатором на планеті Земля. Далі ця вирахована інформація про різницю у часі множить на швидкість радіохвилі. Результат обчислень приймач сигналу використовує для отримання даних про відстань до конкретного супутника на орбіті.

Таким чином, завдяки такій зібраній інформації з декількох супутників, пристрій визначає координати об'єкта на якому він встановлений. [3].

Функції навігатора в автомобілі: прокладання маршруту з точки початкового місцезнаходження до заданого місця; пошук адреси; аналіз потенційних варіантів маршруту, пошук найкоротшого шляху; визначення можливих дорожніх перешкод, таких як ремонтні роботи, ДТП, затори і тд.; висвітлення попереджень про пости Патрульної поліції; збереження в пам'яті пристрою статистики пройденого шляху; визначення швидкості руху автомобіля [17].

У сучасних автомобілях використовують такі основні типи навігаційних систем: штатна; мобільна; навігаційне програмне забезпечення портативних комп'ютерів та смартфонів.

Кожен з наведених видів навігаторів має свої переваги та недоліки. Між собою вони відрізняються конструкцією, функціоналом та вартістю.

Штатна навігаційна система встановлюється на заводі-виробнику автомобілів і, зазвичай, є складовою мультимедійної системи автомобіля. Доволі часто практикують встановлення у штатне місце сумісних навігаційних систем інших виробників.

Мобільна навігаційна система є портативним автономним навігаційним пристроєм, що входить до комплекту. Зазвичай її встановлюють на лобовому склі або приладовій панелі.

Навігаційна програма в смартфоні є однією з найпопулярніших серед користувачів навігаційних систем є портативні комп'ютери та звичайні смартфони із встановленими навігаційними програмами. [9]

Архітектура стандартного автомобільного GPS навігатора:

- 1) апаратна частина. У корпусі розміщені плата, дисплей та акумулятор. Усі навігатори мають сенсорний екран;
- 2) дисплей. Принцип дії сенсорного дисплея стандартний: підключення до шлейфу, через який проходять усі дані. Єдина різниця між іншими дисплеями, це антиблікове (матове) покриття;
- 3) плата. У неї впаяні усі складові, що потрібні для роботи гаджета. Фактично є міні-комп'ютером з мікросхемою, ОЗП (оперативна пам'ять) та процесором;
- 4) GPS-антена. Звичайна антена з класичним принципом роботи: прийом супутникових хвиль певної частоти. Виділяють зйомну та впаяну;
- 5) процесор (чіпсет). Його функція полягає у обробці прийнятого антеною сигналу;
- 6) пам'ять. У GSP в автомобіля три типи пам'яті: ОЗП, внутрішня і BIOS (базова система введення/виведення). Функція оперативної пам'яті полягає у забезпеченні швидкої роботи навігаційної системи, завантаженні даних і оновленні геолокації в режимі реального часу. Внутрішня пам'ять потрібна для завантаження карти, додатків і призначених для користувача даних. BIOS призначена для зберігання завантаження програми навігації;
- 7) додаткові елементи: Bluetooth для синхронізації з іншими індивідуальними пристроями, GPRS-модуль і радіоприймач, призначений для отримання даних про трафік;
- 8) програмне забезпечення (ПЗ) налаштоване з урахуванням специфіки потреб навігатора. Особливість полягає у підвантаженні бібліотеки, що потрібні для роботи всіх програм;
- 9) навігаційна програма. Такі навігатори, як Garmin, Tomtom використовують свої навігаційні карти. Інші навігатори, такі як Navitel, IGO та інші, використовують сторонні карти [17].

Так як на даний час є багато марок портативних навігаційних пристроїв, на ринку існує висока конкуренція, що стимулює виробників удосконалювати свій продукт, але в ту ж чергу зберігати відносно низькі ціни. Найпростіші за функціоналом пристрої вартують менше \$100, та навіть найбільш дорогі портативні навігатори мають ціну нижчу, ніж більшість вбудованих навігаційних систем.

Також дані пристрої мають такі розширені функції як: відображення обмежень по швидкості та підключення до смартфонів.

Варто відмітити низьку ціну на оновлення карт, ніж у вбудованих системах навігації; деякі виробники навіть включають у ціну довічне оновлення карт.

Головним недоліком портативних навігаторів є незручність їх закріплення в салоні автомобіля: деякі користувачі використовують присоску для лобового скла або кріплення-мішок на приладовій панелі. Варто відзначити також те, що через спосіб кріплення, портативні пристрої,

на відміну від вбудованих, схильні до падіння. Ще одним недоліком є те, що шнур живлення йде до порту в самому салоні, що неестетично та незручно.

Також «мінусом» є необхідність ховати пристрій, коли водія немає в транспорті, для того, щоб не було крадіжок [2].

У даній роботі ми розглянемо чотири найпопулярніші автомобільні навігаційні системи від різних виробників. При написанні статті було вирішено не включати в перелік для аналізу навігаційне програмне забезпечення портативних комп'ютерів та смартфонів, адже це не входить до основних функцій цих пристроїв.

Навігатори серії «Garmin» розроблені спеціально для автомобільної промисловості. Стильний дизайн та мінімальні розміри (в тому числі і товщина), дозволяють використовувати їх не зменшуючи простір у більшості автомобілях. Такий підхід виробника до свого продукту забезпечив перевагу над іншими навігаційними системами.

Ціновий діапазон навігаторів даного виробника знаходиться в межах від \$169,99 до \$349,99.

Однією з ключових переваг «Garmin» є робота в автономному режимі. Тобто навігатор не потребує мобільного зв'язку те передачі мобільних даних.

Бібліотека карт розроблена з великою точністю: назви вулиць, об'єктів, адреси будинків на карті відображаються повністю та без спотворень. Варто зазначити, що дані навігатори продаються в комплекті з безкоштовною мапою. Усі зміни та оновлення на карті будуть доступні користувачам для скачування безкоштовно [4].

Хорошою перевагою навігаційної системи є можливість голосового управління. При розробці навігатора до його функціоналу було включено функцію підказок перестроювання. Наприклад: користувач під'їжджає до виїзду з шосе. Програмне забезпечення системи заздалегідь попередить користувача про необхідність перелаштувати автомобіль в іншу (необхідну) смугу руху, щоб не пропустити з'їзд або потрібний поворот. Таким чином користувач не проїде повз потрібний поворот та не буде гадати «на кавовій гущі», куди необхідно їхати на перехресті.

Ще однією особливістю даної моделі навігаційної системи є відображення 3D макету розвилок або естакад. За допомогою цього користувач може обрати зручний та необхідний маршрут.

Багато моделей навігаторів цього виробника показують затори. Дана інформація допомагає користувачам обирати маршрут для об'їзду. Усі дані про затори оновлюються із затримкою у 30 секунд.

Також у моделей «Garmin» є функція синхронізації даних з мобільними застосунками або комп'ютерами за допомогою Bluetooth. Це забезпечить оновлення програмного забезпечення через Інтернет.

Серед основних недоліків користувачі виділяють: відсутність планувальника маршрутів. Тобто неможливість завчасного планування декількох маршрутів з різних проміжних точок. Маршрут прокладається тільки з однією проміжною точкою; може обрати неіснуючий маршрут;

може направити в об'їзд на 30-50 км. чи скорегувати маршрут на об'їзді дороги, при наявності поруч магістрального шосе; неможливість відключення платних доріг; неточність адрес в пам'яті пристрою; відсутність даних про геолокацію сіл, що розміщені далеко від великих міст.

Ціни на навігатори даного виробника приблизно співпадають з цінами від інших брендів.

Найбільшим недоліком користувачі вважають те, що навігаційна система в порівнянні з іншими часто обирає не найкращі маршрути, а також в порівнянні з TomTom є проблема з швидкістю оновлення карт.

Проте незважаючи на мінуси та небагатий асортимент Garmin завжди отримує високі оцінки: 4 зірки із 5 [7].

2) Компанія «Magellan» має у своєму асортименті найбільшу кількість моделей. Із компаній, що розглядаються в даній статті, Magellan є найстарішою.

Користувачі виділяють такі переваги як: великий розмір екрану в 7 дюймів; меню з обраними маршрутами; денний і нічний режим; слот для карт пам'яті.

Ціновий діапазон навігаторів даного виробника знаходиться в межах \$89,99-\$229,99.

Нові моделі мають нові характеристики: попередження про камери фото- і відеофіксації швидкості; докладний посібник з орієнтування на місцевості (наприклад навігатор озвучує: «Поверніть ліворуч через 300 метрів в сторону магазину «Сільпо»», а не так як зазвичай «Поверніть наліво через 300 метрів»); автоматичне оновлення при підключення до комп'ютера і т.д.

За допомогою Bluetooth користувачі можуть використовувати автомобільну функцію гучного зв'язку для управління голосом. При купівлі навігаторів даної фірми користувачі отримують набір стандартних функцій. Окрім цього надаються підказки про знаходження найближчих паркових місць і попередження про знаки обмеження швидкості. Проте головною особливістю навігаційного обладнання є інтеграція навігатора з камерою заднього вигляду автомобіля.

Серед недоліків користувачі виділяють: малу тривалість роботи батареї та велику вагу пристрою, а також важкість у розрізненні виділеного маршруту від звичайної карти та в цілому неточність карт у деяких випадках.

Дану марку виділяє найнижча ціна в порівнянні з Garmin та TomTom. Проте в цьому є і свої недоліки: користувачі зауважували на тому, що пристрої могли різко виходити з ладу та в цілому служити не довго.

Згідно з рейтингом Magellan отримав 3.7 бал з 5, що є трохи меншим показником, ніж у Garmin.

Також варто відмітити те, що виробник має в асортименті GPS-пристрій майже для кожного виду транспортного засобу. Тобто це полегшує пошук навігатора для будь-якого виду автомобіля [7].

Користувачі моделей «Tomtom» відзначають їх відмінну якість роботи, навіть далеко від великих міст. Пристрої також працюють автономно та мають голосове управління.

Ціновий діапазон навігаторів даного виробника знаходиться в межах \$159,99-\$249,99.

Варто відмітити сенсорні HD екрани розміром в 5 дюймів та хорошу якість зображення. Зручність меню, простота в управлінні, зручне магнітне кріплення, дуже швидкий маршрутизатор, великий вибір мов для інтерфейсу [13].

ПЗ цих пристроїв передбачають активне управління маршрутом, що допомагає користувачу обрати потрібний напрямок руху. Передбачена функція внесення змін у карту самим користувачем. Оперативність у відображенні трафіку руху і заторів.

Надійність інформації про дорожній рух. Швидкість перерахунку маршруту, при неправильному повороті. Легкість в оновленні пристрою

Користувачі виділяють такі недоліки: не завжди робочі голосові команди, нечіткість напрямків на дисплеї, погане оновлення карт, відсутність мап кількох європейських країн. Карта України «забита», в пам'ять лише на 40% відсутність оновлень карт для моделей, що більше не підтримуються [8].

Серед розглянутих у статті марок продукція TomTom є найдорожчою.

Рейтинг даного виробника 4 зірки із 5.

Якщо порівнювати можливість та легкість оновлення карт, то TomTom отримує перевагу проти Garmin і Magellan, за умови, що пристрій все ще достатньо новий, щоб підтримувати оновлення [7].

Найбільшою перевагою вбудованого GPS пристрою в автомобіль на заводі-виробнику те, що він є частиною салону транспорту. Завдяки цьому вона має привабливий естетичний вигляд, а також через це її неможливо вкрати.

Оскільки більшість вбудованих навігаційних систем пов'язані з електронікою авто, це дозволяє використовувати динаміки та приладову панель для голосових та візуальних вказівок відповідно.

Також велика кількість систем забезпечують трафік в режимі реального часу, а деякі навіть можуть виконати пошук місця призначення в Інтернеті використовуючи смартфон користувача для підключення до мережі. Завдяки цій функції можливий пошук, наприклад, найпопулярнішого ресторану [2].

Недоліки даної системи полягають в тому, що в дешевих моделях автомобілів часто можуть бути не доступні нові оновлення карт та незручний інтерфейс. Проте брендові виробники оснащують навігатори супутниковою навігацією, яка доступна на екрані мультимедійної системи. У деяких моделях GPS пошукова форма адреси виконана набагато краще,

ніж у багатьох сторонніх навігаторах доступних сьогодні на ринку [13]. Але ціна таких пристроїв є дуже високою, як і ціна за оновлення карт.

Отже, **який же** GPS-пристрій найкращий для водіїв автомобілів: Garmin, TomTom, Magellan чи вбудована навігаційна система?

Усі три розглянуті марки портативних навігаторів популярні серед покупців та мають високий бал в рейтингу. Але між ними є значні відмінності і вибір покупці мають робити залежно від своїх пріоритетів: якщо головною метою є купівля якісного, але дешевого пристрою, то варто обрати марку Magellan. Проте треба бути готовим до того, що пристрій може зламатися.

Цей факт відштовхує багатьох покупців, тому постає питання: Garmin чи TomTom? Ціни та функціонал пристроїв цих виробників дуже схожий.

При порівнянні TomTom з Garmin GPS, Garmin має більше незадоволених відгуків на погані напрямки, але в ту ж чергу користувачі TomTom скаржаться на те, що старі пристрої не оновлюють карти.

Проте якщо розглядати ситуацію з простотою оновлення карт, то TomTom має перевагу над Garmin і Magellan.

Проте користувачі все ж більше обирають портативні пристрої навігації, навіть не зважаючи на ці недоліки, на протизагу вбудованим системам, які бувають якісними лише у дорогих моделях автомобілів та ціна яких, на думку користувачів завищена [7].

Висновки. Розглядаючи характеристики навігаційних систем, можна виокремити три найголовніші: якість зв'язку; достовірність карт; точність визначення координат розташування автомобіля у місцевості. Принцип дії всіх проаналізованих навігаційних систем – однаковий, але ні один із них не претендує на роль кращого. Кожен з них має як і свої недоліки, так і переваги. Однозначно можна стверджувати: всі вони не зовсім підходять для подорожей країнами Східної Європи, адже є проблеми із заповненням карт цих територій.

Перспективи подальшого дослідження проблеми ми бачимо у більш детальному вивченні особливостей кожного із виду наведених у статті систем.

Перелік використаних джерел

1. Advantages and disadvantages of GPS. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/advantages-and-disadvantages-of-gps/> (дата звернення 01.01.2021)

2. Built-In vs Portable Navigation. URL: <https://www.vroomgirls.com/built-in-vs-portable-navigation/>

3. Features and operation of a car navigator, how does it work? How the navigator works. We will analyze an ordinary car, and also find out whether the Internet is needed. URL: <https://kalastus-shop.ru/en/testy-i-obzory/characteristics-and-operating-principle-of-the-car-navigator-how-does-it-work-how-does-the-navigator-work/>

4. [Maps/ Garmin/ https://buy.garmin.com/en-US/US/c17420-p1.html](https://buy.garmin.com/en-US/US/c17420-p1.html)
5. Nick Enoch. The antique route show: 'First ever built-in sat nav' from 1930 which used a map on a scroll to guide motorists. URL: <https://www.dailymail.co.uk/news/article-2147617/Iter-Avto-The-antique-route-The-sat-nav-1930-used-map-scroll.html>
6. Shop RoadMate Auto Navigators - Magellan GPS. URL: <https://www.magellangps.com/store/automotive-and-outdoor-handheld/roadmate>
7. TomTom Vs Garmin Vs Magellan | Which is the Best? | GPS Reviews & Comparison. URL: <https://www.advisoryhq.com/articles/tomtom-vs-garmin-vs-magellan/>
8. We are mapmakers, providing location technology for drivers, carmakers, enterprises and developers. URL: https://www.tomtom.com/en_gb/
9. Автомобильная навигационная система. URL: <http://systemsauto.ru/another/automotive-navigation-system.html>
10. ГЛОНАСС или GPS – плюсы и минусы. URL: https://fastmb.ru/autonews/autonews_rus/1647-glonass-ili-gps-plyusy-i-minusy.html#preimushhestva-i-nedostatki (дата звернення 02.01.2021)
11. Навигационное оборудование для автомобиля. URL: <http://gps-global.ru/stati/1133-navigation-auto.html>
12. Принципы навигации. URL: <https://www.glonass-iac.ru/guide/navfaq.php> (дата звернення 04.01.2021)
13. Пять лучших автомобильных навигационных систем. URL: <https://1gai.ru/blog/live/513042-ryat-luchshih-avtomobilnyh-navigacionnyh-sistem.html>
14. Рейтинг лучших навигаторов для грузовых машин 2021 года. URL: <https://rating-avto.ru/cars/luchshiy-navigator-dlya-gruzovyih-avtomobiley.html>
15. Серия Garmin nuvi 12xx/13xx/14xx (nuvi 1200, nuvi 1210, nuvi 1250, nuvi 1300, nuvi 1310, nuvi 1350, nuvi 1390t, nuvi 1410, nuvi 1490t). URL: <http://mirgarmin.com.ua/content/61.html>
16. Системы навигации автомобиля (GPS). URL: <https://ustroistvo-avtomobilya.ru/bez-rubriki/sistemy-navigatsii/#i-2>
17. Системы навигации автомобиля. URL: <https://avtotachki.com/sistemy-navigaczii-avtomobilya/#>
18. Спутниковая навигация : основные принципы работы. Проблемы и методы их решения. URL: https://око.укр/ru/articles/GPS_GLONASS_AGPS_RTK/ (дата звернення 04.01.2021)
19. Спутниковая система навигации: GPS, ГЛОНАСС, GALILEO, BEIDOU. URL: <https://gotrack.com.ua/sputnikovaya-sistema-navigaczii-gps-glonass-galileo-beidou/> (дата звернення 03.01.2021)

Науковий керівник – к.т.н., доцент Л.Ю. Федік