

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
Факультет транспорту і будівництва
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті**

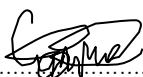
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**до кваліфікаційної роботи
освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр**

галузі знань 27 – «Транспорт»
спеціальності 275 – «Транспортні технології (автомобільний транспорт)»

на тему: «Удосконалення інформаційних технологій в телематичних системах на автомобільному транспорті»


Виконав: здобувач вищої освіти
групи ОПАТ-19д
Суліменко Д.В.


.....
(підпис)

Керівник: доц. Баранов І.О.


.....
(підпис)

Завідувач кафедри: проф. Чернецька-Білецька Н.Б.


.....
(підпис)

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

Факультет транспорту і будівництва
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті
Освітньо-кваліфікаційний рівень - бакалавр
Галузь знань 27 – «Транспорт»
Спеціальність 275 – «Транспортні технології (автомобільний транспорт)»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
проф.Чернецька-Білецька Н.Б.

“ _____ ” _____ 2023року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА
ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Суліменко Д.В.

1. Тема роботи: Удосконалення інформаційних технологій в телематичних системах на автомобільному транспорті

Керівник роботи: Баранов І.О., к.т.н., доцент.
затверджені наказом по університету від 30.05.2023року № 305/14.03-С

2. Строк подання здобувачем роботи: 15.06.2023

3. Вихідні дані до роботи: Основні компоненти інтелектуальних транспортних систем. Принципова схема роботи АНСДУ пасажирськими перевезеннями на базі супутникової навігації. Основні технологічні підсистеми типової автоматизованої навігаційної системи диспетчерського управління пасажирським транспортом

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Інформаційні технології та системи. Бази даних та системи управління базами даних. Основні елементи навігаційних систем диспетчерського управління пасажирським транспортом. Навігаційне устаткування пасажирського транспортного засобу. Характеристика розробників AVL систем на українському ринку послуг GPS моніторингу.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень).

Основні напрямки розвитку і використання транспортно-телематичних систем на пасажирському транспорті. Основні елементи навігаційних систем диспетчерського управління пасажирським транспортом. Автоматизована система моніторингу пасажиропотоків. Методи планування транспортної роботи в автоматизованій навігаційній системі диспетчерського управління. Особливості роботи диспетчерського персоналу в автоматизованій навігаційній системі.

6. Консультанти розділів роботи (якщо є):

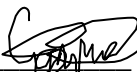
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 18.05.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН


№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів	Примітка
	Робота з матеріалами	19.05.23	
	Пошук літературних джерел та обробка інформації	25.05.23	
	Аналіз діючих нормативних документів	29.05.23	
	Виконання технологічної частини	03.06.23	
	Виконання проектної частини	05.06.23	
	Принцип роботи та схеми	07.06.23	
	Креслення схем та чертежів	09.06.23	
	Оформлення пояснювальної записки та рецензування	14.06.23	

Здобувач


(підпис)

Суліменко Д.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Баранов І.О.
(прізвище та ініціали)

№ сторінок	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. арк.	№ екз.	Прим.
1						
2			<i>Документація загальна</i>			
3						
4	A1	<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.Т1</i>	<i>Вихідні дані роботи</i>	1	-	слайд
5	A1	<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.Т2</i>	<i>Мета, об'єкт, предмет та методи виконання роботи</i>	1	-	слайд
6						
7	A1	<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.Т3</i>	<i>Основні напрямки розвитку і використання транспортно-телематичних систем</i>	1	-	слайд
8						
9	A1	<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.Т4</i>	<i>Основні елементи навігаційних систем диспетчерського управління</i>	1	-	слайд
10						
11	A1	<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.Т5</i>	<i>Автоматизована система моніторингу пасажиропотоків</i>	1	-	слайд
12						
13	A1	<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.Т6</i>	<i>Методи планування транспортної роботи</i>	1	-	слайд
14						
15	A1	<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.Т7</i>	<i>Особливості роботи диспетчерського персоналу</i>	1	-	слайд
16						
17	A1		<i>Разом листів</i>	8	-	слайдів
18						
19	A4	<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	<i>Пояснювальна записка</i>	72	-	стор
20						
21						
22						
23						
24						
25						

РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб.		Суліменко Д.В			Відомість кваліфікаційної роботи бакалавра	Літ.	Аркуш	Аркушіє
Перевір.						н	3	72
Керівн.		Баранов				СНУ ім. В.Даля, кафедра ЛУБРТ		
Н. контр.								
Затв.		Чернецька						

РЕФЕРАТ

Робота кваліфікаційна бакалавра: 72с., 13рис., 5табл., 10джер.,
8 граф.арк. (слайдів)

Мета роботи – Удосконалення інформаційних технологій в телематичних системах на автомобільному транспорті.

Об'єкт – Інформаційні технології на автомобільному транспорті.

Предмет – Сучасні технології телематичних систем на автомобільному транспорті.

Методи виконання роботи – порівняльно-аналітичні, математичні.

В роботі були висвітлені основні компоненти інтелектуальних транспортних систем, основні напрямки розвитку та використання транспортно-телематичних систем на пасажирському транспорті. У процесі виконання роботи було проведено аналіз застосування навігаційних технологій у сучасних AVL системах та розглянуті сучасні розробки таких систем з метою оцінки їх функціональних можливостей, переваг і недоліків.

Наведено переваги та недоліки основних елементів навігаційних систем диспетчерського управління пасажирським транспортом. Набули подальшого розвитку системи бортового навігаційного устаткування пасажирського транспортного засобу.

ТЕЛЕМАТИКА, НАВІГАЦІЙНА СИСТЕМА, АВТОМОБІЛЬ, ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, СИСТЕМА, ТЕХНОЛОГІЇ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Реферат</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Суліменко Д.В</i>					4	72
<i>Перевір.</i>								
<i>Керівн.</i>		<i>Баранов</i>						
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Чернецька</i>				<i>СНУ ім. В. Даля, Кафедра ЛУБРТ</i>		

ЗМІСТ

	Вступ.....	6
1.	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	7
1.1.	Інформаційні технології та системи.....	7
1.2.	Бази даних та системи управління базами даних.....	10
1.3.	Основні технології передачі інформації	12
1.4.	Телематика на автомобільному транспорті.....	16
2.	ПРОЕКТНА ЧАСТИНА.....	23
2.1.	Основні напрямки розвитку та використання транспортно-телематичних систем на пасажирському транспорті.....	20
2.2.	Основні елементи навігаційних систем диспетчерського управління пасажирським транспортом.....	26
2.3.	Сервісні підсистеми.....	31
2.4.	Навігаційне устаткування пасажирського транспортного засобу....	32
2.5.	Автоматизована система моніторингу пасажиропотоків.....	34
2.6.	Методи планування транспортної роботи в автоматизованій навігаційній системі диспетчерського управління.....	38
2.7.	Керуючі впливи диспетчерського персоналу.....	46
2.8.	Характеристика розробників AVL систем на українському ринку послуг GPS моніторингу.....	49
2.9.	Загальні відомості про методи місцевизначення та їх застосування у навігаційних системах.....	51
2.10.	Режим диференціальної корекції координат.....	62
2.11.	Застосування методу відносно-диференційних визначень координат рухомих об'єктів в AVL системах.....	65
	Висновки.....	71
	Список використаних джерел.....	72

ВСТУП

Розвиток і ефективне функціонування транспортної галузі є важливою умовою зростання економіки нашої держави, забезпечення її обороноздатності та пріоритетним завданням на шляху до європейської інтеграції. Закордонний досвід і сучасні тенденції розвитку транспорту показують, що одним з ключових факторів, які сприяє підвищенню ефективності та безпеки транспортних перевезень, є високий рівень їх інформаційного забезпечення, що досягається шляхом застосування прогресивних телематичних технологій.

Завдяки використанню сучасних навігаційних і телекомунікаційних технологій в автоматизованих системах моніторингу і диспетчерського управління (АСМДУ) відкривається можливість дистанційно вирішувати широке коло задач – починаючи від контролю місцезнаходження і стану окремих транспортних засобів та закінчуючи реалізацією складних оптимізаційних задач управління потоками. Треба відмітити, що в переважній більшості існуючих на ринку розробок апаратно-програмних комплексів AVL систем, що призначені для вирішення виробничих задач управління наземним транспортом, використовуються «бюджетні», односистемні приймачі сигналів супутникових навігаційних систем (СНС) GPS і ГЛОНАСС. Така апаратура працюючи у номінальному режимі, забезпечує за нинішніми стандартами задовільну (а в деяких випадках зовсім неприпустиму) якість навігаційних визначень .

Суттєве зниження точності і надійності навігаційних визначень обумовлено впливом багатьох факторів систематичного й несистематичного характеру і, як правило, спостерігається у складних експлуатаційних умовах (містах з висотною забудовою, щільному транспортному потоці, нерівномірному рельєфі місцевості тощо). Ситуація також ускладнюється тим, що більшість «бюджетних» навігаційних приймачів GPS має обмежені функціональні можливості з автономного контролю цілісності навігаційного забезпечення.

					РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Інформаційні технології та системи

Будь-яка професійна діяльність людини має на увазі збір і переробку інформації, прийняття на цій основі рішень і їх виконання. У сучасному світі інформація розглядається в якості реального виробничого ресурсу поряд з іншими матеріальними цінностями. При цьому вона є предметом і продуктом праці, а в якості знарядь праці можуть бути розглянуті засоби обчислювальної техніки і мережі передачі даних. Все це створює передумови до використання терміна «інформаційна технологія» [1, 5, 9, 13].

Поняття «інформаційна технологія» означає сукупність процесів збору, передачі, переробки, зберігання і доведення до користувачів інформації, заснованих на обчислювальних і програмних засобах.

У сучасному світі це пов'язано з постійним збільшенням обчислювальних потужностей персональних комп'ютерів, розвитком систем управління базами даних (БД), локальних і глобальних обчислювальних мереж, способів подання і переробки інформації.

Інформаційні технології (ІТ) можна охарактеризувати наступними властивостями:

- предмет обробки - інформація;
- мета обробки - отримання достовірної інформації;
- засоби здійснення обробки - обчислювальна техніка і апаратно-програмні комплекси;
- специфічні критерії оптимізації при обробці - обсяг, своєчасність доставки інформації користувачу, її достойність, актуальність та повнота.

Структура ІТ - це її внутрішня організація, являють собою специфічний спосіб взаємозв'язку і взаємодії компонентів. Для подальшого пояснення цього поняття необхідно використовувати термін «інформаційна система», яка створюється для реалізації інформаційних технологій.

					РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Поняття «інформаційна система» означає сукупність засобів і методів збору, реєстрації, передачі та перетворення інформації, які забезпечують прийняття ефективних рішень в управлінських процесах.

Основними компонентами інформаційної системи (ІС) є:

- користувачі;
- автоматизовані робочі місця (АРМ) користувачів;
- бази даних;
- бази знань;
- технічні засоби, що забезпечують обчислення, обробку, контроль, перетворення і відображення інформації;
- програмні засоби;
- засоби передачі даних.

Робота з інформацією передбачає створення сховищ інформації, що забезпечують ефективний пошук потрібних даних, для чого в ІС створюються бази даних і (або) бази знань. Для прийняття оптимальних рішень, як правило, доводиться переробляти значительні обсяги даних. У зв'язку з цим інформаційні сховища - найважливіші компоненти сучасних інформаційних технологій. Як джерело інформації і засобів все частіше використовується мережа Інтернет, а використовувані ІТ нечіваються штучним інтелектом.

І Вбачаючи процеси автоперевезень з позицій простої системи, можна визначити ІС як організаційно п мшческую систему, що представляє собою комплекс методів задоволення інформаційних потреб користувачів автотранспортних підприємств, замовників і виконавців транспортних послуг, учасників процесів перевезень.

Проектування, реалізація і експлуатація інформаційної системи вимагають залучення широкого спектра фахівців. Будь-яка інформаційна система створюється для предметної області (автотранспортне підприємство) міський центр, станція технічного обслуговування, склад.

Інформаційна модель дозволяє вивчати можливі стани заходів, для автотранспортного підприємства (АТП). Стан Інформаційної моделі може

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

полягати в описі структури підприємства, документообігу, переліку вирішуваних завдань, опису та розробки алгоритмів розв'язання задач за основними елементами виробничої діяльності, розрахунку показників і т.п.

Побудовою інформаційної моделі повинен займатися інженерно-технічний персонал підприємства. Від його кваліфікації, вміння грамотно сформулювати завдання, підготувати технічне завдання на систему багато в чому буде залежати її ефективність.

Інформаційна модель реалізується за допомогою інструментальних програмних засобів, що представляють собою сукупність систем управління базами даних, мов програмування і експертних систем. Цю роботу виконують прикладні програмісти. Вони, по суті справи, переносять інформаційну модель предметної області на мову, зрозумілу комп'ютерів, розробляючи комплекс прикладних програм. З прикладними програмами працюють кінцеві користувачі (персонал підприємства), які можна умовно розбити на дві групи:

- користувачі, які виконують технічну роботу по введенню і обробці даних;
- користувачі, що аналізують інформацію про роботу підприємства і приймають управлінські рішення.

Наскільки коректно буде побудована інформаційна модель предметної області, обґрунтований вибір інструментальних засобів і елементів опорної технології, настільки буде і віддача від розробленої інформаційної системи. У будь-якому випадку і замовником, і споживачем інформаційної системи є персонал підприємства, тому він повинен володіти певним набором знань в області інформаційних технологій.

Основою функціонування сучасних інформаційних систем є опорна технологія, що включає в себе апаратні засоби, системне та мережеве програмне забезпечення. Функціонування цієї частини інформаційної системи забезпечують системні програмісти.

Таким чином, все різноманіття компонентів інформаційної технології об'єднується в дві великі групи: модель предметної області і опорну

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

технологію.

Параметри і особливості ІС дуже індивідуальні для кожного підприємства. На них накладаються порівняно жорсткі обмеження, що диктуються характером технологічних процесів, нормативними актами, інструкціями і наказами, встановленими формами документації та документообігу на підприємстві.

Створення кожної конкретної ІС повинно здійснюватися комплексно з урахуванням наступних аспектів: організаційний (принципи організації ІС і взаємодії її елементів), технологічний (методи обробки інформації та технологія реалізації цих методів), технічний (можливості сучасних засобів обчислювальної та спеціальної техніки).

В даний час можна говорити про нові ІТ, які ґрунтуються на активному використанні «дружнього» інтерфейсу, широкому застосуванні пакетів прикладних програм загального і прикладного напрямку, роботі з базами даних.

1.2. Бази даних та системи управління базами даних

Обробка даних в сучасних інформаційних системах розглядається з точки зору автоматизації процесів визначення складу, структури і закономірностей перетворення інформації, характеристик руху і методик отримання необхідної користувачеві інформації. Використання спеціальних методів організації та обробки даних стало можливим з оснащенням комп'ютерів пристроями зовнішньої пам'яті прямого доступу досить великої ємності. Надалі з'явилося програмований обладнання обробки записів на основі файлів і була розроблена концепція баз даних.

База даних - сукупність пов'язаних даних, організованих за певними правилами, що передбачають загальні принципи їх опису, зберігання і використання.

Сучасні програми працюють з великими масивами баз даних, що зберігаються на ЕОМ. Засобами їх зберігання і обслуговування є системи

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

управління базами даних (СКБД), які представляють собою пакет прикладних програм і сукупність мовних засобів, призначених для створення, супроводу і використання БД.

Початок 1980-х рр. характеризується появою поняття реляційної моделі даних, розробленої Е. Кодло.

Реляційна модель даних (від англ. Relation - відношення) - логічна модель даних, що описує структури даних у вигляді змінюються в часі наборів відносин і має на увазі множинні операції над даними.

На її основі були розроблені реляційні бази даних, якими замінено найбільш поширені на той час ієрархічні бази даних (засновані на деревовидній ієрархічній структурі).

Реляційна база даних - база даних, побудована на основі реляційної моделі (з урахуванням описів типів множин БД і відносин між ними). У реляційній базі кожен об'єкт задається відповідним записом (рядком) в таблиці.

Реляційна модель орієнтована на організацію даних у вигляді двовимірних таблиць. Кожна реляційна таблиця являє собою двовимірний масив і має такі властивості:

- кожен елемент таблиці - один елемент даних;
- всі осередки в стовпці таблиці однорідні, тобто. е. все елементи в стовпці мають однаковий тип (числовий, символний і т.д.);
- кожен стовпець має унікальне ім'я;
- однакові рядки в таблиці відсутні;
- порядок проходження рядків і стовпців може бути довільним. Самі системи управління базами даних виконують наступні

основні функції:

- структурування і введення даних, що описують предметну область (АТП, транспортно-технологічний процес і т.д.);
- зберігання даних і їх захист;
- зміна (оновлення, додавання і видалення) даних, що зберігаються;
- перетворення по деякому запиту зберігається подання до вихідну

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

інформацію;

- обробка даних і висновки результату.

У загальному випадку можна виділити два типи зв'язків даних:

- зв'язок між атрибутами одного і того ж об'єкта;
- зв'язок між об'єктами.

Зв'язок атрибутів представляється типом записів, які, в свою чергу, є поійменованої сукупністю елементів даних. Зв'язки між об'єктами можуть бути представлені деякими графом або діаграмою структури даних.

В сучасних інформаційних системах ОБАР-додатки найбільш поширені і призначені для аналізу великого обсягу даних. Програмні продукти, що використовують ОБАР-технологію, поєднують в собі модель представлення даних, оптимізовану для аналізу, з простими і інтуїтивними засобами доступу до цих даних. Від цих коштів вииграють і постачальники аналітичної інформації, тобто фінансові, маркетингові та інші аналітики, і її споживачі, тобто керівники і менеджери різного рівня.

1.3. Основні технології передачі інформації

Система передачі інформації (зв'язку), яка використовується при реалізації різних технологічних процесів на автомобільному транспорті, повинна задовольняти вимогам споживача, що пред'являються до доступності, безпеки і надійності її роботи.

Процес передачі інформації передбачає наявність таких технічних засобів:

- передавач - пристрій, що формує і підсилює сигнали;
- канал передачі {лінія зв'язку) - фізична передає середовище, по якій за допомогою передавача переміщається інформація від джерела до її споживачеві;
- приймач - пристрій, що здійснює перетворення, декодування надходять по лінії зв'язку сигналів в форму, зручну для сприйняття споживачем

					РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

або для подальшої обробки.

Прийнята інформація надходить від різних джерел і в різній формі. Цю інформацію необхідно перетворювати в форму, придатну для передачі в пристрої з загальною назвою модулятор, яке передає перетворені дані передавача. Канал зв'язку утворений провідний і оптичної лініями, а також лінією радіозв'язку. Управління будь-яким технічним процесом пов'язано з отриманням інформації про величинах, що характеризують цей процес. Процес визначено потоком переданої та прийнятої інформації.

Лінія передачі, або канал передачі, являє собою комунікаційну середу, що служить для передачі модульованого сигналу. Якість каналу зв'язку визначає якість прийому і декодування сигналу.

У системах транспортної телематики передача інформації реалізується за допомогою інформаційно-телекомунікаційної мережі.

Інформаційно-телекомунікаційна мережа являє собою технологічну систему, призначену для передачі по лініях (або каналам) зв'язку інформації, доступ до якої здійснюється з використанням засобів обчислювальних систем. По суті, це сукупність мереж для задоволення потреб зв'язку в різних областях транспорту, тобто мереж, що забезпечують телефонний зв'язок, передачу даних, передачу зображення і мультимедійних сигналів.

Web-сервери - спеціальні комп'ютери, що здійснюють зберігання сторінок з інформацією і обробку запитів від інших машин.

Web-сервери встановлюються, як правило, в фірмах і організаціях, які бажають поширити свою інформацію серед багатьох користувачів, і відрізняються специфічністю інформації. Організація і супровід власного сервера вимагає значних витрат. Тому в WWW зустрічаються колективні (shared) сервери, на яких публікують свої дані різні користувачі і організації.

Користувач, потрапляючи на який-небудь web-сервер, отримує сторінку з даними. На комп'ютері користувача спеціальна програма (браузер) перетворює отриманий документ в зручний для перегляду і читання вигляд, що відображається на екрані.

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Відповідно до принципів розробки web-технологій на сервері розміщуються так звані web-документи, які візуалізуються і інтерпретуються спеціальною програмою (web-браузер), що функціонує на робочій станції.

У web-технології існує система гіперпосилань, що включає в себе посилення на наступні об'єкти:

- інша частина web-документа;
- інший web-документ або документ іншого формату (наприклад, документ Word або Excel), що розміщується на будь-якому комп'ютері мережі;
- мультимедійний об'єкт (малюнок, звук, відео);
- програма, яка при переході на неї по посиленню, буде передана з сервера на робочу станцію для інтерпретації або запуску на виконання;
- будь-який інший сервіс: електронна пошта, копіювання файлів з іншого комп'ютера мережі, пошук інформації і т.д.

Логічно web-документ являє собою гіпермедійний документ, який об'єднує посиленнями різні web-сторінки. Web-сторінка може бути пов'язана з комп'ютерними програмами і містити посилення на інші об'єкти. Якщо посилення зацікавила користувача, то він може перейти на потрібну сторінку, незалежно від її місцезнаходження, повернутися на попередню переглянуту, поставити закладку. У цьому полягає основна перевага гіпертексту.

Передачу з web-сервера на робочу станцію документів та інших об'єктів за запитами web-браузера забезпечує функціонуюча на сервері спеціальна програма. Коли браузеру необхідно отримати документи або інші об'єкти від web-сервера, він відправляє серверу відповідний запит. При достатніх правах доступу між сервером і браузером встановлюється логічне з'єднання. Далі сервер обробляє запит, передає браузеру результати обробки і розриває встановлене з'єднання. Таким чином, web-сервер виступає в якості інформаційного концентратора, який доставляє інформацію з різних джерел, а потім в однорідному вигляді надає її користувачеві.

Підключення до Інтернету для кожного конкретного користувача може бути реалізовано різними способами: від повного приєднання по локальній

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

обчислювальної мережі (ЛОМ) до доступу до іншого комп'ютера для роботи з поділом і використанням програмного пакета емуляції терміналу.

Сучасні мережі створюються по багаторівневому принципі. Передача повідомлень у вигляді послідовності двійкових сигналів починається на рівні ліній зв'язку та апаратури. Потім додається рівень базового програмного забезпечення, який керує роботою апаратури. Наступний рівень програмного забезпечення дозволяє наділити базові програмні засоби додатковими необхідними можливостями. Правила, за якими інформація переходить з однієї мережі в іншу, називаються протоколами. Міжмережевий протокол відповідає за адресацію, тобто гарантує, що маршрутизатор знає, що робити з даними користувача, коли вони надійдуть. Деяка адресна інформація наводиться на початку кожного користувача повідомлення. Вона дає мережі достатньо відомостей для доставки пакета даних, так як кожен комп'ютер в Інтернеті має свою унікальну адресу.

За допомогою інтернет-протоколу (IP) забезпечується доставка даних з одного пункту в інший. Різні ділянки Інтернету зв'язуються за допомогою системи комп'ютерів (званих маршрутизаторами), що з'єднують між собою мережі. Це можуть бути мережі Ethernet, мережі з маркерним доступом, телефонні лінії.

Для більш надійної передачі великих обсягів інформації служить протокол управління передачею. Інформацію, яку користувач хоче передати, TCP розбиває на порції. Кожна порція нумерується, підраховується її контрольна сума, щоб можна було на приймальній стороні перевірити, чи вся інформація отримана, а також розташувати дані в правильному порядку. На кожному порцію додається інформація протоколу IP, таким чином виходить пакет даних в Інтернеті, складений за правилами TCP / IP.

У міру розвитку Інтернету і збільшення числа комп'ютерних вузлів, сортують інформацію, в мережі була розроблена доменна система імен DNS (Domain Name System) і спосіб адресації за доменним принципом. Іноді DNS ще називають регіональною системою найменувань.

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

1.4. Телематика на автомобільному транспорті

Термін «Телематика» - це похідне від слів «телекомунікації» та «інформатика». Відповідно, поняття «транспортна телематика» охоплює область використання можливостей телекомунікаційних технологій та інформатики при вирішенні технологічних завдань на транспорті [8, 9, 14, 16]. Історично цей термін дуже тісно пов'язаний з поняттям «інтелектуальні транспортні системи» (ІТС).

З початку 1960-х рр. в США, Японії і Європі на транспорті стали впроваджуватися системи, основними принципами створення яких стали [8, 14, 32, 33]:

- підвищення безпеки та ефективності транспортних процесів;
- поліпшення пропускної спроможності і оптимізація вулично-дорожньої мережі;
- поліпшення екологічної ситуації шляхом зменшення забруднень від транспорту;
- зниження наслідків і ризиків виникнення надзвичайних ситуацій;
- надання інформації учасникам дорожнього руху і центрам управління рухом про ситуацію на дорогах.

У США дані системи отримали назву ІТС (Intelligent Transportation Systems - ITS). В Європі більшого поширення набув термін «системи транспортної телематики». У всьому світі дані системи визначаються як комплекс взаємопов'язаних автоматизованих систем, що вирішують завдання управління дорожнім рухом, моніторингу та управління роботою всіх видів транспорту (індивідуального, суспільного, вантажного), інформування громадян і підприємств про організацію транспортного обслуговування. Вони виникають і розвиваються як інструмент боротьби з негативними наслідками автомобілізації: загибеллю людей на дорогах, забрудненням середовища, автомобільними заторами.

					РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

В даний час проекти створення і впровадження комплексних ІТС об'єднують телекомунікаційні та інформаційні технології з організацією руху транспортних потоків так, щоб підвищити пропускну здатність існуючої транспортної інфраструктури, підвищити безпеку і поліпшити екологію транспортних систем. Транспортна телематика при цьому є елементом технічного забезпечення основних функціональних елементів ІТС.

Прикладом реалізованого великого європейського проекту для управління транспортними потоками на великій міській території є мюнхенський проект COMFORT, який був початий в 1991 р Це був перший проект, який координував управління рухом транспортними потоками в центрі міста з урахуванням планування мережі автомагістралей в приміській зоні. Керуючі алгоритми оцінюють рівень стану транспортного потоку, оптимізують роботу світлофорів, прогнозують розвиток транспортного навантаження та направляють транспортні засоби з області, в якій створюються затори. При аналізі проекту було відзначено, що початкові капіталовкладення розміром 27 млн марок окупилися через 2 роки тільки завдяки зменшенню кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Кількість наїздів зменшилася на 35%, кількість ДТП з пораненнями - на 30%,

Аналогічна система Traficon впроваджується з 1987 р в Бельгії, Нідерландах, Італії, Швейцарії, Скандинавії. В системі використовуються датчики руху, детектори транспорту та інцидентів, які виконують функції моніторингу дорожньої обстановки та інформаційної підтримки систем управління міським пасажирським транспортом. Детектори транспорту збирають дані відносної щільності транспортного потоку і його концентрації, швидкості руху, довжини черг, часу затримок.

Склад основних системних компонент сучасних ІТС і вирішуються ними завдання показаний в табл. 1.1.

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Основні компоненти інтелектуальних транспортних систем

Найменування системи	Основні завдання, що вирішуються
Системи моніторингу дорожнього руху	Моніторинг стану (завантаження) дорожньої мережі з використанням детекторів транспорту. Прогнозування розвитку дорожньої ситуації.
Системи управління дорожнім рухом	Управління дорожніми знаками змінної інформації і дорожніми інформаційними табло
Системи забезпечення безпеки дорожнього руху	Прийняття рішень по фотовідеофіксації порушень правил дорожнього руху (ПДР)
Системи автоматизованого інформування учасників дорожнього руху	Інформування учасників дорожнього руху в цілях перерозподілу транспортних потоків
Системи забезпечення платних транспортних послуг	Автоматизація управління платними міськими паркуваннями. Автоматизація платного в'їзду на закриті території Автоматизація плати за користування дорогами
Автоматизовані системи управління транспортними процесами	Управління перевезеннями пасажирів міським пасажирським транспортом. Управління міжміськими автомобільними перевезеннями пасажирів. Управління спеціальним транспортом
Системи інформування	Інформування пасажирів міського пасажирського транспорту шляхом виведення інформації на інформаційні табло, в інтернет, мобільні пристрої

Основними технологіями, що використовуються в системах транспортної телематики на автомобільному транспорті та в дорожній галузі, є:

- координатно-часові і навігаційні технології;
- геоінформаційні технології;
- телекомунікаційні технології, включаючи технології мобільного зв'язку, технології збору, зберігання і обробки інформації на ЕОМ.

Координатно-часові і навігаційні технології. Застосовуються для

					РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

визначення географічних координат, швидкості і напрямку руху контрольованих транспортних засобів. Реалізація координатно-часових технологій в системах управління автомобільним транспортом різного призначення заснована на використанні глобальних навігаційних супутникових систем.

Геоінформаційні технології. Вони забезпечують можливість відображення інформації про рух контрольованого автомобільного транспорту на комп'ютері з використанням карти місцевості, що подається в електронному вигляді, а також використання цієї інформації при вирішенні завдань управління.

Геоінформаційні технології забезпечують автоматизоване створення, зберігання та підтримання в актуальному стані інформації спеціалізованих карт місцевості. Такий напрям робіт отримало назву «електронна картографія». Комп'ютерні системи, що забезпечують створення електронних карт будь-яких типів і масштабів, позначено терміном «географічні інформаційні системи» (ГІС). Вони забезпечують обробку всіх просторових даних в цифровій формі і входять до складу програмних комплексів сучасних телематичних систем на автомобільному транспорті

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

2. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

2.1. Основні напрямки розвитку та використання транспортно-телематичних систем на пасажирському транспорті

В області розвитку інформаційних технологій на пасажирському транспорті поняття «транспортна телематика» з кожним роком набуває все більшого значення при вирішенні практичних питань. Можна стверджувати, що відбувається активне заміщення дотеперішніх традиційних технологій і методів на сучасні інформаційні технології.

Одним з основних напрямків розвитку телематичних систем на пасажирському транспорті України і зарубіжних країн є впровадження АНСДУ. Дані системи використовують визначення місцезнаходження транспортних засобів за сигналами глобальних навігаційних систем GPS і ГЛОНАСС.

Диспетчерські системи на базі супутникових навігаційних систем забезпечують можливість оперативного управління перевезеннями, фіксації фактично виконаної транспортної роботи за рахунок збору, передачі та обробки інформації про місцезнаходження транспортних засобів, доступу до цієї інформації всіх зацікавлених учасників транспортного процесу (керівники транспортних підприємств, представники органів влади та т .д.).

Основним видом транспорту у великих містах є міський пасажирський транспорт, від якого багато в чому залежить мобільність населення. Тому підвищення привабливості громадського пасажирського транспорту - це найбільш значимі з довгострокових цілей транспортної політики адміністрацій міст і регіонів.

Для досягнення даної мети застосовуються автоматизовані навігаційні диспетчерські системи, що використовують технології і засоби транспортної телематики, що забезпечують зниження затримок і запізнь, що підвищує регулярність роботи транспорту, підвищення рівня інформованості населення

					РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

про поточних транспортних процесах (розкладі руху, можливості пересадки на інші види транспорту і т.д.).

Впровадження систем транспортної телематики в області організації пасажирських перевезень направлено на вирішення таких базових завдань:

1. Інформаційне забезпечення перевезень: ведення паспортів маршрутів, розрахунок розкладів руху, формування електронної карти міста та приміської зони (нанесення і коригування маршрутної мережі), складання планових змінно-добових завдань (нарядів) і т.д.

2. Оперативне управління рухом пасажирських транспортних засобів.

3. Формування і висновок оперативних довідок і вихідних звітних форм в кінці зміни.

4. Забезпечення в оперативному режимі повної і достовірної інформації про рух транспортних засобів за встановленими маршрутами.

З точки зору експлуатації основне призначення транспортнотелематических систем (ТТС) пасажирського транспорту полягає в оперативному управлінні рухом і складається з наступного блоку завдань:

- автоматизований контроль процесу випуску рухомого складу на лінію і його повернення в парк;
- автоматизований контроль руху транспортних засобів з формуванням і видачею повідомлень про відхилення від графіків руху окремих рухомих одиниць;
- реалізація управляючих впливів диспетчера (коригування графіків руху, випуск резервного транспорту, зміна розкладу руху і т.п.).

У більшості випадків управлінський вплив диспетчера доводяться до водіїв в сеансах радіозв'язку, але при наявності відповідного обладнання (наприклад, бортового дисплея водія) можлива відправка текстового повідомлення.

Укрупнена схема перевізного процесу з урахуванням комплексу автоматизованого диспетчерського управління представлена на рис. 2.1.

На пасажирському транспорті використання навігаційних систем

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

пов'язане з комплексними технологічними рішеннями, заснованими на плануванні транспортної роботи (побудова маршрутної мережі, розрахунок розкладу, формування добових нарядів), автоматичному моніторингу руху транспортних засобів, оперативному диспетчерському управлінні і отриманні вихідних звітних форм про роботу рухомого складу.

Можна виділити наступні основні технологічні складові АНСДУ на базі супутникової навігації:

- кошти отримання навігаційних відміток
 - засоби фіксації і зберігання навігаційних відміток на борту транспортного засобу;
 - засоби передачі даних з борту транспортного засобу в диспетчерські пункти;
 - програмно-технічні засоби обробки інформації.

Принципова схема роботи АНСДУ на базі супутникової навігації приведена на рис. 2.2.



Рис.2.1. Диспетчерський контроль в схемі перевізного процесу

При впровадженні навігаційних систем на транспорті не можна не враховувати досвід провідних зарубіжних країн. Цей досвід показує, що майбутнє перспективне використання навігаційних систем пов'язане з великими проектами в транспортній галузі - інтелектуальними транспортними системами. Так, в США, Японії і країнах Західної Європи прийняті федеральні програми розвитку інтелектуальних транспортних систем терміном від п'яти до десяти років. З 1990-х рр. широкого поширення набули AVL-системи - аналог російських АНСДУ [14].

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Концерн Siemens протягом останніх 15 років впроваджує систему управління громадським транспортом Transit Master™ (джерело: www.siemens.com). Це система управління громадським транспортом, що працює за встановленими автобусним маршрутам, рейкових шляхах або неорганізованим транспортом (паратранзит) - аналог російського маршрутного таксі. Система працює в середовищі Windows і містить необхідні функції управління. У ній є кілька додатків з інформування пасажирів, включаючи електронні вуличні табло, кіоски, web-сайти та автоматичні системи голосового мовлення на транспортному засобі. Крім того, опціонально пропонуються засоби забезпечення пріоритету проїзду громадського транспорту через перехрестя (Traffic Signal Priority, TSP), засоби підрахунку пасажирів (Automatic Passenger Counting, APC); засоби продажу квитків і контролю оплати проїзду (Ticketing system management, TSM) і ін.

Система Transit Master™ впроваджена в ФРН і в багатьох інших країнах, керуючи роботою близько 20 ТОВ транспортних засобів. Як характерну особливість системи Transit Master™ можна відзначити орієнтованість системи на впровадження «готових» рішень без адаптації під специфіку об'єкта впровадження. Багато в чому це пов'язано з «негнучкою» технічною політикою, що проводиться компанією Siemens (що далеко не завжди знаходить підтримку у замовників подібних систем на російському ринку)

Корпорація Thales пропонує систему TransCity™ (Джерело: www.thales.com). Її функціональні можливості збігаються з можливостями аналогічних систем (АСДУ-НГПТ, АСУ-Навігація, Transit Master™, MICROBUS, AscotTMS і ін.). Система впроваджена в Марселі, Ліоні, Реймсі, Греноблі, Нанті, Орлеані, Сен-Дені- Бобіньї, Руані, Страсбурзі, Шарлеруа (Франція), Валенсії (Іспанія), Мексико (Мексика). За масштабами впровадження - це системи середнього розміру. Так, в Страсбурзі контролюється близько 250 автобусів і 50 трамваїв.

Крім того, корпорація Thales відома на ринку систем оплати проїзду, інтегрованих з TransCity™. Вони впроваджені в Європі (Осло, Турин,

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Неаполь, Париж, Страсбург, Марсель, Руан, Гран-Канарія, Коїмбра, Перуджа, Афіни, Мадрид), в Азії (Бангкок, Тайвань, Гонконг, Сінгапур, Куала-Лумпур, Тайбей, Маніла, Сеул, Пусан, Нью-Делі, Калькутта), в Південній Америці (Сан-Паулу, Сантьяго, Каракас, Ріо-де-Жанейро, Мехіко) і в Африці (Каїр).

Корпорація Ascom Group пропонує систему AscomTMS з можливостями аналогічних систем (TransitMaster™, MICROBUS, TransCity™ і ін.). Компанія оперує в 18 країнах. У Україні система впроваджується під брендом Mitrapoint.

До сучасних закордонним системам, які реалізують засоби і технології транспортної телематики в управлінні пасажирським транспортом, також можна віднести системи АСДУ-ГПТ (Південна Корея), COMFORT (ФРН), АСДУ (Швеція), «Опtikон» (Італія), JUPITER (Італія), BusTracker (Великобританія), ROMANSE (Великобританія), «Інфоком» (Данія), GMV (Іспанія), PROMISI (ФРН, Франція, Фінляндія, Швеція, Шотландія), SCADA-системи (США) і ряд інших систем, аналогічних по базового набору функціональних характеристик вітчизняним системам АСДУ-НГПТ (Москва), АСУ-Навігація.

У плані аналізу процесів інформування пасажирів громадського транспорту найбільший інтерес представляють наступні системи [14]:

- система управління міськими автобусами і інформування пасажирів в Лондоні (Великобританія);
- система інформування пасажирів громадського транспорту в Женеві (Швейцарія);
- система інформування пасажирів на зупиночних пунктах автобуса в Брюсселі (Бельгія);
- система інформування пасажирів громадського транспорту в Мідлендсі (Великобританія).

Далі розглянуті основні особливості ряду зарубіжних навігаційних систем на пасажирському транспорті [14].

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

2.2. Основні елементи навігаційних систем диспетчерського управління пасажирським транспортом

В сучасних умовах, коли до перевезень пасажирів міським і приміським пасажирським транспортом залучаються підприємства різних форм власності, у муніципальних властей виникає необхідність проконтролювати виконання обсягів транспортної роботи, за які виплачуються дотаційні суми.

Методи диспетчерського управління орієнтовані на відповідні засоби реалізації, які є невід'ємною частиною технологічного процесу управління і його технічною базою.

Формується навігаційної бортовою апаратурою склад параметрів і точність їх подання повинні відповідати необхідному і достатньому умові, що дозволяє в повному обсязі переробляти їх в цілях реалізації АНСДУ своїх функцій.

Диспетчерська система включає в себе наступні основні підсистеми.

Технологічні підсистеми:

- «Оперативне планування перевезень»;
- «Автоматизований облік, контроль і аналіз маршрутизованого руху»;
- «Оперативне диспетчерське управління»;
- «Оперативний аналіз руху»;
- «Формування звітних даних про виконаному русі»;
- геоінформаційна підсистема;

«Інформування пасажирів»

ється відповідно до надійшли навігаційними даними. При груповому запиті відображається місце розташування кожного обраного в групі транспортного засобу на електронній карті місцевості. Масштаб відображення встановлюється таким чином, щоб вся угруповання транспортних засобів відображалася на екрані.

Запит місцезнаходження транспортних засобів з відображенням на

					РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

електронній схемі маршрутної мережі. Даний запит виникає при необхідності уточнення місця розташування транспортних засобів на маршрутній мережі. При цьому всі інші верстви електронної карти не відображаються.

Запит графічного відображення інтервалів руху транспортних засобів на маршруті. Даний запит використовується диспетчером при контролі інтервалів руху транспортних засобів на маршруті. При реалізації запиту інформація дається в графічному вигляді наступним чином:

- прямий і зворотний рейс двома дугами графа, що з'єднуються в двох вершинах, що відображають кінцеві пункти зупинки «А» і «Б»;
- кожний транспортний засіб відображається значком на відповідній дузі графа. При цьому розташування значка транспортного засобу на дузі схематично відображає реальне місце розташування ТС на трасі відповідного рейсу маршруту;
- близько значка кожного транспортного засобу розташовується виноска, яка містить значення поточного інтервалу в хвилинах.
-

2.2.1. Підсистема «Оперативний аналіз руху»

Підсистема «Оперативний аналіз руху» забезпечує автоматизоване виконання функцій формування оперативних даних і довідок про роботу транспортних одиниць.

Аналіз виконаного руху ТЕ (транспортних одиниць) на лінії проводиться:

- в реальному часі для формування оперативних довідок за належністю: диспетчеру системи, диспетчеру транспортного підприємства, фахівцям служби руху;
- за встановленим регламентом на певний час доби: диспетчеру транспортного підприємства, фахівцям і керівникам служби експлуатації транспортного підприємства, фахівцям служби руху;
- в цілому за добу: диспетчеру транспортного підприємства, фахівцям і керівникам служби експлуатації транспортного підприємства,

					РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

фахівцям служби руху.

Формування та видача вихідних звітних даних здійснюються в кінці чергових планових діб за довільний минулий період часу - за запитом, в тому числі з наростаючим підсумком.

Склад і зміст звітних форм враховують досвід експлуатації систем попередніх поколінь і доповнюються звітними формами, що відображають специфіку роботи навігаційної системи диспетчерського управління.

У типових системах організована щодобова архівація навігаційної інформації, нарядів, протоколів дій диспетчерів і водіїв (керуючі впливу, доповіді, сеанси переговорів і т.д.). Створено архіви довготривалого зберігання даних про роботу ГПТ з метою повторного аналізу звітних даних, перегляду за архівними даними руху будь-якого транспортного засобу в заданий період часу (режим відеомагнітофона), прослуховування записаних переговорів диспетчерів і водіїв ТЕ, диспетчерів між собою (цифровий магнітофон).

У АНСДУ реалізовані автоматизовані запити наступних оперативних даних.

Наявність резервних ТЗ. Інформація необхідна диспетчеру при пошуку резервних транспортних засобів, що включаються в наряд замість зійшли транспортних засобів.

Типова довідка включає в себе наступні реквізити: поточна дата, поточний час, номер транспортного підприємства, гаражний номер ТЗ, модель ТЗ, номер і найменування контрольного пункту, загальний час перебування ТЗ на контрольному пункті.

Повна інформація про поточний стан процесу перевезень за маршрутами. Типова довідка на момент запиту диспетчера дає розгорнуту інформацію про стан процесу перевезень за вказаним маршрутом.

Інформація необхідна диспетчеру при аналізі поточної ситуації на маршрутах при виробленні рішення про проведення регулюючих впливів і найбільш доцільному використанні резервів.

Довідка по кожному маршруту включає в себе наступні реквізити:

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

- передача інформації про актуальні розкладах руху транспорту на сервери інтернет-сайту, інформаційні кіоски систем інформування абонентів операторів зв'язку для відображення за запитами на мобільних стільникових телефонах, на вуличних Інфомат, на інформаційно-довідкових сайтах в мережі Інтернет, а також для інформування населення через довідковий Call -центр;
- щодобове формування інформації про розклади руху транспорту по маршрутах (з урахуванням всіх наявних на поточний день змін).

Схема функціональної взаємодії основних технологічних підсистем типової АНСДУ представлена на рис. 2.4.

2.3. Сервісні підсистеми

Підсистема «Сервісне забезпечення системи». Забезпечує автоматизоване виконання таких функцій:

- забезпечення цілісності інформаційних масивів, файлів і баз даних у складі завдань: відновлення бази даних системи при збоях, архівування інформації бази даних системи;
- проведення профілактичних заходів з метою оптимізації фізичного розміщення інформації бази даних системи;
- ведення довідника користувачів системи;
- облік роботи користувачів в системі;
- розподіл прав доступу користувачів, настройка і коригування параметрів, що визначають права доступу користувачів до інформації бази даних системи;
- забезпечення працездатності корпоративної мережі користувачів системи (в частині свого парку), включаючи завдання по налаштуванню і регулюванню параметрів, що визначають роботу апаратно програмних комплексів комутаційної апаратури і каналів зв'язку, що входять в компетенцію системного адміністратора (комунікаційних комп'ютерів, модемів, терміналів);

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

- архівація і відновлення даних.

2.4. Бортове навігаційне устаткування пасажирського транспортного засобу

Типовий бортовий навігаційно-зв'язковий комплекс призначений для роботи в складі автоматизованої радіонавігаційної системи диспетчерського управління пасажирським транспортом, для забезпечення контролю за використанням транспортних засобів в режимі реального часу з можливістю голосового зв'язку, обміну текстовими повідомленнями і широкими можливостями підключення додаткових пристроїв і датчиків.

Дані пристрої є інтегрованою навігаційно-комунікаційну платформу, яка надає можливості визначення місця розташування за допомогою вбудованого гло- НАСС / GPS приймача, організації голосового та цифрового зв'язку в мережах GSM.

Типовий склад комплексу:

- контролер з незалежною флеш-пам'яттю, з керуючим процесором, що працює під управлінням операційної системи реального часу;
- приймач ГЛОНАСС / СРБ;
- модуль зв'язку;
- дисплей для виведення інформації водієві;
- зовнішня гарнітура для голосового зв'язку;
- вбудований автоінформатор для автоматичного оголошення назв зупинок та іншої інформації;
- внутрісалонне табло;
- відеокамери.

Типовий прилад має стандартні комунікаційні інтерфейси, що забезпечують підключення різних зовнішніх контролерів і виконавчих пристроїв. Аналогові й дискретні входи дозволяють підключати датчики, а виходи дозволяють управляти виконавчими пристроями (рис. 2.5.).

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

центру і призначене для автоматизованого виведення інформації про номер маршруту (внутрішні та зовнішні покажчики), поточних зупиночних пунктах, а також інформаційних і рекламних повідомлень;

- відеокамера, що розміщується в салоні автобуса (забезпечена можливістю управління з диспетчерського центру для візуальної оцінки наявності в салоні автобуса пасажирів, моніторингу наповнюваності салону і оцінки обстановки в процесі перевезень і в критичних ситуаціях);
- підсистема моніторингу технічного стану агрегатів і систем автобуса.

2.5. Автоматизована система моніторингу пасажиропотоків

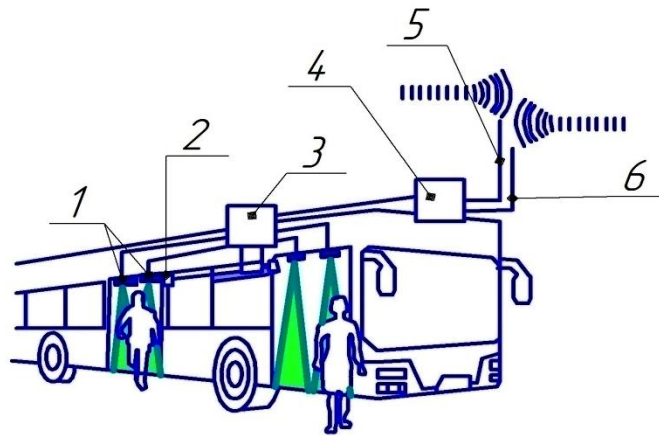
Підвищення якості транспортного обслуговування пасажирів багато в чому базується на забезпеченні органів управління міським пасажирським транспортом всіх рівнів актуальною аналітичною інформацією про фактичні обсяги та динаміку пасажиропотоків на міських маршрутах. Дана інформація необхідна як для оцінки поточного стану перевезень, так і для визначення об'єктивних потреб населення в цьому виді послуг.

На сьогоднішній день однією з найбільш дієвих автоматизованих систем аналізу пасажиропотоків, що дозволяє в максимально автоматизованому вигляді проводити комплексний аналіз пасажиропотоків із застосуванням найефективніших методик, що розробляються в нашій країні протягом останніх десятиліть, в тому числі і тих, які застосовувалися для аналізу даних ручних методів обстежень, є автоматизована система моніторингу пасажиропотоків - АСМ-ПП. Система впроваджена і ефективно використовується в Києві і в ряді інших міст України.

Система замінює традиційні ручні методи обстеження пасажиропотоків, використовуючи сучасні автоматичні технології підрахунку числа входять і виходять пасажирів, що реалізуються на основі використання безконтактних

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

датчиків, які встановлюються в дверях салонів пасажирських транспортних засобів: автобусів, тролейбусів, трамваїв (рис. 2.6.).



1 – ІЧ-датчик; 2 – кінцевий вимикач; 3 – аналізатор;
 4 - навігаційно-зв'язковий блок; 5 – GSM-антена; 6 - GPS/ГЛОНАС - антена
 Рис.2.6. Схема розміщення елементів автоматизованої системи моніторингу пасажиропотоків на автобусі

Основною функцією АСМ-ПП є створення і автоматизоване ведення інформаційної бази пасажиропотоків для вирішення наступних аналітичних задач органами управління перевезеннями:

- оцінка поточного стану перевезень;
- оцінка об'єктивних потреб населення в транспортних послугах;
- вдосконалення транспортного обслуговування населення;
- підвищення ефективності використання рухомого складу міського пасажирського транспорту;
- оптимізація маршрутної мережі міста / області.

Транспортні засоби обладнуються спеціальною апаратурою для підрахунку кількості увійшли і вийшли пасажирів на кожному останочном пункті.

У типовий комплект апаратури входять:

- інтелектуальний інфрачервоний датчик (ІК) або аналізатор, що включає контролер і спеціальні безконтактні датчики для підрахунку числа

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

входять і виходять пасажирів на кожному остановочном пункті;

- бортовий супутниковий навігаційний реєстратор розташування з платою супутникового навігаційного приймача;
- пристрій зв'язку для автоматичної передачі інформації в комп'ютерну базу даних.

Процес підрахунку пасажирів відбувається автоматично і не впливає на роботу водія. Похибка підрахунку загального числа увійшли і вийшли пасажирів протягом одного рейсу - 4 ... 7% в залежності від наповнення салону ТЗ.

За кордоном аналогічне обладнання застосовується в багатьох країнах Європи, в США, Канаді і в Південній Америці (Колумбія, Чилі та ін.). У ряді міст зарубіжжя обладнані сотні і тисячі транспортних засобів: у Берліні - 450 комплектів, в Мілані - 420 автобусів, в Лос-Анжелесі - більше 2 ТОВ автобусів і ін. Апаратура працює досить точно, так що деякі власники автобусів за даними таких приладів збирають виручку у водіїв.

Таким чином, автоматизовані системи моніторингу пасажиропотоків дозволяють формувати об'єктивну інформацію про перевезення пасажирів на маршрутах наземного пасажирського транспорту в реальному масштабі часу. Така інформація може використовуватися в системі планування і організації перевезень для коригування маршрутної мережі і складання розкладів, максимально наближених до попиту на перевезення.

Практично це відкриває можливості:

- для скорочення кількості рейсів в «міжпіковий» час при збереженні сформованого рівня якості транспортного обслуговування; варіювання місткістю рухомого складу на лінії.
- скорочення потреби в ТС в години «пік» за рахунок ліквідації мало завантажених маршрутів, усунення дублювання маршрутів, які виконуються різними видами транспорту.

Удосконалення маршрутної мережі можливо як шляхом зміни діючих маршрутів, так і введення нових, в тому числі укорочених, експресних або

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

кільцевих, там, де спостерігаються значні локальні пасажиропотоки.

Важливо підкреслити, що наявність такої системи моніторингу дозволяє переходити до більш гнучкої маршрутизації і системі розкладів, що враховують сезонність та інші особливості пасажиропотоків.

Досвід проведення робіт щодо вдосконалення маршрутизації і системи розкладів, зокрема за результатами дослідної експлуатації проектів автоматизованих радіонавігаційних диспетчерських систем з досвідом вдосконалення розкладів і маршрутної мережі в містах України, а також з урахуванням зарубіжного досвіду, показує, що скорочення загального непродуктивного пробігу ТЗ може досягати 8 ... 10%.

В якості окремого показника підвищення ефективності перевізного процесу від впровадження АСМ-ПП варто відзначити ефект від отримання комплексної інформації про фактичному навантаженню ТЗ, тобто інформації про те, скільки пасажирів протягом яких відрізків часу і на яких ділянках траси маршрутної мережі перевозить конкретне ТС. Дана інформація, одержувана щодня по кожному парку, сприяє повноцінному виміру фактичних обсягів транспортної роботи, показників ефективності елементів маршрутної мережі і формування переліку коригуючих показників для обліку витрати і списання палива в залежності від наповнення салону ТЗ і швидкісних режимів його руху (при оцінці наповнюваності салону засобами АСМ-ПП).

Крім впливу на об'єкт управління (наземний міський пасажирський транспорт) впровадження АСМ-ПП призводить до значного скорочення витрат на виконання вибіркового обстеження, що проводяться фахівцями з вивчення пасажиропотоків.

Загальна структура функціональної взаємодії комплексу АСМ-ПП з суміжними підсистемами типовий АНСДУ представлена на рис. 2.7.

При русі по маршруту кожне обладнане пасажирський транспортний засіб автоматично по каналах стільникового зв'язку GPRS «вивантажує» зібрані відомості про час і числі ввійшли і які вийшли пасажирів на кожному останочном пункті в хронологічній послідовності їх проходження відповідно

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Нормативно-довідкова інформація - сукупність потоків нормативно-довідкової, оперативно-виробничої, звітної і аналітичної інформації, заснованої на уніфікації документів, застосуванні єдиних форм, оброблюваних засобами обчислювальної техніки.

Як нормативно-довідкової інформації виступають види розкладів, маршрути, режими роботи на маршрутах, планові рейси і т. п.

У зв'язку з цим одним з базових робочих місць в автоматизованій радіонавігаційної системи диспетчерського управління на пасажирському транспорті є автоматизоване робоче місце технолога. Автоматизоване робоче місце технолога забезпечує формування бази даних нормативно-довідкової інформації, маршрутних розкладів і початкових параметрів контролю виконання транспортної роботи автомобільним транспортом, що працює в складі АНСДУ.

У типових автоматизованих супутникових навігаційних системах диспетчерського управління на пасажирському автомобільному транспорті загального користування всі виконувані технологом роботи зі створення і коригування бази НДІ відносяться до формування та коригування бази даних маршрутних розкладів.

База НДІ забезпечує подальше оперативне планування роботи транспортної системи з використанням автоматизованої «безпаперової» технології.

Для ефективної роботи транспорту необхідно забезпечити створення та ведення бази даних маршрутних розкладів для контрольованих парків (транспортних підприємств) і формування на основі даної інформації спільно з інформацією наряду моніторингових таблиць.

Основними довідковими таблицями (основні довідники системи) є наступні: за видами транспорту, за типами розкладів; довідники парків.

Функціональна схема оперативного планування транспортної роботи представлена на рис. 2.8.

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

програмного забезпечення АРМ технолога спрямований на вирішення завдань планування перевезень.

Традиційно в складі прикладного програмного забезпечення АНСДУ можуть бути автоматизовані наступні функції:

- підготовка технологічного процесу управління пасажирськими перевезеннями:
- отримання по каналу зв'язку інформації оперативного сменносуточного завдання;
- внесення в базу даних інформації оперативного наряду; друк наряду;
- формування моніторингових таблиць для автоматизованого контролю процесу перевезень;
- формування та ведення баз маршрутних розкладів: внесення в автоматизованому режимі коректує інформації в базу даних при зміні розкладів на окремих маршрутах;
- внесення в автоматизованому режимі інформації сезонних варіантів розкладів в базу даних при переході на інший сезон експлуатації парку;
- внесення і коригування інформації розкладів для резервних маршрутів електротранспорту; друк робочих і зупиночних розкладів; формування та ведення довідника контрольних пунктів.

На рис. 2.9. представлена загальна схема реалізації прикладного програмного забезпечення АРМ технолога АНСДУ.

Центральним завданням планування роботи пасажирського автомобільного транспорту загального користування є складання розкладів руху. Це завдання в силу високої трудомісткості ручного складання і уявної простоти стала об'єктом численних спроб її постановки як оптимізаційної з подальшим використанням математичних методів для автоматизації розрахунків.

У сучасних системах все більшого значення набувають питання створення загальноміської бази даних розкладів і розробки інформаційних

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

технологій її колективного використання. В основі типових програмних комплексів по складанню розкладів, доведених до реального практичного використання, лежать ідеї інтерактивного діалогу фахівця з програмою на всіх етапах складання розкладу: підготовка вихідної інформації, розрахунок варіантів, оцінка та редагування результатів. В основу розрахунку розкладів закладаються діючих нормативів щодо режимів праці та відпочинку водіїв.

Довідкова інформація для складання розкладу, як правило, формується один раз безпосередньо після установки комплексу і поповнюється в міру появи нових довідкових даних.

На даному етапі для коректної роботи системи необхідно, щоб були заповнені наступні довідники:

- дні тижня, сезони;
- зупинкові пункти (довідник може бути імпортований з ГІС);
- види транспорту, рухомого складу;
- підприємства, диспетчерські центри;
- режими роботи на лінії (тривалість зміни, перерв, тривалість ранкових і вечірніх обідів);
- значення часу для зведення по днях тижня;
- види вуличного розпису.

Для кінцевого користувача при установці системи стандартні довідники є вже заповненими, тому користувачеві

Аналіз використовуваних в Україні за кордоном інформаційних систем планування транспортної роботи дозволяє зробити висновок, що в сучасних умовах єдиної уніфікованої інформаційної бази даних, використовуваної для вирішення завдань планування і диспетчерського управління перевізним процесом на всіх рівнях управління, є комплекс програм підготовки і ведення електронних паспортів маршрутів.

Типовий комплекс програм підготовки і ведення електронних паспортів маршрутів (ЕПМ) призначений для ведення паспортів маршрутів, їх зберігання та колективного використання, включаючи централізоване інформування, в

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

тому числі і за допомогою мережі Інтернет.



Рис.2.9. Загальна схема реалізації прикладного програмного забезпечення АРМ технолога

Проаналізуємо основні функціональні характеристики комплексу технологічного забезпечення диспетчерського управління на прикладі системи створення і ведення ЕПМ на основі спеціалізованої геоінформаційної системи підготовки і ведення електронних паспортів маршрутів.

Електронний паспорт маршруту забезпечує інформаційну основу для вирішення завдань планування, контролю, регулювання та обліку транспортної роботи за маршрутами пасажирського транспорту.

Електронний паспорт маршруту забезпечує ведення єдиної бази паспортів маршрутів, і її колективне використання є базовим програмним комплексом при підготовці даних паспортів маршрутів для використання у всіх зовнішніх інформаційних системах, які використовують дані про маршрутної мережі в своїй роботі.

Перелічимо основні функції комплексу програм підготовки і ведення

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

електронних паспортів маршрутів:

- управління інформацією паспортів маршрутів;
- управління відеограм (картою) місцевості;
- формування даних звітності;
- аудит і інтеграція з зовнішніми системами;
- ведення користувальницьких довідників.

Управління інформацією паспортів маршрутів. Включає в себе підтримку актуальної бази паспортів маршрутів з контролем операцій затвердження і введення в дію, ведення взаємопов'язаного і безперервного архіву проектів паспортів маршрутів, а також ведення додаткової інформації по маршрутам (дати і номери документів, основні експлуатаційні показники і т.д.). Також до управління інформацією паспортом маршруту відноситься нанесення на карті лінії маршруту, завдання трас і норм часу на проїзд (рис. 2.10.), Автоматичний розрахунок пробігу по карті і зберігання необмеженої кількості сканованих (підписних) документів - листів паспорта маршруту (наприклад, «Акт виміру протяжності маршруту »і т.д.).Управління відеограм (картою) місцевості. Включає в себе формування єдиного реєстру маршрутної мережі міста, регіону, відображення навігаційних треків (в форматах протоколу NMEA-0183), взаємодія з декількома шарами карти (шарами маршрутів, зупиночних пунктів, маршрутної мережі, навігаційних треків), а також виведення довідкової інформації про будь-якому об'єкті, нанесеному на карті, з використанням графічного інтерфейсу відеограми (рис. 2.10.). При цьому можливе відображення тарифних зон в графічному вигляді по територіальному утворенню. Формування даних звітності. Включає в себе автоматизовану підготовку аналітичних звітів по маршрутах, що проходять через ділянку вулиці / дороги, через вказаний зупинний пункт, а також за характеристиками будь-якого проекту маршруту. Дані звітності можуть містити графічну інформацію, що містить характеристики об'єктів карти.Файли звітів можуть формуватися в форматах rtf, pdf, xml, txt, html, open office. При друку інформації паспортів маршрутів здійснюється автоматична підготовка для

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

друку листів паспорта маршруту, включаючи титульний лист і схеми руху.

Аудит і інтеграція з зовнішніми системами. Включає в себе наступне:

- формування різних наборів даних (в форматі xml) за запитом зареєстрованих в системі користувачів зовнішніх підсистем;
- використання інформації з будь-яких зовнішніх підсистем за розробленими протоколах;
- підтримка декількох «зрізів» даних для обміну з зовнішніми системами;
- управління доступом користувачів до функціоналу за допомогою управління ролями і правами;
- управління доступом користувачів до інформації по маршрутам з урахуванням розмежування прав на читання і модифікацію даних;
- протоколювання дій користувачів.

Блок ведення бази даних маршрутів і розкладів забезпечує можливість зберігання та повторного використання вихідних даних для побудови розкладу та зберігання будь-якої кількості складених варіантів розкладу, а також необхідних довідкових даних і додаткової інформації.

Розклад руху в стандартній ситуації розраховуються 2 рази в рік при переході на літо і зиму, але в загальному випадку до перерахунку розкладу можуть привести будь-які зміни вихідних даних, в тому числі:

- зміна часу проїзду між пунктами зупинок;
- зміна довжини між кінцевими пунктами;
- зміна списку зупиночних пунктів маршруту;
- зміна випуску на маршруті і ряд інших змін.

Кожна зміна вихідної інформації призводить до необхідності розрахунку нового варіанту розкладу. Варіант маршруту визначається сезоном, днем тижня (оскільки на маршруті можуть бути різні розклади на різні дні тижня) і датою введення в дію. Інформаційна система дозволяє зберігати в базі даних всю історію розкладів маршрутів зі своєю вихідною інформацією. Розраховані автоматизованою системою розкладу є нормативною основою для подальшого

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

контролю і управління в рамках диспетчерської системи.

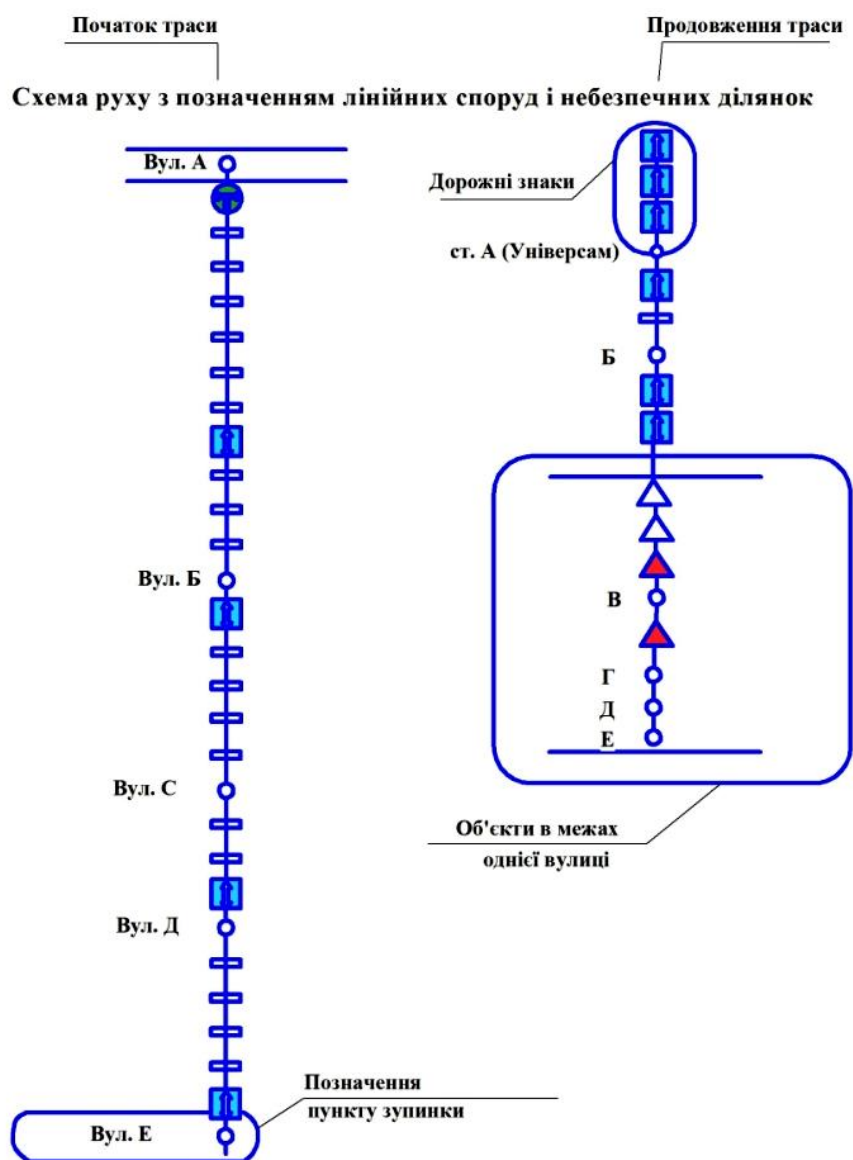


Рис.2.10. Графічне відображення інформації рейсу в електронному паспорті маршруту

2.7. Керуючі впливи диспетчерського персоналу

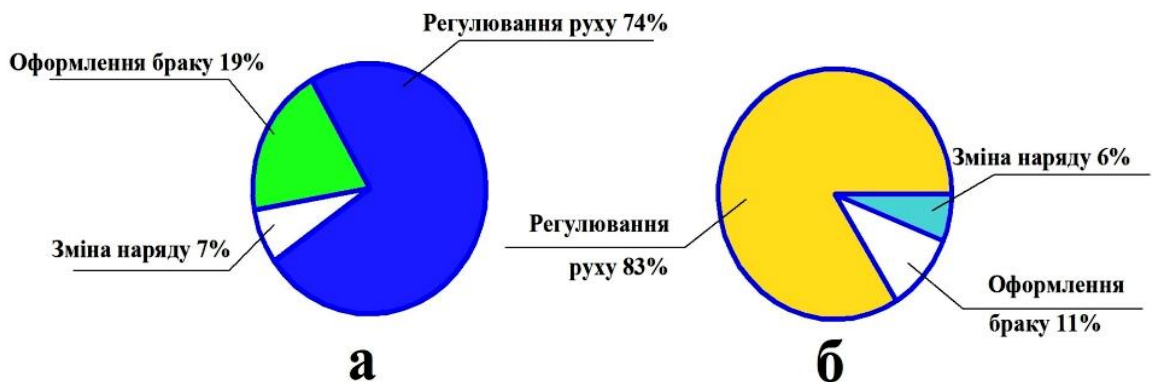
Практичні аспекти вивчення особливостей роботи диспетчерського персоналу в автоматизованій навігаційній системі розглянуті тут і далі на прикладі системи «АСУ Навігація» [6]. Як вже зазначалося раніше, всі дії диспетчерів в типовій системі архівуються у вигляді таблиці, яка має такі основні поля:

					РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

- час проведення дії, що управляє;
- поточні дані: номер маршруту, номер виходу, гаражний номер транспортного засобу, табельний номер водія;
- керуючі впливу: найменування керуючого впливу (УВ), початок дії УВ, закінчення дії УВ;
- відхилення від розкладу;
- виконавець.

На рис. 2.11. розглянуті приклади аналізу структури, що управляють, диспетчера.

Необхідно відзначити, що диспетчеру паралельно з роботою в системі (робота з програмним забезпеченням) доводиться вести переговори з водієм, для того щоб скорегувати рух транспортного засобу по маршруту. В сучасних АНСДУ основна мета диспетчерського контролю та управління Маршрутизований рухом - своєчасно (оперативно) зафіксувати проявляються відхилення руху.



а - будній день; б - вихідний

Рис.2.11. Діаграма співвідношення керуючих дій, скоєних одним диспетчером

Ефективність виявлення збурень, розподілу пріоритетів між збуреннями, що проявляються під час руху транспортних засобів за маршрутами, і їх усунення в чому залежить від роботи диспетчерів. Будучи ключовою ланкою у виявленні збоїв в транспортній роботі і управлінні транспортними засобами, диспетчер повинен чітко знати, яким чином характеризуються збої і що необхідно робити при їх виникненні. Фактично на диспетчера лягає основне

					РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

навантаження по прийняттю рішень в тій чи іншій ситуації. Під прийняттям рішення може розумітися особливий процес людської діяльності, спрямований на вибір найкращого варіанта дій.

У процесі прийняття рішень виконавці можуть грати різні ролі. В рамках функціонування АНСДУ диспетчер, здійснюючи вибір найкращого варіанта дій, є особою, яка приймає рішення (ОПР). На практиці індивідуальні завдання прийняття рішень досить поширені в різних організаційно-технологічних і виробничих процесах.

Для вдосконалення процесу диспетчерського управління пасажирським транспортом з використанням автоматизованої системи диспетчерського управління першим етапом має стати всебічне вивчення вже існуючого процесу управління: - в яких ситуаціях необхідно втручання диспетчера в перевізний процес: опис ситуацій, їх систематизація; - опис дій диспетчера при виникненні нештатної ситуації: процес виявлення ситуацій, послідовність дій в кожному конкретному випадку



Рис.2.12. Схема диспетчерського управління пасажирським транспортом

У загальному випадку процес диспетчерського керування транспортними засобами, які виконують перевезення пасажирів, можна уявити, як показано на

рис. 2.12.

На підставі отриманих результатів дослідження процесу управління необхідно буде переходити до наступних етапів:

- виявлення закономірностей, що впливають на процес управління;
- виявлення недоліків існуючого процесу;
- розробка послідовності дій диспетчера в кожній конкретній ситуації;
- розробка різних підходів диспетчерів до ситуацій, котрі ввійшли в попередній пункт.

2.8. Характеристика розробників AVL систем на українському ринку послуг GPS моніторингу

2.8.1. Розробки ТОВ "КІГЛІ"

Підприємство ТОВ "КІГЛІ" (м. Київ) є одним з перших вітчизняних розробників програмного забезпечення для AVL систем, яке ще на початку 2000 р.р. представило на українському ринку власний програмний комплекс Visicar. Основним призначенням і функціональними можливостями системи Visicar є:

- відстежування руху пасажирського транспорту на маршрутах включаючи контроль виконання графіків;
- оптимізації маршрутів пасажирських і вантажних перевезень;
- надання послуг з охорони транспорту (протиугінні системи, охорона особливо важливих вантажів та інше);
- організація систем "домашнього моніторингу" (користувач сам контролює місцезнаходження транспортного засобу);
- забезпечення особистої безпеки (з використанням телефонних апаратів з GPS приймачем).

До найважливіших функціональних можливостей і особливостей системи Visicar відноситься:

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

- низьке навантаження на канали зв'язку (між клієнтом і сервером).
Допускається використання стандартного DialUp-підключення для використання сервісу;
- одночасне спостереження та управління довільною кількістю рухомих об'єктів;
- надання користувачеві максимально можливої довідкової інформації про стан обладнання мобільного об'єкту і станції спостереження;
- поділ прав доступу до функціональних можливостей сервера в залежності від привілеїв конкретного абонента (спостереження в реальному часі, доступ до архіву, передача команд управління та ін.);
- отримання інформації про стан датчиків і параметрів мобільного об'єкту в режимі реального часу (тривожна кнопка, рівень палива та ін.);
- передача різних команд управління (зміна інтервалу визначення координат, блокування двигуна, установка на сигналізацію і ін.);
- дистанційне програмування пристрою (установка охоронної зони, допустимий маршрут прямування, обмеження швидкості та ін.);
- планування виконання команд (за вказаною розкладом) для кожного рухомого об'єкта;
- автоматична зміна карти (при в'їзді в місто буде використовуватися більш детальна карта міста);
- оповіщення про розміщення нових карт в межах "картографічної мережі" та їх підключення;
- гнучкий механізм кешування картографічних даних, що дозволяє на порядок скоротити обсяг інформації, переданої через Internet, а при використанні карт певного регіону - зовсім відмовитися від передачі картографічної інформації (використовувати дані, розміщені на комп'ютері клієнта);
- повний доступ до сервісів "картографічної мережі" (розміщення власних шарів, зміна розмальовки карти та ін.);
- спостереження (у режимі реального часу) за переміщенням як

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

одиначних об'єктів, так і кількох транспортних одиниць на різних картах (наприклад одиничний об'єкт можна супроводжувати на карті міста, а групу в цілому на карті області.);

- можливість формування маршруту руху транспортного засобу та контроль його виконання;

- ведення спеціальної бази даних, в якій зберігається інформація про всі передані команди управління, результати виконання команд і запитів, помилки в роботі обладнання та системи зв'язку, журнал позаштатних ситуацій;

- зручний механізм доступу до архіву пересування як одного об'єкту, так і групи об'єктів за певний період часу, у тому числі з переглядом у прискореному режимі;

- підтримка різних типів бортового обладнання і стандартів мобільного радіозв'язку.

2. Аналіз технологій місцевизначення рухомих об'єктів та їх застосування у сучасних AVL системах

2.9. Загальні відомості про методи місцевизначення та їх застосування у навігаційних системах

С давніх часів була актуальна задача визначення точних географічних координат об'єктів на місцевості [3, 5]. Мореплавці в давнину, подорожуючи по своїх маршрутах, орієнтувалися за Сонцем вдень, по зірках - вночі. Визначивши висоту світил над горизонтом та їх часовий кут, а також знаючи їх небесні координати, вони могли точно зорієнтуватися в просторі, визначити своє місце розташування та відстань до пункту призначення. Нажаль, погодні умови далеко не завжди були ідеальними, так що можна було легко збитися з курсу.

Близько 1300 року в Європі було створено судновий компас. Компас - це найпростіший прилад, який представляє собою магнітну стрілку, закріплену на осі. З його появою завдання навігації в морі і на суші істотно спростилися. З цієї пори мандрівники вже в значно меншій мірі залежали від погоди. На початку

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

XX століття був сконструйований надійний і точний прилад - гірокомпас. Він став використовуватися на великих морських судах. На відміну від звичайного компаса, гірокомпас використовує додатковий пристрій гіроскоп і вказує напрям не на магнітний полюс, а на справжній географічний.

В еру радіо перед людиною відкрилися нові можливості. З'явилися радіолокаційні станції та системи наземної навігації, які дозволяли визначати параметри руху і відносне місцезнаходження об'єктів в просторі за часом і напрямком поширення радіохвиль. На сьогоднішній день радіонавігаційні системи є найбільш точними і універсальними засобами місцевизначення [3-5].

З початку з'явилося поняття «радіопеленгація» - визначення напрямку на джерело радіовипромінювання. Радіопеленгація здійснюють за допомогою радіопеленгатора. Радіопеленгатор складається з антенної системи і приймально-індикаторного пристрою. Шляхом радіопеленгації джерела з двох і більш віддалених одна від одної точок можна визначити місце розташування джерела випромінювання з використанням методу триангуляції (рис.2.13.).

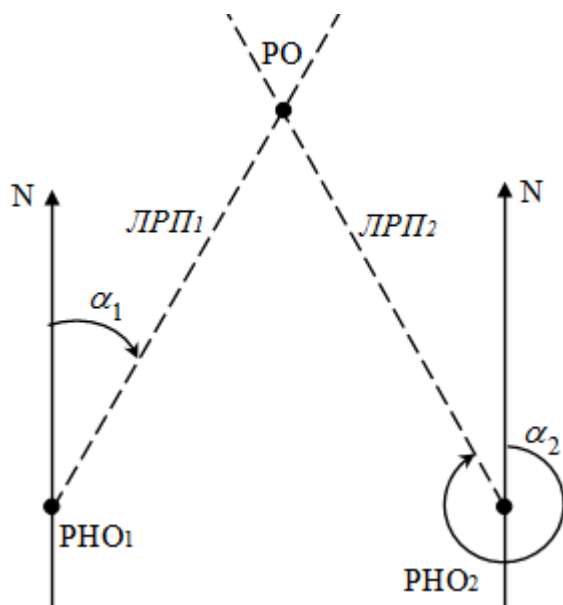


Рис.2.13. Пеленгаційний метод

При вимірюванні пеленгу, тобто напрямку поширення сигналу від джерела випромінювання, який відкладається за годинниковою стрілкою від Півночі (визначається за компасом), будується лінія рівних пеленгів (ЛРП1), на

					РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

якій знаходиться об'єкт з невідомими координатами. Для однозначного визначення горизонтальних координат об'єкта на поверхні Землі необхідно отримати радіосигнал від другого радіонавігаційного орієнтира (РНО2) і так само побудувати другу ЛРП2, яка перетнеться з першою ЛРП1 в одній точці.

Зворотно, при радіопеленгації двох і більше рознесених радіомаяків, місце розташування яких відомо, можна визначити положення радіопеленгатора. І в тому і в іншому випадку для отримання задовільної точності потрібно, щоб визначені напрямки достатньо відрізнялися один від одного. У першому випадку цього досягають вибором точок, з яких здійснюється радіопеленгація, в другому - шляхом вибору відповідних радіомаяків.

Радіопеленгація може бути в різному ступені автоматизована і використовувати різні радіотехнічні методи:

Амплітудний метод. Для пеленгації амплітудних методом застосовують антенну систему, яка має діаграму спрямованості з одним або кількома чіткими мінімумами або максимумами. Наприклад, при пеленгації джерела в УКХ діапазоні типовим є застосування антен типу хвильового каналу для пошуку по максимуму. В КХ діапазоні часто застосовується рамкова антена, діаграма спрямованості має форму вісімки з двома чіткими мінімумами. Для усунення неоднозначності доводиться застосовувати спеціальні технічні рішення (наприклад, підключення додаткової штирьової антени, що дозволяє виключити один мінімум і перетворити діаграму направленості в кардіоїду). Радіопеленгація цим методом може вироблятися як неавтоматично (шляхом повороту антени і пошуку максимуму або мінімуму на слух), так і автоматично.

Фазовий метод. При пеленгації фазовим методом застосовують антенну систему, яка дозволяє розрізнити сигнали, що приходять з різних напрямків, шляхом аналізу фаз прийнятих декількома антенами сигналів. Як правило, пеленгація цим методом автоматизована.

Доплерівський метод. Висновок про направлення (в деяких випадках - і про відстань) на джерело радіовипромінювання робиться на підставі характеру зміни доплерівського зсуву частоти сигналу, що приймається рухомим

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

пеленгатором або рухається антеною пеленгатора. Допплерівський метод використовується, наприклад, при пеленгації аварійних радіобуїв міжнародної космічної системи пошуку і рятування потерпілих КОСПАС-САРСАТ.

Наряду з радіопеленгацією також використовується радіодальнометрія – визначення відстані між джерелом приймачем за часом і швидкістю поширення радіохвил. Радіодальнометрія використовується в радіолокаційних системах морського і авіаційного транспорту (системи інструментальної посадки), а також у сучасних системах супутникової навігації GPS і ГЛОНАСС.

Визначення відстаней R від рухомого об'єкта (РО) до щонайменш 3-х радіомаяків (РНО) дозволяє побудувати три лінії рівних відстаней (ЛРВ), перетин яких дозволить визначити невідомі координати РО (рис.2.14).

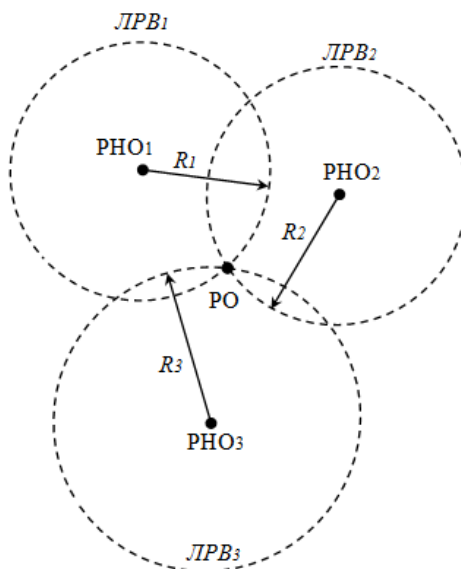


Рис.2.14. Радіодальномірний метод на площині.

При розв'язанні спецзавдань за наявності обмеженої кількості радіомаяків та необхідності підвищення точності місцевизначення об'єктів використовують комбінації перерахованих методів, наприклад пеленгаційно-дальномірний (рис.2.15)

Комбінований пеленгаційно-дальномірний метод використовується для визначення місцезнаходження абонентів мереж GSM та Wi-Fi, але зазвичай він не дозволяє досягти такої точності місцевизначення як дальномірний метод.

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

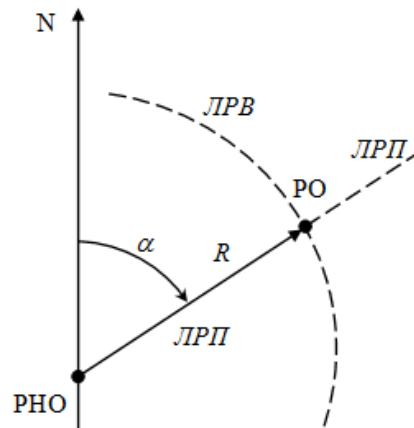


Рис.2.15. Пеленгаційно-дальномірний метод на площині.

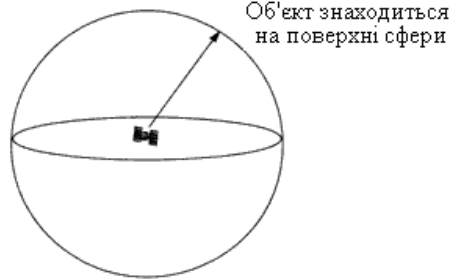
2.9.1. Визначення координат об'єктів з використанням супутникових навігаційних систем. Основні принципи і умови визначення координат об'єктів

У 60-ті рр. ХХ століття відбулася революція. Успішні запуски космічних апаратів позначили практичну можливість розробки системи глобального позиціонування, яка дозволяє обчислювати географічні координати на поверхні Землі і у навколосемному просторі шляхом вимірювання відстаней до декількох штучних супутників Землі [3, 5, 8].

Основними принципами визначення координат за радіосигналами навігаційних штучних супутників Землі (НШСЗ) є трілатерація, радіодальнометрія, точна часова прив'язка генераторів радіосигналу, уточнення ефемерид НШСЗ і корегування похибок визначених координат.

Супутникова трілатерація – це спосіб визначення координат об'єкту через групу з 3-х супутників. Точні координати об'єкту можуть бути обчислені для місця на поверхні Землі через вимірювання відстаней від групи супутників, якщо відомо їх положення у просторі. У цьому розумінні НШСЗ є радіомаяками з відомими координатами. Якщо відстань від одного супутника відома, можна описати сферу заданого радіусу навколо нього (рис. 2.16, а).

Одне вимірювання вказує на положення об'єкту на поверхні сфери



а)

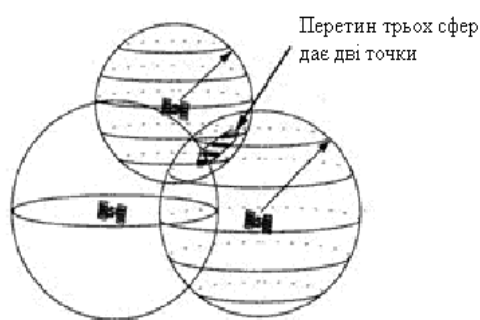
Друге вимірювання вказує положення об'єкту на перетині двох сфер



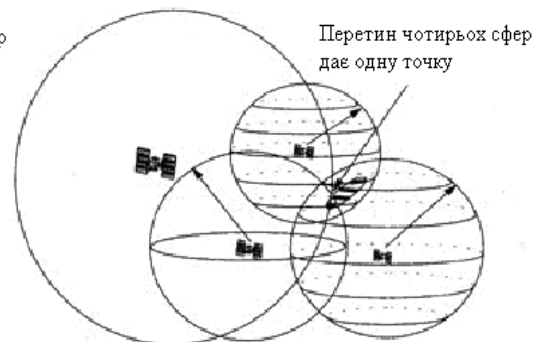
б)

Рис. 2.16. Визначення координат об'єкту за сигналами групи НШСЗ

Якщо відома також відстань і до другого супутника, то місце розташування об'єкту буде у колі, що задається перетином двох сфер (рис. 2.16, б). Третій супутник визначає дві точки на колі (рис.2.17, а), а четвертий – одну (рис.2.17, б), яка і характеризує дійсне положення об'єкта у просторі.



а)



б)

Рис. 2.17. Визначення координат об'єкту за сигналами групи супутників

Проте для визначення горизонтальних координат наземних об'єктів (без висоти) у більшості випадків достатньо вимірювання відстаней до 3-х навігаційних супутників (рис. 2.17).

В обох випадках для визначення відстані між супутником і об'єктом з невідомими координатами знати час розповсюдження сигналу, тобто знати, коли радіосигнал «покинув» супутник і коли «досяг» приймач РО. Для цього на супутнику і в приймачі одночасно генерується синхронний псевдовипадковий код. Тобто приймач РО та передавач супутника

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

синхронізують так, щоб вони одночасно генерували однаковий код. Вхідний код супутника приймається РО та визначається як давно приймач генерував такий самий код (рис. 2.18).



Рис. 2.8. Визначення затримки часу прийнятого сигналу супутника відносно сигналу приймача РО

Використання цифрового двійкового коду дозволяє приймачу визначити часову затримку в будь-який момент часу. Крім того, супутники GPS випромінюють сигнал на однаковій частоті, але при цьому кожен супутник ідентифікується за своїм псевдовипадковим кодом (PRN або PseudoRandom Number code).

Для максимально точного визначення відстаней від РО до навігаційних супутників проводиться високоточна часова синхронізація годинників в приймачі РО і в навігаційних супутниках. На супутниках встановлені атомні годинники, що мають точність близько однієї наносекунди, а у примачах РО – кварцеві, що мають точність в тисячі разів меншу, ніж атомні. Зважаючи на те, що було б занадто дорого і практично неможливо встановити атомний годинник у кожен GPS приймач, тому для усунення похибок синхронізації годинників приймача і супутників використовуються додаткові вимірювання радіосигналів від більшої кількості навігаційних супутників, ніж було б потрібно для визначення координат РО.

2.9.2. Точність оцінки координат об'єктів за сигналами супутникових навігаційних систем та джерела похибок

Обчислення припускають, що сигнал поширюється з незмінною швидкістю, яка дорівнює швидкості світла у вакуумі. Проте в реальності все

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

набагато складніше. Швидкість світла є константою тільки у вакуумі. Коли сигнал проходить через іоносферу (шар заряджених частинок на висоті 130-290 км) і тропосферу, його швидкість розповсюдження зменшується, що призводить до помилок у вимірюванні дальності [3, 8-10].

Іноді виникають помилки в ході атомних годинників і орбітах супутників, але вони зазвичай незначні і ретельно відстежуються зі станцій спостереження.

Багатопротенева інтерференція також вносить помилки у визначення місця розташування за допомогою GPS. Це відбувається, коли сигнал відбивається від об'єктів, розташованих на земній поверхні, що створює помітну інтерференцію з сигналами, що приходять безпосередньо з супутників. Спеціальна технологія обробки сигналу і продумана конструкція антен дозволяє звести до мінімуму це джерело помилок.

Усі похибки визначення координат об'єктів можна поділити на систематичні та випадкові. Систематичні похибки є відносно постійними величинами, що змінюються за визначеним законом і, як правило, характеризуються просторово-часовою кореляцією. Питома вага систематичних похибок навігаційних визначень зазвичай перевищує випадкові складові похибок, закон зміни яких визначити дуже складно.

Якщо розглядати систематичні складові похибок визначення координат РО за супутниковими РНС, то до основних чинників, що їх викликають, треба віднести: похибки часу і ефемерид, іоносферні похибки, а також так званий селективний доступ (штучне загублення сигналу GPS, яке було скасовано у 2000 р., але може бути знову активоване військовими). З таблиці 2.1 видно, що саме ці фактори роблять найбільший внесок у точність визначення відстаней між об'єктами і навігаційними супутниками.

У сучасних GPS приймачах використовують різні алгоритми усунення цих затримок, але похибки від деяких джерел, що виникають при роботі GPS, важко видалити.

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Таблиця 2.1

Середньоквадратичні похибки вимірів псевдодальностей за СНС

Погрішності НП СКВ, м ГНСС	Іоносферні	Тропосферні	Часу і ефемерид	Шуми приймача	Відбиття сигналів	Селективний доступ (S/A)	Загальний бюджет похибок
ГЛОНАСС	15	2	4	3	3	0	11
GPS	7	0,7	3,6	1,5	1,2	24	25,3/8,1*

Визначення псевдошвидкостей у приймачах сигналів СНС базується на вимірах доплерівського зсуву несучих сигналів. Похибка виміру радіальної швидкості за фазою знаходиться в межах 1,5 – 5,5 см./с. Основні складові похибок виміру псевдошвидкостей, визначених приймачем ГНСС за фазовими вимірами, наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Середньоквадратичні похибки виміру псевдошвидкостей за СНС

Джерела похибок	СКВ, м/с	
	ГЛОНАСС	GPS
1. Шум годинника супутника	$3,3 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$
2. Шум приросту виміру дальності	$4,2 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2}$

Дослідження і оцінка факторів, що впливають на рівень похибок визначення координат в різних умовах застосування приймачів СНС, показали, що похибки вимірювання псевдодальностей і псевдошвидкостей, які використовуються для розрахунку поточних координат і швидкості АТЗ, можуть значно перевищувати номінальні значення, наведені у таблицях 2.1 і 2.2. В результаті чого номінальні (регламентні) значення похибок координат і швидкостей АТЗ, одержаних в результаті обробки псевдодальностей і псевдошвидкостей у приймачах СНС, суттєво перевищуються (табл.2.3).

Насамперед це трапляється коли функціонування навігаційної системи виходить за припустимі межі через внутрішні збої (зсув шкал часу НС, великі похибки розрахунку ефемерид і т.д.), а також коли бортова навігаційна апаратура АТЗ працює у складних (неблагоприятних) умовах.

					РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Вплив експлуатаційних факторів на похибки визначення площинних координат рухомих об'єктів за СНС GPS

Похибка, м Складові	Типове значення	Найгірший випадок
Бортовий годинник супутника	2-3	25
Положення супутника	1-2	5
Селективний доступ (SA)	30-50	100
Тимчасові флуктуації	3-5	15
Затримка сигналу в іоносфері	10-15	100
Затримка сигналу у тропосфері	3-5	30
Багатопроменеве поширення сигналу	10	50
Шуми приймача	5	15
Загальний ефект	100 (95%)	300 (99,99%)

Окремим фактором, який може у декілька разів збільшити похибку визначення координат об'єктів, викликану вищезазначеними факторами є так званий геометричний фактор погіршення точності. Геометричний фактор стандартно представляється у вигляді деякого коефіцієнту, який залежить від азимутів і кутів піднесення кожного навігаційного супутника, що знаходиться над горизонтом РО. Для визначення координат і складових швидкості об'єкта в СНС використовуються виміри псевдодальностей і радіальної псевдошвидкості. Випадкова некорельована частина похибки вимірювання псевдодальності називається еквівалентною похибкою дальності ЕПД (в зарубіжній літературі застосовується термін UERE -User Equivalent Range Error) [8, 10], а випадкова некорельована частина похибки вимірювання швидкості – еквівалентною похибкою швидкості ЕПШ (даному терміну відповідає англійське UERRE - User Equivalent Range Rate Error).

Як вже зазначалось, для визначення трьох просторових координат потрібно використовувати чотири незалежні виміри псевдодальностей до чотирьох супутників, що утворюють з РО деяку геометричну конфігурацію. Найпростішим і найзагальнішим підходом до оцінки точності визначення координат і системного часу є множення ЕПД на геометричний фактор

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

зниження точності Γ (в англійському варіанті DOP – delution of precision), що відображує взаємну геометрію чотирьох супутників і споживача. Аналогічно похибка визначення швидкості споживача і швидкості дрейфу годинників його оцінюється множенням ЕПШ на Γ .

Добуток цього коефіцієнту Γ на значення похибки навігаційних визначень (σ_u) (СКВ) дає значення результуючої похибки місцевизначення РО за сигналами СНС [10,11].

$$\sigma_q = \Gamma \cdot \sigma_u \Rightarrow \Gamma = \sigma_u^{-1} \sqrt{Sp(K_q)} \quad (2.1)$$

Важливо відмітити, що вирішення навігаційної задачі фактично неможливе, коли осі векторів “споживач-супутник” знаходяться в одній площині (рис.2.9). Γ при цьому нескінченно зростає. Навпаки ж значення Γ набагато менше і відповідно менша похибка місцевизначення, коли навігаційні супутники, що використовуються для вирішення навігаційної задачі, розподілені по небу.

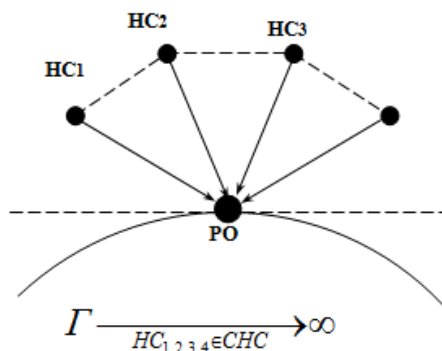


Рис.2.9

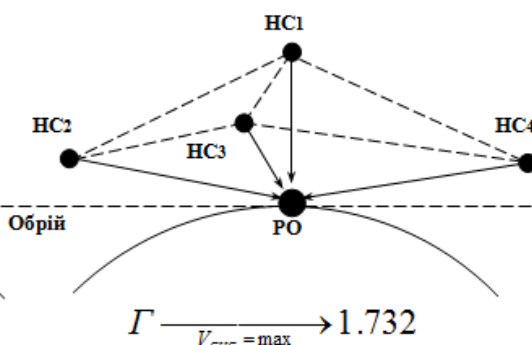


Рис.2.10

Якщо розглядати випадок, коли навігаційні визначення здійснюються за 4-ма супутниками і осі векторів “споживач-супутник” утворюють тетраедр, тоді об’єм цієї геометричної фігури обернено пропорційно пов’язаний з величиною Γ . Тобто чим більший об’єм тетраедра, тим менше значення Γ і навпаки. Тетраедр найбільшого об’єму практично можливий у випадку, коли один із

супутників знаходиться у зеніті над споживачем, а решта три розташовані з рівними кутовими відстанями (по 120 градусів) і якомога ближче до горизонту (рис.2.9). При такій геометрії коефіцієнт Γ досягає свого мінімального значення 1,732.

Геометричний фактор завжди є невід’ємною складовою похибок навігаційних визначень, одержаних за будь-якою РНС. Зниження його впливу на результуючу точність навігаційних визначень можливе лише за наявності інформаційної надлишковості, коли існує можливість вибору оптимальних груп НШСЗ (наприклад при одночасній роботі за декількома сузір’ями супутників різних систем). У цьому випадку геометричний фактор береться в якості критерію вибору оптимальних груп НС і потребує мінімізації. Проте на практиці не завжди вдається забезпечити навігаційні визначення з мінімальним геометричним фактором. Специфіка роботи наземного транспорту, зокрема автомобільного, характеризується частим перебуванням його навігаційної апаратури у складних для поширення радіохвиль умовах, які призводять до появи ненормованих похибок навігаційних визначень.

2.10. Режим диференціальної корекції координат

Диференціальна корекція координат - це метод, який значно покращує точність визначених за допомогою СНС GPS координат об’єктів [3,8]. Для реалізації диференційного режиму використовується приймач GPS, розташований в точці з відомими координатами (Differential Base Station), та інші пересувні GPS приймачі, що знаходяться поблизу базової станції (до 500 км) і визначають свої координати за тими ж самими навігаційними супутниками, що і базова станція (БС). Існує ряд ознак, за якими можна класифікувати диференційний режим:

- 1) Тип основних вимірів – фаза коду або фаза несучої частоти сигналу;
- 2) Тип корекції – корекція псевдодальності і псевдошвидкості або параметрів (координат, швидкостей і прискорень), що розраховуються на їх основі;

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

- 3) Місце проведення процедури корекції – у споживача (на борту АТЗ) або у деякому центрі;
- 4) Засоби передачі корегуючою інформації – неземні або супутникові системи радіозв'язку, канали Інтернет тощо.

Згідно першої ознаки диференційна корекція може здійснюватися за результатами вимірів коду і фази несучої. Перший варіант стандартно підтримується багатьма сучасними приймачами GPS і не потребує додаткових апаратних елементів, що підвищують їх вартість.

Другий спосіб, детально описаний у [3,8], потребує безперервного (без зривів) стеження за фазою несучої та відсутності пропусків фазових циклів. Реалізація диференціальної корекції за фазою несучої потребує дорогої навігаційної апаратури (класу RTK), яка має обмежену область застосування (геодезія і геологія). Застосування такої апаратури на наземному транспорті у більшості випадків є недоцільним.

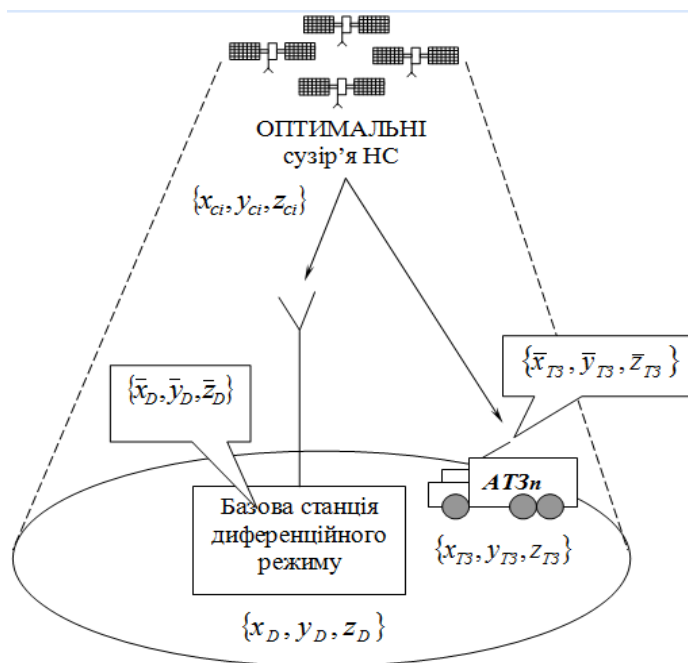


Рис.2.11. Диференційний режим роботи ГНСС.

Отже існує необхідність розробки більш простих та економічно прийнятних рішень для використання в рамках систем класу AVL. Найбільше розповсюдження на практиці одержав метод диференційної корекції координат,

розрахованих за кодовими вимірами. Співставляючи власні координати $\{\bar{x}_D, \bar{y}_D, \bar{z}_D\}$, виміряні за сигналами НШСЗ, з апріорно відомими координатами фазового центру антени $\{x_D, y_D, z_D\}$ базова станція розраховує відповідні похибки власного місцевизначення $\{\Delta d_x, \Delta d_y, \Delta d_z\}$:

$$\{\Delta d_x, \Delta d_y, \Delta d_z\} = \{\bar{x}_D, \bar{y}_D, \bar{z}_D\} - \{x_D, y_D, z_D\} \quad (2.2)$$

Відомо, що величина цих похибок місцезнаходження є приблизно однаковою для усіх споживачів ГНСС, які знаходяться поблизу базової станції і визначають свої координати за одними й тими ж оптимальними сузір'ями навігаційних супутників з координатами $\{x_{ci}, y_{ci}, z_{ci}\}$. Тому ці похибки можуть використовуватись в якості виправлень для уточнення координат рухомих об'єктів $\{\bar{x}_{T3}, \bar{y}_{T3}, \bar{z}_{T3}\}$, визначених їх бортовою навігаційною апаратурою у номінальному режимі:

$$\{x_{T3}, y_{T3}, z_{T3}\} = \{\bar{x}_{T3}, \bar{y}_{T3}, \bar{z}_{T3}\} + \{\Delta d_x, \Delta d_y, \Delta d_z\}, \quad (2.3)$$

Метод введення виправлень у координати є порівняно простим, але має істотні недоліки – обмеження дальності дії та застосування однакових (визначених за власним оптимальним сузір'ям) виправлень до координат усіх РО, що знаходяться в зоні дії БС. Дійсно, апаратура РО використовує для розрахунку власних координат навігаційні супутники, що утворюють оптимальні (за геометричним фактором і рівнем сигналу) сузір'я, а тому і БС повинна використовувати ті ж самі сузір'я. Насправді ж для розрахунку виправлень БС використовує власні оптимальні сузір'я НС, які не завжди співпадають з робочими сузір'ями РО. В результаті чого застосування виправлень до координат РО, що знаходяться на різному віддаленні від БС, може призвести до суттєвого зниження ефективності диференціальної корекції. По мірі віддалення РО від БС точність визначення координат РО буде ще більше погіршуватись. Цей недолік можна зменшити якщо проводити

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
						64
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

централізовану обробку інформації за наявності не просто координат РО, а відстаней до навігаційних супутників і відповідних виправлень до них, що передаються з БС. Це дозволяє апаратурі РО обирати ті сузір'я навігаційних супутників, які є оптимальними для визначення координат конкретного об'єкту.

2.11. Застосування методу відносно-диференційних визначень координат рухомих об'єктів в AVL системах

Як вже зазначалось на сьогоднішній день найбільш ефективним методом підвищення точності навігаційних визначень є застосування разом з навігаційними супутниками наземних базових станцій диференційного режиму, що виробляють виправлення до координат рухомих об'єктів. Проте, суттєвим недоліком диференційного режиму корекції координат або псевдодальностей, що обумовлює його обмежене застосування в AVL системах, є необхідність використання дорогої навігаційної апаратури з точною геодезичною прив'язкою на місцевості і додаткових телекомунікаційних каналів для передачі корегуючих повідомлень. На даний момент в Україні поки що не створено повноцінної мережі БС диференціального режиму, хоча роботи у цьому напрямку ведуться.

У зв'язку з вищенаведеним, пропонується застосувати в AVL системах більш просте і порівняно недороге рішення, що базується на алгоритмічній реалізації методу відносно-диференційних визначень навігаційних параметрів АТЗ [14, 15], що використовує різницеві виміри псевдодальностей до навігаційних супутників. На відміну від стандартного диференційного режиму, згідно якого координати АТЗ корегуються за допомогою виправлень, вироблених БС, відносно-диференційний метод використовує властивість відносних різницевих вимірів навігаційних параметрів. При цьому усі АТЗ повинні знаходитись у межах робочої зони БС (ДЦ) і використовувати для навігаційних визначень однакові оптимальні сузір'я НШСЗ (рис.2.11).

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

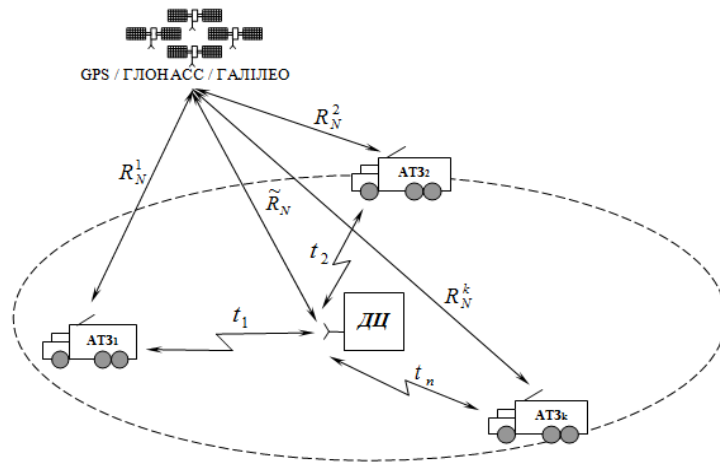


Рис. 2.11. Схема організації збору первинної навігаційної інформації у диспетчерському центрі.

Практичне застосування цього методу передбачає наявності на борту АТЗ і в диспетчерському центрі однакового відносно недорогого навігаційного обладнання у складі: приймачів сигналів ГНСС і пристроїв зв'язку.

Процес обробки навігаційної інформації розподілений на три етапи і починається, як і у номінальному режимі, з вимірювання апаратурою АТЗ часової затримки проходження сигналу від кожного з N видимих НШСЗ до k АТЗ та розрахунку відповідних псевдодальностей (відстаней „приймач АТЗ-НС”) R_N^k :

$$R_N^k = \Delta \tau_N^k c, \quad (2.4)$$

де $\Delta \tau_N^k$ - часова затримка поширення сигналу від N -го НШСЗ до k -го АТЗ, c - швидкість поширення радіохвиль у просторі.

Навігаційна апаратура ДЦ закріплюється на місцевості з високою точністю і проводить розрахунок псевдодальностей до кожного навігаційного супутника \tilde{R}_N (рис. 2. 11).

На основі відомих координат апаратури ДЦ і розрахованих псевдодальностей визначаються азимуту і кути місця кожного НС відносно ДЦ. Розраховані на борту АТЗ псевдодальності синхронно передаються каналами

					РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

зв'язку у ДЦ для проведення комплексної (вторинної, третинної) обробки та визначення координат АТЗ. При цьому суттєвою перевагою такого варіанту порівняно зі стандартним рішенням (коли у ДЦ передаються готові координати АТЗ) є те, що під час передачі каналами зв'язку навігаційна інформація перебуває у непридатному для використання третьою стороною вигляді, що сприяє загальному покращенню її захисту. До того ж перенесення подальшої (вторинної, третинної) обробки навігаційної інформації у ДЦ дозволяє суттєво спростити бортову навігаційну апаратуру АТЗ і знизити вартість апаратно-програмного комплексу АСМДУ НТ.

Розраховані набори псевдодальностей R_N^k збираються у ДЦ для проведення вторинної обробки, що передбачає спочатку розрахунок різниць (приростів) псевдодальностей $\Delta\tilde{R}_N^k$, які були визначені на борту АТЗ і апаратурою ДЦ, за формулою:

$$\Delta\tilde{R}_N^k = \tilde{R}_N - R_N^k, \quad (2.5)$$

де \tilde{R}_N, R_N^k - відповідно псевдодальності між парами “ДЦ – N-й супутник” і “k-й АТЗ – N-й супутник”.

Таким чином, диференційний ефект отримується завдяки компенсації сильнокорельованих складових похибок при вимірюванні приростів псевдодальностей між парами “k-й АТЗ – N-й супутник” і “ДЦ – N-й супутник”. Визначення приростів псевдодальностей здійснюється з високою точністю (залишкова похибка складає декілька дм).

Отримані таким способом прирости псевдодальностей $\Delta\tilde{R}_N^k$ через матрицю G направляючих косинусів азимутів і кутів місця зв'язуються з приростом координат ΔQ^k кожного АТЗ відносно ДЦ.

$$\Delta Q^k = (G^T G)^{-1} G^T \Delta\tilde{R}_N^k, \quad (2.6)$$

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
						67
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{де } G = \begin{pmatrix} \cos \vartheta_1 \cos A_1 & \cos \vartheta_1 \sin A_1 & \sin \vartheta_1 & 1 \\ \cos \vartheta_2 \cos A_2 & \cos \vartheta_2 \sin A_2 & \sin \vartheta_2 & 1 \\ \dots & \dots & \dots & 1 \\ \cos \vartheta_N \cos A_N & \cos \vartheta_N \sin A_N & \sin \vartheta_N & 1 \end{pmatrix} - \text{ матриця направляючих}$$

косинусів кутів місця ϑ і азимутів A ; у матриці направляючих косинусів елементи стовпців задають коефіцієнти по широті, довготі, висоті і часу, а кожен рядок відповідає різниці дальностей від до N-го супутника. Значення кутів місця ϑ і азимутів A можна вважати однаковими для ДЦ і АТЗ, що знаходяться поблизу.

Знаючи точні координати ДЦ \tilde{Q} (можуть визначаються шляхом геодезичної прив'язки або усереднення великої вибірки навігаційних вимірів) і розрахувавши за (2.6) ΔQ^k , можна з високою точністю визначити координати АТЗ, що знаходяться в робочій зоні опорної станції ДЦ:

$$\tilde{Q}_j^k = \tilde{Q} + \Delta Q^k \quad (2.7)$$

У першому наближенні точність запропонованого методу відповідає диференційному режиму корекції координат, тобто залишкові похибки місцевизначення складають 1-5 м. Проте ефективність обох методик (звичайної і відносної) значно зменшується при зростанні відстані між АТЗ і ДЦ. Як показали дослідження гранична відстань між АТЗ і ДЦ, при якій доцільно застосовувати локальний диференційний режим (використовується один стаціонарний приймач СНС з відомими координатами), складає приблизно 500 км., що в принципі достатньо для моніторингу міських, приміських і навіть міжміських перевезень.

Загалом точність як стандартного так і відносного диференційних режимів може бути оцінено лінійною залежністю [8,11] середньоквадратичного сферичного відхилення похибки місцевизначення (p) від відстані L і затримки надходження виправлень t (або первинної навігаційної інформації) у центр обробки (рис.2.11):

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
						68
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\rho(t, L) = \rho_0 + a\Delta t + bL \quad (2.8)$$

де $\rho_0 = 2,28$ м, $a = 1,32 * E - 3$ м/с, $b = 0,000438$ м/км.

Обробка експериментальних даних показала, що погрішності (СКВ) лінійної апроксимації похибок за допомогою (2.8) при оцінці компенсацій псевдодальностей можуть характеризуватися залежністю:

$$\sigma_{ann} = \sigma_0 (1 - e^{-t/T - L/L_c}), \quad (2.9)$$

де $\sigma_0 = 3,66$ м, $T = 3847$ с, $L_c = 122,84$ км.

З урахуванням (2.8) і (2.9) середньоквадратичне сферичне відхилення при відносному місцевизначенні одного з пари об'єктів може бути визначено наступним співвідношенням:

$$\rho_{21} = \left[\rho_{01}^2 + \rho_{02}^2 + (\rho_0 + at + bL)^2 + K_{GP}^2 \sigma_{ann}^2 \right]^{1/2}, \quad (2.10)$$

де K_{GP} - геометричний фактор для точності визначення просторових координат (PDOP), а $\rho_{01}, \rho_{02}, \rho_0, a, b, L, t, \sigma_{ann}$ були визначені вище.

У випадку застосування відносно-диференційного методу коефіцієнт b буде мати більше значення (приблизно на 15-20%), що пов'язано з появою додаткових похибок через неточність вимірів апаратурою АТЗ і ДЦ азимутів та кутів місця навігаційних супутників у матриці косинусів, які приймаються однаковими незалежно від відстані між ними.

Значною перевагою запропонованого відносно-диференційного режиму є використання однакової навігаційної апаратури побутового класу у ДЦ та на всіх АТЗ, що є необхідною умовою ефективної компенсації сильнокорельованих погрішностей при роботі з однаковими сузір'ями

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
						69
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

навігаційних супутників. Завдяки цьому запропонована методика може бути легко реалізована на базі будь-якого апаратно-програмного комплексу AVL системи. Проте запропонований відносно-диференційний метод, як і стандартна диференційна корекція координат, включає лише детерміновані процедури обробки, які не дозволяють зменшити несистематичні (слабокорельовані) складові похибок навігаційних визначень, що викликані впливом випадкових експлуатаційних факторів. Тому для підвищення результативності відносно-диференційного методу доцільно використовувати усю корисну інформаційну надлишковість навігаційної системи. Це означає, що в обробку повинна залучатись якомога більша кількість навігаційних вимірів, одержаних від множини навігаційних підсистем, зокрема одразу декількох елементарних сузір'їв НШСЗ систем GPS, ГЛОНАСС (у перспективі ГАЛІЛЕО), наземних систем „Чайка” і „Лоран С”.

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

ВИСНОВКИ

1. Термін «Телематика» - це похідне від слів «телекомунікації» та «інформатика». Відповідно, поняття «транспортна телематика» охоплює область використання можливостей телекомунікаційних технологій та інформатики при вирішенні технологічних завдань на транспорті.

2. В роботі були висвітлені основні компоненти інтелектуальних транспортних систем, основні напрямки розвитку та використання транспортно-телематичних систем на пасажирському транспорті

3. У процесі виконання роботи було проведено аналіз застосування навігаційних технологій у сучасних AVL системах та розглянуті сучасні розробки таких систем з метою оцінки їх функціональних можливостей, переваг і недоліків. Також був проведений аналіз існуючих технологій місцевизначення рухомих об'єктів, зокрема з використанням супутникових навігаційних систем (СНС), описані фактори, що впливають на точність місцевизначення об'єктів, і наведені рекомендації щодо реалізації в AVL системах відносно-диференційного методу для забезпечення достатньо високої точності визначення координат об'єктів у складних експлуатаційних умовах.

4. Наведено переваги та недоліки основних елементів навігаційних систем диспетчерського управління пасажирським транспортом. Набули подальшого розвитку системи бортового навігаційного устаткування пасажирського транспортного засобу.

На сьогоднішній день однією з найбільш дієвих автоматизованих систем аналізу пасажиропотоків, що дозволяє в максимально автоматизованому вигляді проводити комплексний аналіз пасажиропотоків із застосуванням найефективніших методик, що розробляються в нашій країні протягом останніх десятиліть, в тому числі і тих, які застосовувалися для аналізу даних ручних методів обстежень, є автоматизована система моніторингу пасажиропотоків - АСМ-ПП. Система впроваджена і ефективно використовується в Києві і в ряді інших міст України.

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пржибыл П., Свитек М. Телематика на транспорте. ВЕН, Прага-Москва, 2004. – 534 с.
2. Баранов Г.Л. Диспетчерські системи класу AVL по управлінню перевезеннями із застосуванням супутникових технологій // Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів. Застосування супутникових технологій у транспортній галузі. – К.: НТУ, ТАУ. – 2002. – С.18 – 23.
3. Беляєвський Л.С., Топольськов Є.О., Сердюк А.А. та інш. Глобальні супутникові системи навігації та зв'язку на транспорті. Навчальний посібник для ВУЗів транспортного профілю. – К.: В-во «ДажБог», 2009. – Іл., табл., бібліогр. – 216 с.
4. Беляєвський Л.С., Новиков Б.С, Олянюк П.В. Основы радионавигации. — М.: Транспорт; 1997. — 316 с.
5. Навігація. Основи визначення місцеположення та скеровування / Б. Гофманн-Велленгоф, К. Легат, М.Візер; Пер. з англ. за ред. Я.С. Яцківа. – Львів: Львівський національний університет імені Івана Франка, 2006. – 443с.
6. Баранов Г.Л., Кошовий А.А. и др. Радіонавігаційний план України: Київ, ЦНДІНУ, 2002., 78 с.
7. Системи супутникові радіонавігаційні мережні. Терміни та визначення. Державний стандарт України. ДСТУ 2599-94. — Київ, 1994. — 31с.
8. Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации. — М.: ЭКО-Трендз, 2000. — 267 с.
9. Котяшкин С. И. Определение ионосферной задержки сигналов в одночастотной аппаратуре потребителей спутниковой системы навигации NAVSTAR // Зарубежная радиоэлектроника—1989.—№ 5.—С. 85—95.
10. Беляєвський Л.С., Левковець П.Р., Топольськов Є.О. Аналіз точносних характеристик супутникових систем диспетчерського контролю і управління автотранспортом// – К.: НТУ, ТАУ. – 2003, вип.17, – с.7-12.

					РКБ.ОПАТ-19д.324.ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72