

1. АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ GPS-НАВІГАЦІЇ

1.1 Загальні відомості про GPS-навігацію

Супутникові радіонавігаційні системи (СРНС) представляють собою всепогодні системи космічного базування і дозволяють в глобальних масштабах визначати поточні місцезнаходження рухомих об'єктів і їх швидкість, а як же здійснювати точну координацію часу [1, 2, 3].

В даний час для позначення СРНС використовується загальноприйнята аббревіатура - GPS (Global Positioning System - система глобального позиціонування). Поки таких діючих систем в світі дві -російська ГЛОНАСС (Глобальна Навігаційна Супутникова Система) і американська Navstar, яку часто називають просто GPS [4].

Принцип дії систем полягає в тому, що навігаційні супутники випромінюють спеціальні електромагнітні сигнали. Апаратура споживачів, розташована на об'єктах, що знаходяться на поверхні Землі або навколоземному просторі приймає ці сигнали і після спеціальної обробки виробляє дані про місцезнаходження і швидкості об'єкта.

Супутникову радіонавігаційну систему можна розглядати як високотехнологічну інформаційну систему, що складається з п'яти сегментів (див. Рис. 1) [5].

Наземний керуючий сегмент включає в себе центр управління космічним сегментом, станції стеження за навігаційними супутниками (радіолокаційні та оптичні), апаратуру контролю стану навігаційних супутників.

Керуючий сегмент вирішує завдання визначення, прогнозування та уточнення параметрів руху навігаційних супутників, формування та передачі в бортову апаратуру супутників цифрової інформації, а також ряд контрольних і профілактичних функцій.

Космічний сегмент являє собою систему навігаційних супутників, що обертаються по еліптичних орбітах навколо Землі (рисунок 2). На кожній

орбіті перебувають кілька супутників. Навігаційний супутник має на борту радіоелектронну апаратуру, що випромінює в напрямку Землі шумоподібні безперервні радіосигнали, що містять інформацію необхідну для проведення навігаційних визначень за допомогою апаратури споживача.

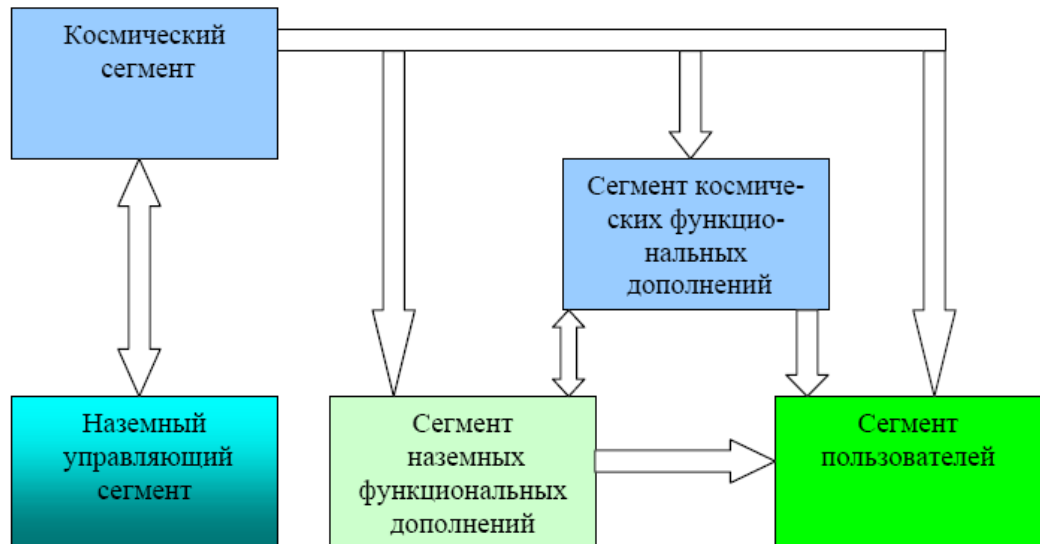


Рисунок 1. Організація супутникової радіонавігаційної системи



Рисунок 2. Космічний сегмент

Завдяки достатній кількості навігаційних супутників (для повного покриття всієї Землі досить 24, Navstar включає в себе - 32) і спеціальним параметрам радіосигналів апаратура споживача може в будь-який час, за

будь-яких погодних умовах приймати випромнені супутниками сигнали і визначати місце розташування, швидкість і час. Сегмент користувачів потенційно може складатися з необмеженої кількості супутникових навігаційних приймачів, які приймають сигнали навігаційних супутників і проводять розрахунки поточного місця розташування, швидкості і часу з похибками, які визначаються супутниковою навігаційною системою і апаратурою споживача.

Взаємодія трьох основних сегментів СРНС відображено на рис. 3.

Сегменти наземних і космічних функціональних доповнень являє собою апаратно-програмні комплекси призначені для забезпечення точності навігаційних визначень, цілісності, безперервності, доступності та експлуатаційної готовності системи.

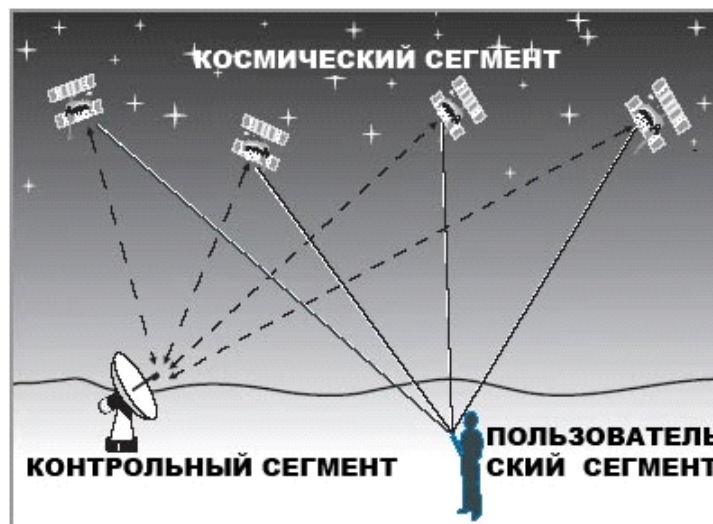


Рисунок 3. Взаємодія основних сегментів СРНС

Кожна з таких систем включає в себе угруповання низькоорбітальних навігаційних супутників, наземні засоби стеження і управління та найрізноманітніші приймаючі прилади для визначення координат. Основний принцип системи - визначення місця розташування шляхом вимірювання відстаней до об'єкта від точок з відомими координатами-супутників. Відстань обчислюється за часом затримки поширення сигналу посліжки від супутника до приймача. Тобто для визначення тривимірних координат

приладу потрібно знати положення трьох супутників. На ділі використовуються свідчення з чотирьох - для усунення погрішності, викликаної різницею між годинами супутника і приймача.

Стеження за орбітальної угрупованням Navstar [6, 7] здійснюється з головною контрольною станцією, розташованою на авіабазі ВПС США Schriever, штат Колорадо, США і за допомогою 10 станцій спостереження (див. Рис. 4), з них три станції здатні посилати на супутники коректувальні дані у вигляді радіосигналів з частотою 2000-4000 МГц. Супутники останнього покоління розподіляють отримані дані серед інших супутників.

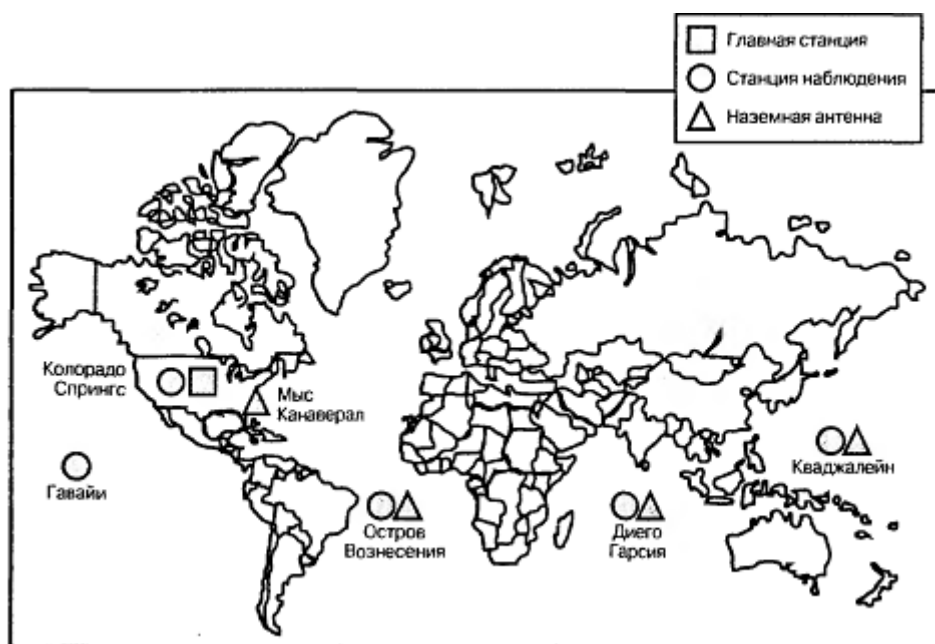


Рисунок 4. Розташування наземних станцій спостереження GPS NAVSTAR

Загальним недоліком використання будь радіонавігаційної системи є те, що при певних умовах сигнал може не доходити до приймача, або приходити зі значними спотвореннями або затримками. Наприклад, практично неможливо визначити своє точне місцезнаходження в глибині квартири всередині залізобетонного будівлі, в підвалі або в тунелі. Так як робоча частота GPS лежить в дециметровому діапазоні радіохвиль, рівень прийому сигналу від супутників може серйозно погіршитися під щільною листям дерев або через дуже великий хмарності. Нормальному прийому

сигналів GPS можуть пошкодити перешкоди від багатьох наземних радіоджерел, а також від магнітних бур.

Точність американської системи (GPS) при наземних уточнюючих сигналах, що вносять диференціальні поправки, може досягати трьох метрів.

Області застосування GPS на сьогоднішній день [8]:

- Військові завдання (точне цілевказування і целенаведення, позиціонування);
- Авіація (прокладка курсу, позиціонування, автоматична посадка);
- Морський транспорт (прокладка курсу, позиціонування);
- Наземний транспорт (прокладка маршруту, контроль руху);
- Геодезія та картографія (кадастрові зйомки, картографування і т.п.);
- Будівництво (мости, тунелі, продуктопроводи);
- Сільське господарство (розмітка і обробка сільгоспугідь);
- Видобуток корисних копалин;
- Рятувальні роботи;
- Системи безпеки (пошук викрадених автомобілів і вантажів і т.п.);
- Служби точного часу;
- Приватне використання в побуті (туризм, полювання, хобі).

1.2 Класифікація систем визначення місцезнаходження рухомих об'єктів

Завдання визначення місцезнаходження автомашин, інших транспортних засобів, цінних вантажів і т.п. вкрай актуальні як для державних правоохоронних органів, так і для приватних структур безпеки. Такі завдання доводиться вирішувати в процесі управління патрульними службами і контролю місцезнаходження мобільних об'єктів, забезпечення безпеки автомашин і їх пошуку в разі викрадення, супроводі транспортних засобів і цінних вантажів і т.д. Найбільш актуальними є завдання автоматизованого визначення місцезнаходження рухомих об'єктів в складі систем комплексного забезпечення безпеки.

В основу наведеної класифікації систем і способів визначення місцезнаходження покладено підхід, рекомендований Міжнародним консультативним комітетом по радіо (МККР). Згідно з визначенням, даним в цьому документі, в системах автоматичного (автоматизованого) визначення місця розташування транспортного засобу (надалі, слідуючи англійській аббревіатурі, - AVL - Automatic Vehicle Location systems) місце розташування рухомого кошти в групі йому подібних визначається автоматично по мірі переміщення його в межах даної географічної зони.

Система AVL звичайно складається з підсистеми визначення місця розташування, підсистеми передачі даних і підсистеми управління та обробки даних.

За призначенням AVL системи можна розділити на:

- диспетчерські системи, в яких здійснюється централізований контроль в певній зоні за місцем розташування та переміщенням рухомих об'єктів в реальному масштабі часу одним або декількома диспетчерами системи, що знаходяться на стаціонарних обладнаних диспетчерських центрах; це можуть бути системи оперативного контролю переміщення патрульних автомашин, контролю рухомих об'єктів, системи пошуку викрадених автомашин;

- системи дистанційного супроводу, в яких проводиться дистанційний контроль переміщення рухомого об'єкта за допомогою спеціально обладнаної автомашини або іншого транспортного засобу; найчастіше такі системи використовуються при супроводі цінних вантажів або контролі переміщення транспортних засобів;

- системи відновлення маршруту, вирішальні завдання визначення маршруту або місць перебування транспортного засобу в режимі постобробки на основі отриманих тим чи іншим способом даних; подібні системи застосовуються при контролі переміщення транспортних засобів, а також з метою отримання статистичних даних про маршрутах.

Конкретні реалізації AVL систем часто включають в свій склад технічні засоби, що забезпечують кілька способів визначення місцеположення.

Залежно від розміру географічної зони, на якій діє AVL система, вона може бути:

- локальною, тобто розрахованою на малий радіус дії, що характерно в основному для систем дистанційного супроводу;
- зональною, обмеженою, як правило, межами населеного пункту, області, регіону;
- глобальною, для якої зона дії складає території декількох держав, материк, територію всієї земної кулі.

З точки зору реалізації функцій визначення місцезнаходження AVL системи характеризуються такими технічними параметрами як точність визначення місцезнаходження і періодичність уточнення даних. Очевидно, що ці параметри залежать від зони дії AVL системи. Чим менше розмір зони дії, тим вище повинна бути точність визначення місця знаходження. Так, для зональних систем, що діють на території міста, вважається достатньою точність визначення місцезнаходження (звана також зоною невизначеності положення) від 100 до 200м. Деякі спеціальні системи вимагають точності одиниць метрів, для глобальних систем буває досить точності одиниць кілометрів.

Для зональних диспетчерських систем ідеальною може вважатися отримання даних про місцезнаходження рухомого об'єкту до одного разу на хвилину. Системи дистанційного супроводу вимагають більшої частоти оновлення інформації.

Методи визначення місця розташування, використовувані в AVL системах, за класифікацією МККР можна розбити на три основні категорії: методи наближення (які у вітчизняній літературі також називаються зонними методами), методи навігаційного числення і методи визначення місця розташування по радіочастоті.

Нижче розглянуті особливості апаратури і систем визначення місцезнаходження, які реально можуть використовуватися в сучасних умовах.

1.3 Методи радіонавігації

Методи радіонавігації реалізуються на основі імпульсно-фазових наземних навігаційних систем та супутникових середнеорбітальних навігаційних систем (СРНС) GPS NAVSTAR - ГЛОНАСС. Найкращі точності і експлуатаційні характеристики в даний час мають супутникові навігаційні системи, в яких досягається точність визначення місцезнаходження в стандартному режимі не гірше 50-100 м, а з застосуванням спеціальних методів обробки інформаційних сигналів в режимі фазових визначень або диференціальної навігації - до одиниць метрів.

Перевагою даних методів є глобальність визначення місцезнаходження, що дозволяє застосовувати його практично на будь-яких територіях і трасах будь-якої протяжності, хороша точність, можливість визначити положення об'єкта прямо на карті місцевості, здатність визначити не тільки координати, але і висоту, швидкість і напрямок руху об'єкта, високий ступінь сумісності з автоматизованими системами обробки інформації.

Не випадково у подібних систем найширша сфера застосування. Це системи диспетчеризації міського та спеціального транспорту, забезпечення безпеки транспорту і матеріальних цінностей, що працюють в реальному масштабі часу на території міста з десятками і сотнями рухомих об'єктів. Це системи контролю маршрутів транспорту, що здійснює далекі міжміські та міжнародні перевезення (з передачею інформації про маршрут за допомогою глобальних систем зв'язку або з пасивним накопиченням інформації про маршрут з подальшою обробкою).

Висока технологічність випускається навігаційного обладнання визначила і велике число пропозицій готових систем з боку багатьох вітчизняних фірм. Слід відразу зазначити, що технічні рішення, запропоновані різними фірмами, досить близькі за своїми показниками і розрізняються деталями, які, однак, можуть виявитися істотними для конкретного користувача системи. Як правило, обладнання системи включає

в себе бортовий навігаційний обчислювач, радіостанцію УКХ-радіозв'язку або стільниковий телефон.

У диспетчерському центрі встановлюється комп'ютер з електронною картою і програмним забезпеченням системи диспетчеризації. Широке впровадження систем стримується недостатнім розвитком інфраструктури рухомого зв'язку для організації надійного каналу передачі інформації між бортовим та центровим обладнанням на території великих міст.

Певний прорив в цій області можна очікувати з розширенням площі покриття і потужності центрів комутації даних, впроваджуваних систем цифрового стільникового зв'язку стандартів GSM, впровадженням цифрових систем мобільного зв'язку інших стандартів, інтеграції їх з європейськими мережами.

1.4 Методи навігаційного числення

Дані методи визначення місцезнаходження транспортних засобів ґрунтуються на вимірюванні параметрів руху автомашини за допомогою датчиків прискорень, кутових швидкостей в сукупності з датчиками пройденого шляху і датчиками напрямку, і обчисленні на основі цих даних поточного місцезнаходження рухомого об'єкту відносно відомої початкової точки. В цілому дані методи можуть використовуватися в тих же системах, що і методи, засновані на радіонавігації. Основна перевага даних методів в порівнянні з методами радіонавігації - незалежність від умов прийому навігаційних сигналів бортовою апаратурою. Не секрет, що на території сучасного міста з щільною забудовою високими будинками можуть зустрічатися ділянки, де утруднений прийом сигналів від наземних і навіть супутникових навігаційних систем. На таких ділянках бортова навігаційна апаратура не в змозі обчислити координати рухомого об'єкта. Приймальні антени радіонавігаційних систем повинні розміщуватися на автомашинах з урахуванням забезпечення найкращих умов прийому навігаційних сигналів. Це робить їх уразливими для зловмисників у разі застосування для потреб

охорони автомашин або перевозяться ними вантажів. Існуючі методи камуфлювання прийомних антен досить складні і дороги.

Методи числення шляху і інерційної навігації вільні від цих недоліків, оскільки апаратура повністю автономна і може бути інтегрована в конструктивні елементи автомашини з метою ускладнення їх виявлення і захисту від навмисного виведення з ладу.

Недоліками методів навігаційного числення можна вважати необхідність корекції накопичуються помилок вимірювання параметрів руху, в цілому досить великі габарити бортової апаратури, відсутність доступної малогабаритної елементної бази для створення бортової апаратури (акселерометрів, автономних счислитель пройденого шляху, датчиків напрямки), складність обробки параметрів руху з метою обчислення координат в бортовому обчислювачі. Найбільш перспективним напрямком застосування подібних методів можна вважати спільне їх використання з радіонавігаційними методами, що дозволить компенсувати недоліки, властиві як одному, так і іншому методу. Систему визначення місцезнаходження з використанням даного методу пропонує ЗАТ "Автонавігатор". У бортовому обладнанні системи використовуються: датчик шляху, що підключається до спідометра автомашини, датчик напрямку на основі феррозондов, що вимірюють відхилення осі автомашини від магнітного меридіана Землі, і датчик прискорення (акселерометр), що забезпечує усунення помилок феррозондового датчика, що виникають через негоризонтального розташування об'єкта щодо поверхні Землі. Коригування помилок числення проводиться по цифровій векторній карті поліліній транспортної мережі міста, що дозволяє досягти точності визначення місцезнаходження до одиниць метрів. Є можливість використання елементів бортового обладнання спільно з приймачем СРНС.

Навіть короткий огляд методів і апаратури визначення місцезнаходження дозволяє зробити висновок, що не існує універсальної системи, здатної задовольнити всі вимоги кінцевого користувача. Завдання

створення ефективно працюючих систем визначення місцезнаходження виявляється набагато ширше вибору конкретного методу. Рішення всіх проблем дозволить створити AVL-систему, найбільш задовольняє потребам замовника і здатну в найкоротші терміни повернути кошти, витрачені на розробку і впровадження системи.

1.5 Класифікація за способом організації каналів зв'язку рухомих одиниць з диспетчерським пунктом

Класифікацію за способом організації каналів зв'язку рухомих одиниць з диспетчерським пунктом можна представити таким чином:

Провідні. Використовуються спільно з індукційними КП. Як правило, такі канали реалізовані за принципом виділених ліній, які з'єднують індукційні петлі з приймаючим обладнанням диспетчерського пункту. Це досить надійний вид зв'язку, однак, йому притаманні зазначені раніше недоліки АСДУ з індукційними петлями в якості КП;

Радіоканали. Найпоширеніший вид зв'язку диспетчера пункту з ПЕ. Досвід експлуатації систем типу "маяк-радіоканал" в різних містах дозволяє вказати кілька загальних недоліків. Для покриття всієї маршрутної мережі великого міста потрібна значна потужність апаратури зв'язку (4-20w), причому, застосування такого обладнання все одно не забезпечує стовідсоткового проходження радіосигналу (пересічений рельєф місцевості, будови і т.д. створюють області відсутності зв'язку). У діючих системах використовуються радіоканали мають досить низьку швидкість передачі (2-64 bps), на момент розробки (6-8 років тому) це дуже непоганий показник. Більш якісної різновидом АСДУ є система типу "GPS-радіоканал". Такі системи використовуються і широко розробляються по теперішній час. Їх найслабшою ланкою є відносно невисока пропускна здатність радіоканалів. Причому причина криється не стільки у використанні радіоканалів як таких, скільки в не дуже вдалому виборі конкретної реалізації. Сучасні цифрові

радіозасоби, що випускаються серійно, дозволяють підвищити пропускну здатність до 10 Mbps і вище;

Технологія GSM в режимі SMS. Це дуже популярний на сьогодні вид каналообранования при побудові АСДУ. Популярність полягає в тому, що робляться спроби створення систем. Однак, повністю закінчених проектів (в обсязі великого міста) поки немає, що не дивно.

З одного боку, ці канали мають очевидні переваги: по-перше, вже готову інфраструктуру зв'язку. Розроблена під стільникові телефони, вона може успішно використовуватися для передачі цифрових повідомлень з ПЕ на диспетчерський пункт. Ще не приступаючи до розробки АСДУ як такої, ми вже маємо готові засоби зв'язку (на обладнанні оператора GSM). По-друге, є готові абонентські технічні рішення (стільникові телефони з функцією передачі SMS-повідомлень), залишається тільки підключити ці стандартні засоби до контролера на ПЕ і комп'ютера на диспетчерському пункті. З іншого боку, SMS-канали мають недоліки, які роблять перспективу працюючого проекту вельми сумнівною. По-перше, дуже високу вартість в процесі експлуатації. По-друге, відносно низька швидкість передачі SMS-повідомлень. Власне повідомлення передається швидко, основна затримка обумовлена часом комутації на обладнанні оператора, причому створення великих пулів (паралельно працюючих каналів на стороні диспетчерського пункту) проблему вирішує тільки частково. Розглянутий вид зв'язку ідеально підходить для муніципальних служб з невеликим парком ПЕ і з невисокими вимогами до регулярності їх опитування, але стосовно до великого парку ПЕ громадського транспорту оптимальним не є;

Супутникові. Цей різновид каналообранования сьогодні часто використовується в системах контролю далеких вантажоперевезень, де її висока собівартість економічно виправдана. Саме через велику вартість на пасажирському транспорті таких систем поки немає, проте, це найбільш перспективний напрямок в проектуванні каналів зв'язку АСДУ. У міру зниження вартості, ці системи напевно будуть масово розроблені або для

самостійних транспортних підприємств або, що більш імовірно, як об'єднаної системи, коли локальні АСДУ одночасно декількох міст (абсолютно не пов'язаних між собою завданнями, які вони вирішують) матимуть загальну систему супутникових каналів зв'язку між ПЕ і диспетчерським пунктом.

Розглянуті вище принципи побудови АСДУ коротко описують їх характеристики. Представлена класифікація показує різноманітність структурних схем і ілюструє їх характерними прикладами. Це, в першу чергу, необхідно при проектуванні нових і модернізації діючих систем. Бо не існує морально застарілих концепцій побудови АСДУ, але існують морально застарілі способи реалізації цих концепцій. У списку різновидів систем каналообрання і систем визначення місця розташування ПЕ зроблені деякі акценти на більш сучасні, але, тим не менш, ні один з перерахованих принципів побудови в повній мірі вважати пріоритетним не можна. В процесі розвитку засобів комунікацій поліпшуються їх характеристики, що, в свою чергу, дозволяє якісно поліпшити АСДУ, знайти нові області застосування колишніх концепцій.

Висновки до глави 1

Для дослідження ефекту від впровадження GPS-навігації на автопідприємстві та опрацювання теоретичних основ її функціонування в рамках даної роботи ставляться такі завдання:

- провести аналіз створення інтелектуальної транспортної системи;
- навести показники використання пересувних одиниць;
- дослідити особливості використання GPS на автотранспорті;
- провести аналіз ефективності заходів з впровадження GPS-навігації на автопідприємстві;
- розробити математичну модель оцінки ефекту від впровадження GPS-навігації на автопідприємстві;
- розробка заходів щодо впровадження системи моніторингу транспорту.

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ GPS-НАВІГАЦІЇ НА АВТОТРАНСПОРТІ

2.1. Основи побудови інтелектуальних транспортних систем

Сучасний етап розвитку дорожньо-транспортних комплексів характеризуються інтенсивним впровадженням комп'ютеризованих інтелектуальних автоматичних систем в системи управління транспортними потоками, в конструкції транспортних засобів, диспетчеризації та паркування, в інтерактивні системи інформування учасників дорожнього руху і платежів за послуги, що надаються транспортною системою її учасникам і т.п.

Йдеться про насичення інтелектуальної технікою систем управління дорожнім рухом (суддю). Це багатопрограмні і адаптивні системи пов'язаного управління рухом в містах та прилеглих магістралях, здатних спостерігати, узагальнювати, аналізувати, управляти, вилучати мита та інформувати всіх учасників дорожнього руху про стан системи; дорожні знаки з автоматично змінною інформацією, спеціальні динамічні інформаційні табло (паркінг, розклад руху, планові телефони, інтернет та ін. сервісні послуги і т.п.); системи генерування послуг в залежності від стану дорожнього руху і «гарячої лінії» про місця проведення масових заходів, перекритті або ремонті вулиць, схем об'їзду і т.п ..

З використанням автоматизованих систем управління, побудованих на основі комп'ютеризованих інтелектуальних автоматичних систем, отримали у всьому світі спеціальне найменування - інтелектуальні транспортні системи (ІТС). Відмітна ознака ІТС - автоматичне (або з мінімальною участю оператора) формування керуючих впливів в режимі реального часу на об'єкти транспортних систем (ТС). Для цього в системі повинна функціонувати зворотний зв'язок, що забезпечує автоматичну передачу оперативних даних про роботу об'єктів ТЗ в блок управління.

На рис. 5. приведена укрупнена класифікація ІТС за видами завдань автоматизованого управління.



Рисунок 5. Укрупнена класифікація ІТС

Всі три зазначених в класифікації напрямки в даний час успішно розвиваються в різних країнах, мають приклади практичного застосування і отримують розвиток в нашій країні [9].

Основні переваги інтелектуальних транспортних систем - підвищення пропускної спроможності, зниження рівня аварійності та токсичних викидів, підвищення якості функціонування мережі реалізується за рахунок надання кожному учаснику руху інформації про оптимальні маршрути. Саме тому найбільш пріоритетними напрямками розвитку МТС є динамічні системи вибору маршруту руху. Навігаційні системи дозволяють врахувати персональні потреби кожного учасника руху в рамках глобальних цілей дорожнього руху.

Навігаційні системи призначені для визначення місцезнаходження рухомого складу (ПС). Вони розрізняються на космічні (глобальні) і наземні.

Як навігаційних систем на транспорті в переважній випадку використовуються системи GPS (Global Positioning System - глобальні

системи позиціонування), які дозволяють визначати географічні координати і висоту розташування рухомого об'єкта з високою точністю (від 5 до 100 м). Система GPS заснована на обробці сигналів супутникової системи глобального позиціонування «Navstar». Система «Navstar» складається з 24-х супутників і належить Міністерству оборони США, яке надає їх для цивільних користувачів безоплатно. З кожного супутника безперервно передаються радіосигнали: спеціальним чином закодовані мітки часу, що дозволяють синхронізувати годинник в приймачах GPS, встановлених на рухомих об'єктах, і з дуже високою точністю обчислювати час проходження сигналу від супутника до приймача. Застосовувані для кодування псевдовипадкові послідовності дають можливість передавати цю інформацію без значних витрат потужності і приймати її за допомогою антен дуже малого розміру. У свою чергу кожен супутник отримує інформацію про своїх координатах від мережі наземних станцій спостереження. Для визначення свого місця розташування обладнання GPS, встановлене на ПС, має «побачити» не менше чотирьох супутників.

Система, аналогічна GPS, є в РФ. Вона називається ГЛОНАСС, але поки її поширення вельми обмежена, тому що число експлуатованих супутників мало, а компоненти системи істотно дорожче і більше за габаритами, ніж в GPS. Незабаром до двох згаданих систем повинна додаться третя. Європейська система навігації Galileo буде сумісна з GPS, але використовуватися виключно в цивільних цілях.

Крім завдань управління транспортним процесом використання навігаційних систем з точки зору загальнодержавних інтересів переслідують наступні основні цілі:

1. Інформаційне забезпечення безпеки перевезень (в першу чергу небезпечних вантажів) з автоматизованим виявленням місць ДТП і надзвичайних ситуацій і оперативним взаємодією з органами МВС, швидкої медичної допомоги та МНС.

2. Створення систем з автоматичним визначенням місцезнаходження АТС, здатних в режимі реального часу вирішувати завдання керування транспортними потоками, автоматично приймати сигнали лиха "SOS" від водія транспортного засобу з інформаційною взаємодією з оперативними службами МВС та МНС.

3. Забезпечення управління і передислокації АТС на лінії при виконанні заходів по ліквідації надзвичайних ситуацій.

Навігаційні системи діляться на дві групи: навігаційні системи водія (НСВ) і диспетчерські навігаційні системи (ДНС).

НСВ призначені для вказівки, за допомогою дисплея на приладовій панелі, поточного місцезнаходження ПС водієві, прокладки найкоротшою траси маршруту, контролю встановленого графіка руху. Все НСВ використовують для визначення місцезнаходження АТС систему GPS. За типом виконання НСВ можуть бути:

- картографічні - показують місце розташування і трасу маршруту на карті, яка відображається на відносно великій графічному дисплеї;
- маршрутні - вказують водію напрямок руху відповідно до місцезнаходженням ПС і виконуються у вигляді стандартної магнітоли.

ДНС призначені для передачі даних про місцезнаходження ПС на диспетчерський пункт (АТП). У цьому випадку, як це показано на рис. 6, в ДНС додатково з'являються блоки передачі координат ПС в АТП і відповідне програмне забезпечення диспетчерського пункту. Передача координат може здійснюватися за допомогою космічної, модемного, транкінгового або стільникового зв'язку. У зв'язку з тим, що практично всі системи космічного зв'язку для транспорту включають функції навігації.

Наземні системи позиціонування не знайшли широкого застосування на комерційному транспорті. Найбільш перспективним на даний момент вважається розвиток систем визначення місця розташування рухомого об'єкта за допомогою стільникових систем зв'язку (GSM -позиціонування).

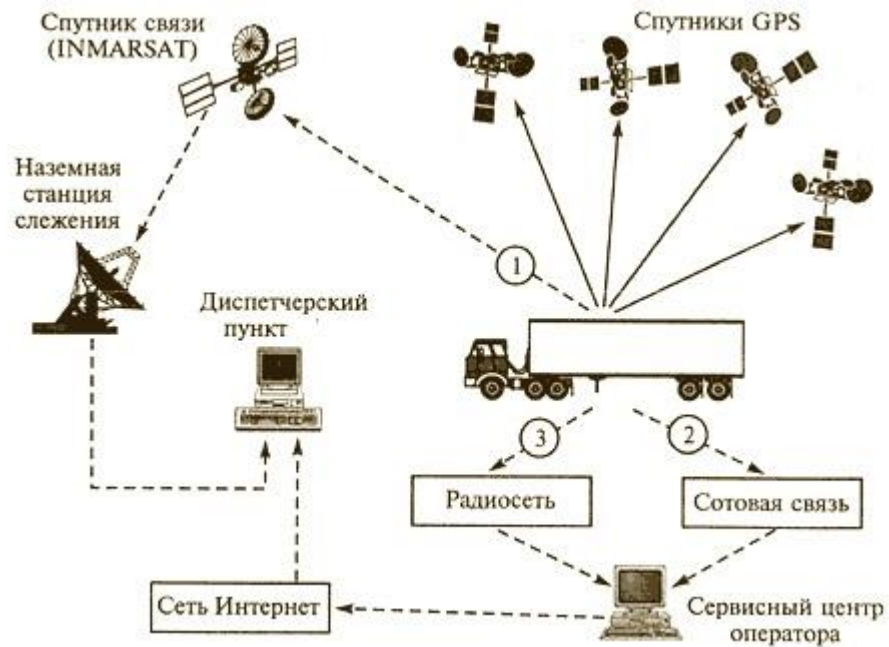


Рисунок 6. Схема роботи диспетчерської навігаційної системи

Природно, що розробка і впровадження ІТС пов'язані зі значними витратами, але з огляду на їх стратегічну значимість для розвитку транспортних систем вкрай важливо створювати елементи цих систем і розвивати останні з урахуванням неминучої необхідності побудови комплексної ІТС. В даний час для цього формується загальна концепція ІТС, визначаються її основні функції та завдання. Відповідно до загальної, генеральної, концепцією ІТС повинні будуватися приватні або похідні концепції і їм відповідні конкретні плани розвитку дорожніх, вантажних і пасажирських транспортних підсистем загальної ІТС в кожному великому місті.

При створенні ІТС враховується тенденція до стрімкого зростання інтенсивності дорожнього руху, вартості транспортних засобів та вантажів, що перевозяться. У табл. 1 наведені які виникають при цьому основні транспортні проблеми [10], а також засоби і способи їх вирішення. Таблица 1. Транспортні проблеми, засоби і способи їх вирішення

Транспортні проблеми, засоби і способи їх вирішення

Проблеми	Засоби і способи вирішення
Управління рухом транспортних засобів	Забезпечення інформацією перед початком шляху і на маршруті, управління на маршруті, робота з картою, обслуговування водіїв, контроль руху і управління трафіком, попередження подій
Управління суспільним транспортом	В доп. до п. 1: забезпечення інформацією про транзитах і обслуговування пасажирів, автоматизація операцій, забезпечення безпеки
Операції комерційного транспорту	В доп. до п. 1: автоматизація прийняття рішень, автоматизований моніторинг безпеки на борту і навколишнього оточення, адміністративні процеси
Забезпечення електронних платежів	Система електронних платежів
Забезпечення безпеки і зниження аварійності	Попередження зіткнень, автоматизація транспортних операцій, оповіщення про аварії, забезпечення порятунку і евакуації персоналу
Дослідження і розвиток	Прогноз і розробка плануючих документів і засобів

Як видно з табл. 1, вирішення основних проблем ІТС пов'язано з отриманням прив'язаною до часу інформації про рух транспортних засобів (координати, швидкість). Управління суспільним і приватним транспортом в ІТС дозволяє диспетчеру регулювати інтенсивність його руху і планувати необхідні заходи. Використання супутникових технологій в ІТС розглядається також як спосіб обмеження доступу до спеціальних транспортних мереж за допомогою ліцензування або справляння відповідної плати за послуги, що, зокрема, може виявитися ефективним засобом зменшення транспортних потоків в містах та стимулом більшого використання громадського транспорту.

Вважається загально визнаним, що необхідними функціями обладнання сучасного автомобіля незалежно від його призначення є: управління виконавчими пристроями і підсистемами, ідентифікація транспортного засобу, моніторинг і діагностика, оповіщення про аварії, зв'язок, прийом і передача даних в реальному часі, підготовка документів, вихід в Інтернет, забезпечення безпеки персоналу та повідомлень.

Такі функції забезпечуються типовими складом обладнання легкового автомобіля, такого, як радіоприймач, мобільний телефон, приймач супутникових радіонавігаційних систем (СРНС), одометрическая і курсова

системи, база даних і програмне забезпечення, система оповіщення про аварії, ПК з мультимедійними засобами (персональний органайзер, DVD), радар, датчики і самописець - "чорний ящик", аналогічний аварійного самописця в авіації або реєстратору даних про рейс на морських судах.

Інформація картографічної бази даних дозволяє, зокрема, здійснювати вибір маршруту руху і управління автомобілем (повороти, зупинки і т.д.).

Впроваджуються складні комп'ютеризовані інтелектуальні автоматичні системи вже сьогодні мають перспективу свого подальшого розвитку. Доцільність в якнайшвидшому впровадженні інтелектуальних систем на транспорті визначається ще й тим, що в їх системному інформаційному середовищі керівники транспорту та адміністративні органи вперше набувають можливість отримувати оперативні та найбільш об'єктивні дані про роботу як пасажирського, так і інших видів транспорту, а також принципово нову можливість оперативно контролювати і, отже, керувати безпекою роботи транспортних систем, в першу чергу - транспортних систем великих міст.

Таким чином, побудова ІТС є закономірним етапом задоволення сучасних високих вимог економіки і населення до транспортного обслуговування.

2.2. Структура супутникової системи визначення місця розташування автотранспорту

В даний час у багатьох відомств і організацій виникає необхідність оперативного стеження за місцем розташування і станом рухомих об'єктів, а також передачі на них оперативної інформації.

Практично всі зацікавлені диспетчерські служби в даний час мають в своєму розпорядженні ті чи інші технічні засоби, що дозволяють здійснювати контроль / стеження за пересуванням своїх об'єктів. Однак існуючі засоби не є досконалими, мають малу ступенем автоматизації і мають малу вірогідність.

В останні роки настійно ставиться завдання про впровадження нових надійних технічних засобів, які дозволили б здійснювати автоматизований збір диспетчерської інформації з рухомих об'єктів, а також передавати інформацію на об'єкти. Технічно це завдання може бути виконана цілою низкою засобів, як традиційних, так і супутникових. На практиці, однак, жодна з можливих систем так і не була реалізована на території України.

Створення такої системи дозволить забезпечити автоматизований збір інформації про дислокацію рухомих об'єктів, що обслуговуються в рамках даної системи незалежно від їх місця розташування на Земній кулі, тобто в глобальному режимі. При цьому кошти системи будуть автоматично обчислювати географічні координати місця розташування об'єктів та направляти їх до відповідних диспетчерські пункти користувачів. Інформація може бути також запрошені з об'єкта з ініціативи диспетчера з диспетчерського пункту і є можливість передати на об'єкт необхідну інформацію.

Засоби системи дозволяють не тільки вирішувати комерційні цілі управління, але і забезпечать підвищення безпеки руху об'єктів і будуть сприяти охороні людського життя. Дані про дислокацію аварійних об'єктів можуть бути передані у відповідні пошуково-рятувальні служби.

Вивчення, проведені в Україні показали, що є такі основні категорії потенційних користувачів, зацікавлені в отриманні оперативної інформації з рухомих і стаціонарних об'єктів:

1. Адміністрації, які експлуатують автомобільний транспорт.
2. Організації, що експлуатують рухомий залізничний склад і спеціальні засоби.
3. Організації, що експлуатують рухливі автомобільні об'єкти.
4. Наукові організації, які проводять за допомогою рухомих технічних засобів вивчення навколишнього простору.
5. Організації, що експлуатують магістральні трубопроводи і інші віддалені об'єкти.

6. Підприємства паливно-енергетичного комплексу.

7. Сільськогосподарські підприємства.

8. Комерційні структури.

Аналіз вимог потенційних користувачів до систем збору оперативної інформації дозволив виявити наступне:

1. Необхідність автоматичного визначення географічного розташування об'єкта, що не потребує втручання оператора в роботу кінцевого пристрою. При цьому вимоги до точності визначення місцеположення варіюються від декількох метрів до десятків кілометрів. Деякі категорії об'єктів рухаються по строго визначеними маршрутами (поїзда, автомобілі), в той час, як інші мають велику свободу переміщень.

2. Вимоги до оперативності доставки інформації від кінцевого пристрою до пункту збору даних користувача змінюються від декількох хвилин до декількох годин.

3. Кількість визначень - від декількох разів на місяць до декількох разів на годину.

4. Можливість передачі додаткової інформації з рухомого об'єкта і на об'єкт. При цьому виявлено досить широкий діапазон інформації, що підлягає передачі.

5. Наявність простих і недорогих кінцевих пристроїв користувачів, які при необхідності могли б працювати від автономних джерел живлення.

У використанні системи стеження за місцем розташування рухомих об'єктів проявили зацікавленість ряд відомств і організацій (МВС, МПС та ін.). Окремо варто відзначити зацікавленість в придбанні засобів моніторингу автотранспортними підприємствами.

Система повинна забезпечувати можливість спостереження за пересуванням цінних вантажів, легкового автотранспорту і інших рухомих об'єктів в реальному масштабі часу з точністю визначення місця розташування до 50 метрів, а також отримання від об'єктів аварійної інформації.

До складу системи повинні входити головний і регіональні диспетчерські центри, в які інформація від об'єктів повинна надходити одночасно.

Повинна бути передбачена можливість запитів про місцезнаходження і стан об'єктів з диспетчерських центрів, а також передача на них інформації.

Тип інформації, що передається - цифровий.

Термінали, встановлювані на рухомі об'єкти, повинні бути стійкі до вібраційних впливів, мати малі габарити, вага (не більше 1 - 1,5 кг) та енергоспоживання. Електроживлення повинно здійснюватися від автономного джерела.

Необхідно передбачити можливість автоматичного спрацьовування терміналів в аварійних ситуаціях.

Термінали повинні забезпечувати безперебійну роботу в діапазоні температур від - 50 до +50 ° С при вологості повітря при 30 ° С - 99%.

Антени терміналів повинні мати малі габарити і забезпечувати безперебійний зв'язок при швидкості вітру до 30 м / сек.

2.3. Особливості використання GPS на транспорті

Проблема автоматизації управління рухом наземних транспортних засобів виникла на початку ХХ століття разом з розвитком залізничного та автомобільного транспорту. Найбільшого розвитку автоматизовані системи управління рухом отримали на залізничному транспорті на основі релейного автоматизації УКХ-радіозв'язку.

У 70-х роках питання про автоматизацію управління рухом автомобільного транспорту в зв'язку з масовим розвитком дорожнього руху в промислово розвинених країнах встав особливо гостро. Тому на світовому ринку з'явилися системи управління автотранспортом на основі локальних систем місцезнаходження об'єктів і автомобільних УКХ-радіостанцій.

Принципово нові можливості для створення автоматизованих систем управління транспортними потоками в масштабах міст, регіонів і навіть

континентів з'явилися в 80-х роках у зв'язку з розвитком радіосистем дальньої навігації і дальнього радіозв'язку: імпульсно-фазових і фазових радіонавігаційних систем, систем метеорної радіозв'язку і, особливо, супутникових РНС і супутникових систем радіозв'язку.

Організація руху транспортних засобів характеризується великою різноманітністю, що вимагає врахування специфіки навігаційного забезпечення при перевезенні вантажів і пасажирів.

Класифікацію видів організації руху наземного транспорту проводять за різними ознаками: в локальному регіоні або по прокладених магістралях і трасах; в складі групи або одиночне рух; за встановленими або довільними маршрутами; за розкладом або поза встановленого регламенту.

Кожен з варіантів організації руху принципово відрізняється один від іншого тим, що вимагає розробки для кожного варіанту індивідуальної технології управління транспортними процесами, основу яких становить специфічне навігаційне забезпечення з відповідними вимогами.

Рівень вимог до навігаційного забезпечення технічних засобів транспортно-дорожнього комплексу залежить від того, де використовуються результати визначення параметрів руху - безпосередньо на борту транспорту або здійснюється дистанційний контроль і управління транспортом, наприклад, на диспетчерському пункті.

Навігаційне забезпечення наземних транспортних засобів необхідно для реалізації інформаційно-навігаційних технологій, що використовуються при вирішенні завдань контролю в інтересах підвищення ефективності та безпеки дорожнього руху.

Області застосування інформаційно-навігаційних технологій диференційовані за різними групами вирішуваних завдань в транспортно-дорожньому комплексі України:

- автоматичне виявлення місць дорожньо-транспортних пригод;
- охорона і контроль стану перевезених вантажів і забезпечення безпеки учасників дорожнього руху;

- управління муніципальним транспортом (автобуси, тролейбуси, трамваї, транспорт житлово-комунальних господарств, транспорт доставки продовольчих і промислових товарів населенню, пожежна служба, швидка допомога);

- управління технологічним транспортом при будівництві та ремонті автомобільних доріг;

- моніторинг, ідентифікацію та управління транспортом на кар'єрних і термінальних перевезеннях;

- моніторинг, ідентифікацію та управління перевезеннями великогабаритних, високотоннажних і екологічно небезпечних вантажів;

- управління транспортом відомчих і комерційних організацій (внутрішньоміські і приміські перевезення);

- управління транспортом магістральних і інтермодальних (земля-море, земля-річка і т.п.) перевізників.

Вимоги наземних споживачів до точності визначення місцезнаходження транспортних засобів залежать від призначення тих чи інших технологій контролю та управління транспортними процесами:

при вирішенні більшості завдань, пов'язаних із забезпеченням безпеки руху та організації перевезень пасажирів та вантажів в процесі господарської діяльності, вимоги до точності визначення місцезнаходження транспортних засобів з похибкою не гірше 30 м. (гранична похибка) в даний час задовольняють потреби автомобільно-дорожньої галузі;

при вирішенні спеціальних завдань (стеження за екологічно небезпечними вантажами, захист від викрадення і пошук викрадених коштів і т.д.) вимоги до точності визначення місцезнаходження є вищими - не гірше 5 ... 15 м. (гранична похибка).

Вимоги наземних споживачів до розмірів робочої зони задаються виходячи їх аналізу територіально просторових умов реалізації завдань, що використовують інформаційно-навігаційні технології:

- територія України, території країн ближнього і далекого зарубіжжя - при організації внутрішніх російських і міждержавних перевезень;

- глобальна зона - при організації інтермодальних перевезень, що включають перевезення вантажів річковим і морським транспортом.

Вимоги до дискретності (темпу) поновлення координатної інформації задаються на підставі аналізу структури тих чи інших технологій:

- при постійному контролі й управлінні великими угрупованнями (системами) транспортних засобів - не більше 1 с (по кожному транспортному засобу, що входить до складу угруповання);

- при вирішенні спеціальних завдань - не більше 1 с;

- при постійному контролі й управлінні поодинокими транспортними засобами при їх русі в умовах міста і по магістралі - 0,5 ... 1 хв.

При формуванні вимог до доступності наземних споживачів до радіонавігаційним системам виходять із критеріїв рішення (досягнення) тих чи інших завдань, що реалізуються при використанні відповідних технологій контролю та управління транспортними процесами:

- при постійному контролі й управлінні великими угрупованнями транспортних засобів, а також при вирішенні спеціальних завдань допускається не більше 1% сеансів навігації, в яких не виконуються вимоги але точності. Звідси вимоги до доступності даної категорії транспортних засобів до РНС визначаються значенням ймовірності не менше 0,99;

- при постійному контролі й управлінні поодинокими транспортними засобами допускається частка сеансів, в яких вимоги по точності не виконуються, до 5%, що обумовлює значення вимог до доступності РНС для поодиноких транспортних засобів на рівні 0,95.

Вимоги споживачів автомобільно-дорожнього комплексу до цілісності РНС задаються виходячи з можливостей парирування в автоматизованих системах контролю та управління транспортними процесами тих тимчасових інтервалів, на яких споживачам надходить з РНС недостовірною (помилковою) навігаційною інформацією. Протидіяти такій інформації системи управління

транспортними процесами можуть обмежений час. Саме чисельне значення можливого часу протидії неправдивої інформації в системах диспетчерського контролю та управління з заданим рівнем імовірності, після закінчення якого має надходити повідомлення про порушення функціонування РНС, задається в якості показника її цілісності.

В існуючих системах диспетчерського контролю та управління транспортними процесами час, що витрачається на виявлення та доведення до споживача повідомлень (команд) про виключення з числа діючих помилкових джерел навігаційних сигналів не повинна перевищувати 15 ... 30 с при ймовірності 0,95.

GPS або ГЛОНАСС. Обидві системи дуже близькі але технічними характеристиками і ідентичні за принципами функціонування.

Висновки до глави 2

Дослідження використання GPS-навігації на автотранспорті проведене в цьому розділі дозволяє зробити наступні висновки:

1. Побудова інтелектуальної транспортної системи є закономірним етапом задоволення сучасних високих вимог економіки і населення до транспортного обслуговування.

2. Супутникова система визначення місця розташування автотранспорту повинна забезпечувати можливість спостереження за пересуванням цінних вантажів, легкового автотранспорту і інших рухомих об'єктів в реальному масштабі часу з точністю визначення місця розташування до 50 метрів, а також отримання від об'єктів аварійної інформації.

3. Організація руху транспортних засобів характеризується великою різноманітністю, що вимагає врахування специфіки навігаційного забезпечення при перевезенні вантажів і пасажирів.

Класифікацію видів організації руху наземного транспорту проводять за різними ознаками: в локальному регіоні або по прокладеним магістралях і

трасах; в складі групи або одиночне рух; за встановленими або довільних маршрутах; за розкладом або поза встановленого регламенту.