



НАУКА ТА ІННОВАЦІЇ

НАУКОВО - ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

Виходить 6 разів за рік
Журнал засновано в березні 2005 р.

Том 3

№ 1

2007

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

Б. Патон Національна академія наук України

ЗАСТУПНИК ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА

Я. Яцків Національна академія наук України

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ

П. Андон Інститут програмних систем НАНУ

С. Андронаті Фізико-хімічний інститут
ім. О. В. Богатського НАНУ

В. Бабак Національний авіаційний університет

Ю. Глеба Інститут клітинної біології та генетичної
інженерії НАНУ

В. Гончарук Інститут колоїдної хімії та хімії води
ім. А. В. Думанського НАНУ

Б. Гриньов Інститут скінтіляційних матеріалів

А. Гуржій Міністерство освіти і науки України

М. Згуровський Національний технічний університет
України (КПІ)

О. Івасишин Інститут металофізики

В. Івченко Державне агентство України
з інвестицій та інновацій

С. Конохов ДКБ "Південне" ім. М. К. Янгеля

В. Кухар Інститут біоорганічної хімії
та нафтохімії НАНУ

О. Лапко ДП "Наука Нафтогаз"

Д. Мельничук Національний аграрний університет

М. Новіков Інститут надтвердих матеріалів
ім. В. М. Бакуля НАНУ

О. Ноговіцин Мінпромполітики України

В. Панасюк Фізико-механічний інститут
ім. Г. В. Карпенка НАНУ

В. Пархоменко Український інститут науково-технічної
та економічної інформації

Ю. Пахомов Інститут світової економіки
і міжнародних відносин НАНУ

С. Рябченко Інститут фізики НАНУ

Б. Стогній Інститут електродинаміки НАНУ

І. Чекман Національний медичний університет
ім. О. О. Богомольця України

В. Яковенко Інститут радіофізики і електроніки
ім. О. Я. Усикова НАНУ

З М І С Т

ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯ, ЗВ'ЯЗОК І НАВІГАЦІЯ

- 4 Корнієнко В. В., Бондаренко М. Ф., Гандабура В. Т., Яцків Я. С.** Створення державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження) України – виклик XXI століття.
- 35 Дохов О. І., Шокало В. М., Лук'янов О. М., Жаліло О. О., Шелковенков Д. О.** Про створення системи моніторингу навігаційних характеристик GPS/EGNOS на території України.
- 43 Карпінський Ю. О., Лященко А. А., Дроздівський О. П.** Геоінформаційне забезпечення навігації наземного транспорту.
- 58 Скорик Е. Т.** Системные требования к спутниковому навигационному и связанному обеспечению автотранспортного движения.
- 67 Скорик Є. Т., Кондратюк В. М.** Застосування супутникових технологій навігації та зв'язку у автотранспортній галузі.
- 84 Баранов Г. Л.** Інформаційно-навігаційні диспетчерські системи класу AVL для управління автоперевезеннями, що використовують супутникові технології.

ЗАСНОВНИК –
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
вул. Володимирська, 54, 01601, Київ 30.

ВИДАВЕЦЬ –
ВИДАВНИЧИЙ ДІМ “АКАДЕМПЕРІОДИКА”
вул. Терещенківська, 4, Київ, 01004.

Свідоцтво про державну реєстрацію
друкованого засобу масової інформації –
серія KB 9759 від 13.04.05

Передплатний індекс:
для індивідуальних передплатників – **91942**,
для організацій і підприємств – **91943**
ISSN 1815-2066

ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР РЕДАКЦІЇ
Т. Яцків

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ
Президія НАН України,
кімн. 141, вул. Володимирська, 54,
01601, Київ 30, Україна

E-mail: tmy@voliacable.com
Сайт: <http://www.nas.gov.ua/scinn>
Тел.: 8 (044) 239 65 67

Матеріали друкуються мовою оригіналу.
Редакція може друкувати статті, не поділяючи
точки зору авторів.

Для перевидання матеріалів, надрукованих
в журналі, необхідно отримати дозвіл Редакції.
Посилання на журнал "Наука та інновації"
обов'язкові.

Оригінал-макет виготовлено в редакції журналу.

Підписано до друку 28.08.06. Формат 84x108/16.
Папір офсетний № 1. Друк офсетний. Гарнітура
Петербург, Прагматика. Ум. друк. арк. 13,86.
Обл.-вид. арк. 12,56. Тираж 478 прим. Зам. 1370.

Друкарня Видавничого дому “Академперіодика”
вул. Терещенківська, 4, Київ, 01004.

**90 Скорик Є. Т., Пасичник Л. П., Кондра-
тюк В. М.** Супутникові технології радіо-
навігації та радіозв'язку в залізничній га-
лузі.

ІНФОРМАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

107 Наші автори.

108 Показчик матеріалів, надрукованих в жур-
налі "НАУКА ТА ІННОВАЦІЇ" за 2006 рік
(Том 2).

ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯ, ЗВ'ЯЗОК І НАВІГАЦІЯ



В. В. Корнієнко¹, М. Ф. Бондаренко², В. Т. Гандабура¹, Я. С. Яцків³

¹Міністерство транспорту та зв'язку України, Київ

²Харківський Національний університет радіоелектроніки Міністерства освіти і науки України, Харків

³Головна астрономічна обсерваторія НАН України, Київ

СТВОРЕННЯ ДЕРЖАВНОЇ ІНТЕГРОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УПРАВЛІННЯ РУХОМИМИ ОБ'ЄКТАМИ (ЗВ'ЯЗОК, НАВІГАЦІЯ, СПОСТЕРЕЖЕННЯ) УКРАЇНИ – ВИКЛИК ХХІ СТОЛІТТЯ

Анотація: Розглядаються проблеми інформаційного забезпечення управління рухомими об'єктами, структура Комплексної програми створення Державної інтегрованої інформаційної системи та основні напрями її реалізації, проблеми та шляхи вирішення навігаційного забезпечення транспорту.

Ключові слова: ДПС, управління рухомими об'єктами, радіолокація, супутникова навігація, моніторинг, GPS/EGNOS, ГЛОНАСС, GALILEO, зв'язок.

1. ВСТУП

В умовах глобалізації значно зростає роль транспортної інфраструктури у забезпеченні розвитку торгово-економічних відносин між країнами, їх культурних та спортивних зв'язків, а також міжнародних транзитних перевезень. Так, обсяг міжнародних перевезень по зовнішньоторговельному показнику за останні 25 років подвоївся і досяг 50 % сукупного вантажообігу (ввіз, вивіз і транзит) практично у кожній країні з розвинутою ринковою економікою.

Виходячи з тих економічних вигод, що дає обслуговування міжнародного транзиту, ба-

гато країн змагаються за те, щоб міжнародні транспортні коридори (МТК) проходили по їх територіях, виконують заходи по створенню відповідної інфраструктури та дотримуються єдиних міжнародних стандартів при усіх видах обслуговування МТК. При цьому слід ураховувати, що транзит як вид експорту транспортних послуг є одним з найбільш ефективних, а інвестиції у цю сферу транспортної діяльності дають швидку віддачу за тих обставин, якщо держава забезпечить сприятливі умови для транзитних перевезень в нормативно-правовому, організаційному та техніко-інформаційному відношенні.

Географічне положення України на основних транспортних магістралях між Європою і Азією, наявність розгалуженої системи залізничних, автомобільних, річкових і авіаційних шляхів та незамерзаючих морських портів Чорноморсько-Азовського басейну створюють вигідні передумови для участі України в світовій транспортній кооперації та перетворення її у велику транзитну державу світу. Як відмічається у "Комплексній програмі утвердження України як транзитної держави у 2002–2010 роках", у зв'язку з майбутнім приєднанням України до Світової Організації Торгівлі забезпечення вільного транзиту вантажів сприятиме підвищенню ефективності зовнішньої торгівлі, рівноправному входженню України до системи міжнародного поділу праці, створенню стабільного джерела валютних надходжень до бюджету. На сучасному етапі збільшення обсягів міжнародного транзиту територією України може стати важливим фактором стабілізації та структурної перебудови її економіки.

Участь України в міжнародних інтеграційних процесах у сфері транспортних перевезень безальтернативна, але вона повинна супроводжуватися створенням сучасної інфраструктури, сумісної з інфраструктурою країн, з якими Україна взаємодіє, з одночасним забезпеченням захисту національних інтересів шляхом надійного контролю повітряного, водного (надводного, підводного), сухопутного просторів, морської економічної зони; спостереженням за рухом транспортних та інших рухомих засобів; забезпеченням безпеки руху (особливо усунення загроз терористичних актів з використанням транспортних засобів) та ефективного управління рухомими об'єктами усіх видів.

Вирішення цих задач неможливе без ефективних систем інформаційного забезпечення, які інтегрують процеси спостереження, навігації, зв'язку в інтересах управління рухомими об'єктами як в цивільній, так і в оборон-

ній сферах діяльності держави. У розвинених країнах світу інформаційні технології на транспорті в сукупності з системами навігації і спостереження дають можливість відслідковувати й аналізувати транспортні потоки на автодорогах та внутрішніх водних шляхах, рухомий склад на залізницях; проводити накопичення й аналіз отриманої інформації в інтелектуальних транспортних мережах; використовувати оброблену інформацію для прийняття управлінських рішень і функціонування транспортно-логістичних центрів. У країнах ЄС та в Сполучених Штатах Америки нікого вже не цікавить організація простих каналів зв'язку з транспортними засобами: мова сьогодні йде про розвиток могутніх інтелектуальних систем і комплексів, основаних на інтегруванні систем навігації, зв'язку та нагляду у сукупності з інформаційними технологіями, що націлені на безумовне виконання базових вимог, таких, як забезпечення безпеки і виконання графіку руху транспортних та інших засобів. У цьому аспекті дуже важливою є координація дій у галузі управління рухомими об'єктами між цивільними установами та військовими уповноваженими органами. Особливо це стосується управління повітряним рухом, що відзначається у рекомендаціях одинадцятої аеронавігаційної конференції ІКАО, яка відбулася у 2003 р. у Монреалі, зокрема у докладі комітету А щодо "представлення та оцінки глобальної експлуатаційної концепції організації повітряного руху".

Рівень сучасних технологій в галузі навігації, зв'язку та нагляду, колосальний прогрес в інформатизації дають можливість створювати інтегровані системи, в однакової мірі застосовні в системах управління усіма видами рухомих об'єктів як у цивільній, так і у військовій сферах. Зокрема, в більшості країн НАТО, у тому числі США, Франції, Польщі та ін., ефективно функціонують об'єднані цивільно-військові системи управління повітряним рухом.

Інтелектуальні транспортні системи розробляються також у рамках таких Європейських проектів, як ARTS (Advanced Road Telematics in the Southwest), CENTRICO (Central European Region Transport Telematics Implementation), CORVETTE (Coordination and Validation of the Deployment of Advanced Transport Telematics in the Alpine Area), SERTI (Southern European Road Telematics Implementation), TEN-T (Trans European Network for Transport), ACTIF (Framework Architecture for Intelligent Transport in France), MARTA (Motorway Applications for Road Traffic Advisor) та ін.

Сьогодні в транспортній галузі України розвивається ряд галузевих інформаційних систем і мереж зв'язку, що працюють автономно і не взаємопов'язані одна з однією. В автономному режимі працюють інформаційні й інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті, паралельно йде робота зі створення корпоративної інформаційної системи Укравтодору, свої системи розвивають Украерорух, Укрморрічфлот, реалізуються нові технології на міському пасажирському транспорті. При цьому у випадку виникнення надзвичайних, аварійних або просто нестандартних ситуацій проведення оперативної скоординованої роботи є складною справою, а у багатьох випадках – і зовсім неможливою. Наслідками такої інформаційної роз'єднаності є і періодичні затори на підходах до портів, і автомобільні затори, і проблемність побудови складних транспортно-логістичних схем, і відсутність єдиного провізного документа на всьому шляху проходження вантажів. Також пасажирів не можуть сьогодні купити наскрізний, стикований за часом квиток на літак, на потяг, на автобус.

Задачі вдосконалення відомчих інформаційних систем, їх міжвідомчої організаційної та інформаційної інтеграції на найближчу перспективу визначаються державними і відомчими програмами і планами, такими, як

"Комплексна програма утвердження України як транзитної держави у 2002–2010 рр.", "Державна програма вдосконалення функціонування державної системи забезпечення безпеки судноплавства на 2002–2006 рр.", "Постанова Кабінету Міністрів України № 1281 від 19.07.1999 "Про створення об'єднаної цивільно-військової системи організації повітряного руху України"", "Програма розвитку національної мережі міжнародних транспортних коридорів в Україні на 2006–2010 рр.", "Національна програма інформатизації", "Загальнодержавна (Національна) космічна програма України" тощо.

Вказані програми реалізуються відповідними міністерствами. Проте відсутність узгоджених підходів у вирішенні споріднених завдань, обмеженість або відсутність інформаційної взаємодії, інтеграції на організаційному та інформаційному рівнях призводять до дублювання робіт і нераціонального використання засобів. У той же час велика кількість актуальних питань залишається поза увагою окремих відомчих програм.

Більшість загальних проблем полягає у тому, що:

- має місце низький рівень інформаційного забезпечення процесів контролю та управління рухомими об'єктами у галузях транспортного комплексу та їх низька економічна віддача;
- відсутні організаційні та функціональні структури, які б об'єднували інформацію про рухомі об'єкти різних відомств;
- відсутні інформаційно-телекомунікаційні системи автоматизованого збору та розподілу інформації про рухомі об'єкти;
- недосконала система інформування органів державного управління про рухомі об'єкти;
- високий рівень витрат та низька економічна віддача існуючих систем інформаційного забезпечення управління рухомими об'єктами;

- відсутній державний регламент формування і раціонального використання інформаційних ресурсів для забезпечення управління рухомими об'єктами;
- не встановлені права та обов'язки суб'єктів управління рухомими об'єктами щодо формування необхідних інформаційних потоків;
- відсутня державна система інформаційно-аналітичних логістичних центрів, що координують перевезення вантажів та пасажирів різними видами транспорту;
- не вирішені проблеми захисту інформації від несанкціонованого доступу;
- відсутні державні стандарти на цифрові та електронні карти, а також на вітчизняні геопросторові дані;
- рівень підготовки персоналу для роботи в умовах експлуатації інтегрованих інформаційних систем та застосування сучасних інформаційних технологій недостатній.

Для вирішення цих, по суті міжгалузевих, проблем необхідна інтеграція зусиль усіх відомств у межах єдиної комплексної програми, яка б сприяла створенню **державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами**.

Тому розробка та реалізація відповідно до прийнятої у 2003 р. Кабміном України концепції Комплексної програми створення і розвитку державної інтегрованої інформаційної системи (ДІС) забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження) (далі – Комплексної програми) є надзвичайно актуальною проблемою, розв'язання якої суттєво розширює можливості інформаційного середовища держави, що створюється в межах Національної програми інформатизації. На сьогодні проект Комплексної програми вже розроблений Харківським Національним університетом радіоелектроніки в кооперації з більш ніж 40 провідними науково-дослідними організаціями та вищими учбо-

вими закладами і з кінця 2005 р. знаходиться на розгляді в Кабінеті Міністрів України.

По суті ця Програма спрямована на об'єднання не пов'язаних де-юре між собою програм та заповнення лакун, що утворилися, тобто на вирішення задач, які мають загальний характер та важливі для багатьох галузей. Вона не відкидає діючі відомчі програми, а забезпечує координацію їх виконання та використання результатів у інтересах багатьох відомств, у першу чергу – Міністерства транспорту та зв'язку, Міністерства оборони, Міністерства внутрішніх справ, Міністерства економіки, Міністерства освіти і науки, Міністерства промислової політики, Національного космічного агентства України, Міністерства надзвичайних ситуацій, Служби безпеки України, Прикордонної служби тощо.

Створення у ході реалізації Комплексної програми ДІС спрямоване на досягнення таких цілей:

- підвищення рівня державної безпеки; захисту суверенітету держави та її економічних інтересів; запобігання тероризму;
- своєчасне забезпечення органів державної влади і суб'єктів господарювання повною і достовірною інформацією, необхідною для управління рухомими об'єктами, у тому числі в кризових ситуаціях;
- приведення рівня інформаційного забезпечення процесів контролю і управління рухомими об'єктами у відповідність з сучасними світовими вимогами до безпеки транспортного обслуговування;
- підвищення ефективності транспортної системи України; забезпечення функціонування національних ділянок міжнародних транспортних коридорів; дотримання міжнародних стандартів в частині технічного забезпечення транзитних перевезень; забезпечення перевізникам можливості використовувати уніфіковане навігаційно-телекомунікаційне обладнання на усьому протязі МТК.

2. СТРУКТУРА ТА ОСНОВНІ ЗАХОДИ ПРОГРАМИ ПО СТВОРЕННЮ ДЕРЖАВНОЇ ІНТЕГРОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УПРАВЛІННЯ РУХОМИМИ ОБ'ЄКТАМИ

2.1. Проект Комплексної програми містить три основні розділи (зв'язок, навігація і спостереження), які втілюють основні цільові задачі ДІС по забезпеченню управління рухомими об'єктами. Однак забезпечення міжвідомчої інтеграції з метою контролю та управління рухомими об'єктами, а також необхідність підготовки кадрів для експлуатації системи робить необхідним вирішення ряду організаційних питань. Тому Програма виконується по п'яти основних напрямках:

- 1) **інформаційне забезпечення** – створення і розвиток організаційно-функціональної та інформаційної структури державної інтегрованої інформаційної системи;
- 2) **зв'язок** – удосконалення та розвиток засобів зв'язку і створення системи зв'язку для забезпечення задач управління рухомими об'єктами;
- 3) **спостереження** – створення та розвиток інтегрованої радіолокаційної системи контролю повітряного простору України, створення та розвиток єдиної системи контролю за обстановкою в Азово-Чорноморському басейні, забезпечення функцій згідно з



Рис. 1. Співвідношення обсягів робіт у рамках Комплексної програми за напрямками

- вимогами Генерального штабу Збройних Сил України до умов особливого періоду;
- 4) **навігація** – створення та розвиток інтегрованих систем та засобів навігації, координатно-часова підтримка транспортних засобів та відповідної інфраструктури;
 - 5) **освіта** – розроблення стандартів освіти і системи підготовки та перепідготовки наукових кадрів і фахівців в інтересах розроблення та забезпечення експлуатації систем та засобів ДІС.

Орієнтовне співвідношення обсягів робіт у межах Комплексної програми за напрямками наведено на рис. 1.

2.2. У рамках виконання робіт по створенню **організаційно-інформаційної та інформаційної структури** ДІС передбачається виконання ряду науково-дослідних (НДР) і проектно-конструкторських (ПКР) робіт, призначених для створення нормативно-правової та організаційної бази функціонування ДІС. Зокрема, планується виконання таких робіт:

- розробка і розвиток нормативно-правової бази створення та функціонування ДІС;
- створення організаційно-функціональної структури ДІС;
- створення інформаційно-логічної структури обміну директивними (обов'язковими) потоками інформації в ДІС;
- аналіз необхідності та обґрунтування створення Головного інформаційного центру ДІС і системи регіональних (міжвідомчих) інформаційно-аналітичних центрів користувачів ДІС;
- розробка і впровадження в ДІС єдиної інформаційної технології збору, об'єднання та представлення даних про рухомі об'єкти від різних джерел спостереження та навігації;
- розробка і впровадження в ДІС єдиного стандарту протоколів та форматів обміну даними про рухомі об'єкти, єдиної систе-

ми класифікації, індексації та нумерації рухомих об'єктів;

- створення та впровадження в ДПС інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень щодо забезпечення управління рухомими об'єктами;
- створення єдиної інформаційно-телекомунікаційної мережі ДПС з використанням геоінформаційних технологій;
- розробка комплексної системи захисту інформаційних ресурсів ДПС;
- удосконалення існуючої нормативно-правової бази щодо контролю повітряного простору держави та функціонування цивільно-військової системи організації повітряного руху України, створення правового поля щодо побудови та функціонування інтегрованої радіолокаційної системи України (ІРЛСУ);
- визначення функцій ДПС згідно з вимогами до умов особливого періоду.

2.3. На сьогоднішній день існуюча система **зв'язку** складається із відомчих розділених систем технологічного, зонового та магістрального зв'язку, реалізованого здебільше на аналогових морально і фізично застарілих пристроях. Перехід технологічного транспортного зв'язку на цифрові технології здійснюється дуже повільно. На авіаційному транспорті модернізація зв'язку проводиться з урахуванням рекомендацій ІКАО, на морському транспорті – з урахуванням рекомендацій ІМО з орієнтацією на використання супутникового зв'язку. На автотранспорті переважно діє лише зв'язок диспетчерів автобусів. Міжвидової уніфікації радіозасобів немає. Покриття території України надійним зв'язком з рухомими об'єктами різних класів відсутнє. Радіочастотний спектр у сучасних системах транспортного зв'язку використовується недостатньо ефективно.

Внаслідок зазначених причин телекомунікаційні системи забезпечення управління

рухомими об'єктами не відповідають сучасним вимогам, що є серйозною перешкодою для розвитку транспортної галузі України в цілому та її інтеграції в європейські транспортні системи. В той же час сучасні телекомунікаційні технології дають можливість створювати якісно нову наземну мережну систему зв'язку для забезпечення ефективності управління всіма видами транспорту України. Зокрема, в якості фізичної основи наземної мережі зв'язку може бути використана інфраструктура залізничного транспорту та інші мережі загальнодержавного рівня.

З урахуванням вищесказаного у рамках робіт щодо вдосконалення та розвитку засобів зв'язку і створення системи зв'язку для забезпечення задач управління рухомими об'єктами планується виконання такого комплексу робіт:

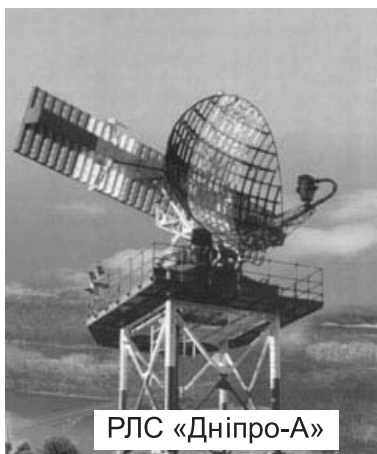
- створення організаційно-функціональної та інформаційної структури міжвідомчих інтегрованих систем зв'язку;
- розроблення уніфікованої цифрової апаратури зв'язку ДПС;
- розроблення системи оперативної оцінки електромагнітної обстановки та забезпечення електромагнітної сумісності складових ДПС;
- розроблення нових національних стандартів у сфері технологічного зв'язку в ДПС, гармонізованих з міжнародними стандартами;
- розроблення технічних засобів передачі дискретних повідомлень, захищеної від завад;
- створення спільної автоматизованої мережі обміну радіолокаційними та іншими даними в Азово-Чорноморському басейні;
- розбудова берегового фрагмента системи глобальної морської системи зв'язку в екстремальних ситуаціях та з метою забезпечення безпеки судноплавства глобальної системи на морському узбережжі України.

Частина цих робіт виконується за вже затвердженими програмами (наприклад, робота по створенню спільної автоматизованої мережі обміну радіолокаційними даними надводного спостереження в Азово-Чорноморському басейні).

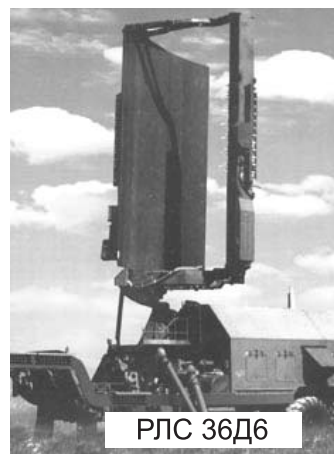
2.4. Основними засобами спостереження рухомих об'єктів є радіолокаційні (РЛ) засоби військового і цивільного призначення (рис. 2). Вони є елементами систем контролю повітряного простору та обслуговування повітряного руху. Кожна з цих систем вирішує свої задачі



РЛС «Скала»



РЛС «Дніпро-А»



РЛС 36Д6



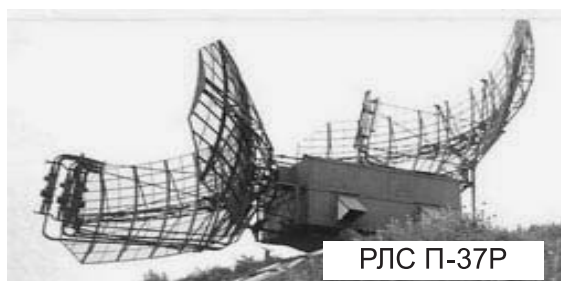
22Ж6М «Десна-М»



РЛС 55Ж6



РЛК 5Н87



РЛС П-37Р

Рис. 2. Зразки радіолокаційних засобів військового і цивільного призначення, які використовуються в Україні

роздільно, використовуючи свої власні угруповання РЛС, підсистеми збору та обробки радіолокаційної інформації.

Так, у Збройних Силах України знаходяться на озброєнні понад 800 радіолокаційних засобів. Половина з них зосереджена в радіотехнічних військах (РТВ) Повітряних Сил України, які повинні забезпечувати постійно діюче чергове радіолокаційне поле над усією територією держави. Проте, починаючи від 1991 р., радіолокаційна техніка, а також засоби автоматизованої обробки, відображення та передачі радіолокаційної інформації практично не оновлювалися. Діючі на сьогодні РЛС контролю повітряного простору морально і фізично застаріли. Понад 70 % із них відпрацювали свій ресурс. Тому, незважаючи на велику кількість, радіолокаційні пости РТВ не забезпечують суцільного радіолокаційного поля над усією територією України. Ряд важливих напрямків повітряного простору ними не контролюється.

Щодо системи управління повітряного руху, то там використовується мінімальна кількість безперервно працюючих стаціонарних трасових РЛС, які потенційно перекривають повітряний простір над територією України на середніх і великих висотах (від 3 до 20 км). Але ці РЛС також морально і фізично застаріли, потрібна їх модернізація або заміна на більш сучасні.

У відповідності з угодою між Міністерством транспорту та зв'язку і Міністерством оборони на командних пунктах протиповітряної оборони (рівень бригади і вище) встановлені термінали (резервні диспетчерські автоматизовані робочі місця), на яких відображається радіолокаційна інформація від районних диспетчерських центрів Украероруху. Це перший, обмежений, крок у напрямку міжвідомчого обміну інформацією про повітряні об'єкти. Але цього недостатньо, бо простий обмін інформацією не вирішує задачі взаємодоповнення при організації контролю повітряного простору та управління повітряним рухом.

В інтересах ефективнішого використання національних ресурсів потрібна більш висока ступінь інформаційної взаємодії на основі технічної та функціональної сумісності військових та цивільних радіолокаційних засобів та систем. Саме такою є практика побудови радіолокаційних систем спостереження повітряних об'єктів в країнах НАТО. Зразковою в багатьох відношеннях є система єдиного радіолокаційного поля США – USA JSS (*The Joint Surveillance System – Об'єднана система нагляду*), на яку варто орієнтуватися.

Згідно з європейською програмою "Регіональна повітряна ініціатива" в країнах Центральної та Східної Європи від 1998 р. розпочато розгортання мережі Національних центрів повітряного контролю, взаємосумісних як по відношенню до цивільних органів управління повітряним рухом, так і по відношенню до військових органів повітряного контролю, у тому числі на міждержавному рівні.

В Російській Федерації також прийнята концепція створення єдиної автоматизованої радіолокаційної системи, яка передбачає передачу інформації про повітряні об'єкти від будь-якого джерела, незалежно від його відомчої приналежності. Ця інформація може бути отримана всіма органами управління, в зоні відповідальності яких знаходиться дане джерело інформації.

Створення єдиної цивільно-військової системи контролю повітряного простору і організації повітряного руху, яка повинна бути взаємосумісною з аналогічними системами європейських країн, може стати об'єктивно важливим фактором та однією з умов створення єдиного інформаційного поля України та країн Євросоюзу.

За рахунок об'єднання інформації цивільної та військової систем і узгодження режиму їх функціонування може бути значно зменшена (майже в два рази) кількість радіолокаційних постів (РЛП) і РЛС огляду повітряного простору. При цьому буде досягнуто як на-

дійний контроль повітряного простору, так і необхідна якість управління повітряним рухом та безпека польотів літальних апаратів. Одночасно буде забезпечено одну з головних цілей інтеграції – мінімізацію сумарних витрат держави. Тільки за рахунок скорочення чисельності РЛП економія бюджетних коштів може становити сотні мільйонів гривень за рік.

При інтеграції систем спостереження передбачаються такі дії:

- узгодження єдиної технічної та технологічної політики щодо удосконалення та розвитку джерел інформації, засобів автоматизованого збору, обробки та передачі інформації;
- забезпечення раціонального поєднання взаємодоповнюючих методів спостереження:
 - а) незалежне спостереження за даними первинних оглядових РЛС;
 - б) залежне спостереження за даними вторинних оглядових РЛС і автоматичного позиціонування з використанням сигналів глобальної навігаційної супутникової системи;
- узгодження кількості та територіального розміщення радіолокаційних постів контролю повітряного простору;
- отримання інформації всіма зацікавленими органами управління як безпосередньо від первинних джерел (наприклад, РЛС), так і від відповідних відомчих інформаційно-аналітичних центрів (пунктів);
- узгодження режимів функціонування систем спостереження та порядку обміну даними, у тому числі в особливий період.

Для забезпечення ефективної інтеграції РЛ систем спостереження передбачається також здійснити:

- функціональну уніфікацію РЛС (РЛ-комплексів) щодо складу, якості та інших характеристик радіолокаційної інформації;
- технічну уніфікацію, яка забезпечить міні-

мальні складність, типаж і вартість, високу надійність та інформативність РЛ-техніки (всі РЛС повинні видавати інформацію згідно з узгодженими стандартами);

- організаційні заходи, які на директивному рівні визначають: хто, кому, якої якості інформацію передає.

Означені вище дії загального (організаційно-технічного) характеру супроводжуються конкретними заходами щодо посилення контролю повітряного та надводного просторів України включно з Азово-Чорноморським басейном. Зокрема, планується виконання таких робіт:

- створення постійно діючого над територією України радіолокаційного поля шляхом інтеграції інформаційних ресурсів Військово-Повітряних Сил Збройних Сил України та Державного підприємства обслуговування повітряного руху України (Укранероруху);
- підсилення радіолокаційного поля в зонах техногенно-небезпечних об'єктів, а також вздовж усього державного кордону України;
- модернізація існуючих і створення уніфікованих первинно-вторинних оглядових РЛС подвійного призначення для ІРЛСУ;
- вдосконалення засобів спостереження на малих висотах і засобів контролю зон цивільних та військових аеродромів, акваторій морських портів і територіальних вод;
- розвиток метеорадіолокації, розробка метеоканалів в радіолокаційних засобах огляду повітряного та надводного простору для оцінки метеообстановки;
- створення та розвиток єдиної системи висвітлення обстановки в Азово-Чорноморському басейні як окремої складової ДПС.

Частина робіт виконується за вже затвердженими програмами або за рахунок коштів, які щорічно виділяються на утримання існуючих систем, комплексів і засобів, наприклад:

- розробка та впровадження апаратно-програмних комплексів автоматизованої системи збирання та обробки інформації про повітряну обстановку на пунктах управління та аеродромах Військово-Повітряних Сил Збройних Сил, уніфікованих з аналогічними засобами державного підприємства "Укראерорух";
- обладнання аеродромів Військово-Повітряних Сил Збройних Сил автоматизованими станціями метеорологічного спостереження та аеродромними доплерівськими метеорологічними радіолокаторами.

2.5. На даний час **навігаційне** забезпечення рухомих об'єктів в Україні здійснюється наземними радіомаяками, навігаційними знаками та навігаційними орієнтирами, які розташовані на узбережжі Азово-Чорноморського басейну, радіонавігаційними системами ближньої та дальньої навігації, а також космічними навігаційними системами минулого покоління "Цикада" та "Цикада-М". Крім того, в Україні функціонує апаратура (кілька пунктів) наземної системи "Чайка" (аналог американської системи Logan-C). Головними користувачами цих систем є авіаційний і морський транспорт, інші морські та повітряні рухомі об'єкти. Наземні транспортні засоби (залізничні, автомобільні) не мають навігаційної підтримки.

Перелічені системи фізично та морально застаріли, мають низьку захищеність від перешкод. Точність та оперативність визначення координат рухомих об'єктів за їх допомогою не відповідає сучасним вимогам. Дотепер Кабінетом Міністрів України не прийнятий один із основних нормативних документів в області радіонавігаційного забезпечення – радіонавігаційний план України, проект якого розроблений у Центральному науково-дослідному інституті навігації і управління.

Щодо використання сучасних глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС)

– GPS (США), ГЛОНАСС (РФ) (та в майбутньому – європейська система GALILEO), – то потрібно відмітити, що автономне місцевизначення за сигналами цих систем в багатьох випадках не задовольняє сучасним вимогам ряду споживачів по точності, цілісності, доступності та безперервності навігаційного забезпечення. Необхідні характеристики якості навігаційного забезпечення за сигналами ГНСС можуть бути досягнуті лише за умов створення в Україні (з використанням досвіду інших держав) відповідних диференціальних систем, функціонально доповнюючих ГНСС.

На початку грудня 2005 р. була підписана Угода між Україною та Європейським співтовариством і його державами-членами про співробітництво щодо Цивільної ГНСС. Цим документом відкриваються реальні можливості використання новітніх супутникових навігаційних технологій в інтересах створення в Україні сучасної навігаційно-телекомунікаційної та інформаційної інфраструктури. Зокрема, в ст. 11 Угоди мова йде про введення в Україні навігаційних послуг з використанням сигналів системи EGNOS – диференціального функціонального доповнення систем GPS, ГЛОНАСС, Galileo. Цією статтею Угоди в першу чергу передбачається поширення EGNOS на регіон України через наземну інфраструктуру з використанням українських станцій моніторингу.

Введення в експлуатацію супутникових доповнень до навігаційних систем, таких, як WAAS у США та EGNOS у Європі, докорінно змінило підходи до забезпечення надійної навігації сучасного рівня. Розгорнута Європейським Союзом система EGNOS, яка почала своє функціонування у 2005 р., створювалася для забезпечення вирішення задач навігації з більшою в 5–7 разів точністю та суттєво підвищеною надійністю. Це призвело до того, що в світі практично всі фірми-розробники та постачальники супутникового навігаційно-

го обладнання перейшли на технологію сумісного використання сигналів GPS і ГЛОНАСС, а також сигналів супутникових функціональних доповнень WAAS, EGNOS та ін.

В межах Національної космічної програми Науково-дослідним інститутом радіовимірювань (м. Харків) в Україні розробляється також система космічного навігаційно-часового забезпечення, яка будується за принципами EGNOS. Але поки що ця система на території України не функціонує. Завдяки зусиллям департаменту "Укрморрічфлот" Міністерства зв'язку та ДП "Орізон-Навігація" на узбережжі Азово-Чорноморського басейну розгорнуті та функціонують для забезпечення руху морських судів три диференціальні контрольно-корегуючі станції (ККС) GPS/ГЛОНАСС (поблизу м. Керч, м. Одеси та на острові Зміїний). Подібних ККС для забезпечення навігації авіаційного, автомобільного та залізничного транспорту на території України поки що немає.

В цілому зараз в Україні відсутнє навігаційне забезпечення на сучасному рівні якості. Роботи виконуються різними організаціями та відомствами, немає єдиного плану, що призводить до дублювання робіт, збільшення їхньої вартості, а також створення несертифікованої продукції, яка не гарантує відповідної якості та не задовольняє зрості вимоги користувачів до навігаційного забезпечення з урахуванням технічної політики та стандартів у галузі радіонавігації міжнародних організацій ІКАО, ІМО та ін. Практично ще не розпочаті роботи по реалізації технології CNS/ATM, прийнятої ІКАО. Саме ця технологія передбачає інтеграцію засобів та систем навігації, зв'язку та спостереження з використанням ГНСС та супутникових систем зв'язку. В результаті в Україні ще не створено єдиного навігаційно-геоінформаційного простору.

Для виправлення ситуації, що склалася, в навігаційному блоці Комплексної програми ДПІС передбачається проведення таких робіт:

- створення системи та мереж контрольно-корегуючих станцій для їх спільного використання з космічними (GPS/ГЛОНАСС/EGNOS/Galileo) і наземними радіонавігаційними системами;
- створення системи безперервного моніторингу навігаційного поля ГНСС з території України;
- створення уніфікованого ряду апаратури користувачів, розширення функціональних можливостей і сервісних послуг, в тому числі з використанням геоінформаційних технологій;
- комплексування засобів космічних систем радіонавігації з засобами на інших фізичних принципах;
- забезпечення захисту від завад радіонавігаційних систем і засобів визначення їх місця розташування, а також захисту їх інформаційних ресурсів від впливу ненавмисних і навмисних радіоперешкод;
- створення технічних і програмних засобів, що забезпечують взаємодію та обмін інформацією підсистем навігації ДПІС з підсистемами спостереження і зв'язку;
- створення системи обробки, накопичення, архівації і збереження навігаційних даних ДПІС;
- розвиток і підтримка базового координатно-часового геодезичного і метрологічного забезпечення ДПІС як основи вирішення задач управління рухомими об'єктами на території України.

Значна кількість робіт в області координатно-часової і навігаційної підтримки задач управління транспортом виконується відповідно до затверджених урядом України програм. Наприклад:

- створення державної мережі моніторингу глобальних навігаційних супутникових систем (згідно з постановою Кабінету Міністрів України № 470 від 14 квітня 2004 р.);
- створення національної наземної дифе-

ренційної підсистеми глобальної навігаційної супутникової системи для високоточного позиціювання та навігації (згідно із Загальнодержавною (Національною) космічною програмою України на 2003–2007 рр. та Указом Президента України № 933/2005 від 10 червня 2005 р.);

- створення елементів системи інформаційного забезпечення на автомобільних дорогах загального користування (згідно з постановою Кабінету Міністрів України № 586 від 27 квітня 2002 р.).

2.6. Останній (п'ятий) напрям виконання Комплексної програми створення ДПС – **кадрове забезпечення**.

Для більшої частини спеціальностей в Україні вже склалася досить якісна система підготовки кадрів. Однак на сьогоднішній день відчувається недостаток фахівців для роботи у сфері супутникових навігаційних технологій, а також у сфері загального контролю та управління рухомими об'єктами різного призначення. Щодо супутникових навігаційних технологій, то в даний час в Україні цільова підготовка таких спеціалістів майже не проводиться. Як виняток є учбові курси, що пропонують студентам Національний авіаційний університет (підготовка авіадиспетчерів), Донецький Національний технічний університет і Львівський Національний політехнічний університет (підготовка студентів за спеціальностями геодезія, картографія, ГІС) та ін. Фахівців, яких готують вузи України, явно недостатньо. Водночас підприємства таких міністерств та відомств, як Міністерство промислової політики, НКАУ, що працюють у галузі розробки апаратури та наземних доповнень ГНСС, потребують фахівців, які володіють навиками роботи в галузі супутникових технологій.

Практично не проводиться підготовка фахівців для роботи в автоматизованих інформаційних диспетчерських центрах управлін-

ня транспортними засобами.

Для вирішення галузевих та загальних задач забезпечення управління рухомими об'єктами потрібні фахівці зі знанням основ декількох наук, а саме: радіотехніки, електроніки, комп'ютерних технологій, автоматизації і управління, радіолокації, інформатики, навігації, зв'язку, геоінформаційних технологій і т. ін. З метою якісного та своєчасного кадрового забезпечення ДПС доцільно доповнити "Перелік напрямків та спеціальностей, за якими здійснюється підготовка фахівців у вищих навчальних закладах за відповідними освітньо-кваліфікаційними рівнями" спеціальністю "Інтегровані інформаційні системи (зв'язок, навігація, спостереження)", програма бакалаврату якої повинна врахувати принципову особливість підготовки фахівців широкого профілю.

У межах вищесказаного необхідно протягом кількох років розробити державні та галузеві стандарти вищої освіти, а також розпочати підготовку спеціалістів усіх кваліфікаційних рівнів, які спроможні професійно виконувати роботи зі створення, розвитку та подальшого застосування ДПС.

2.7. На рис. 3. наведено варіант побудови організаційно-функціональної структури ДПС.

До складу ДПС повинні входити такі відомчі та міжвідомчі інформаційні системи:

- інформаційні системи забезпечення управління рухомими об'єктами в повітряному просторі;
- інформаційні системи забезпечення управління рухомими об'єктами в водному (надводному та підводному) просторі;
- інформаційні системи забезпечення управління рухомими об'єктами наземного транспорту (автомобільного і залізничного).

У всіх перелічених системах передбачається наявність таких функціональних підсистем ДПС:

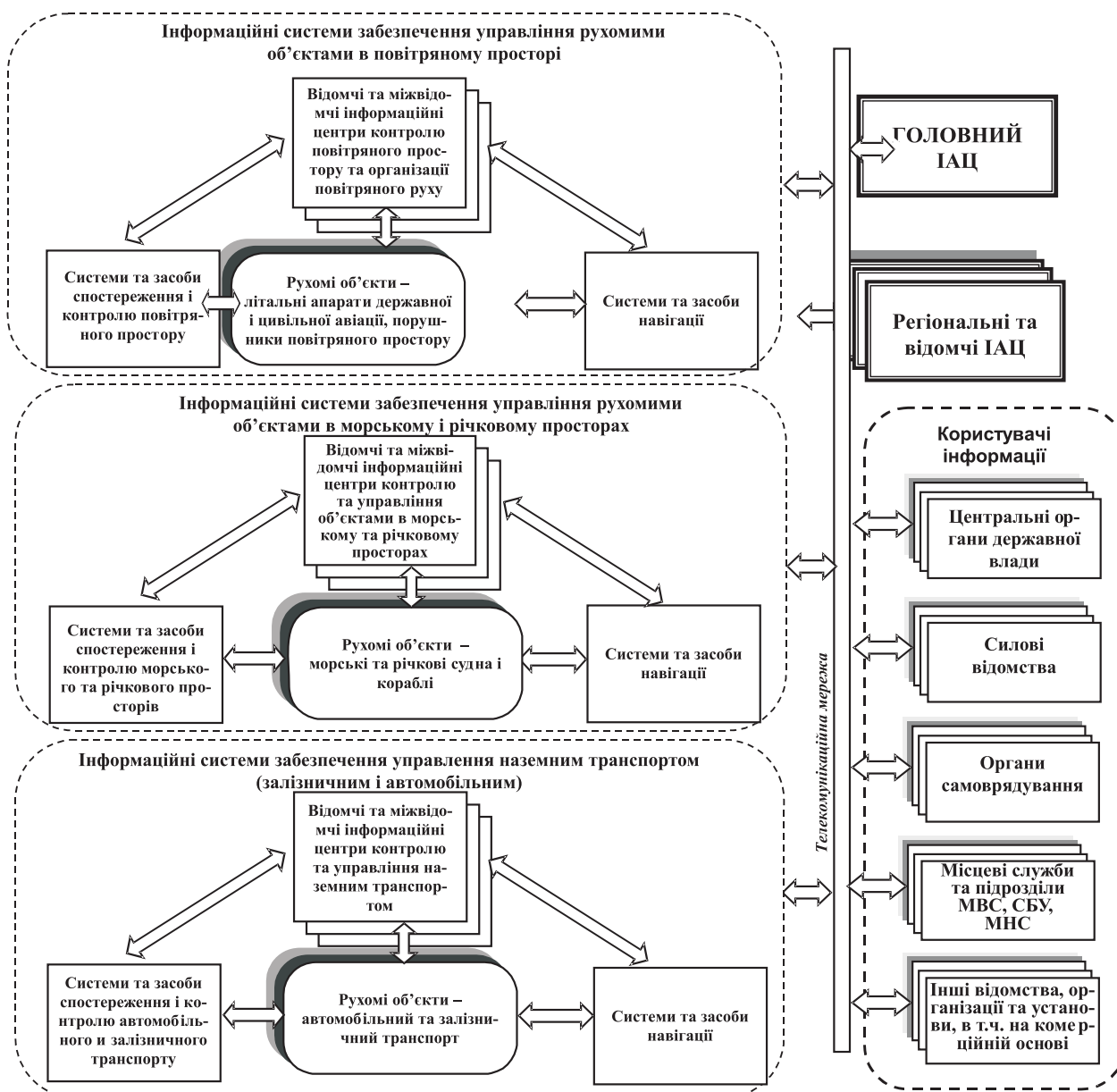


Рис. 3. Організаційно-функціональна структура ДІС

Примітка: ІАЦ – інформаційно-аналітичний центр

- інтегровані системи і засоби спостереження;
- інтегровані системи і засоби навігації;
- системи і засоби зв'язку;
- інформаційні центри ДІС і її інформаційний ресурс.

Усі складові ДІС об'єднані телекомунікаційною мережею, що забезпечує обмін інформацією. Інформаційні центри ДІС забезпечують збір, обробку, зберігання та розподіл різномірної інформації про рухомі об'єкти, координацію функціонування відомчих та

міжвідомчих систем, а також проводять аналіз інформації та викриття небезпечних ситуацій, що можуть статися з рухомими об'єктами.

На рис. 4 наведено варіант побудови перспективної об'єднаної цивільно-військової системи контролю повітряного простору та організації руху об'єктів в повітряному просторі України. Ця система повинна стати складовою ДПІС в частині інформаційного забезпечення контролю та управління рухомими об'єктами у повітряному просторі. На рис. 5 наведено варіант побудови перспективної системи моніторингу та інформаційного

управління рухом суден та кораблів в Україні, що повинна стати складовою ДПІС в частині інформаційного забезпечення контролю та управління рухомими об'єктами у морському та річному просторі. На рис. 6 – варіант побудови перспективної інтегрованої системи моніторингу та забезпечення управління рухом автомобільного транспорту в Україні, що повинна стати, разом з інформаційною системою забезпечення контролю та управління залізничним транспортом, складовою ДПІС в частині інформаційного забезпечення контролю та управління наземними рухомими об'єктами.

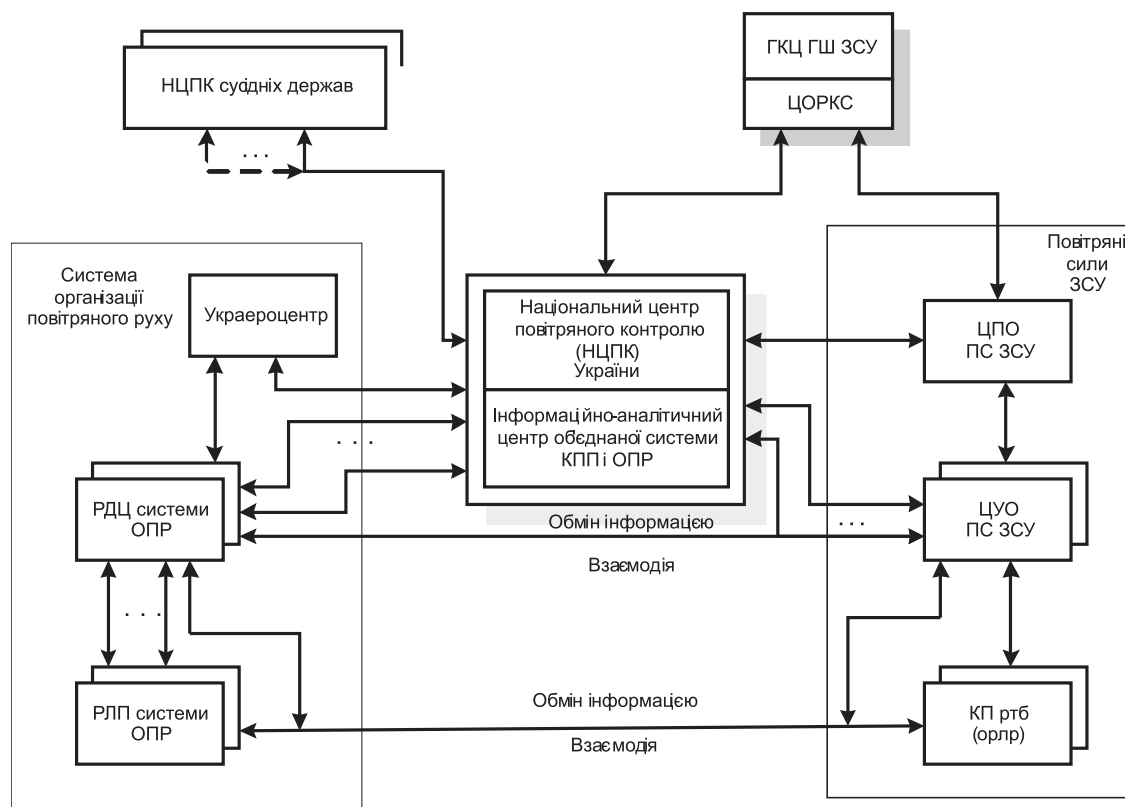


Рис. 4. Структура об'єднаної цивільно-військової системи контролю повітряного простору та організації повітряного руху України (перспектива)

Примітка: ГКЦ – головний командний центр; ГШ ЗСУ – Генеральний штаб Збройних Сил України; ЦОРКС – центр оперативного реагування на кризові ситуації; НЦПК – національний центр повітряного контролю; КПП і ОПР – контроль повітряного простору і організації повітряного руху; РДЦ – районний диспетчерський центр; ПС ЗСУ – Повітряні Сили Збройних Сил України; РЛП – радіолокаційний пост; ЦПО – центр повітряних операцій; ЦУО – центр управління і оповіщення; КП ртб – командний пункт радіотехнічного батальйону; орлр – окрема радіолокаційна рота.

Створення ДІС передбачає такі види інтеграції:

- інформаційна інтеграція, яка забезпечить створення єдиного інформаційного простору в сфері управління рухомими об'єктами;
- функціональна інтеграція, яка передбачає використання засобів спостереження, навігації, зв'язку та засобів автоматизації обробки інформації міжвідомчого призначення;
- технічна (технологічна) інтеграція, яка передбачає уніфікацію засобів спостере-

ження, навігації, зв'язку та засобів автоматизації.

Нижче нами в межах Комплексної програми відносно докладно представлені шляхи вирішення проблем навігаційного забезпечення транспортного комплексу України.

3. НАВІГАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ

3.1. Основу навігаційного блоку Комплексної

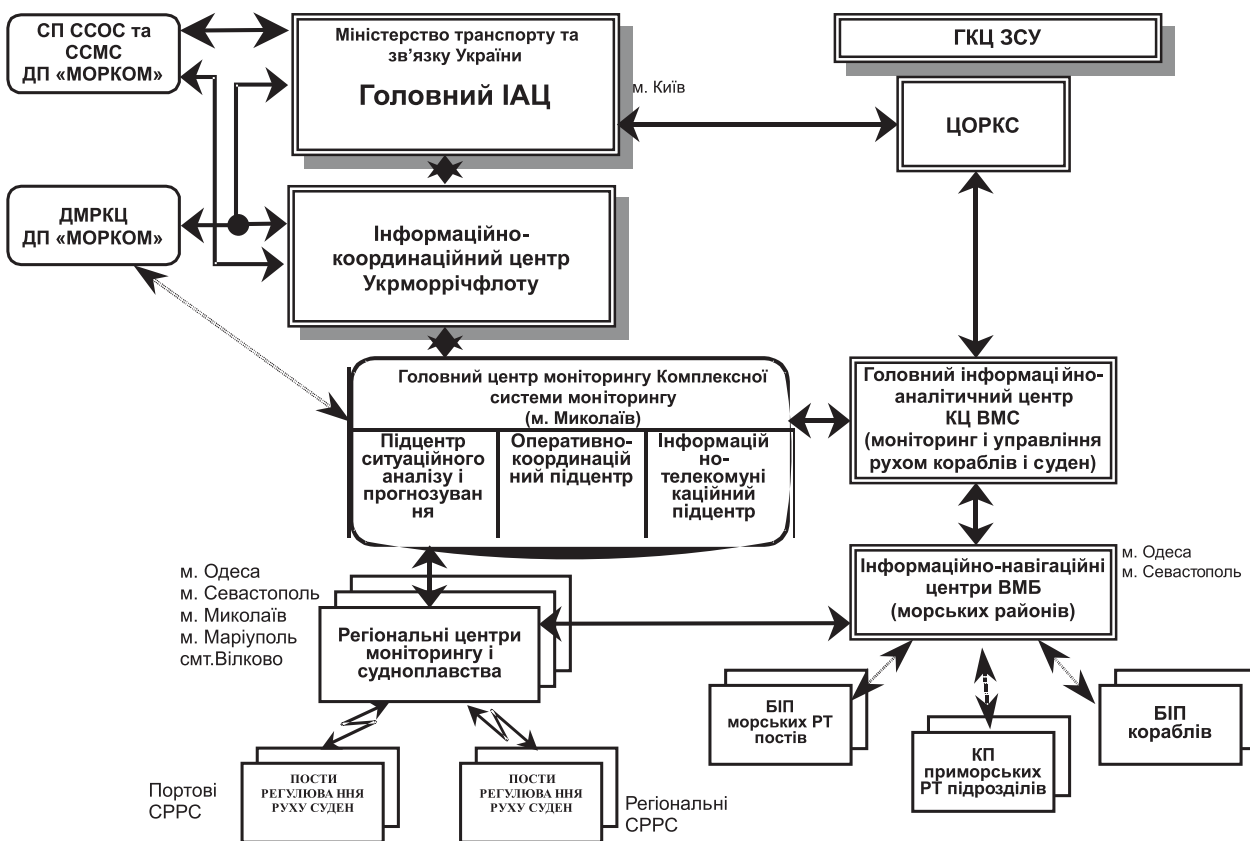


Рис. 5. Структура об'єднаної цивільно-військової системи моніторингу та управління рухом суден та кораблів

Примітка: СП ССОС – система приймання сигналів від суднових систем охоронного сповіщення; ССМС – супутникова система моніторингу суден; ДМРКЦ – Державний головний морський рятувально-координаційний центр; ГКЦ – головний командний центр; СРРС – служба регулювання руху суден; ЦОРКС – центр оперативного реагування на кризові ситуації; БІП – береговий інформаційний пост; ВМБ – військово-морська база; ВМС – військово-морські сили; ГШ ЗСУ – Генеральний штаб Збройних Сил України; ІАЦ – інформаційно-аналітичний центр.

програми складають системи та засоби супутникової навігації. Технології, що в ній використовуються, відрізняються високою точністю порівняно з іншими технологіями. Ця обставина спонукала швидке зростання попиту на засоби супутникової навігації. Дослідження ринку навігаційних послуг, які були представлені на конференції ION GPS 2002, показали: очікується, що до 2020 р. приблизно 50 % усіх комерційних транспортних засобів, обладнаних ГНСС-приймачами, складе близько 150 млн одиниць (рис. 7, див. стор. 33). Для GALILEO/GPS зростання складе від 33 млн одиниць у 2010 р. до 140 млн у 2020 р. При цьому доходи від продажу устаткування виростуть від 7 млрд євро в 2010 р. до 12 млрд євро в 2015 р. Загальна щорічна валова виручка на цьому ринку досягне 46 млрд євро до 2020 р.

Наведені пропорції зростання ринку послуг супутникових навігаційно-телекомунікаційних технологій значною мірою справедливі і для України. Основна різниця полягає в тому, що темпи кількісного зростання навігаційного устаткування і пов'язаних з ним послуг в Україні значно перевершають відносно насичений ринок Європи. Варто очікувати, що в Україні ринок послуг ГНСС до 2020 р. може скласти приблизно 1–2 млрд євро.

3.2. Як зазначалося вище, найважливішим напрямком модернізації транспортного комплексу є перехід до новітніх технологій і засобів навігаційно-телекомунікаційного забезпечення для створення умов найбільшої ефективності функціонування транспортної системи. Ефективність прямо залежить від інформаційної забезпеченості і вірогідності джерел

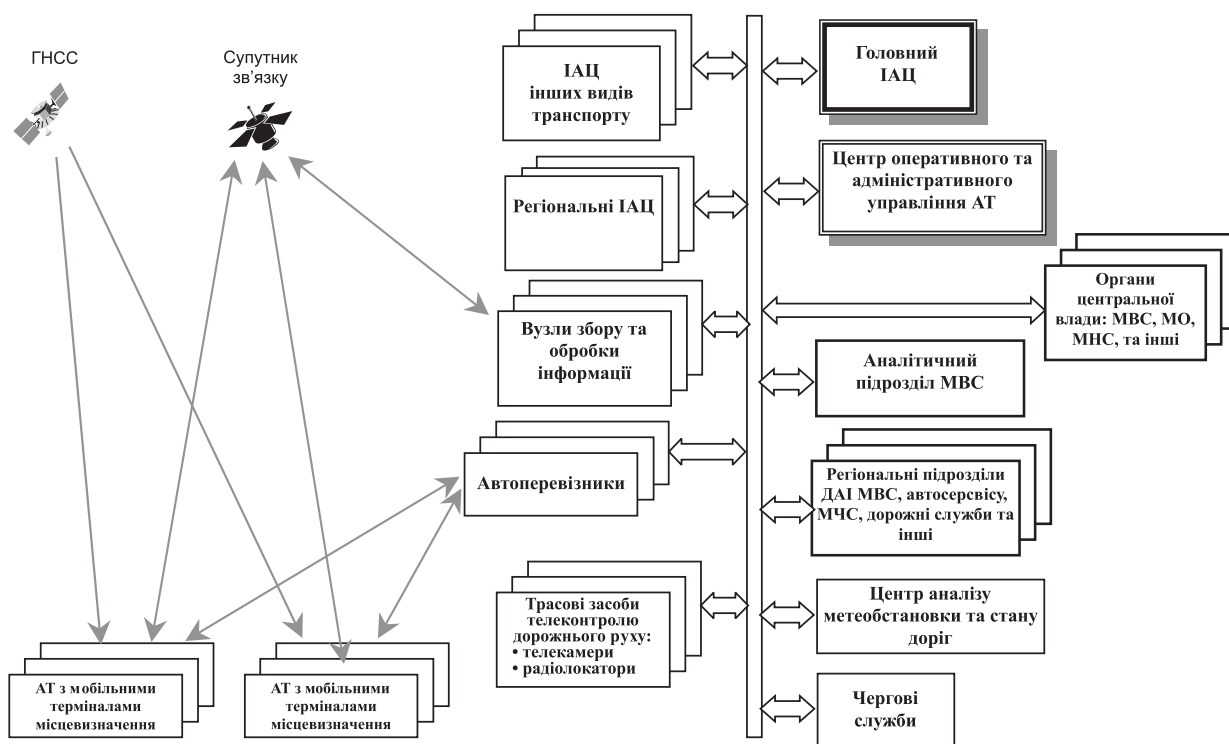


Рис. 6. Структура інтегрованої системи моніторингу та забезпечення управління рухом автомобільного транспорту

Примітка: АТ – автомобільний транспорт; МО – Міністерство оборони; ДАІ – Державна автомобільна інспекція; ІАЦ – інформаційно-аналітичний центр; МВС – Міністерство внутрішніх справ; МНС – Міністерство з питань надзвичайних ситуацій.

і методів одержання інформації про рухомі об'єкти. Нові інформаційні технології з використанням ГНСС дають можливість по-новому підійти до задач управління і забезпечення безпеки руху автотранспорту. Розвиток супутникової навігації в Україні забезпечить найбільш ефективно використання можливостей транспорту, як це вже спостерігається у передових країнах світу.

Впровадження на транспорті сучасних навігаційно-телекомунікаційних технологій дасть змогу вирішити ряд актуальних задач, таких, як:

- підвищення безпеки функціонування транспорту, у першу чергу пасажирського, здійснення моніторингу транспортного процесу;
- реалізація єдиної технології управління і забезпечення безпечного функціонування автотранспорту, особливо при перевезеннях пасажирів і небезпечних вантажів;
- забезпечення своєчасного виявлення місць ДТП і НС;
- забезпечення ефективної взаємодії муніципальних оперативних служб при ліквідації наслідків ДТП і НС.

3.3. Виконання заходів Комплексної програми в частині навігації забезпечує вирішення таких питань упровадження супутникових навігаційних технологій у транспортний комплекс України:

- реалізація і забезпечення безперервного моніторингу (нагляду) характеристик точності і надійності супутникового навігаційного забезпечення по сигналах GPS/EGNOS, а надалі і ГЛОНАСС/Galileo/EGNOS на території України за підтримкою базового координатно-часового забезпечення; реалізація заходів щодо інтеграції в систему EGNOS (розширення зони дії системи EGNOS на територію України відповідно до угоди між Україною і ЄС, підписаною 1 грудня 2005 року в Києві);
- створення єдиної електронної картогра-

фічної бази для забезпечення вирішення задач навігації по сигналах ГНСС за підтримкою базового координатно-часового забезпечення України;

- оснащення транспортних засобів супутниковим навігаційним устаткуванням, сертифікованим в Україні, та інтегрованим навігаційно-телекомунікаційним устаткуванням диспетчерських систем залежного спостереження і управління транспортними засобами;
- застосування інтегрованих навігаційних систем (супутникові + інерціальні та ін. системи) для транспорту в умовах підвищених вимог до захищеності від перешкод і надійності навігації мобільних об'єктів;
- стандартизація супутникових навігаційних послуг, розвиток і гармонізація нормативно-правової бази по впровадженню і використанню ГНСС-технологій з нормативно-правовою базою країн Європейського Союзу.

Слід особливо згадати і про такий напрям, як створення і впровадження в Україні (у рамках реалізації 2-ї Загальнонаціональної Космічної програми) системи СКНОУ – вітчизняного диференціального навігаційно-геодезичного функціонального доповнення (типу EGNOS) глобальних систем GPS/ГЛОНАСС/Galileo.

Дамо короткі пояснення до перерахованих напрямів і заходів.

3.4. Функціонуючі глобальні навігаційні супутникові системи GPS та ГЛОНАСС (система ГЛОНАСС поки що є з неповним орбітальним угрупованням) широко використовуються для вирішення задач навігації, однак вони мають ряд істотних недоліків:

- недостатня точність, що залежить від місця і часу, у деяких випадках вона обмежується кількома десятками і навіть сотнями метрів;
- недостатня надійність – сигнали від су-

- путників найчастіше недоступні в місцях зі складним рельєфом (висотні будинки у великих містах, гориста місцевість і т. ін.);
- переважний військовий статус цих систем супроводжується для мирних користувачів постійною небезпекою раптового, несподіваного збою в роботі навігаційного устаткування в критичних ситуаціях. Так, випадки навмисного вимикання системи GPS для окремих регіонів уже мали місце. Широко відомі такі, обмежуючі точність і надійність навігації, спеціальні режими роботи GPS (наприклад, режим SA ("селективний доступ") і AS (включення закритого Y-коду замість R-коду), що можуть бути активовані в будь-який момент за рішенням Президента або Міністерства США без попередження.

Диференціальні функціональні доповнення (такі, як EGNOS) вирішують задачі підвищення точності і надійності навігації по сигналах GPS, однак тільки в межах зони обслуговування диференціальної системи. В міру віддалення користувача від цієї зони точність і надійність навігаційних визначень знижується, причому дійсна залежність їх зниження від віддаленості не визначена. В даний час Україна не входить до зони обслуговування EGNOS, але граничить з нею і може скористатися послугами, наданими цією системою. Однак якісні і кількісні характеристики навігаційних послуг EGNOS на території України поки що залишаються невідомими.

Тому першою задачею при впровадженні супутникових технологій у навігацію транспорту в Україні є вирішення задачі забезпечення **незалежного моніторингу навігаційних характеристик GPS/EGNOS** на всій території держави. Дана задача є одним з елементів прийнятої ЄС технології розширення зони покриття EGNOS. У 2005 р. роботи зі створення відповідної системи моніторингу вже почалися.

Актуальність цієї задачі стане ще більшою, після того як НКАУ завершить розробку Системи космічного навігаційного забезпечення України (СКНЗУ). Для цієї системи буде потрібно проведення сертифікації з залученням експерта, у якості якого повинен виступати основний споживач послуг – Міністерство транспорту і зв'язку.

3.5. Одним із факторів, що стримують розвиток навігації в Україні, є відсутність електронної картографічної бази для забезпечення вирішення задач навігації по сигналах ГНСС. У зв'язку з розвитком світового ринку навігації і посиленням ролі держави у формуванні вітчизняного ринку супутникових навігаційних технологій створюються сприятливі умови для якісної зміни ситуації. Загальний підйом ринку формує попит на карти як серед фірм і організацій різної форми власності, так і серед приватних осіб. Якісна навігаційна картографічна основа стимулює розвиток вітчизняної навігаційної апаратури і вітчизняних систем навігації.

У рамках створення єдиної електронної картографічної бази вирішується і така загальнонаціональна задача, як формування та підтримка базового координатно-часового забезпечення України та геодезичних мереж України найвищої точності. Ці роботи здійснюються в Україні Головною астрономічною обсерваторією НАН України та НДІ геодезії і картографії (м. Київ) з використанням перманентних референціальних GPS-станцій, які входять до складу мереж міжнародного сервісу IGS/EPN.

Активний розвиток навігаційних систем дасть можливість не тільки постачати водіїв інформацією як проїхати, але також і оперативною інформацією про пробки, затори, ремонтні роботи і т. ін, що приведе до істотного розвантаження вулиць великих міст.

Особливо це актуально з урахуванням того, що обсяг міжнародних перевезень за зовнішньоторговельним показником за останні 25 ро-

ків подвоївся і досяг 50 % сукупного вантажообігу (ввіз, вивіз і транзит) практично в кожній країні з розвинутою ринковою економікою. Зокрема, в Україні міжнародні перевезення здійснюють більше 20 тис. одиниць транспортних засобів, які в першу чергу повинні бути оснащені супутниковим навігаційним устаткуванням.

Безпосередньо з цим пов'язана проблема, що дісталася Україні від ЄСРП і яка дотепер ще не вирішена – це обмеження точності координатних визначень рівнем ± 20 метрів. Координати, визначені з більш високою точністю, вважаються секретними, а особа, що їх визначила, підпадає під дію відповідних законів. Персональні навігатори можна придбати зовсім вільно, а от їхнє використання формально недопустиме. Наявність такого обмеження де-факто не дозволяє зробити супутникову навігацію масово доступною, тому що точність координатних визначень при її використанні приблизно на порядок (чи більше) вище дозволеної.

Проблема забезпечення секретності для отриманих координатних визначень існує і в Росії. Але до кінця 2006 р. вона повинна бути вирішена: відповідні рішення були прийняті й оголошені у засобах масової інформації.

В Україні необхідно активізувати діяльність у цьому напрямку. Без вирішення проблеми точності координатних визначень (зняття її обмеження) не можна розраховувати на збільшення обсягу транзитних транспортних перевезень через територію України.

3.6. Широке використання супутникових навігаційних технологій на транспорті пов'язано з розвитком ринку навігаційно-телекомунікаційного устаткування. Очевидно, через слабкий розвиток вітчизняної бази цей ринок в основному буде заповнюватися імпортним устаткуванням. Серед вітчизняних виробників можна виділити тільки НПО "Орізон-Навігація", що випускає навігаційне устаткування, і ряд підприємств та організацій, що

орієнтуються на вирішення задач інтеграції в рамках диспетчерських систем для наземного транспорту – AVL. Непідготовлений український ринок у таких умовах виявляється мало захищеним від неякісної продукції. Ця обставина робить дуже важливим проведення ретельного аналізу ринку супутникового навігаційного устаткування, його сертифікації і вироблення відповідних рекомендацій користувачам.

3.7. Дуже важливим питанням, яке вирішується у навігаційному блоці Комплексної програми, є підвищення надійності і захищеності від перешкод навігаційного забезпечення по сигналах ГНСС.

Щодо послуг EGNOS, то треба відзначити таке. Максимальна кутова висота над горизонтом, на якій спостерігаються супутники з території України, дорівнює приблизно 28,5 градусів, що обмежує зону прийому сигналів EGNOS через рельєф місцевості (рис. 8). У цих умовах дуже важливим є виробництво ("провайдинг") послуг EGNOS з використанням альтернативних засобів доставки інформації, зокрема спеціально розробленої в країнах ЄС технології SISNet (передача EGNOS-корекцій по каналах Internet). У рамках цієї технології інформація, яка сформована у центрі обробки інформації (МСС), доставляється по каналах Інтернет і поширюється з використанням GSM/GPRS.

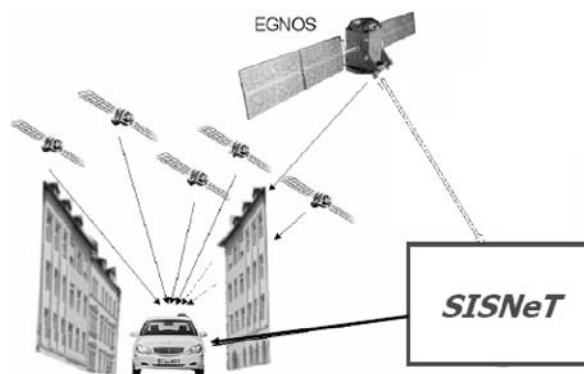


Рис. 8. Обмеження зони прийому сигналів EGNOS через рельєф місцевості

Винятково важливим і радикальним засобом підвищення надійності навігації є інтеграція приймачів навігаційних сигналів з інерціальними системами, що стала дуже популярною в останні роки в розвинених країнах світу. Використання інтегрованих систем дає можливість зберегти високу точність і надійність координатних визначень навіть за умов періодичної втрати сигналів супутників (наприклад, в умовах руху по складній пересіченій місцевості – тунелі, висотні будівлі, гірський рельєф і т. ін.). Приклад ефективності використання інтегрованих систем наведений на рис. 9 (див. стор. 33). На даному рисунку чітко видно, що інтеграція GPS-приймача та інерціальної системи (червона лінія) компенсує похибки навігаційних визначень й надає достовірні значення координат на відміну від того випадку, коли інерціальна система не використовується (чорна лінія).

3.8. Впровадження супутникових технологій у транспортну галузь України дасть можливість вирішити не тільки вищезазначені (п. 3.3) питання, а й реалізувати кілька нових для України функцій, які матимуть позитивні економічні наслідки. Для цього в рамках Комплексної програми створення ДПС передбачаються, наприклад, такі роботи:

- розробка технічного проекту створення і впровадження на всіх видах автомобільного транспорту систем автоматизованого обліку пройденого шляху;
- розробка системи автоматизованого аналізу ДТП з використанням бортового супутникового обладнання автотранспортних засобів;
- створення системи моніторингу дорожнього покриття з використанням супутникових навігаційних технологій та розробки проектів його ремонту.

Розглянемо ці роботи трохи детальніше.

Системи (європейського типу) автоматизованого обліку пройденого шляху рухомим

об'єктом використовуються з метою його обчислення. В Україні подібні системи доцільно використовувати в першу чергу для визначення і стягнення дорожнього мита на автомобільних дорогах вищої категорії, які будуються в Україні в рамках створення транспортних коридорів. Також вони можуть бути використані для контролю диспетчерськими пунктами автопідприємств маршрутів руху підпорядкованого автотранспорту.

Система автоматизованого аналізу ДТП вимагає підвищення ефективності праці органів Державтоінспекції, особливо в умовах різкого зростання транспортних потоків і пов'язаного з цим зростання кількості ДТП. Впровадження даної системи дасть змогу аналізувати причини ДТП, а також оперативно і з великою достовірністю установлювати винних без довгострокового блокування автодоріг, як це робиться нині. З часом вона повинна бути розвинена для вирішення інших питань, пов'язаних з контролем дотримання правил дорожнього руху (у даний час, наприклад, у Великій Британії подібна система впроваджується для контролю дотримання правил паркування автомобілів).

Щодо створення системи моніторингу стану доріг, то мова йде про формування автоматизованої системи збору й обробки інформації про топологію дорожнього покриття. В рамках створення цієї системи передбачається організація парку вітчизняних автомобільних лабораторій, що дасть можливість у високому темпі (при швидкості руху лабораторії до 40–50 км за год.) отримувати інформацію про топологію доріг. Точність отримання геометричних характеристик дорожнього покриття у системі координат, пов'язаної з корпоративною геодезичною мережею, становитиме приблизно 1 см, що є актуальним для проведення робіт з паспортизації автомобільних доріг і розробки проектів їх ремонту.

Про доцільність цієї роботи свідчить ось що. Автомобільні дороги загального користу-

вання, більша частина яких запроектована і побудована під осьове навантаження в 6 тонн і менше, сьогодні приймають великовантажні автомобілі з навантаженнями до 12–15 тонн на вісь, що значно знижує термін їхньої служби. На окремих коридорах доріг III і IV технічних категорій, розрахованих на інтенсивність руху до 3 000 автомобілів на добу, транспортний потік сягає до 5 000–6 000 автомобілів на добу, у якому зазвичай близько 30–40 % вантажних автомобілів з підвищеними осьовими навантаженнями. Це призводить до інтенсивного зносу дорожнього покриття через його технічну невідповідність таким осьовим навантаженням.

Поганий технічний стан дорожнього покриття призводить до зниження експлуатаційних швидкостей, підвищення транспортних експлуатаційних витрат, збільшення ризику аварійності. За оцінками експертів, при русі автотранспортних об'єктів по дорогах без удосконаленого покриття витрата палива зростає в середньому на 30 %; відповідно збільшується обсяг шкідливих викидів у атмосферу. Крім прямої шкоди здоров'ю людей це спричиняє загальне забруднення автотранспортом навколишнього середовища і прискорює процеси утворення парникових газів та глобального потеплення клімату.

3.9. Як показує світовий досвід, застосування інформаційних навігаційно-телекомунікаційних технологій в транспортному комплексі дасть можливість :

а) в авіації:

- забезпечити більш точне проходження заданого маршруту польоту;
- скоротити тривалість польотів за маршрутом, таким чином скоротивши витрати на проведення регламентних робіт;
- забезпечити високу точність параметрів руху літака, що передаються диспетчерським службам;
- підвищити безпеку польотів і посадки;
- знизити на один–два порядки вартість аеродромних і бортових комплексів забезпечення заходу на посадку і посадки літаків, у тому числі і систем сліпої посадки в умовах поганої видимості;
- забезпечити економію палива в десятки млн грн. за рік на кожен літак;
- підвищити у цілому економічну ефективність експлуатації повітряних судів (міжнародний досвід свідчить, що витрати на авіаперельоти скорочуються в середньому на 20–30 %);

б) на залізничному транспорті:

- забезпечити високоточний контроль місця розташування і швидкості потягів на високошвидкісних залізницях, дотримуватися оптимального швидкісного режиму руху потягів;
- підвищити ефективність супроводу вантажів за рахунок моніторингу місцеположення окремих вагонів та безпеку залізничних сполучень, особливо при розчепленні вагонів;
- забезпечувати оперативне проведення рятувальних робіт при виникненні аварійних ситуацій;
- забезпечувати ефективне управління великовантажними складами, особливо при використанні розподіленої тяги;
- підвищити ефективну економічну експлуатацію залізничного транспорту (міжнародний досвід показує підвищення ефективності в середньому на 10–15 %);

в) для автомобільного транспорту:

- оптимізувати маршрути руху, синхронізувати роботу всіх транспортних засобів, скоротити час простою;
- оптимізувати планування руху, виходячи з точного знання місця знаходження транспортного засобу;
- надати можливість диспетчерові одержувати інформацію про місце знаходження транспортного засобу у реальному часі, тим самим зекономити телефонні розмови, пов'язані з визначенням місця розташування автомобіля, що складає до 50 % трафіку;

- скоротити час оберту рейсу, збільшити оборотність на 20–30 %;
 - збільшити прибуток транспортних компаній за рахунок збільшення обертів транспортних засобів;
 - забезпечити безпеку перевезень, у тому числі за рахунок контролю роботи водія, контролю дотримання заданого маршруту, унеможливлення водієві нецільового використання автомобіля, введення в оману про своє місце знаходження по телефону, простоювання без поважної причини, а потім надолуження упущеного часу, що може привести до аварійної ситуації;
 - забезпечити зниження страхових внесків від 15 до 50 %, у залежності від виду страхування і страхової компанії;
 - забезпечити економію пального і моторесурсів у середньому на 10–20 %, скоротити витрати на проведення ремонтних робіт, збільшити термін служби автомобіля;
- г) для морського і річкового транспорту:**
- забезпечити високу точність проходження по заданому маршруту;
 - забезпечити економію палива в середньому на 10 %;
 - забезпечити високу точність прив'язки результатів проведення гідрологічних робіт;
 - скоротити тривалість проходження судів за маршрутом;
 - підвищити безпеку навігації в умовах шельфу, у вузькостях і в портах, особливо в умовах поганої видимості;
 - забезпечити оперативне проведення рятувальних робіт при виникненні аварійних ситуацій;
 - скоротити час вантажно-розвантажувальних робіт у порту за умов оснащення автонавантажувачів приймачами GPS і введення бази даних про розміщення контейнерів;
 - підвищити у цілому економічну ефективність експлуатації морського і річкового транспорту в середньому на 15–20 %.
- Ефективність впровадження інформацій-

них, навігаційно-телекомунікаційних технологій у транспортному комплексі не обмежується тільки сферою навігації. Не менш важливим є зниження собівартості робіт, що забезпечують безперебійне функціонування транспортного комплексу взагалі. До них відносяться:

- будівництво і ремонт автомобільних доріг і залізниць, мостів, транспортних розв'язок (насамперед у рамках проектів створення Міжнародних транспортних коридорів (МТК) і Євро-Азійського транспортного коридору (TRACECA));
- будівництво і ремонт аеродромних комплексів, злітно-посадочних смуг;
- будівництво і ремонт портових споруджень;
- створення електронних карт та ін.

Наведемо приклад.

У рамках виконання будівельних і ремонтних робіт вартість топографо-геодезичних робіт складає близько 1–2 %, що тільки на прикладі будівництва ділянки "Вінниця–Київ" Південної Трансєвропейської магістралі (МТК № 3 і № 5) довжиною 146 км і загальною вартістю 2 330 млн грн., пропонованого до виконання на концесійних умовах, становить 25–45 млн грн. Зазначена вартість робіт визначається, насамперед, технологіями, заснованими на використанні геодезичними підприємствами традиційного устаткування. Практика проведення геодезичних робіт в Україні показала, що використання супутникових технологій робить більшість геодезичних робіт на порядок дешевшими, ніж при використанні традиційних технологій. Таким чином, при виконанні робіт може бути забезпечена значна економія коштів. При цьому не враховується скорочення термінів проведення геодезичних робіт і будівництва в цілому.

На сьогодні в Україні знаходиться в експлуатації приблизно 165 тис. км автодоріг. При цьому показник цілісності автомобільних доріг в Україні складає 0,28 км/кв. км, що в 4–5 разів нижче, ніж в інших країнах Європи.

Економічний розвиток України, її політика зближення з європейськими країнами диктують необхідність будівництва нових доріг і транспортних магістралей. Їхня довжина повинна вирости в кілька разів. У цих умовах вартість тільки геодезичних робіт складе приблизно 50 млрд грн. У випадку застосування супутникових технологій ця сума значно скоротиться.

Як показує практика розвинених країн Заходу, на 1 долар США, вкладений у створення нових ефективних супутникових навігаційно-телекомунікаційних технологій, приходить 100–150 доларів США прибутку. Для України на сучасному етапі розвитку варто очікувати повернення вкладених коштів на рівні не менш 10:1 з терміном окупності від 3-х до 5-и років.

4. ЕТАПИ РЕАЛІЗАЦІЇ КОМПЛЕКСНОЇ ПРОГРАМИ

Реалізація Комплексної програми створення ДПС передбачається в два етапи до 2015 року.

На першому етапі (2005–2009 рр.) передбачається виконання завдань за такими напрямками:

- проведення необхідних наукових досліджень, технічне проектування складових частин та елементів інтегрованої територіально розподіленої системи інформаційного забезпечення управління рухомими об'єктами (з орієнтацією на вітчизняних виробників), в тому числі із застосуванням технологій подвійного призначення, а також проектування інформаційних центрів користувачів ДПС;
- розробка нормативної бази створення та функціонування ДПС;
- гармонізація законодавства України з міжнародним законодавством в області інформаційного забезпечення управління рухомими об'єктами з врахуванням вимог міжнародних організацій;

- розробка методології пред'явлення вимог до існуючих та створюваних елементів ДПС і контролю за їх виконанням;
- формування вимог до технічних елементів ДПС;
- науково-технічне та техніко-економічне обґрунтування напрямків модернізації і створення нових засобів та систем навігації, спостереження, зв'язку подвійного призначення;
- розвиток критичних технологій створення технічних та інформаційних засобів для ДПС;
- розробка стандартів і протоколів інформаційного обміну;
- визначення, узгодження і стандартизація технологій доступу, збору, зберігання і передачі потоків інформації ДПС;
- запуск у виробництво технічних засобів спостереження, навігації, зв'язку;
- розробка та затвердження планів інтеграції відомчих інформаційних систем та їх технічного переоснащення;
- організація навчального процесу для забезпечення підготовки кадрів для ДПС.

На жаль, через різні обставини першочергові роботи у межах Комплексної програми розпочаті лише частково, причому за окремими напрямками, що може призвести до зриву строків виконання першого етапу й суттєво вплинути на реалізацію другого.

На другому етапі (2010–2015 рр.) передбачається виконання таких робіт:

- створення інтегрованої радіолокаційної системи України;
- створення єдиного радіонавігаційного поля України;
- створення Єдиної системи висвітлення обстановки в Азово-Чорноморському басейні;
- створення корпоративної телекомунікаційної мережі передачі директивної і міжвідомчої інформації для забезпечення управління рухомими об'єктами;

- створення інтегрованої територіально розподіленої системи інформаційно-аналітичної підтримки процесів управління рухомими об'єктами, в тому числі інформаційних центрів користувачів ДІС;
- завершення процесу створення державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами (спостереження, навігація, зв'язок) та переоснащення відомчих систем зв'язку, спостереження та навігації.

5. ОЧІКУВАНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕАЛІЗАЦІЇ КОМПЛЕКСНОЇ ПРОГРАМИ

Реалізація Комплексної програми в цілому дасть змогу вирішити такі питання:

- забезпечити нові додаткові можливості відомчих інформаційних систем за рахунок взаємного використання даних про рухомі об'єкти;
- підвищити рівень безпеки руху об'єктів згідно з вимогами, встановленими міжнародними організаціями, у всіх середовищах (у повітряному, наземному і надводному просторах);
- підвищити рівень національної безпеки та обороноздатності України; забезпечувати попередження можливих терористичних погроз, об'єктивний контроль за об'єктами у повітряному, наземному, надводному та підводному просторах, недоторканість кордонів держави;
- ввести систему автоматизованого контролю транспортних потоків України з необхідною якістю в реальному часі;
- ліквідувати дублюючі функції і засоби у компонентах ДІС, впровадити передові ресурсозберігаючі технології, оптимізувати маршрути рухомих об'єктів у повітряному, наземному, морському та річковому просторах;
- створити нові технології в галузі зв'язку, навігації, локації, та в інформаційній сфері;
- підвищити експортний потенціал держави у сфері наукомісткої продукції;
- впровадити передові інформаційні та телекомунікаційні технології у транспортній галузі, чим посприяти входженню України у світовий інформаційний простір;
- забезпечити підвищення ефективності пошуково-рятувальних робіт при техногенних і природних катастрофах у межах території держави і прилеглих акваторіях;
- підвищити рентабельність транспортного комплексу і ефективність його використання;
- гармонізувати нормативно-правову базу держави згідно з міжнародними зобов'язаннями України в сфері управління рухомими об'єктами;
- отримати значний економічний ефект за рахунок:
 - оптимізації маршрутів руху, підвищення швидкості та економічності перевезень усіма видами транспорту на 8–12 %;
 - економії бюджетних коштів вдвічі в результаті інтеграції військової та цивільної радіолокаційних систем, значне скорочення кількості радіолокаційних постів військового призначення та використання засобів подвійного призначення;
 - відмови від дорогих імпортованих зразків радіолокаційної, навігаційної та телекомунікаційної техніки та підтримки і розвитку вітчизняних виробництв, створення нових робочих місць (сотні тисяч) для зайнятості висококваліфікованих фахівців (сотні мільйонів грн.);
 - виключення дублювання науково-дослідних та проектно-конструкторських робіт на міжвідомчому рівні в порівнянні з існуючим станом (15–20 %);
 - технічної (технологічної) та функціональної уніфікації засобів спостереження та навігації (сотні млн грн.);

- впровадження нових високотехнологічних економічних технологій контролю та моніторингу радіолокаційного та навігаційного полів над територією України (10–15 %);
- запобігання надзвичайних ситуацій та аварій на транспорті до 10 % в порівнянні із сучасним станом;
- створення та розвитку внутрішнього ринку сучасних інформаційно-телекомунікаційних технологій на транспорті – новітнього обладнання, програмних засобів та інформаційних послуг (8 млрд грн. протягом 5–7 років) та інших джерел.

6. ВИСНОВКИ

Для економіки провідних держав світу наразі характерні інтеграційні процеси. Це з урахуванням тенденції зближення України з європейськими країнами впливає на напрями розвитку економіки нашої країни, в тому числі і на інформатизацію основних сфер діяльності, в першу чергу – транспортної галузі.

Комплексна програма створення ДПС, що на даний час підготовлена до розгляду Кабінетом Міністрів України, відображає прагнення України до впровадження в економіку передових високих технологій.

У результаті реалізації Комплексної програми буде створена міжгалузева інформаційна база даних щодо поточного стану транспортних засобів та відповідної транспортної інфраструктури, а також засоби контролю та управління транспортом. Це забезпечить:

у політичній сфері: сприяння входженню України до спільноти розвинених держав, поглиблення авторитету України як держави, що розвиває сучасні високі технології у важливій технічній галузі, покращення міжнародних стосунків з державами світу;

в економічній сфері: покращення економічної ефективності транспорту України (повітряного, водного, наземного) за рахунок під-

вищення пропускну здатності транспортних коридорів, економічності та регулярності руху, підвищення рівня безпеки руху, покращення економічних показників господарства України як наслідок підвищення ефективності транспортного обслуговування;

у технологічній сфері: розробку сучасних імпортозамінних технологій в галузі навігації та управління рухомими об'єктами як передумови досягнення технологічної незалежності України, виробництво та поставку вітчизняних засобів, збереження наукомістких технологій;

у науковій сфері: розробку науково-методичних основ побудови систем навігації і управління рухомими об'єктами, відстеження розвитку цих систем;

у соціальній сфері: забезпечення надійності пасажирських та транспортних перевезень, створення нових робочих місць, збереження в Україні науково-технічних колективів;

у військовій сфері: підвищення обороноздатності України за рахунок використання сучасних ефективних систем спостереження, навігації і управління вітчизняного виробництва для авіаційних, морських та наземних об'єктів військового призначення, створення та поставку у війська високоточної зброї.

Після прийняття Кабінетом Міністрів відповідної постанови для створення і подальшого застосування ДПС треба здійснити такі першочергові організаційні заходи:

- призначити керівника робіт по реалізації Комплексної програми;
- створити при керівникові Координаційну раду;
- створити апарат керівника робіт для управління реалізацією Програми;
- визначити організацію, яка буде здійснювати науковий супровід виконання Програми і координування наукових досліджень у цій галузі;
- визначити щорічний бюджет апарата керівника робіт і організації наукового супроводу виконання Програми;

- визначити обсяг фінансування першочергових напрямків робіт.

Прийняття Комплексної програми створення ДПС і її реалізація відповідають вимогам сучасності і це зробить Україну привабливою для інвестицій у транспортну галузь та поширить використання її території для транзитних перевезень.

ПОДЯКИ

У розробці Концепції створення ДПС та проекту Комплексної програми приймала участь велика кількість провідних науковців та фахівців академічних та галузевих науково-дослідних установ та підприємств, провідних вищих навчальних закладів України, а також співробітників Міністерства транспорту та зв'язку, Міністерства промислової політики, Національного космічного агентства України, Міністерства оборони, Міністерства з питань надзвичайних ситуацій, Міністерства освіти і науки, СБУ, Мінекономіки та ін. Автори статті висловлюють вдячність усім розробникам Концепції та проекту Комплексної програми створення ДПС, керівництву та науковцям Харківського національного університету радіоелектроніки – головному розробнику цих документів, – а також керівництву та співробітникам нижче перелічених установ та підприємств, зокрема:

- ДП "Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління" Мінпромполітики та Мінтрансзв'язку, м. Київ;
- ВАТ "АТ НДІРВ", м. Харків;
- ДП "Морком" Мінтрансзв'язку, м. Одеса;
- Національного науково-дослідного центру оборонних технологій і воєнної безпеки України Міністерства оборони України, м. Київ;
- Харківського університету Повітряних Сил, м. Харків;
- Об'єднаного науково-дослідного інституту Збройних Сил України Міністерства оборони України, м. Харків;
- Головної астрономічної обсерваторії НАН України, м. Київ;
- Української державної академії залізничного транспорту Мінтрансзв'язку, м. Харків;
- Наукового Центру ВМС ЗСУ, м. Севастополь;
- Національного авіаційного університету Міносвіти і науки, м. Київ;
- Державного науково-дослідного центру залізничного транспорту Мінтрансзв'язку, м. Київ;
- ЗАТ "Софтлайн", Київ;
- Наукового центру Академії наук прикладної радіоелектроніки, м. Харків;
- Державного підприємства "Орізон-навігація", м. Сміла;
- Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського "ХАІ", м. Харків;
- НДІ "Квант" Мінпромполітики, м. Київ;
- Казенного підприємства "Науково-виробничий комплекс "Іскра", м. Запоріжжя;
- НДІ "Квант-радіолокація" Мінпромполітики, м. Київ;
- Українського науково-дослідного інституту зв'язку, м. Київ;
- Інституту радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова НАН України, м. Харків;
- Національного наукового центру "Інститут метрології", м. Харків;
- Державного підприємства "Конструкторське бюро радіозв'язку", м. Севастополь;
- АТ "Інститут інформаційних технологій", м. Харків;
- Корпорації "Маст-Іпра" ВАТ "Хартеп", м. Харків;
- ЗАТ "Інститут автоматизованих систем", м. Харків;
- Центру аеронавігаційного забезпечення авіації Збройних Сил України (ЦАНЗ), м. Вінниця;
- ДП Науково-дослідний і проектний інститут "Союз", м. Харків;
- ДП НДІ "Оріон", м. Київ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Комплексна програма утвердження України як транзитної держави у 2002–10 рр. Затверджена Законом України від 7 лютого 2002 року N 3022-III.
2. Угода про співробітництво щодо цивільної Глобальної Навігаційної Супутникової Системи (ГНСС) між європейським співтовариством, його державами-членами та Україною. Київ, 1 грудня 2005 року.
3. Концепція створення Державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження). Схвалена Розпорядженням КМУ від 17 липня 2003 р. № 410-р.
4. Проект Комплексної програми створення Державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження), ХНУРЕ, 2005.
5. Додаткові дослідження принципів побудови та функціонування Державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження) по авіаційному транспорту. Звіт про НДР – Харків, ХНУРЕ, с. 2003.–229 с.
6. **Корниенко В. В.** Актуальные вопросы создания государственной интегрированной информационной системы обеспечения управления подвижными объектами и пути их решения. // Прикладная радиоэлектроника. – 2004. – Т. 3, № 4.–С. XX–XX.
7. **Петров Э. Г., Дохов А. И., Грачев В. М.** Цели и методологические принципы создания ДИИС. // Прикладная радиоэлектроника. – 2004. – Т. 3, № 4.–С. XX–XX.
8. **Сницаренко П. Н.** Основные составляющие государственной интегрированной информационной системы обеспечения управления подвижными объектами, пути и перспективы их создания. // Прикладная радиоэлектроника. – 2004. – Т. 3, № 4.–С. XX–XX.
9. **Радіонавігаційний план України (проект).** Посібник / Баранов Г. Л., Кошовий А. А., Падалко В. Г., Скорик Є. Т., Хавіло В. І. Під загальною редакцією д.т.н. Кошового А. А. – Київ: видавництво "КВІЦ", 2002. – 77 с.
10. **Поповский В. В., Блинов В. С.** Пути создания и развития системы государственной интегрированной системы управления подвижными объектами. // Прикладная радиоэлектроника. – 2004. – Т. 3, № 4.–С. XX–XX.
11. Концепція створення системи моніторингу навігаційних характеристик GPS/EGNOS (та у перспективі – GALILEO) на території України, затверджена наказом Мінтрансзв'язку України від 26.12.2005 р. № 937.
12. НДР "Дослідження та визначення задач, способів і засобів технічної та метрологічної підтримки розгортання та експлуатації української частини наземного сегменту систем EGNOS і GALILEO", (шифр "EGNOS-ХНУРЕ/2005"), Етап 1 – "Методика контролю якості (точності та надійності) навігаційного забезпечення по сигналах GPS/EGNOS на території України" – Пояснювальна записка (на 43 арк.), Харків, ХНУРЕ МОН України, НДЦ КПКП ХНУРЕ, червень 2005 р.
13. НДР "Дослідження та визначення задач, способів і засобів технічної та метрологічної підтримки розгортання та експлуатації української частини наземного сегменту систем EGNOS і GALILEO", (шифр "EGNOS-ХНУРЕ/2005"), Етап 1 – "Розробка методів та методики контролю якості (точності та надійності) навігаційного забезпечення по сигналах GPS/EGNOS на території України" – Пояснювальна записка (на 44 арк.), Харків, ХНУРЕ МОН України, НДЦ ПРЕСТ ХНУРЕ, червень 2005 р.
14. НДР "Дослідження та визначення задач, способів і засобів технічної та метрологічної підтримки розгортання та експлуатації української частини наземного сегменту систем EGNOS і GALILEO", (шифр "EGNOS-ХНУРЕ/2005"), Етап 2 – "Визначення задач, способів і засобів технічної та метрологічної підтримки розгортання та експлуатації української частини наземного сегменту систем EGNOS і GALILEO. Розробка переліку організаційно-технічних заходів щодо створення системи оцінки та моніторингу навігаційних характеристик GPS/EGNOS (у перспективі – GALILEO) на території України" – Пояснювальна записка (на 44 арк.), Харків, ХНУРЕ МОН України, НДЦ ПРЕСТ ХНУРЕ, вересень 2005 р.
15. "Доклад комитета А конференции по пункту 1 повестки дня". // Одиннадцатая аэронавигационная конференция, Монреаль, 22 сентября–3 октября, 2003.
16. Концепція створення та експлуатації системи навігаційно-часового забезпечення України за період 2000–2005 рр. – Національне космічне агентство України, 2000. – 29 с.
17. Система космического навигационного обеспечения Украины.// Пояснительная записка эскизного проекта // АФКЕ.461513.010. – Харьков: АО НИИРИ, 2000. – 264 с.
18. Українська мережа станцій космічної геодезії та геодинаміки. – ГАО НАНУ, Київ. – 2005. – 60 с.
19. **Яцкив Я. С., Жалило А. А., Суберляк В. Р., Сонкин М. Г., Дячук В. А., Шаврина А. В., Саданова Н. В., Флерко С. Н., Лукьянов А. М., Вольвач А. Е., Кокурин Ю. Л., Штирберг Л. С.** Региональная система геодинамического и эколо-

- гического мониторинга Крыма с использованием GNSS. Междисциплинарная проблемно-ориентированная Программа. // Інноваційні технології (науково-практичний журнал). – 2003. – № 4–5. – С. 21–88.
20. **Позескі М. Т., Ман М. К.** Архітектура системи управління повітряним рухом США. // ТИЕР. – 1989. – Т. 77, № 11. – С. 6–22.
 21. Уніфікований доступ до аеронавігаційного інформаційного і метеорологічного обслуговування, зв'язаного з передпольотним плануванням. // Довідник. Європейське бюро ІКАО (друге видання). – 2003. – С. 68.
 22. 2001 Federal Radionavigation Plan. // DOT (U.S. Department of Transportation) and DOD (U.S. Department of Defence)., December, 2001.
 23. **Lavroff J. L.** Most Promising markets for GNSS applications. // Proceedings of the 2nd European Symposium on Global Navigation Satellite Systems "GNSS-98". – Toulouse-Prance. 20–23 October 1998. – Tome 1. – IV-O-09. – P. 1–5.
 24. **Beckert S.** AVL and Telematics: A Market Outlook. // GPS WORLD. – April 1999. – P. 42–44.
 25. **Dickman R.** Management of GPS as a Dual Use System. // Report for Secretary of U.S. Air Force. – Washington, 2003. – 1–5 P.
 26. **Divis D. A.** Galileo: Competition or Complement for GPS. // GPS WORLD. – April 1999. – P. 14–19.
 27. Супутникові мережні диференціальні GNSS-технології: впровадження, використання і розвиток в Україні. // ААДБ.469000.001 Д1. – Харків: ЗАТ НПП "Інтертек", 2000. – 67 с.
 28. **Верещак А. П., Кот П. А., Козлов В. А., Махонин Е. И., Волох К. Ф.** Система космического навигационно-временного обеспечения Украины: состояние и перспективы. // Космична наука і технологія. – 2000. – Т. 7, № 4. – С. 5–11.
 29. Сучасні телекомунікації. Технологія і економіка. / Під загальною редакцією С. А. Довгого. – М.: Еко-Трендз, 2003. – 320 с.
 30. Доповідь заступника Міністра транспорту Російської Федерації А. Мишарина на 3-й Міжнародній науково-практичній конференції "ТелекомТранс-2005", м. Сочі, http://www.logistics.ru/9/4/4/i77_1418p6.htm#kl_0.
 31. **Styles J., Costa N., Jenkins B., Gabaglio V.** Market and policy drivers for the development of navigation services in the GALILEO era. // ION GPS 2002, Portland, OR, 24–27 September 2002. – P. 258–265.
 32. **F. Toran-Marti, J. Ventura-Traveset, R. Chen.** The ESA SISNeT Technology: Real-Time Access to the EGNOS Services through Wireless Networks and the Internet // ION GPS 2002, Portland, OR, 24–27 September 2002. – P. 863–873.
 33. **Cannon M. E., Skone S., Gao Y., Moon Y., Chen K., Crawford S., Lachapelle G.** Performance evaluation of several Wide-Area GPS services // ION GPS 2002, Portland, OR, 24–27 September 2002. – P. 1716–1726.
 34. **Ray Jones, Darren Price.** GALILEO augmentation for a precise positioning applications // ION GPS/GNSS 2003, Portland, OR, 9–12 September 2003. – P. 579–592.
 35. Manual For The Validation Of GNSS In Terrestrial Transport [MUSST (Multimodal Safety Satellite System for Transport) is a study funded by European Commission under the transport RTD programme of the 4th framework programme]. Application of the MUSST methodology to terrestrial transport, September 2000. – 116 p.

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

АТ	автомобільний транспорт
БІП	береговий інформаційний пост
ВМБ	військово-морська база
ВМС	військово-морські сили
ГКЦ	головний командний центр
ГЛОНАСС	Глобальна навігаційна супутникова система (Росія)
ГНСС	Глобальна навігаційна супутникова система
ГШ ЗСУ	Генеральний штаб Збройних Сил України
ДАІ	Державна автомобільна інспекція
ДМРКЦ	Державний головний морський рятувально-координаційний центр
ДІС	Державна інтегрована інформаційна система
ЄС	Європейський Союз
ДТП	дорожньо-транспортна пригода
ІАЦ	інформаційно-аналітичний центр
ІРЛСУ	інтегрована радіолокаційна система України

КПП і ОПР	контроль повітряного простору і організації повітряного руху
КП ртб	командний пункт радіотехнічного батальйону
МВС	Міністерство внутрішніх справ
МНС	Міністерство з питань надзвичайних ситуацій
МО	Міністерство оборони
НДР	науково-дослідна робота
НЦПК	національний центр повітряного контролю
орлр	окрема радіолокаційна рота
ПКР	проектно-конструкторська робота
ПС ЗСУ	Повітряні Сили Збройних Сил України
РДЦ	районний диспетчерський центр
РЛП	радіолокаційний пост
РЛС	радіолокаційна станція
СП ССОС	система приймання сигналів від суднових систем охоронного сповіщення
СРРС	служба регулювання руху суден
ССМС	спутникова система моніторингу суден
ЦКП	центральний командний пункт
ЦОРКС	центр оперативного реагування на кризові ситуації
ЦПО	центр повітряних операцій
ЦУО	центр управління і оповіщення
РЛП	радіолокаційний пост
РЛС	радіолокаційна станція
РТВ	Радіотехнічні війська
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay System
GALILEO	Satellite Constellation, Global Navigation Satellite System-2
GPS	Global Positioning System
ICAO	International Civil Aviation Organization
IMO	International Maritime Organization

В. В. Корниенко, М. Ф. Бондаренко, В. Т. Гандабура, Я. С. Яцків. СОЗДАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОДВИЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ (СВЯЗЬ, НАВИГАЦИЯ, НАБЛЮДЕНИЯ) УКРАИНЫ – ВЫЗОВ XXI СТОЛЕТИЯ.

Аннотация: Рассматриваются проблемы информационного обеспечения управления подвижными объектами, структура Комплексной программы создания Государственной интегрированной информационной системы (ГИИС) и основные направления ее реализации, проблемы и пути решения задач навигационного обеспечения транспорта.

Ключевые слова: ГИИС, управление подвижными объектами, радиолокация, спутниковая навигация, мониторинг, GPS/EGNOS, ГЛОНАСС, GALILEO, связь.

V. V. Kornienko, M. F. Bondarenko, V. T. Gandabura, YA. S. Yatskiv. CREATION OF STATE INTEGRATED INFORMATION SYSTEM OF TRANSPORTATION CONTROL/MANAGEMENT SERVICE (COMMUNICATION, NAVIGATION, SURVEILLANCE) IN UKRAINE – THE CHALLENGE OF XXI CENTURY.

Abstract: The problems of transportation control/management service, the structure of Complex program of creation of the State Intergrated Information System (SIIS) and general directions of its realization, the problems and ways of solution of transport navigation service tasks have been discussed.

Keywords: SSIS, transportation, control/management, satellite navigation, monitoring, GPS/EGNOS, GLONASS, GALILEO, communication.

Надійшла до редакції 03.07.06

Рисунки до статті В. В. Корнієнка, М. Ф. Бондаренка, В. Т. Гандабури, Я. С. Яцківа – Створення державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження) України – виклик XXI століття

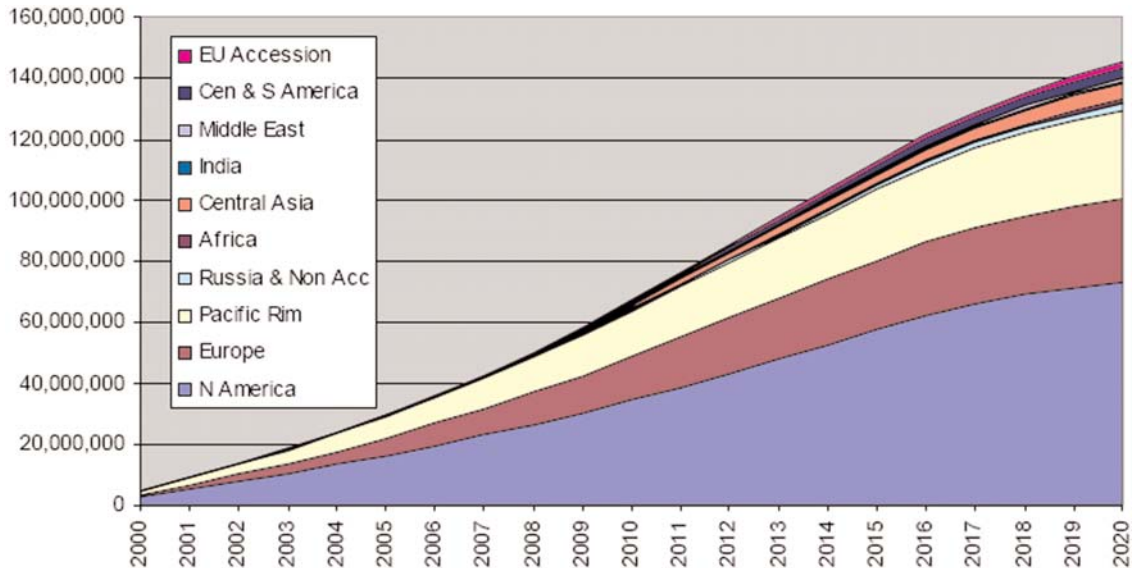


Рис. 7. Збільшення кількості транспортних засобів, обладнаних приймачами сигналів ГНСС, у період від 2000 до 2020 р.

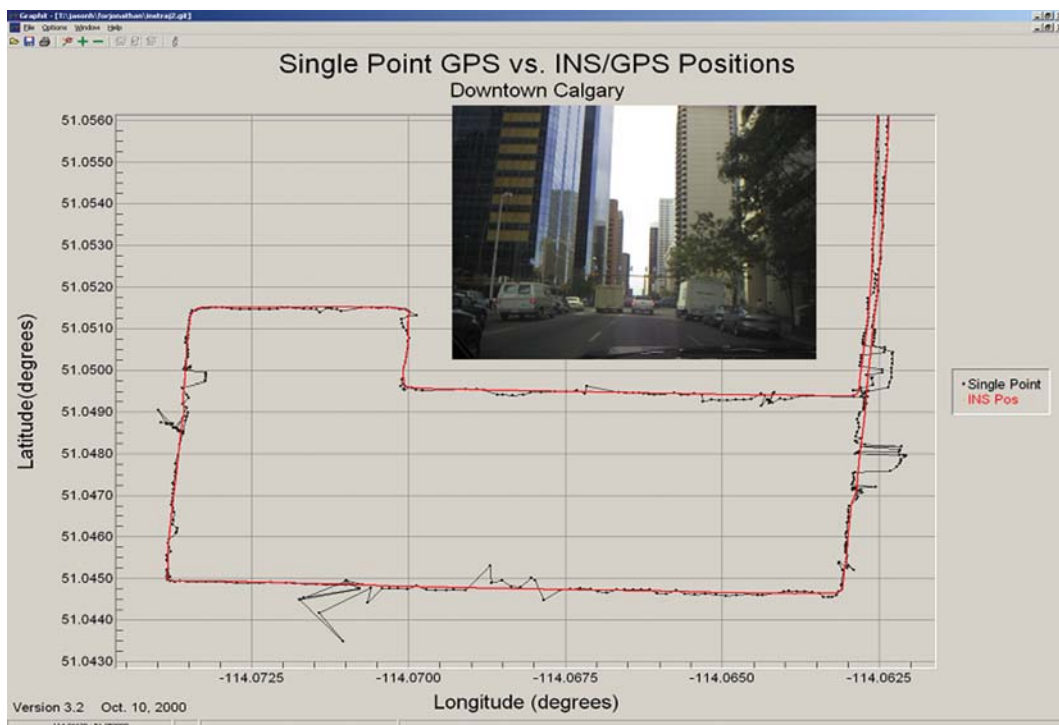


Рис. 9. Траєкторія руху автомобіля визначена, двома способами: з використанням інтегрованих систем – червоною лінією; використанням тільки GPS-приймача – чорною лінією

Рисунки до статті О. І. Дохова, В. М. Шокало, О. М. Лук'янова, О. О. Жаліло,
Д. О. Шелковенкова – Про Створення системи моніторингу навігаційних характеристик
GPS/EGNOS на території України

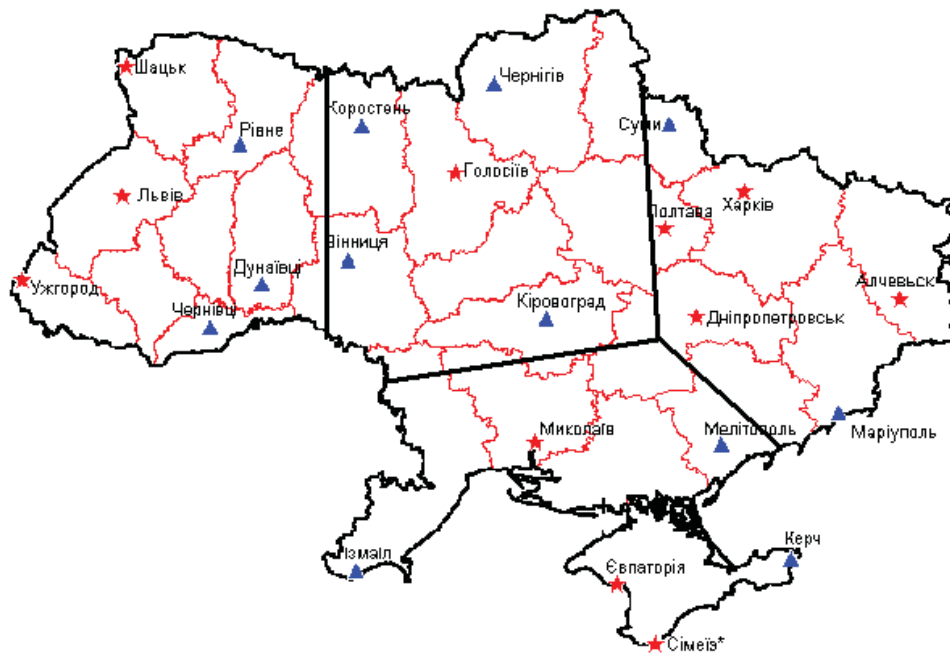


Рис. 1. Регіони моніторингу навігаційних характеристик GPS/EGNOS

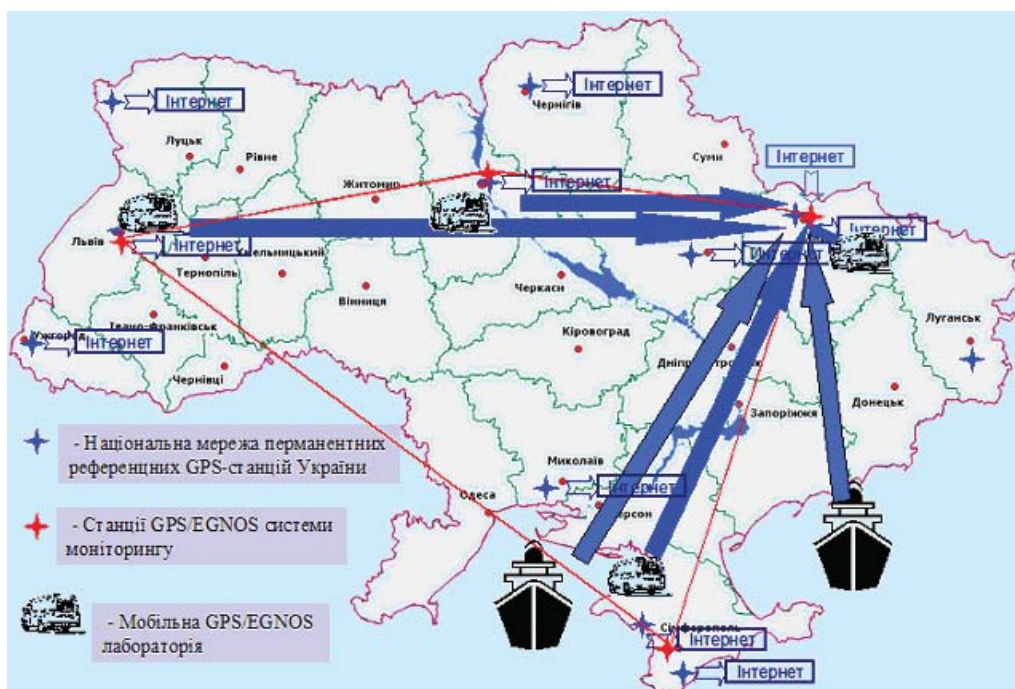


Рис. 2. Архітектура системи моніторингу

**О. І. Дохов, В. М. Шокало, О. М. Лук'янов, О. О. Жаліло,
Д. О. Шелковєнков**

Харківський Національний університет радіоелектроніки, Харків

ПРО СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ НАВІГАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК GPS/EGNOS НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Анотація: Розглядається стан робіт по створенню системи моніторингу навігаційних характеристик GPS/EGNOS на території України. Наведені отримані результати, архітектура системи моніторингу і підсистеми збору та обробки інформації, плани розробки та вводу в експлуатацію системи моніторингу.

Ключові слова: моніторинг, GPS/EGNOS, Galileo, навігаційні характеристики, транспорт.

1. ВСТУП

Однією з основних задач на сучасному етапі розвитку України є модернізація існуючих систем управління рухомими об'єктами з використанням найсучасніших засобів супутникової радіонавігації з метою підвищення ефективності та забезпечення безпеки транспортних перевезень.

Координатні визначення, які виконуються з високою точністю і надійністю, є основою безпечного управління транспортними об'єктами. Бурхливий розвиток космічних та інших високих технологій за останні 10–15 років якісно змінив підходи до рішення задач автономної навігації рухомих об'єктів. Глобальні навігаційні супутникові системи (ГНСС) GPS і ГЛОНАСС забезпечують точність координатних визначень під час руху на рівні 10–15 м. Така точність цілком прийнятна для ряду транспортних додатків, однак недостатня надійність систем донедавна обмежувала їхнє використання для критичних з точки зору забезпечення безпеки транспортного руху ситуацій.

Введення в експлуатацію супутникових доповнень до глобальних навігаційних систем, таких, як WAAS у США і EGNOS у Європі, докорінно змінило підходи до забезпечення безпечної навігації. Такі міжнародні організації, як ICAO (International Civil Aviation Organization – Міжнародна організація цивільної авіації), IMO (International Maritime Organization – Міжнародна морська організація), UIC і UN/ECE у своїх документах відзначили, що супутникові навігаційні системи і їхні космічні доповнення є найбільш пріоритетними засобами для вирішення проблем управління транспортними об'єктами.

Розгорнута Європейським союзом система EGNOS створювалася для забезпечення вирішення задач навігації в авіаційному транспорті як найбільш критичному за точністю та надійністю навігаційних визначень. Як показали проведені іспити, її використання дає можливість забезпечувати літакам захід на посадку по першій категорії метеомінімуму в межах усієї зони відповідальності системи.

Щодо використання інформації системи EGNOS поза цією зоною, то це також можливо,

але якість послуг при цьому не гарантується. На даний час Україна не входить у зону обслуговування EGNOS, але граничить з нею і технічно вже зараз може користуватися послугами цієї системи. Однак якісні і кількісні характеристики навігаційних послуг EGNOS на території України поки що залишаються невідомими.

Тому першою задачею при впровадженні супутникових технологій у систему навігаційного забезпечення транспорту в Україні є забезпечення незалежного моніторингу навігаційних характеристик GPS/EGNOS на всій території України. Моніторинг навігаційних характеристик GPS/EGNOS забезпечить визначення дійсних навігаційних характеристик GPS/EGNOS не тільки на даному етапі, коли зона дії EGNOS обмежена країнами ЄС, а також дасть можливість організувати нагляд за якістю функціонування EGNOS після її поширення на територію України.

Створення відповідної державної системи моніторингу ГНСС було передбачено постановою Кабінету Міністрів України від 7 квітня 2003 року № 486 [1]. До її складу повинні увійти пункти спостереження, підпорядковані Національному космічному агентству, Національній академії наук, Міністерству екології та природних ресурсів, Міністерству освіти і науки, Державному комітету з питань технічного регулювання та споживчої політики. Відповідно до вимог "Програми забезпечення функціонування і розвитку державної системи моніторингу ГНСС" [2] ця система повинна зафункціонувати в 2010 році.

Таким чином, склалася ситуація, коли оцінка дійсних характеристик навігаційного забезпечення по сигналах ГНСС (зокрема, з використанням корекцій EGNOS) може бути отримана не раніше 2010 року. Ця обставина не може задовольнити користувачів ГНСС. В Україні вже зараз потрібна інформація про якість навігаційного забезпечення транспортної і багатьох інших галузей народного господарства та військової сфери з використанням

сигналів GPS/EGNOS. Від своєчасного отримання цієї інформації залежить не тільки розвиток транспортної галузі, а й взагалі становлення України як транзитної держави.

З урахуванням вищесказаного у проекті Комплексної програми створення Державної інтегрованої інформаційної системи (ДІІС) [3] передбачено створення системи оцінки та моніторингу навігаційних характеристик GPS/EGNOS на території України, яка повинна вирішити основні найбільш актуальні задачі визначення якості навігаційного забезпечення по сигналах GPS/EGNOS і сприяти підвищенню ефективності транспортних перевезень за рахунок впровадження супутникових навігаційних технологій. Проект Комплексної програми створення ДІІС, розроблений відповідно до Концепції створення Державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами [4], на сьогодні вже є підготовленим для розгляду Урядом України. Реалізація цієї системи згідно з планом робіт [5] передбачається у 2007 році. Орієнтовна вартість робіт складає приблизно 1 200 000 гривень.

Незважаючи на те, що Комплексна програма створення ДІІС Кабінетом Міністрів України ще не затверджена, роботи по впровадженню нових технологій у сферу управління транспортом вже розпочалися. Зокрема, у 2005 році Харківський Національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ) на замовлення Державного департаменту морського та річкового транспорту Мінтрансзв'язку України виконав науково-дослідницьку роботу (НДР) "Дослідження та визначення задач, способів і засобів технічної та метрологічної підтримки розгортання та експлуатації української частини наземного сегменту систем EGNOS і Galileo". Ця НДР є першою у напрямку створення системи моніторингу навігаційних характеристик GPS/EGNOS/Galileo на території України. У її рамках розроблені такі документи:

- "Концепція створення системи моніторингу навігаційних характеристик GPS/EGNOS (та у перспективі – Galileo) на території України" [6];
- "Методика контролю якості (точності та надійності) навігаційного забезпечення по сигналах GPS/EGNOS на території України" [7];
- "Технічне завдання на створення системи оцінки та моніторингу навігаційних характеристик GPS/EGNOS на території України", проект [8];
- звітна науково-технічна документація по етапах виконання НДР [9, 10, 11].

Далі наводимо скорочений огляд розробленої системи моніторингу.

2. ОСНОВНІ ЗАДАЧІ ТА АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ

Основна мета проведення робіт з оцінки якості навігаційного забезпечення полягає в створенні умов для впровадження супутникових навігаційних технологій у практику для критичних з точки зору безпеки транспортних застосувань та забезпечення постійного контролю за надійністю навігаційного сервісу глобальних навігаційних супутникових систем.

Створювана система моніторингу навігаційних характеристик GPS/EGNOS повинна забезпечити формальну процедуру експериментальної оцінки (верифікації) функціонуючих супутникових радіонавігаційних систем у всіх аспектах. Задача верифікації представляється у вигляді складових:

- перевірка якості супутникових навігаційних сигналів;
- визначення обмежень і вибір навігаційного устаткування споживачів;
- оцінка експлуатаційних характеристик ГНСС.

Фактично функції системи моніторингу зводяться до:

- оперативного збору й обробки навігаційної інформації;
- формування висновків про якість навігаційного забезпечення транспорту по сигналах GPS/EGNOS;
- оперативного повідомлення споживачів інформації про зниження якості навігаційних послуг GPS/EGNOS.

Система моніторингу будується за такими принципами:

- максимальне охоплення території України;
- безперервність функціонування;
- розміщення станцій моніторингу в регіонах з розвинутою інфраструктурою;
- використання навігаційного устаткування провідних світових виробників;
- використання для моніторингу інформації мережі перманентних референтних GPS-станцій України.

При функціонуванні системи моніторингу навігаційних характеристик GPS/EGNOS буде використовуватись інформація спеціалізованих станцій моніторингу, мобільної лабораторії та перманентних станцій, розташованих на території України (причому перманентні станції є додатковим джерелом отримання інформації). Основний недолік у їхній роботі полягає у тому, що вони забезпечують дуже низький темп збору інформації – 1 раз за 30 сек. Тому їхня інформація може використовуватись тільки для того, щоб отримати оцінку точності координатних визначень. Для оцінки доступності, цілісності, безперервності сервісу GPS/EGNOS такий темп отримання даних непридатний. Більш того, ці станції не забезпечують прийом сигналів EGNOS і не можуть бути використані для верифікації якості прийому таких сигналів на всій території України.

З урахуванням конфігурації і розмірів території України для проведення досліджень

навігаційних характеристик GPS/EGNOS виділено чотири регіони (рис. 1, див. стор. 34), у яких передбачається розгортання станцій моніторингу:

- у західному регіоні (пропонується м. Львів);
- у центральному (м. Київ);
- у південному (м. Сімферополь);
- у східному (м. Харків).

Створення станцій моніторингу забезпечить нагляд за точністю та надійністю координатних визначень по окремих регіонах та визначення часового розподілу навігаційних характеристик GPS/EGNOS на території України.

Для визначення якості навігаційного забезпечення транспорту по сигналах GPS/EGNOS у реальних умовах експлуатації створюється мобільна лабораторія. На першому етапі функціонування системи моніторингу лабораторія буде оснащена приймачем сигналів GPS/EGNOS, а у подальшому до її складу увійде приймач сигналів Galileo для проведення досліджень якості функціонування системи Galileo на етапі її розгортання і експлуатації. Мобільна лабораторія буде також оснащена апаратурою, яка дасть можливість визначити і періодично проводити контроль за електромагнітною обстановкою у регіонах активного використання супутникового навігаційного обладнання.

Одним з головних елементів системи моніторингу являється Центр збору та обробки інформації. В його функції входить забезпечення накопичення, обробки та аналізу вимірювальної інформації створюваних станцій моніторингу, мобільної лабораторії, а також перманентних станцій. Результати обробки та аналізу інформації будуть надаватись усім зацікавленим споживачам України, у першу чергу таким відомствам, як Мінтрансзв'язку, Мінпромполітики, МВС, Міноборони, МНС, Мінприроди та іншим, які зацікавлені у впровадженні супутникових навігаційних технологій у відповідних галузях економіки.

Збір інформації у системі моніторингу здійснюватиметься у післясеансному режимі з використанням мережі Інтернет, причому інформація станцій моніторингу та мобільної лабораторії пересилатиметься у Центр збору та обробки безпосередньо, а інформація перманентних станцій буде братись із загальнодоступного серверу ГАО НАНУ. Схема збору інформації у системі моніторингу наведена на рис. 2 (див. стор. 34).

Для обробки та аналізу інформації необхідно орієнтуватися на використання як існуючих програмних пакетів (наприклад, BERNESE, PEGASUS, ECLAYR, GrafNav/GrafNet), так і програмного забезпечення вітчизняної розробки.

Програмне забезпечення, яке розробляється у рамках проекту, призначене для забезпечення попередньої обробки інформації та її детального аналізу з метою виключення випадків впливу збоїв у роботі окремих приймачів та похибок в обробці інформації на формування висновків щодо якості навігаційного забезпечення по сигналах GPS/EGNOS. Крім того, це програмне забезпечення буде використовуватись для статистичної обробки результатів аналізу окремих сеансів вимірювань і формування інтегральних висновків по їх сукупності.

3. СКЛАДОВІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ

Система оцінки і моніторингу навігаційних характеристик GPS/EGNOS функціонально складається з трьох підсистем:

- реєстрація інформації;
- збір і обробка інформації;
- надання результатів досліджень усім зацікавленим споживачам.

До складу підсистеми реєстрації входять стаціонарні станції моніторингу та мобільна лабораторія. До складу підсистеми поширення інформації – програмні й апаратні засоби передачі інформації споживачам в Україні.

Підсистема збору й обробки інформації є центральним і найбільш складним елементом системи моніторингу. Основа цієї підсистеми – програмно-апаратний комплекс обробки вимірювальної інформації, який забезпечує виконання таких функцій:

- аналіз якості та попередня обробка вимірювальної інформації, яка поступає від перманентних станцій України, мобільної лабораторії та станцій моніторингу, що входять до складу системи;
- калібрування різниці між затримками сигналів на різних частотах у приймальній апаратурі (IFB) з використанням даних міжнародного центру CODE IGS (Швейцарія);
- визначення параметрів регіональної моде-

лі іоносфери на основі двочастотних вимірювань;

- визначення параметрів регіональної моделі тропосфери на основі даних метеорологічних станцій України;
- верифікація параметрів моделей іоносфери та тропосфери, що застосовуються у системі EGNOS, з використанням відповідних регіональних моделей;
- контроль за якістю корекцій EGNOS щодо координат навігаційних супутників;
- контроль за точністю координатних визначень по сигналах GPS/EGNOS на території України.

Схема взаємодії функцій програмно-апаратного комплексу наведена на рис. 3.

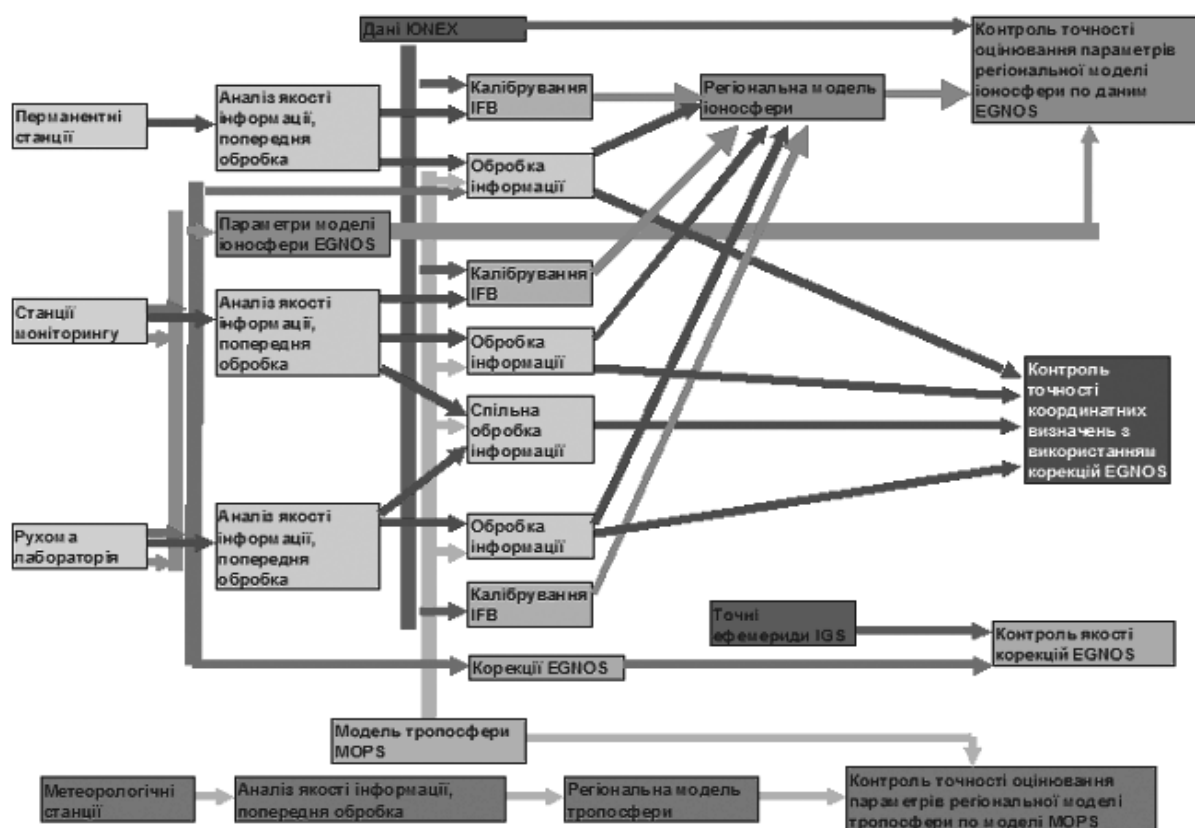


Рис. 3. Схема взаємодії функцій програмно-апаратного комплексу

4. ЕТАПИ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ

Створення системи моніторингу передбачає виконання таких робочих етапів:

- 1) науково-технічне обґрунтування розташування складових системи моніторингу якості навігаційного забезпечення (СМНЗ) по сигналах GPS/EGNOS та організація їх взаємодії;
- 2) створення експериментального зразка основних складових СМНЗ по сигналах GPS/EGNOS(GALILEO) та програмного забезпечення проведення експериментальних досліджень;
- 3) проведення експериментальних досліджень якості навігаційного забезпечення по сигналах GPS/EGNOS/(GALILEO) на території України;
- 4) розробка експлуатаційної документації на систему моніторингу GPS/EGNOS/(GALILEO).

Створена у ході реалізації система моніторингу буде вирішувати всі питання щодо аналізу якості навігаційних характеристик ГНСС, окрім аналізу інформації системи Galileo, яка буде введена у дію не раніше 2008 року, та функцій моніторингу у реальному часі.

Учасниками проекту створення та підтримки функціонування системи моніторингу передусім є такі організації України, діяльність яких забезпечуватиме розробку та розгортання станцій моніторингу і центрів збору та обробки інформації, а також забезпечуватиме підтримку їх функціонування. Насамперед, це провідні науково-дослідні організації та вищі навчальні заклади України.

5. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ ВІД РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМИ

Створення системи моніторингу навігаційного забезпечення по сигналах GPS/EGNOS/Galileo на території України дасть можливість:

- створити та ввести в дію тестовий вимірювальний комплекс для оцінки, аналізу та моніторингу навігаційних характеристик GPS/EGNOS/Galileo в Україні та виконати оцінку їх характеристик;
- визначити та експериментально перевірити критерії, методи та рекомендації щодо виконання оцінки та моніторингу навігаційних характеристик EGNOS/Galileo;
- визначити реальні конкретні напрямки інтеграції України в європейський процес створення та використання навігаційного поля супутникових навігаційних систем та їх європейського функціонального доповнення EGNOS для цілей найефективнішого вирішення транспортних проблем на території України;
- визначити пропозиції щодо використання сигналів EGNOS/Galileo на території України та рекомендацій по інтегруванню України та ЄС у питаннях створення єдиного навігаційного поля на території Європи.

Відповідно створення такої системи приведе до:

- підвищення безпеки в авіації на трасі польоту літаків та при заході їх на посадку;
- підвищення безпеки навігації суден в умовах шельфу, у вузьких місцях і в портах, особливо в умовах поганої видимості;
- підвищення безпеки управління автотранспортними засобами та іншими наземними рухомими об'єктами за рахунок моніторингу навігаційного поля ГНСС;
- скорочення витрат на проведення ремонтних робіт та збільшення терміну служби транспортних засобів;
- зниження страхових внесків для власників транспортних засобів;
- підвищення оперативності та надійності аналізу дорожньо-транспортних пригод;
- забезпечення високої точності прив'язки

результатів проведення гідрологічних робіт та ін.

6. ВИСНОВКИ

Модернізація існуючих систем управління транспортними об'єктами в Україні з використанням найсучасніших засобів супутникової радіонавігації є основою підвищення ефективності і безпеки транспортних перевезень. Технічна можливість використання сигналів EGNOS для вирішення задач навігації на території України наразі, а також подальше поширення зони покриття EGNOS потребують забезпечення контролю за якістю навігації з використанням інформації цієї системи. Ця функція буде виконуватися системою моніторингу навігаційних характеристик GPS/EGNOS/Galileo. Створення системи моніторингу забезпечить не тільки вирішення основних питань оцінки експлуатаційних характеристик EGNOS (у подальшому – EGNOS/Galileo), атестацію супутникових навігаційних систем для транспорту і своєчасне попередження користувачів про погіршення якості послуг, а забезпечить також впровадження в Україні сучасних закордонних і вітчизняних мережних технологій високоточного визначення місця знаходження рухомих транспортних об'єктів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Постанова Кабінету міністрів України від 7 квітня 2003 р. № 486 "Про утворення державної мережі моніторингу глобальних навігаційних супутникових систем".
2. Постанова Кабінету міністрів України від 14 квітня 2004 р. № 470 "Про затвердження Положення про державну мережу моніторингу глобальних навігаційних супутникових систем і Програми забезпечення функціонування і розвитку державної системи моніторингу глобальних навігаційних супутникових систем на період до 2010 року".
3. Проект Комплексної програми створення Державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження); ХНУРЕ, 2005 р.
4. Концепція створення Державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження). Схвалена Розпорядженням КМУ від 17 липня 2003 р. № 410-р.
5. План робіт по організації розробки та впровадження на території України системи моніторингу якості навігаційного забезпечення по сигналах глобальних навігаційних супутникових систем GPS/EGNOS/GALILEO. Затверджений Першим заступником Міністра транспорту та зв'язку України В. Цибенко 26.12.2005 року.
6. Концепція створення системи моніторингу навігаційних характеристик GPS/EGNOS (та у перспективі – Galileo) на території України (наказ Міністра транспорту та зв'язку України від 26.12.2005 р. № 937).
7. НДР "Дослідження та визначення задач, способів і засобів технічної та метрологічної підтримки розгортання та експлуатації української частини наземного сегменту систем EGNOS і Galileo", (шифр "EGNOS-ХНУРЕ/2005"), Етап 1 – "Методика контролю якості (точності та надійності) навігаційного забезпечення по сигналах GPS/EGNOS на території України" ("Пояснювальна записка", 43 арк.) – Харків, ХНУРЕ МОН України, НДЦ ІРЕСТ ХНУРЕ, червень 2005 р.
8. "Технічне завдання на створення системи оцінки та моніторингу навігаційних характеристик GPS/EGNOS на території України" (проект), НДЦ ІРЕСТ ХНУРЕ, грудень 2005 р.
9. НДР "Дослідження та визначення задач, способів і засобів технічної та метрологічної підтримки розгортання та експлуатації української частини наземного сегменту систем EGNOS і Galileo", (шифр "EGNOS-ХНУРЕ/2005"), Етап 1 – "Розробка методів та методики контролю якості (точності та надійності) навігаційного забезпечення по сигналах GPS/EGNOS на території України". ("Пояснювальна записка", 44 арк.). – Харків: ХНУРЕ МОН України, НДЦ ІРЕСТ ХНУРЕ, червень 2005 р.
10. НДР "Дослідження та визначення задач, способів і засобів технічної та метрологічної підтримки розгортання та експлуатації української частини наземного сегменту систем EGNOS і Galileo", (шифр "EGNOS-ХНУРЕ/2005"), Етап 2 – "Визначення задач, способів і засобів технічної та метрологічної підтримки розгортання та експлуатації української частини наземного сегменту систем EGNOS і Galileo. Розробка переліку організаційно-технічних заходів щодо створення системи оцінки та моніторингу навігаційних характеристик GPS/EGNOS (у перспективі – Galileo) на території України", 44 арк. – Харків: ХНУРЕ МОН України, НДЦ

- ПРЕСТ ХНУРЕ, вересень 2005 р.
11. Науково-технічний звіт НДР "Дослідження та визначення задач, способів і засобів технічної та метрологічної підтримки розгортання та експлуатації

української частини наземного сегменту систем EGNOS і Galileo", (шифр "EGNOS-ХНУРЕ/2005"), Етап 3, 113 арк. – Харків: ХНУРЕ МОН України, НДЦ ПРЕСТ ХНУРЕ, листопад 2005 р.

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

GBAS	Ground-Based Augmentation System
GNSS	Global Navigation Satellite System
SARPS	Standards And Recommended Practices
SBAS	Satellite-Based Augmentation System
WAAS	Wide Area Augmentation System
UIC	International Union of Railways – Міжнародне об'єднання залізниць
UN/ECE	United Nations Economic Commission for Europe – Європейська економічна комісія ООН

А. И. Дохов, В. М. Шокало, А. М. Лукьянов, А. А. Жалило, Д. А. Шелковенков. О СОЗДАНИИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА НАВИГАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК GPS/EGNOS НА ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ.

Аннотация: Рассматривается состояние работ по созданию системы мониторинга навигационных характеристик GPS/EGNOS на территории Украины. Приведены полученные результаты, архитектура системы мониторинга и подсистемы сбора и обработки информации, планы разработки и ввода в эксплуатацию системы мониторинга.

Ключевые слова: мониторинг, GPS/EGNOS, Galileo, навигационные характеристики, транспорт.

A. I. Dokhov, V. M. Shokalo, A. M. Lukyanov, A. A. Zhalilo, D. A. Shelkovenkov. THE GPS/EGNOS SUPERVISION SYSTEM OF NAVIGATION PERFORMANCE IN UKRAINE.

Abstract: Work is underway on the GPS/EGNOS monitoring system of navigation performance in Ukraine. Findings, the architecture of the monitoring system, data collector and data processing, elaboration plan and putting into operation plan of the monitoring system have been presented.

Keywords: monitoring, GPS/EGNOS, Galileo, navigation performance, transport.

Надійшла до редакції 03.07.06

ЦИФРОВА КАРТА ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Цифрова карта дорожнього руху (ЦКДР) є складовою (одним з шарів) цифрової навігаційної карти даного регіону. Карта є формалізованим (зрозумілим для комп'ютера) зводом правил дорожнього руху даного регіону. Вона містить координатну інформацію про дозволений проїзд транспортних засобів (ТЗ) та про дорожні знаки у вигляді сукупності координат точок повороту на просторі, дозволеному для руху ТЗ. Ця інформація містить також вимоги до напрямку та обмеження для руху ТЗ, повідомлення для водіїв та органів управління ТЗ.

Для кожного виду ТЗ є свій простір та умови руху. Наприклад, для швидкої допомоги та міліції обмеження практично відсутні. ЦКДР використовується спільно з навігаційним приймачем та базовою навігаційною картою, на якій показані дороги, маршрути, будинки та ін. Вся цифрова інформація має бути представлена у єдиній системі координат, бути точною та постійно оновлюватися.

Ю. О. Карпінський, А. А. Лященко, О. П. Дроздівський

Науково-дослідний інститут геодезії і картографії, Київ

ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВІГАЦІЇ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТУ

Анотація: В статті узагальнено досвід створення інтелектуальних транспортних систем в розвинених країнах, визначено вимоги до складу і точності цифрових карт для геоінформаційних систем навігації автомобільного транспорту, проаналізовано стан проблеми формування бази геопросторових даних дорожньо-транспортної інфраструктури та шляхи її вирішення в Україні.

Ключові слова: геоінформаційні системи, цифрові карти, GPS-навігація, бази геопросторових даних, мобільні системи картографування.

1. ВСТУП

У сучасній інфраструктурі дорожнього руху дедалі важливішу роль відіграють геоінформаційні та GPS-технології, які уже сьогодні дають можливість забезпечити безпосередніх учасників дорожнього руху та всі ланки керування транспортними системами необхідною оперативною і якісною просторово-часовою інформацією. Глобальна супутникова система позиціонування "Навстар" (NAVSTAR – Navigation Satellite Providing Time And Range) або коротко – GPS (Global Positioning System) дозволяє оперативно визначати координати місцеположення рухомих об'єктів практично в будь-якій точці земної кулі та в будь-який час, а геоінформаційні системи (ГІС) забезпечують відображення місцезнаходження об'єктів на електронних картах, моделювання та планування транспортних потоків, моніторинг стану транспортних систем в просторі та часі.

На основі GPS, ГІС, сучасних засобів зв'язку і телекомунікацій у розвинених країнах сві-

ту уже протягом декількох десятиків років створюються та розвиваються інтелектуальні транспортні системи (ІТС) [1, 2]. Вони використовуються як засоби контролю і впливу на систему наземного транспорту шляхом прямого керування (наприклад, сигналами регулювання трафіку або опосередковано через оперативні повідомлення учасників руху про стан транспортних шляхів та їх завантаженість, у тому числі з використанням засобів мобільного зв'язку та Інтернет).

Традиційний підхід до розвитку транспортних систем та вирішення проблеми перевантаження трафіку руху ґрунтується на формуванні нових магістралей та розширенні існуючих шляхів. Але, на жаль, зі збільшенням кількості транспортних засобів трафік перевантажується знову й знову невдовзі після завершення чергової реконструкції шляхової мережі. Виходячи з цього, ІТС сьогодні можна розглядати як важливу складову сучасного комплексного підходу до підвищення ефективності функціонування систем наземного транспорту за рахунок розвитку їх

інформаційної інфраструктури (автоматизованого збору даних про стан системи в масштабі реального часу, моделювання та прямого й опосередкованого оперативного впливу на формування і зміну транспортних потоків).

До основних чинників ефективного розвитку ринку геоінформаційних послуг в транспортному секторі України можна віднести формування міжнародних транспортних коридорів та зростання автоперевезень дорогих і спеціальних вантажів по території країни, зростання кількості імпортованих автомобілів, які оснащені сучасними мобільними навігаційними комплексами на основі GPS-приймачів та бортових комп'ютерів, розвиток телекомунікаційних технологій та засобів мобільного зв'язку з порівняно високою пропускнуною спроможністю та прийнятними цінами на послуги.

У цій статті узагальнено досвід реалізації проектів створення ІТС в Японії, США та країнах Європейського Союзу, висвітлено основні функції ІТС та напрями розвитку їх геоінформаційного і телекомунікаційного забезпечення, визначено вимоги до складу та роздільної здатності цифрових карт для навігаційних ГІС, представлено стан проблеми формування бази геопросторових даних до-

рожньо-транспортної інфраструктури та шляхи її вирішення в Україні.

2. КОМПОНЕНТИ ТА ФУНКЦІЇ СУЧАСНИХ ТРАНСПОРТНО-НАВІГАЦІЙНИХ ГІС

Бортові навігаційні комплекси призначені для GPS-навігації наземних транспортних засобів та комплектуються різними компонентами: GPS-приймач або інтегрована платформа (GPS-приймач та інерціальна система) для визначення координат місцезнаходження транспортного засобу, напрямку та швидкості його руху; бортовий мікрокомп'ютер з ГІС для програмування маршруту та інформаційного супроводження водія під час руху транспортного засобу за вибраним маршрутом; мобільні засоби зв'язку (мобільний телефон або мінірадіостанція та радіомодем) для обміну даними з диспетчерським центром або іншими сервісними службами транспортної системи тощо.

У найпростішому застосуванні засобів GPS-навігації водій міжміського вантажного трейлера чи автомашини медичної швидкої допомоги, кермач яхти або просто турист може, маючи мініатюрну антену та GPS-приймач з цифровим дисплеєм навігаційного приладу розміром записника, визначати координати свого місцезнаходження з точністю до 15 м. Інтегрування GPS-приймачів з бортовим комп'ютером, оснащеним програмними засобами геоінформаційної системи, дає можливість відображати місцезнаходження рухомих об'єктів на електронній карті, прокладати маршрути руху, постійно слідкувати за координатами рухомого об'єкта та видавати на екран дисплея або голосом рекомендації щодо можливих маневрів для оптимального руху по вибраному маршруту. На електронні карти країн Європейського Союзу, США та Канади занесено 99 % усіх вулиць і провулків, адреси, об'єкти дорожньої інфраструктури та соціаль-

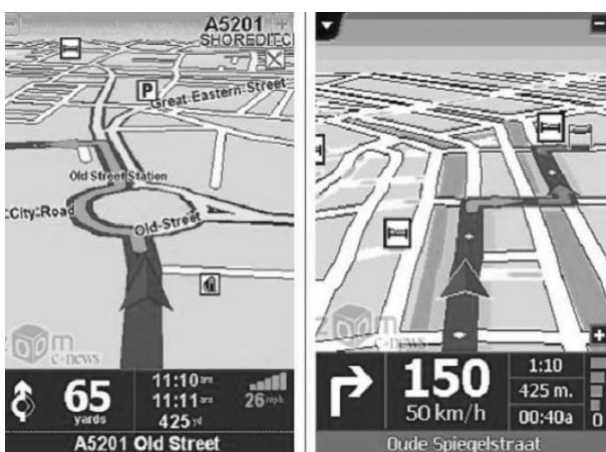


Рис. 1. Типові види електронних навігаційних карт на дисплеї автомобільної ГІС

но-побутового обслуговування. Автомобільні ГІС пропонують для вибору мови інтерфейсу – серед них зазвичай дві англійські (британська і США), угорська, польська (російської та української, на жаль, поки що не пропонують). Можна також вибрати голосовий супровід як на різних мовах, так і різним голосом (чоловічим або жіночим – на вибір). Електронні карти на дисплеї бортового комп'ютера формуються як у класичному, так і в 3D-виді (рис. 1), що дуже зручно при русі на транспортних розв'язках. Перемальовування і масштабування карт відбувається досить швидко. Доступні різнокольорові схеми дорожньої інфраструктури. Це дуже важливо, тому що в різних країнах прийняті різні системи дорожніх позначень, отже можна встановити ту схему, яка є звичною для водія, або яка найбільш оптимальна для даної країни. ГІС автоматизує прокладання маршруту, для цього достатньо вказати кінцеву точку подорожі і ГІС негайно розрахує оптимальний шлях. При відхиленні від маршруту (наприклад, водій проскочив поворот або розв'язку) система досить швидко перерахує маршрут і почне супроводжувати рух по новому маршруту. При цьому вона "не забуває" завчасно попереджати про необхідні маневри, світлофори, повороти і т. ін. Велика база геопросторових даних дає змогу шукати об'єкти як за адресою, так і за їх функціональною приналежністю. У будь-який момент можна дати команду "Navigate to" > "Point of Interest" > та вибрати потрібну адресу або один з кількох десятків категорій об'єктів, таких, як заправні станції, пункти автосервісу, готелі, лікарні, аптеки, магазини тощо. Після цього потрібно вибрати із списку пропонованих конкретний об'єкт (точку) інтересу, а ГІС виведе водія безпосередньо на потрібне місце. Програма також дає можливість отримувати з Інтернет в режимі *on-line* інформацію про погоду, про пробки і затори на дорогах. В цілому ж можна сказати, що навігаційні ГІС є незамінними

помічниками автомобілістів (якщо вони подорожують по Західній Європі, США або Канаді).

Інтелектуальні транспортні системи з'явилися не так давно, але розвиток їх концепцій можна прослідкувати починаючи з 70-х років минулого століття, на які припадає період розвитку перших ІТС в Японії. У США термін "інтелектуальні транспортні магістральні системи" (*Intelligent Vehicle Highway System – IVHS*), який використовувався у 1980 рр., починаючи з 1994 р. був замінений на "інтелектуальні транспортні системи" (*Intelligent Transportation Systems – ITS*). У країнах Західної Європи ця предметна сфера з 1980-х років відома як "дорожньо-транспортна інформатика" (*Road Transport Informatics – RTI*). Згодом з'явилося поняття "прогресивна транспортна телематика" (*Advanced Transport Telematics – ATT*) (телематика – інтегровані засоби передавання та оброблення інформації для транспортних систем). У 90-х роках минулого століття вирішення проблеми ІТС набуває комплексного програмного характеру з організацією спеціальних національних та міжнародних структур, таких, як "Товариство інформації транспортних засобів, шляхів і дорожнього руху" (*Vehicle, Road and Traffic Information Society – VERTIS*) в Японії, програма "ІТС-Америка" в США та Європейська організація з координації впровадження дорожньої телематики (*European Road Telematics Implementation Coordination Organization – ERTICO*) у Європі. Міністерство транспорту США спонсорувало сотні проектів, спрямованих на дослідження, розробку, тестування та впровадження новітніх технологій у національній ІТС. Товариство "ІТС-Америка" об'єднує державні й місцеві органи влади, громадські спілки, університети і науково-дослідні інститути, виробників і комерційних реалізаторів автомобілів, консалтингові фірми тощо. Міністерство спонсорує симпозиуми і конференції з питань ІТС для обміну новими

ідеями і досвідом. Значна увага приділяється стандартизації засобів та протоколів обміну даними для забезпечення інтегрування всіх компонентів системи.

Незважаючи на певні відмінності в стратегіях розвитку інформаційних транспортних систем Японії, країн Західної Європи та США в їх архітектурі та функціях є багато спільного. До типової можна віднести архітектуру "ІТС-США" (рис. 2), в якій виділено чотири підсистеми: перевізник, транспортний засіб,

дорога та центр управління. Функціонально система забезпечує задачі планування, диспетчеризацію вантажоперевезень наземним транспортом, управління парком автомобілів, організацію руху пасажирського транспорту, охорону вантажів і водіїв, захист від викрадення і повернення викрадених автомобілів, моніторинг рухомих об'єктів, туризм тощо. Вона зорієнтована на інформаційне забезпечення усіх суб'єктів сучасних транспортних комунікацій: власники вантажу (вантажовід-

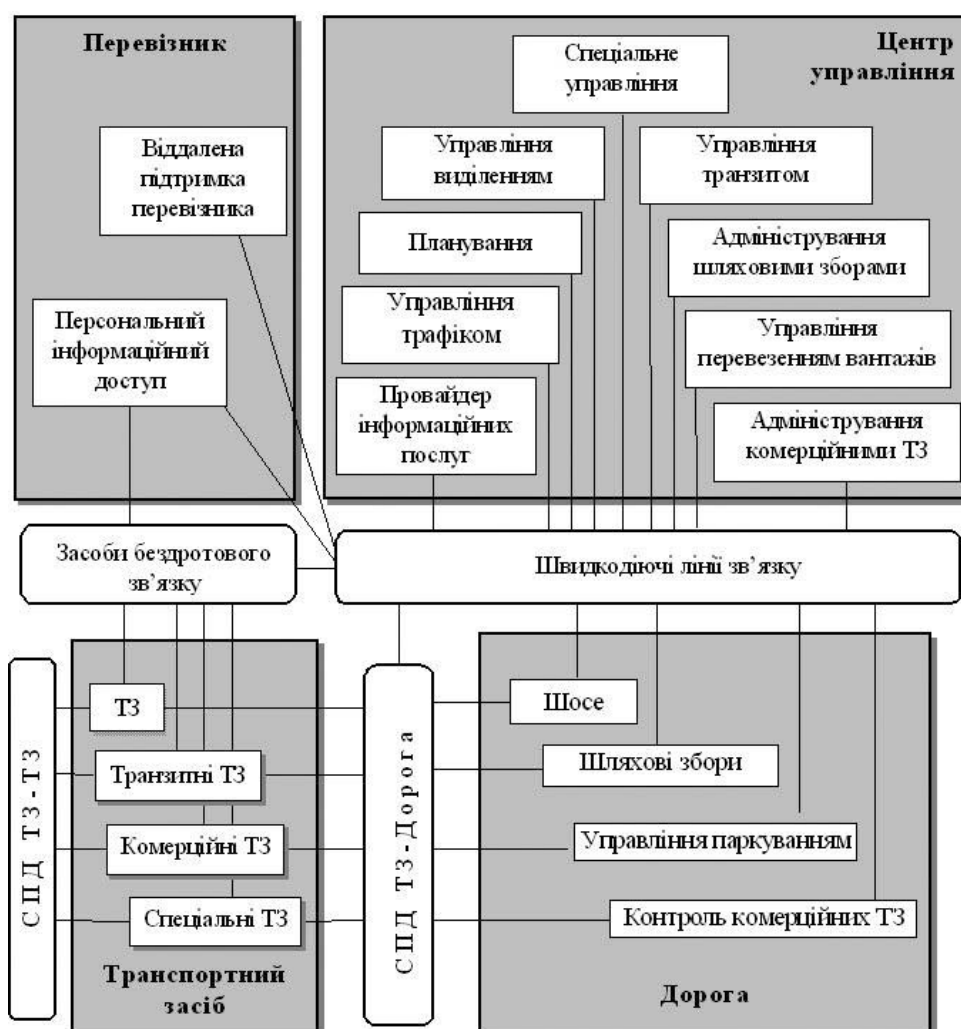


Рис. 2. Архітектура підсистем інтелектуальної транспортної системи США з елементами систем передачі даних (СПД) та засобами зв'язку [2]

правники), автотранспортні підприємства, водії, страхові компанії, органи міністерств внутрішніх справ, надзвичайних ситуацій, митні та прикордонні служби, екологічні та санітарні інспекції тощо.

Базовою компонентою більшості систем диспетчеризації транспортом є система "автоматизованого місцезнаходження транспортно-го засобу – АМТЗ" (*Automatic Vehicle Location – AVL*). Система АМТЗ надає можливість диспетчерському центру у реальному масштабі часу слідкувати за місцезнаходженням та графіком руху транспортних засобів, оперативно контролювати виконання завдання та при необхідності перерозподіляти їх на різних маршрутах і напрямках, надавати при необхідності технічну, медичну або іншу допомогу.

У складі ІТС функціонують системи автоматизованої інспекції дорожнього руху, контролю та моніторингу перевезення комерційних та небезпечних вантажів. Системи підтримують надійний та захищений обмін даними, ідентифікування і електронне сканування транспортних засобів, дають можливість інспекторам оперативно звертатися до поточної інформації про вантажі, транспортні компанії, транспортні засоби та їх водіїв. Автоматизоване ідентифікування транспортних засобів забезпечує доступ до необхідної інформації (супровідні документи, дозволи, реєстрація транспортного засобу, його розмір і маса, небезпечність вантажу тощо). Дорожнє електронне сканування дає можливість комерційним транспортним засобам проходити через контрольно-пропускні пункти без зупинки і зниження швидкості.

Можна констатувати, що в промислово розвинених країнах GPS-технології, системи відеоспостереження, засоби зв'язку та передачі даних, бази геопросторових даних та ГІС утворюють інформаційне середовище (телекомунікаційну, навігаційну та геоінформаційну інфраструктуру) для функціонування і взаємодії усіх підсистем, об'єктів та суб'єктів су-

часних транспортних систем. Очевидно, що інтелектуальні функції транспортних ГІС реалізуються програмними засобами, а повнота і ефективність їх практичного застосування визначається перш за все наявністю відповідних баз геопросторових даних про дорожньо-транспортну інфраструктуру.

3. ВИМОГИ ДО ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ТРАНСПОРТНО-НАВІГАЦІЙНИХ ГІС

За своїм змістом і структурою геопросторові дані для навігаційних ГІС складають цифрову інформаційну модель середовища функціонування транспортних систем. Відправною точкою визначення вимог до геопросторових даних є об'єктивно високі вимоги щодо забезпечення необхідного рівня надійності та безпеки транспортних систем і їх придатності для вирішення широкого кола транспортно-навігаційних задач. До основних можна віднести такі вимоги:

- 1) координатна сумісність з системою GPS;
- 2) точність та повнота;
- 3) сумісність (інтероперабельність) з програмно-технічними засобами навігаційних систем;
- 4) актуальність;
- 5) доступність для широкого кола користувачів.

Для досягнення **координатної сумісності** з системою GPS просторові властивості об'єктів в базі геопросторових даних навігаційних ГІС мають бути подані в системі координат WGS-84, що дасть можливість без додаткових перетворень відображати на електронних картах місцезнаходження транспортних засобів та забезпечити інформаційне супроводження водіїв транспортних засобів в масштабі реального часу.

Вимоги до точності подання координат об'єктів визначаються в залежності від класу

задач транспортно-навігаційних ГІС, серед яких, зокрема, можна виділити такі:

- задачі організації перевезень пасажирів та вантажів (планування маршрутів, моделювання транспортних потоків тощо) потребують точності 50–100 м, яка може бути забезпечена цифровими картографічними даними в масштабах 1:50 000–1:200 000;
- спеціальні транспортно-навігаційні задачі, названі задачами "повздожнього керування" (стеження за небезпечними та важливими вантажами, бортові навігаційні та протиугінні комплекси), потребують точності 5–10 м, яка відповідає масштабам 1:5 000–1:10 000 цифрових картографічних даних;
- спеціальні навігаційні задачі, названі задачами "поперечного керування" (бортові інтелектуальні навігаційні системи, які гарантують інформаційне забезпечення водія на маршруті з урахуванням конкретних смуг дорожньої розмітки, ухилів та криволійності ділянок дороги), вимагають точності 1–0,2 м, яка досягається використанням цифрових планів в масштабі не більше 1:2 000.

Вимоги до складу, структури та рівнів геопросторових моделей дорожньої інфраструктури визначені в специфікаціях проекту

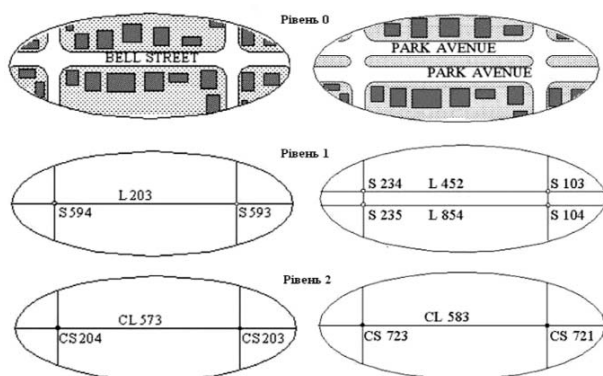


Рис. 3. Три рівні деталізації моделей геопросторових даних дорожньої інфраструктури за стандартом GDF

міжнародного стандарту ISO/GDF (Geographic Data File – файл географічних даних) [3–5], який розроблено за проектом Європейського Союзу по створенню цифрових карт доріг Європи (*European Digital Road Map – EDRM*).

Відповідно до стандарту GDF в залежності від деталізації подання даних про основні дорожні елементи моделі даних дорожньої інфраструктури розглядаються на трьох рівнях (рис. 3):

модель рівня 0 – деталізоване подання моделі дорожніх елементів на рівні планарного графа, який відображає повну топологію просторових відношень дорожніх елементів між собою та іншими об'єктами;

модель рівня 1 – деталізована сегментно-вузлова модель з дорожніми елементами на рівні осевих ліній ділянок окремих проїздів вулиць (шляхів) для задач "повздожнього керування";

модель рівня 2 – узагальнена сегментно-вузлова модель з дорожніми елементами на рівні осевих ліній ділянок вулиць (шляхів) для задач планування маршрутів, моделювання транспортних потоків з елементами "повздожнього керування".

Сегментно-вузловим моделям ставиться у відповідність математична модель графа дорожньої мережі, яка використовується програмами розрахунку оптимальних маршрутів та моделювання транспортних потоків. Ділянки (сегменти) у таких моделях виділяються за конструктивними ознаками (від перехрестя до перехрестя, зміна типу дорожнього покриття, переїзди, мости, тунелі тощо) та/або за технологічними особливостями організації дорожнього руху (напрямки та рядність руху, обмеження швидкості та ін.). З вузлами моделі логічно пов'язуються дані про дозволені маневри (повороти, розвороти або їх заборона тощо).

Така базова модель дорожньої мережі доповнюється цифровими даними про об'єкти дорожньо-транспортної інфраструктури (мар-

шрути руху міського громадського транспорту, зупинки міського транспорту, транспортні парки та підприємства, залізниці; станції метро; мости та транспортні розв'язки; транспортні стоянки та місця для паркування, автозаправні та сервісні станції; світлофори регулювання руху на перехрестях та переходах; місцезнаходження знаків організації дорожнього руху тощо), а також просторово локалізованою оперативною інформацією про стан дороги, стан руху транспорту на окремих ділянках (затори, місця дорожньо-транспортних подій тощо). Природно, що база геопросторових даних дорожньої інфраструктури формується з використанням загальної моделі цифрової картографічної основи, яка містить просторові дані про об'єкти гідрографії, зелені насадження, будівлі та споруди з їх адресною прив'язкою, межі адміністративно-територіальних утворень, а також місцезнаходження основних об'єктів можливого масового відвідування та культурно-побутового обслуговування (готелі, лікарні, адміністративні установи, музеї, пам'ятки історії та архітектури, концертні зали, стадіони, торгові центри тощо).

Інтероперабельність баз геопросторових даних з програмно-технічними засобами навігаційних систем досягається шляхом дотримання специфікацій щодо складу, структури наборів даних та форматів їх експорту/імпорту, що прийняті провідними виробниками бортових навігаційних комплексів та систем типу АМТЗ. Але перспективним шляхом вирішення проблеми інтероперабельності є прийняття та дотримання міжнародного стандарту на подання геопросторових даних для транспортних ГІС, наприклад GDF [4].

Вимога актуальності геопросторових даних потребує налагодження постійного моніторингу стану та оперативного поновлення як інформації про дорожньо-транспортну інфраструктуру, так і базових наборів геопросторових даних для цифрової картографічної основи. З урахуванням досвіду розвинених

країн ця проблема вирішується шляхом формування національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД), яка визначається як сукупність наборів геопросторових даних, метаданих та геоінформаційних послуг, телекомунікаційних технологій, угод про спільне ведення, доступ і використання геопросторових даних, а також механізми, стандарти, технологічні процеси і порядок координації та взаємодії усіх зацікавлених суб'єктів виробництва, постачання і використання географічної інформації [6, 7].

Вимога доступності для широкого кола користувачів забезпечується формуванням мережі підприємств виробництва і постачання геопросторових даних за доступними цінами включаючи оперативне оновлення та постачання даних через мережу Інтернет. Звичайно, ця проблема вирішується на засадах формування НІГД.

4. ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ БАЗ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Традиційне картографування автомобільних шляхів виконується при топографічному зніманні місцевості з метою створення чи оновлення в першу чергу топографічних карт у визначеному масштабі. Основою топографічного знімання карт в масштабі 1:2 000–1:10 000 та 1:50 000 є аерофотозйомка територій з подальшим стереофотограмметричним обробленням результатів, польовим та камеральним дешифруванням об'єктів місцевості. Топографічні карти дрібних масштабів, а саме 1:100 000 – 1:1 000 000 складаються на основі карт великих масштабів, а саме 1:10 000–1:50 000. При інженерно-геодезичних розвідках об'єктів будівництва виконуються наземні топографічні знімання в масштабі 1:500–1:2 000. Для першого варіанту цифрових навігаційних карт (особливо в країнах пострадянського простору) вихідними карто-

графічними матеріалами для векторизації моделей об'єктів місцевості використовуються топографічні карти в масштабах 1:100 000 – 1:200 000 для незабудованих територій та в масштабі 1:10 000 для територій міст. В останні роки досить активно почали використовувати ортофотозображення, що виготовляються з космічних знімків високої роздільної здатності (наприклад, QuickBird та IKONOS). Але такий шлях створення навігаційних карт має суттєві недоліки, які принципово не дають можливості задовольнити вимоги сучасних навігаційних систем. *По-перше*, точність зображення об'єктів місцевості, в тому числі і автодоріг, складає 0,6 мм в масштабі карти, що становить 120 м для карт в масштабі 1:200 000. З урахуванням того, що навіть побутові GPS-приймачі, які встановлюються на мобільні об'єкти, забезпечують визначення координат зі значно вищою точністю, а саме 3–15 м, очевидним стає факт, що такі картографічні дані не відповідають сучасному рівню розвитку ПЗІ-технологій. *По-друге*, треба відзначити, що об'єкти місцевості на топографічних картах зазначених масштабів при їх створенні зазнали значної генералізації. Це означає, що зображення автошляхів могло зміщуватися відносно їх дійсного положення до 1 мм в масштабі карти, що, наприклад, для масштабу 1:200 000 становить 200 м, а це ще більше поглиблює невідповідність щодо розташування об'єктів реального світу. Зрозуміло, що таке зміщення було необхідне для можливості візуалізації на паперових картах автошляхів, які проходять на відстанях до 200 м (наприклад, від гідрографічних об'єктів). *По-третє*, інформаційний зміст топографічних карт не містить всіх необхідних відомостей про об'єкти дорожньої інфраструктури: дорожньої розмітки або дорожніх знаків. *По-четверте*, внаслідок недостатньо точних показників та генералізації по цих картах неможливо побудувати локальну лінійну (пікетажну) систему координат на автошляхах, необхідну для навігації. *По-п'яте*, за діючими

нормативами оновлення топографічних карт проводиться кожні 5–12 років, а це не дає можливості створювати актуальні навігаційні карти. Крім того, певні труднощі створюються через необхідність трансформування координат об'єктів місцевості від системи координат СК-42, яка використовується на топографічних картах, до системи координат WGS-84. Очевидно, що традиційний шлях отримання геопросторової інформації про об'єкти дорожньої інфраструктури через топографічне знімання є неоперативним та непридатним. Це стимулювало, починаючи з 80-х рр. минулого століття, розвиток мобільних систем картографування об'єктів дорожньої інфраструктури.

Мобільна система картографування – МСК (*Mobile Mapping System – MMS*) може бути визначена як встановлена на рухомі транспортні засоби платформа, яка оснащена комплексом вимірювальних засобів, призначених для збирання геопросторових даних про об'єкти дорожньої інфраструктури [8, 9].

Мінімальна конфігурація МСК складається з трьох блоків (рис. 4 та 5): інтегрованої навігаційної платформи, стереофотограмметричної системи та блоку управління. Інтегрована навігаційна платформа забезпечує визначення глобальних координат МСК і складається з GPS-приймача та інерційної навігаційної системи (INS). До такої інтегрованої навігаційної платформи іноді встановлюють одометр. Останнім часом GPS-координування рухомих транспортних засобів при мобільному картографуванні виконують в диференціальному режимі (DGPS) з наступним постпроцесорним обробленням або в кінематичному режимі реального часу (*Real Time Kinematics – RTK*), що крім встановлення базової станції GPS вимагає організації зв'язку для передачі диференційної поправки на рухомий об'єкт. Використання такої інтегрованої платформи має багато переваг. Так, інерційна навігаційна система забезпечує високоточне безперервне орієнтування МСК, але протягом невеликого

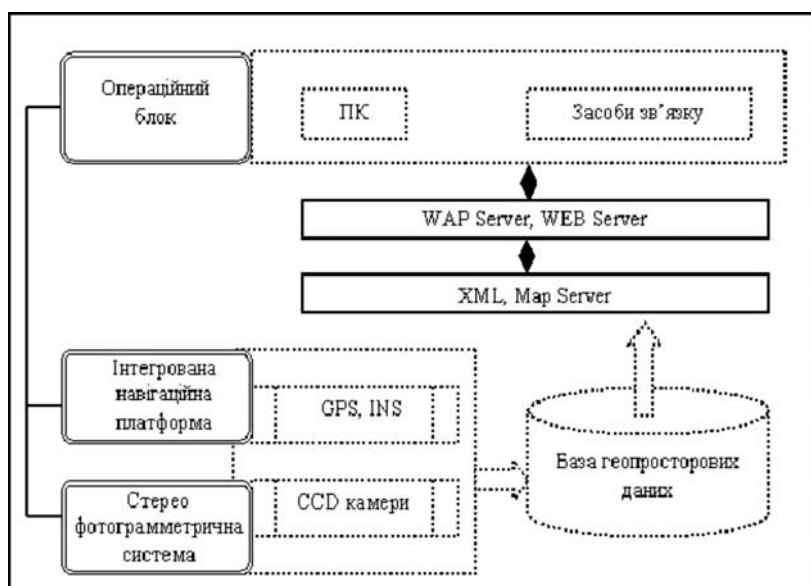


Рис. 4. Структура мобільної системи картографування (МСК)

часу. Це вимагає постійного поновлення поточних координат, яке здійснюється при використанні GPS. Крім того, INS має незначні випадкові похибки, і забезпечує орієнтування МСК в тих відомих випадках (наприклад, тунель), коли неможливе використання GPS-приймачів.

Стереофотограмметрична система оснащується кількома парами кольорових цифрових відеокамер (CCD-камери). Зазвичай одна пара камер орієнтується вперед по напрямку



Рис. 5. Загальний вид комплексу МСК

руху, інша пара камер – праворуч. Таким чином, під час руху МСК забезпечується автоматизоване стереофотограмметричне знімання об'єктів дорожньої інфраструктури. Очевидно, що знімання всіх об'єктів дорожньої інфраструктури мобільною системою картографування можливе, якщо виконати його в прямому та зворотному напрямках. Таке стереофотограмметричне знімання достатнє для визначення просторових XYZ-координат.

Блок управління мобільної системи картографування записує INS- та GPS-вимірювання та стереопари зображень, виконаних CCD-камерами, формує базу цифрових знімків для подальшої обробки.

Постпроцесорна обробка даних знімання складається з таких процесів:

- обчислення координат, визначених GPS-вимірюваннями;
- інтегрування INS- та GPS-даних і визначення остаточних координат рухомого транспортного засобу;
- синхронізація визначених координат та стереопар знімання, виконаних CCD-камерами;

- автоматизоване розпізнавання об'єктів дорожньої інфраструктури;
- стереофотограмметрична обробка стереопар з визначеними координатами центрів знімків та опорних точок на місцевості, в результаті чого визначаються координати об'єктів дорожньої інфраструктури.

Необхідно відзначити, що сучасний стан картографування об'єктів дорожньої інфраструктури в розвинених країнах характеризується переходом до використання саме мобільних систем, як найбільш швидкісного, економічного та високоточного методу, який дає можливість отримувати не тільки геопросторові дані, але й характеристики дорожнього полотна та дорожніх споруд. Про ефективність технологій мобільного картографування зокрема свідчить досвід лідерів світового ринку виробництва і постачання цифрових карт для автомобільних навігаційних ГІС-компаній *Tele Atlas* та *Navteq*. В останні 2–3 роки МСК є базовою технологією цих компаній. *Tele Atlas* постачає набір деталізованих цифрових карт із Західної Європи і Північної Америки, покриваючи територію з понад 437-ма мільйо-

нами жителів європейських країн та 313-ма мільйонами у Північній Америці.

5. СТАН ТА ШЛЯХИ РОЗВИТКУ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ПОСЛУГ ДЛЯ ТРАНСПОРТНО-НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ В УКРАЇНІ

Виходячи з прийнятої класифікації (рис. 6), можна констатувати, що основу мережі автодоріг України складають дороги загального користування державного та місцевого значення, а також вулиці і дороги міст та інших населених пунктів. За даними Мінтрансу загальна протяжність автодоріг України складає 169 323 км, з них: 164 957 км (або 97,4 %) автодоріг з твердим покриттям та 4 366 км (або 2,6 %) – ґрунтових. За матеріалом покриття протяжність автодоріг відповідно складає: цементобетонні – 2 829 км; асфальтобетонні – 56 588 км; чорні шосе – 71 462 км; білі щебеневі, гравійні – 25 873 км; бруківки – 8 205 км. За категоріями автодоріг з твердим покриттям мають таке розподілення: I категорія – 2 412 км; II – 12 534; III – 29 335; IV – 105 489; V – 15 187. Мережа містить 16 115 мос-



Рис. 6. Класифікація автомобільних доріг України

тів загальною протяжністю 374 672 м. Із 28 537 сільських населених пунктів 475 (або 1,7 %) не мають під'їзних доріг з твердим покриттям. Для вирішення проблеми повної забезпеченості населених пунктів під'їздами з твердим покриттям за даними Мінтрансу України необхідно спорудити 1 410,2 км доріг. Середня щільність мережі автодоріг України в розрахунку довжини шляхів на 1 км² площі території складає 0,28 км/км² (для порівняння у Польщі цей показник становить 1,15 км/км²; у Франції – 1,65). Загалом порівняно низька щільність та категорійність шляхів, а також нерозвиненість транспортно-дорожньої інфраструктури в цілому за розрахунками Мінтрансу України призводить до щорічних втрат 2,5–3,0 млрд грн. від невикористання транзитного потенціалу країни.

Для вирішення проблеми ефективного використання транзитного потенціалу України на державному рівні прийнята та реалізується програма розбудови на території країни міжнародних транспортних коридорів з покращеними автомагістралями та сучасними об'єктами дорожньо-транспортної інфраструктури [10–12]. Розпорядженням КМ України № 410-р від 17.07.2003 схвалено "Концепцію створення державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження)" [13]. Мінтранс, Міноборони та НКАУ разом з іншими зацікавленими органами виконавчої влади розробили проект Комплексної програми створення та розвитку державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами. Варто зазначити, що в згаданій вище Концепції та й у проекті Комплексної програми практично відсутні цільові завдання картографічного та геоінформаційного забезпечення сучасних навігаційних систем наземного транспорту та інтелектуальних транспортних систем. В промислово розвинених країнах ці системи уже сьогодні стали однією

з основних складових інтегрованої дорожньо-транспортної та національної інформаційних інфраструктур.

Отже, на жаль, слід констатувати, що в Україні на сьогодні відсутня цілеспрямована державна політика розбудови ринку геоінформаційних послуг в сфері навігаційних ГІС. Об'єктивно зростаючі потреби в цифровій картографічній продукції для транспортно-навігаційних ГІС (декілька тисяч сучасних автомобілів з бортовими GPS-навігаційними комплексами, тисячі користувачів кишенькових персональних комп'ютерів (КПК) тощо) зумовили низку ініціативних проектів підприємств різних форм власності з виробництва цифрових навігаційних карт і програмних засобів. Зокрема, найбільше поширення в Україні набули бортові комплекси GPS-навігації виробництва компанії *GARMIN*. Офіційним дистриб'ютором *GARMIN* в Україні є компанія *АЕРОСКАН*, яка в кооперації з Науково-дослідним інститутом геодезії і картографії (НДІГК) постачає цифрові карти в Україну у форматах навігаційних комплексів *GARMIN*.

Цифрова карта автодоріг України покриває всю територію країни та містить сегментно-вузлову модель осевих ліній міжнародних, національних, магістральних, регіональних, районних та інших доріг з твердим покриттям, що з'єднують практично усі населені пункти країни. Роздільна здатність та склад моделі геопросторових даних відповідає топографічній карті масштабу 1:200 000 (рис. 7). Для великих міст України (Київ, Харків, Дніпропетровськ, Донецьк, Одеса, Львів і ін.) створено цифрові навігаційні карти в масштабі 1:10 000 з назвами вулиць та адресами. Сегментно-вузлова модель вуличних мереж навігаційних карт міст (рис. 8) відповідає рівню 2 стандарту GDF та забезпечує вирішення проблем прокладання оптимального маршруту і подальшого інформаційного забезпечення водія під час руху автомобіля по цьому маршруту.

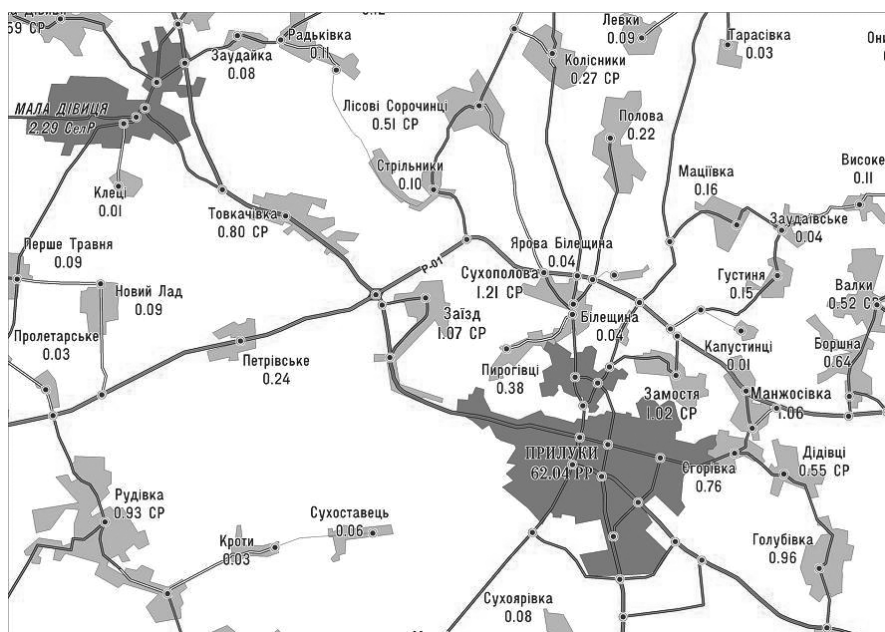


Рис. 7. Фрагмент цифрової карти автодоріг України



Рис. 8. Сегментно-вузлова цифрова модель вулично-дорожньої мережі Києва

Геоінформаційна підтримка користувачів навігаційних комплексів GARMIN отримала подальший розвиток у проєкті "КартБланш-Україна", в якому вдосконалено навігаційні карти України шляхом доповнення їх об'єктами інфраструктури та дозволеними маневрами у вузлах мережі. Здійснюється постійне оновлення цих моделей та налагоджено постачання цифрових навігаційних карт користувачам через мережу Інтернет. Загальний обсяг цифрової карти складає 42,6 Мб та складається із 55-и узгоджених фрагментів (від 300 кб до 1,4 Мб кожний), що дає змогу оперативно завантажувати в GPS-навігатор лише ті фрагменти, що перекриваються з маршрутом руху, вибраним користувачем.

Для більш зручного користування на електронну карту виведені загальноприйняті уніфіковані номери доріг. Підтримується пошук за альтернативними (старими) назвами вулиць/доріг. База даних просторово локалізованих "точок інтересу" навігаційної карти України містить понад 12 000 об'єктів. Це, насамперед, ресторани, готелі, аеропорти, заліз-

ничні та автобусні вокзали, станції метро, пристані, АЗС, пункти переходу кордону, історичні пам'ятки, церкви, музеї, театри, кінотеатри, аптеки, лікарні тощо. Українські назви транслітеровані латиницею для забезпечення сумісності з оригінальним програмним забезпеченням виробника GPS-навігаторів та максимальної функціональності програмного продукту.

В останні роки кількість постачальників цифрових навігаційних карт і програмного забезпечення для КПК в Україні виросла до двох десятків. До найактивніших учасників цього ринку можна віднести такі:

- Інститут передових технологій, що постачає електронні версії атласів автодоріг України (масштаб 1:850 000), Європи (масштабу 1:2 000 000), областей України (масштаб 1:200 000), Києва (1:10 000) та інших міст України (в масштабі від 1:100 000 до 1:10 000);
- підприємство *ВІЗІКОМ* зокрема постачає спеціалізовану ГІС та цифрові карти "Візіком-Київ GPS", "Візіком-Україна GPS";
- Transnavіsom постачає навігаційні карти України та Києва, ГІС *таксі-координатор*, диспетчерські ГІС для контролю за авто-транспортном.

Зростання транспортного навантаження в столиці та інших великих містах України вимагає негайного створення комплексних систем управління міським транспортом. В НДІГК спільно з компаніями *ТЕКОН* та *КІГЛІ* розроблено проект системи диспетчеризації рухомих об'єктів VisiCAR [1] та реалізовані технологічні рішення по оперативному забезпеченню інформаційних транспортних систем цифровими і електронними картами на основі картографічного Web-серверу Української картографічної мережі UAMAP NET (розробники НДІГК та ТОВ *КІГЛІ*) [14]. Детальний опис функцій та документація системи VisiCAR доступні в мережі Інтернет на сер-

верах www.uamap.net та www.visicar.com. Вона вже пройшла випробування в низці дослідних та пілотних проектів і пропонується як базове рішення для реалізації систем диспетчеризації, моніторингу, контролю та охорони рухомих об'єктів з використанням сучасних геоінформаційних та навігаційних технологій.

В Українську картографічну мережу сьогодні включено п'ять фізичних картографічних web-серверів, на яких розміщено цифрові карти усіх областей України, Автономної Республіки Крим та 27-и міст. Постійне доповнення та актуалізацію цифрових даних в картографічній мережі здійснюють 27 регіональних підприємств Державної служби геодезії, картографії та кадастру, а також інших відомств. Більшість електронних карт в українському секторі Інтернет є клонами або клієнтськими додатками серверів Української картографічної мережі.

Незважаючи на активізацію попиту та зростання пропозицій на ринку геоінформаційних послуг України, слід констатувати низьку якість (в розумінні повноти та актуальності даних) як загальний недолік цифрової картографічної продукції, що сьогодні позиціонується на цьому ринку. Основною причиною того є застарілість паперових топографічних карт на територію України, які використовуються як вихідні для створення цифрової картографічної продукції. Систематичне оновлення цих карт в Україні практично призупинено від 1998 року в основному через відсутність належного державного фінансування. Проблема виготовлення актуальних та якісних геопросторових даних для розвитку в Україні геоінформаційного забезпечення як транспортно-навігаційних систем, так і систем прийняття управлінських рішень в усіх інших сферах (земельний кадастр, територіальне планування, охорона природи, наука, оборона тощо) не може бути вирішена окремими ініціативними проектами. Вона потребує серйозної

уваги і підтримки держави та органів місцевого самоврядування на всіх рівнях, цілеспрямованої діяльності на засадах формування національної інфраструктури геопросторових даних.

Зокрема, для виробництва та постачання актуальних даних для транспортно-навігаційних ГІС необхідна скоординована діяльність підприємств і організацій, які

- виробляють, реєструють та супроводжують дорожні і картографічні дані (дорожні експлуатаційні служби, геодезисти, картографи, міські управління архітектури, ДАІ, проектувальники тощо);
- володіють геоінформаційними технологіями та виробляють цифрові карти;
- є виробниками або ділерами з постачання навігаційних систем для автомобілів;
- надають послуги по перевезенню, супроводженню та страхуванню вантажів;
- займаються послугами продажу автомобілів та автосервісом;
- розробляють програмні системи, виробляють і постачають комп'ютерні комплекси;
- займаються туристичним бізнесом та туристичними послугами на території країни;
- займаються рекламною діяльністю;
- мають бажання інвестувати проекти з метою отримання сталого прибутку.

За оцінкою компанії *TeleAtlas* для створення цифрових карт транспортної мережі в Україні, які відповідали б вимогам міжнародних стандартів, необхідні інвестиції не менше 5 млн євро не враховуючи витрат на придбання засобів мобільних систем картографування, збирання та актуалізацію вихідних даних. Зважаючи на наш досвід роботи на ринку геоінформаційних послуг для транспортно-навігаційних систем, цю оцінку варто прийняти за орієнтир при розробці відповідних інноваційних та інвестиційних проектів.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Карпінський Ю. О., Лященко А. А., Кібець О. Г., Рябчий В. В.** Функції та геоінформаційне забезпечення інтелектуальних транспортних систем. // Вісник геодезії і картографії. – 2004. – № 3. – С. 71–79.
2. **Harley J. Miller, Shih Lung Shaw.** Geographic information systems for transportation: principles and applications. – USA, NY, Oxford University Press, Inc. – 2001. – 460 p.
3. ISO/TR 14825. Geographic Data Files (GDF) – ISO/TC 204/WG3. – 1996. – P. 11–15.
4. ISO/Draft International Standard: GDF – Geographic Data Files. – Version 4.0 – ISO/TC 204/WG3: CD. – 2001. – P. 02–14.
5. **Карпінський Ю. О., Дроздівський О. П.** Основні принципи побудови базової моделі дорожньої мережі в міжнародному стандарті GDF 4.0. // Зб. наук. праць. Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Львів: НУ "Львівська політехніка", 2005. – С. 302–306.
6. **Карпінський Ю. О., Лященко А. А.** Формування національної інфраструктури просторових даних – пріоритетний напрям топографо-геодезичної та картографічної діяльності. // Вісник геодезії і картографії. – 2001. – № 3. – С. 65–73.
7. **Карпінський Ю. О., Лященко А. А.** Стратегія формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні. Серія: Геодезія, картографія, кадастр. К.: – НДІГК, 2006. – 108 с.
8. **Pierre-Yves Gillieron, Jan Skaloud, David Brugger, Bertrand Merminod.** Development of a low cost Mobile Mapping System for Road Data Base Management System. – Swiss Federal Institute of Technology, 2006. – <http://topo.epfl.ch/publications/cairo-epfl-mms.pdf>.
9. **Ayman F. Habib.** Mobile Mapping System. – Department Geomatics Engineering, University of Calgary, Canada. – <http://www.geomatics.ucalgary.ca/~habib/tutorials/MMS.pdf>.
10. Про затвердження програми створення і функціонування національної мережі міжнародних транспортних коридорів України: Постанова КМ України № 346 від 20.03.98.
11. Програма забезпечення безпеки дорожнього руху та екологічної безпеки транспортних засобів: Постанова КМ України № 456 від 06.04.98.
12. **Парійчук М., Волосович А.** Великомасштабний проект – Українські транспортні коридори. // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – Вип. 63. – Львів, 2003. – С. 231–237.

13. Концепція створення державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження): Розпорядження КМ України № 410-р від 17.07.2003.
14. Карпінський Ю. О., Лященко А. А., Кібець О. Г., Іванченко С. А. Українська картографічна мережа в Internet. // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2004. – Т. 17 (56). – № 2. – с. 111.

Ю. А. Карпинский, А. А. Лященко, О. П. Дроздовский. ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАВИГАЦИИ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА.

Аннотация: В статье обобщен опыт создания интеллектуальных транспортных систем в развитых странах, определены требования к составу и точности цифровых карт для геоинформационных систем навигации автомобильного транспорта, выполнен анализ состояния проблемы формирования базы геопространственных данных дорожно-транспортной инфраструктуры и пути ее решения в Украине.

Ключевые слова: геоинформационные системы, цифровые карты, GPS-навигация, базы геопространственных данных, мобильные системы картографирования.

Yu. A. Karpinskiy, A. A. Leschenko, O. P. Drozdovskiy. GEOGRAPHIC INFORMATION SUPPORT OF MOTOR TRANSPORT NAVIGATION.

Abstract: Experience of creation of the intellectual transporting systems in developed countries has been summarized in the article. Accuracy requirements of digital maps for the navigation systems of motor transport have been established. The analysis of geoengineering data of motor transport infrastructure and methods of problem solving in Ukraine have been performed.

Keywords: geographic information systems, digital maps, GPS-navigation, geospatial databases, mobile mapping systems.

Надійшла до редакції 15.09.06

Е. Т. Скорик

Центральный НИИ навигации и управления Минпромполитики Украины, Киев

СИСТЕМНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СПУТНИКОВОМУ НАВИГАЦИОННОМУ И СВЯЗНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ АВТОТРАНСПОРТНОГО ДВИЖЕНИЯ

Аннотация: Разработан проект системных технических требований к спутниковому навигационному и связному обеспечению автотранспортного движения как составной части навигационного обслуживания на автомобильных дорогах Украины.

Ключевые слова: управление автотранспортом, диспетчеризация, информационное обеспечение, навигация, радиосвязь.

1. ВВЕДЕНИЕ

По современным международным требованиям каждая автотранспортная единица как "цивилизованный перевозчик" должна иметь в составе бортового оборудования средства автономного местоопределения объекта и двусторонней радиосвязи с диспетчерской службой, оснащенной программным обеспечением транспортного менеджмента. Такие диспетчерские системы, по определению, относятся к системам класса AVL (Automatic Vehicles Location), т. е. к системам с автоматическим местоопределением транспортного средства.

Постоянное автоматическое местоопределение подвижного объекта во времени и пространстве позволяет на новых технологических принципах решать разнообразные технико-экономические задачи, включая управление транспортными потоками и повышение безопасности движения каждого транспортного средства [1].

По сути, автотранспортное средство, оборудованное системой AVL, превращается в "интеллектуальный" автомобиль, имеющий возможность оперативно отображать собственное местоположение на электронных картах региона движения, быть включенным в системы массового обслуживания различных типов, такие, как диспетчерские, противотуманные, страховые по грузам и пассажирам, с оповещением о дорожной обстановке, с охранной отслеживанием в пути и др.

В современных условиях информационные средства для систем AVL, как правило, в максимальной степени используют спутниковые технологии. Спутниковые технологии, в первую очередь, обеспечивают радионавигацию, местоопределение транспортного средства и планирование рейса за счет применения спутниковых радионавигационных систем (СРНС) проектов GPS (США) и в перспективе Galileo (ЕС). Преимуществом применения СРНС является возможность

высокоточного оперативного регионального, континентального и межконтинентального местоопределения и широкого использования географических информационных систем (ГИС), программное обеспечение которых также использует поддержку СРНС.

Проект настоящих системных технических требований (ТТ) к спутниковому навигационному и связному обеспечению автотранспортного движения как составной части навигационного обслуживания на автомобильных дорогах Украины устанавливает типовые исходные требования к информационно-навигационной технологии управления автотранспортом, основанной на применении спутниковых навигационно-связных систем, обеспечивающих управление автотранспортными средствами и автотранспортными предприятиями (АТП) разного состава и назначения в задаче диспетчеризации перевозок.

Проект ТТ содержит следующие пункты частных технических требований (ЧТТ):

- 1) состав системно-технологических требований;
- 2) регион обслуживания;
- 3) точность местоопределения автотранспортных средств;
- 4) время обновления данных местоопределения автотранспортных средств;
- 5) технология сбора и обработки данных;
- 6) состав технологических функций;
- 7) средства радиосвязи;
- 8) условия применения.

Другие ЧТТ могут быть определены применительно к отдельным выделенным задачам управления автотранспортом (например, по городскому (муниципальному) транспорту, международным перевозкам и другим транспортным задачам).

В качестве примера в виде справочного материала приведены выдержки из требований стран ЕС для магистральных автоперевозок.

Системные ТТ разработаны в ЦНИИ НиУ по внутреннему техническому заданию в обеспечение работы Межведомственной рабочей группы по подготовке "Программы создания системы реагирования на чрезвычайные происшествия с участниками дорожного движения на автодорогах Украины, передачи информации о режиме, условиях, направлениях и маршрутах движения, мест размещения объектов дорожного сервиса и состояния дорожной сети" и во исполнение Указа Президента Украины "Про поліпшення інформаційного забезпечення на автомобільних дорогах України" от 22.01.2001 г. № 30/2001.

В основу разработки требований проекта ТТ был положен анализ результатов опроса ряда транспортных предприятий г. Киева по специальной анкете в виде опросного листа Межведомственной комиссии, в котором участникам опроса предлагалось ответить на ряд вопросов, ответы на которые составили фактически основу ЧТТ.

2. СОСТАВ СИСТЕМНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

По своему назначению информационно-диспетчерское обеспечение автотранспорта, в общем случае, осуществляется специализированными логистико-телематическими системами, относящимися, в общем случае, к системам массового обслуживания.

В состав системно-технологических требований таких транспортных структур управления входят следующие пункты:

- регион обслуживания парка автотранспорта на маршруте;
- точность определения местоположения единиц автотранспорта;
- время обновления данных или частота повторения циклов обновления данных местоопределения единиц автотранспорта;

- технология приема, сбора, обработки и передачи данных о местоположении, состоянии бортовых систем и груза единиц автотранспорта;
- состав технологических функций, реализуемых центрами оперативного управления – диспетчерскими центрами автотранспортных предприятий (АТП).

Перечень требований может быть дополнен для конкретных разрабатываемых транспортных диспетчерских систем, в частности при обеспечении охранных и страховых услуг по специально разработанным дополнениям ограниченного пользования к настоящему проекту ТТ.

3. РЕГИОН ОБСЛУЖИВАНИЯ

По размеру региона зоны обслуживания единиц автотранспорта на маршруте информационно-транспортные системы разделяются на:

- городские (муниципальные) включая окрестности города (пригородные зоны);
- региональные (областные);
- государственные (национальные);
- межгосударственные (континентальные).

4. ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕКТОВ

Основное техническое требование к местоположению любых подвижных объектов, в том числе и автотранспортных, а именно точность местоположения в настоящее время в Украине не оговорено в каком-либо официальном документе. Известны проработки этих требований в проекте Радионавигационного плана Украины (РНПУ) [2] и, как пример, в Нормали ЕС [3]. В проекте РНПУ наиболее близкие к нашим задачам требования изложены в табл.11 из [2] в графе "При решении специальных задач" в таком виде:

- точность (предельная) – 5–15 м;
- рабочая зона – территория Украины;
- темп обновления координат – 1 с;
- доступность ($D = 0,99$) и целостность обсервации ($P = 0,9$) используемых СРНС при обновлении данных за $T = 15–30$ с.

В [3] приведены требования к точности определения местоположения единиц наземного транспорта в Европе по трем градациям:

Таблица. Требования к точности местоположения движущихся объектов

№ пор.	Применения	Точность, м		
		I	II	III
1	Помощь водителям и управление движением на маршруте	100		10
2	Управление парком коммерческого транспорта	10 000	1 000	100
3	Обнаружение похищенных автомобилей	100		10
4	Слежение за перемещением ценных и опасных грузов	1 000	100	10
5	Управление движением посредством автоматизированных систем управления транспортом (АСУТ)	100		10
6	Предоставление информации пассажирам о местоположении	300	100	
7	Оказание помощи при авариях и несчастных случаях	100		10
8	Сбор платежей на дорогах	100		
9	Мониторинг состояния дорог	100	10	

I – существующая, II – необходимая, III – предельная в ближайшей перспективе (по данным на 2002 г). Приведенные в таблице эти данные по перспективным требованиям к точности местоопределения в общем случае обеспечиваются спутниковой радионавигационной системой GPS после снятия режима ограниченного доступа S/A (Selective Available) в общем коде на частоте L1 в автономном режиме обсервации навигационных спутников или в дифференциальном режиме (DGPS) обсервации при частичном закрытии навигационных спутников при движении по городским, горным или лесным дорогам.

Как правило, при определении местоположения автотранспортных единиц достаточно измерения двумерных (в плоском плане) 2D-координат (широты и долготы местоположения объекта), кроме движения в горах, когда необходимо также знание значений высоты над уровнем моря (трехмерное местоположение). Как видим, требуемые значения точности определения координат реально различные в зависимости от сферы применения и назначения транспортных объектов.

Приведенные сведения по требованиям к точности местоопределения автотранспортных средств в разных условиях движения, выписанные из этих двух проектов, не могут быть перенесены непосредственно на автотранспорт разного назначения, движущийся в различных зонах и режимах в Украине. Поэтому при разработке настоящих ТТ их использовали в качестве исходного справочного материала.

Таким образом, при разработке проекта ТТ были приняты следующие исходные положения:

- требования к точности определения местоположения автотранспортных объектов с помощью специализированных информационно-транспортных систем управления, использующих спутниковые навигационно-связные средства, зависят от

решаемых задач, уровней управления, видов транспорта и типов АСУТ;

- точность определения местоположения должна быть сопоставима и согласована с потенциальной и практически достижимой точностью решения самих организационно-управленческих задач и последующей реализуемой точностью исполнения этих задач;
- определение местоположения автотранспортных объектов производится в абсолютной международной географической системе координат WGS-84, к которой Украина присоединилась де-юре в 1999 г., или в специально оговоренных местных относительных системах координат;
- требования для наземных транспортных задач местоопределения к готовности навигационных полей спутниковых радионавигационных систем устанавливаются по доступности – $D = 0,99$ и целостности обсервации СРНС – $P = 0,9$.

В результате в проекте ТТ требования к точности местоопределения для категорий автотранспорта установлены такими:

- для немаршрутизированного транспорта, работающего в режиме обслуживания по заказам (такси, заказные легковые и грузовые автомобили, обслуживающие предприятия и организации), при решении диспетчерскими центрами автотранспортных предприятий (АТП) логистических задач распределения заказов – 300–500 м;
- для автотранспорта, движущегося по установленным маршрутам, при решении комплексов задач оперативного контроля и регулирования движения диспетчерскими центрами АТП с привязкой к расписанию – 100–150 м;
- при обеспечении приоритетного пропуски транспортных средств через регулируемый перекресток в городе и на автомагист-

- стрелях – 50–100 м;
- для специальных видов автотранспорта (оперативно-патрульных машин милиции, инкассаторских машин, машин скорой помощи и пожарной охраны, автомобилей аварийных и аварийно-восстановительных работ, служб коммунального хозяйства) – 25–50 м.

Особые оперативные требования к точности предъявляются:

- при транзите автотранспортных объектов по территории Украины – до 1 000 м;
- при движении автотранспортных объектов на скоростных трассах (автобанах) – до 25 м;
- при движении автотранспортных объектов в колонне, при решении задачи встречи (рандеву) их на маршруте, при выводе их в заданную точку (в том числе повторно) – 15–25 м;
- при перемещении (маневрировании) автотранспортных объектов в пределах автостанций, автопарков, аэродромов (аэропортов) по специальным требованиям с применением дифференциальных режимов СРНС и в других задачах предотвращения столкновений автотранспортных единиц (АТЕ) – до 1–5 м.

Точность местоопределения автотранспортных объектов в пределах 1–50 м реализуется по специальным требованиям при отображении информации об их местоопределении на видеоустройствах (мониторах) или средствах коллективного отображения информации (табло) в базе электронных носителей географических информационных систем (ГИС) типа векторных карт в абсолютной или относительной системах координат (в последнем случае со специальной привязкой к бумажным или растровым картам).

Предельная точность местоопределения 1–5 м превышает гарантированную точность навигации по техническим условиям существ-

вующих СРНС GPS (США) и ГЛОНАСС (Россия) в общегражданском коде С/А. Реализация этой точности в ряде оговоренных случаев обеспечивается с помощью службы локальных сетей контрольно-корректирующих станций (ККС) для выработки дифференциальных поправок к координатам автотранспортных объектов. Кроме того, в ряде случаев такую точность можно обеспечить при применении европейского проекта широкозонного функционального космического дополнения к GPS и ГЛОНАСС под названием EGNOS. Что касается нового проекта европейской глобальной СРНС по проекту Galileo, то нормы точности, доступности и целостности обсервации при использовании этого проекта для местоопределения автотранспортных объектов можно будет оценить после введения его в полномасштабную эксплуатацию, которая планируется в 2008 г.

5. ВРЕМЯ ОБНОВЛЕНИЯ ДАННЫХ МЕСТООПРЕДЕЛЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕКТОВ

Требования к величине временного интервала между двумя ближайшими операциями местоопределения, т. е. интервала времени обновления информации для диспетчерских центров АТП, определяются характером решаемых задач, необходимой точностью, достижимой оперативностью исполнения водителями заданий диспетчера. Их значения находятся в следующих пределах:

- для специальных видов транспорта, не привязанных к фиксированным маршрутам движения в режиме активного ведения автотранспортных объектов диспетчерской службой в зависимости от задачи – 10–30 с;
- при решении задач приоритетного пропуска автотранспортных объектов через регулируемые перекрестки в городах (на автомагистралях), при сохранении централизованной системы слежения за дви-

- жением автотранспортных объектов на маршруте и централизованном управлении светофорными устройствами управления движением – 20–40 с;
- для систем управления маршрутизированным транспортом общего пользования – 1–5 мин;
 - для систем управления заказными автомобилями в зависимости от требуемых характеристик системы управления – 5–10 мин;
 - при перевозке специальных опасных грузов – 10–20 мин;
 - при перевозке подакцизных транзитных грузов – 20–30 мин;
 - для пунктов контроля дорожного движения – до 1 часа.

В некоторых оговоренных случаях используется понятие частоты повторения циклов местоопределения как величина, обратная интервалу времени обновления навигационной информации.

6. ТЕХНОЛОГИЯ СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Технология сбора и обработки данных о местонахождении автотранспортных объектов включает такие процедуры:

- генерацию цикла опроса автотранспортных объектов об их местоположении;
- последовательное снятие данных с автотранспортных объектов об их местоположении в городе или на маршруте по таким группам, как все автотранспортные объекты, свободные заказные автотранспортные объекты, автотранспортные объекты, инициирующие передачу данных в диспетчерский центр АТП о своем местоположении;
- привязку данных к улично-дорожной сети и другим элементам инфраструктуры города и маршрутам на автомагистрали

- (маршрутной сети, остановочной сети, сети перекрестков, охраняемых объектов, автозаправочных станций и др.);
- распределение заказов и сообщений между выбранными автотранспортными объектами;
 - вызов автотранспортных объектов для передачи сообщения последовательно (циркулярно) или по степени срочности передаваемого сообщения;
 - передачу сообщений от диспетчера к водителю;
 - подтверждение приема сообщений.

Объем передаваемых данных может составлять следующие значения:

- длина передаваемого кодированного сообщения о местоположении и бортовом номере (коде) автотранспортных объектов – так называемое короткое сообщение (SMS) – 10–12 байт (до 100 бит);
- при передаче набора кодированных сообщений о состоянии автотранспортных объектов и других сообщений из состава типовых их длина может достигать до 128 байт.

7. СОСТАВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

Конкретный состав технологических функций, реализуемых на диспетчерском центре АТП (или на другом автотранспортном управляющем центре) и на автотранспортных объектах, зависит от видов автотранспортных средств и создаваемых для них автоматизированных систем управления транспортом.

Спутниковые радионавигационные системы, применяемые в современных технологиях управления автотранспортом, позволяют определять местоположение автотранспортных объектов в абсолютной географической и декартовой системах координат. Данные местоположения автотранспортных объектов,

передаваемые в диспетчерский центр или непосредственно вырабатываемые в них, должны быть привязаны к картографической информации географических информационных систем (ГИС), отражающих слои улично-дорожной сети или маршрутно-транспортной сети города, региона, государства, континента.

Для этого управляющий центр должен иметь оперативный доступ к ГИС базам данных, входящим в принятую картографическую основу, в частности к базам данных цифровых топографических планов, карт и схем масштабного служебного ряда 1:2000–1:25000.

В зависимости от решаемых задач карты могут иметь векторную или растровую форму отображения картографических данных.

Информация СРНС должна быть идентифицируемой в базе данных ГИС в виде идентификации точек привязки автотранспортных объектов с заданными или измеренными координатами к схеме улично-дорожной сети города или маршрутной сети для региона, государства, континента. Эта идентификация используется для архивирования и отображения данных на мониторах операторов или на средствах коллективного отображения информации (табло).

8. НАЗНАЧЕНИЕ СРЕДСТВ РАДИОСВЯЗИ

Комплекс услуг радиосвязи выполняется специализированной корпоративной или служебной системой телекоммуникаций в режиме "точка–многоточие". Средства радиосвязи автотранспортных объектов с центрами управления АТП предназначены для выполнения следующих задач:

- передачи вырабатываемых бортовыми приемниками (терминальными устройствами) СРНС данных о координатах местоположения и вектора скорости автотранспортных объектов;
- обмена совокупностью типовых кодированных сообщений между диспетчером и

водителем (водителями);

- речевой связи с центром управления (только по требованию Заказчика);
- передачи запросов к базам данных центра управления и получения результатов запроса.

Системы радиосвязи с подвижными объектами должны иметь режим циклической связи (циркулярно) со всеми АТП для обмена кодированной информацией:

- циклической радиосвязи с выбранной группой автотранспортных объектов;
- циклической радиосвязи управляющего центра с автотранспортными объектами по инициативе центра.

Системы радиосвязи должны обеспечивать индивидуальные и групповые вызовы для обмена речевой информацией (если она предусмотрена проектом), оповещения предварительно выбранной группы автотранспортных объектов, приоритетные и аварийные вызовы, диспетчерскую речевую связь. Передача речевых сообщений не должна прерывать определение координат местоположения автотранспортных объектов и передачу этих данных в центр управления на время, большее предусмотренного проектом.

Системы радиосвязи должны обеспечивать качество передачи цифровой информации с вероятностью искажения 1 бита не более 0,002 при уровне превышения сигнала (после декодирующего устройства – согласованного фильтра) над помехой в точке приема не хуже 25 дБ. Более точная величина превышения определяется по результатам проектирования системы радиосвязи.

Выбор радиотехнических средств связи из типового перечня и расчет их параметров определяются требованиями к конкретной проектируемой транспортной навигационно-связной системе. Ниже приведен справочный типовый перечень средств радиосвязи, реко-

мендованный к применению в автотранспортных навигационно-связных системах:

- обычная (конвенциональная) радиосвязь режима "точка–точка" (только для замкнутых малых АТП);
- служебная (ведомственная) корпоративная радиосвязь (пакетная, транкинговая, TETRA, TETRAPOL);
- мобильная сотовая связь стандартов GSM, GPRS, UMTS, WiMAX ;
- мобильная спутниковая связь проектов Inmarsat, Emsat, Thuraya.

9. УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

Эксплуатация бортовой аппаратуры в составе транспортных средств осуществляется в тяжелых условиях работы автотранспортных объектов:

- при рабочих температурах от -30 до $+70$ °С (при применении жидкокристаллического дисплея от 0 до $+70$ °С),
- при воздействии транспортной тряски, вибраций и ударов, случайных в интервале частот $5-20$ Гц и при ускорениях $0,02\text{ g}^2/\text{Гц}$ и $1,4\text{ g}$ (СКО) в интервале частот $20-150$ Гц с затуханием 3 дБ/октава ,
- при влажности 95% при температуре 40 °С без конденсации.

Конструктивное исполнение бортовой аппаратуры – пылевлагозащищенное с применением (при необходимости) типовых амортизационных устройств (для уменьшения влияния механических воздействий на аппаратуру) при размещении ее в специальных сборках – аппаратных контейнерах.

Работоспособность аппаратуры диспетчерского центра гарантируется при эксплуатации в условиях специально оборудованного помещения с возможностью использования кондиционеров и при размещении ее в специальных приборных стойках или на лабораторных столах.

Для бортового транспортного оборудования в странах ЕС разработана и утверждена в качестве европейского нормативно-технического документа нормаль "Требования ЕС к аппаратуре контроля и регистрации параметров движения автотранспортных объектов при магистральных перевозках" [3].

До подготовки и утверждения национальной нормы (стандарта) по настоящему или другому проекту ТТ разработка аппаратуры в стране может проводиться на соответствие требованиям этой нормы ЕС, а также международного стандарта НАТО MIL-810 CDE. В настоящее время оба этих документа могут служить в качестве справочного материала.

Бортовая аппаратура транспортных средств, осуществляющих магистральные перевозки по автобанам ЕС и транспортным международным коридорам, должна соответствовать международным нормам на автомобильную электронику, базирующуюся на распределенной архитектуре и использующую стандарты автомобильной проводной и кабельной сети CAN и цифровой магистрали TTL. По стандарту CAN каждая функция бортового терминала автомобиля обеспечивается физически выделенным модулем, который служит в бортовой системе самостоятельным устройством, имеющим общий интерфейс в системной конструкции (backbone), а также интерфейс ISO-9141 для подключения к автомобильной системе диагностики наряду с общепринятым интерфейсом RS-232 для подключения к стандартным переносным или промышленным компьютерам.

В составе транспортного средства должен находиться специальный электронный цифровой узел (блок) "тахограф" типа контроллера ("черного ящика") для автоматического контроля и регистрации параметров движения при магистральных перевозках. Тахограф осуществляет следующие обязательные функции:

- местоопределение, основанное на применении спутниковой радионавигационной системы GPS (в перспективе – Galileo);
- контроль за режимами работы экипажа (вождение, другая работа, готовность, отдых и др.);
- регистрацию скорости (каждую секунду в течение недели, каждую минуту в течение месяца);
- регистрацию нарушений (превышение допустимой скорости, превышение времени непрерывного вождения и др.);
- регистрацию пройденного пути;
- регистрацию частоты вращения (оборотов) двигателя;
- регистрацию географических координат в относительной или глобальной системе координат WGS-84.

Все эти функции обеспечиваются с привязкой к текущему времени по Гринвичу. Регистрация функций обеспечивается двумя или одним из видов съемной электронной памяти: смарт-картами и (или) флеш-памятью. Диспетчерские пункты, обслуживающие магистральные перевозки, должны быть обеспечены аппаратными и программными средствами для поселемаршрутного анализа проезда по электронной карте Европы.

Є. Т. Скорик. СИСТЕМНІ ВИМОГИ ДО СУПУТНИКОВОГО НАВІГАЦІЙНОГО ТА ЗВ'ЯЗКОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО РУХУ.

Анотація: Розроблено проект системних вимог до супутникового навігаційного та зв'язкового забезпечення автотранспортного руху як складової частини навігаційного обслуговування на автомобільних дорогах України.

Ключові слова: управління автотранспортом, диспетчеризація, інформаційне забезпечення, навігація, радіозв'язок.

E. T. Skoryk. THE SYSTEM TECHNICAL REQUIREMENTS FOR SATELLITE NAVIGATION AND COMMUNICATION SUPPORT OF VEHICULAR TRAFFIC.

Abstract: The project of the system technical requirements for satellite navigation and communication support of vehicular traffic, as a part of navigational service on motor roads of Ukraine, has been developed.

Keywords: traffic control, dispatching, information support, navigation, radiocommunication.

10. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проект настоящих системных технических требований может быть использован специализированными транспортными организациями для подготовки ведомственных нормативных документов. Поэтому проект является временным документом ограниченного применения, действующим только при взаимных согласованиях технических требований между Заказчиком и Разработчиком систем управления автотранспортом с участием ЦНИИ НиУ.

Настоящие Технические Требования являются интеллектуальной собственностью ЦНИИ НиУ (Гос. регистрация разработки № 0199U003573). Использование этих материалов полностью или частично допускается только с разрешения ЦНИИ НиУ и при ссылке на Разработчика.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Баранов Г. Л.** Інформаційно-навігаційні диспетчерські системи класу AVL по управлінню автоперевищеннями із застосуванням супутникових технологій. // Наука та інновації.–2007.№ 1.–С. 37–42.
2. **Баранов Г. Л., Кошовий А. А., Падалко В. Г., Скорик Е. Т., Хавило В. І.** Радіонавігаційний план України, проект, 1 редакція. / Під загальною редакцією Кошового А. А. – К.: КВІЦ, 2002. – 77 с.
3. Council Regulation EC – 2135/98 of 24 Sept. 1998 amending Regulation (EEC) – 3821/85 on recording equipment in road transport.

Є. Т. Скорик¹, В. М. Кондратюк²

¹Центральний НДІ навігації і управління Мінпромполітики України, Київ

²Національний авіаційний університет, Київ

ЗАСТОСУВАННЯ СУПУТНИКОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВІГАЦІЇ ТА ЗВ'ЯЗКУ В АВТОТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ

Анотація: Сформульовано принципи побудови автоматизованих автотранспортних диспетчерських систем, що використовують супутникові технології глобальної навігації та зв'язку. Наведені сучасні міжнародні вимоги до обладнання транспортних засобів класу AVL/GPS – систем автономного місцевизначення і двостороннього радіозв'язку, що забезпечують радіонавігацію та планування рейсу.

Ключові слова: навігація, супутникові технології, транспортні диспетчерські системи.

1. ВСТУП

Розвиток транспорту є невід'ємною складовою економічного розвитку кожної держави. Транспорт – це з'єднувальна ланка між різними регіонами, населеними пунктами, галузями промисловості та сільського господарства, підприємствами та просто між людьми в нашому повсякденному житті. Виключне значення транспорту в структурі держави та в житті суспільства диктує особливі вимоги до нього, основними з яких є керованість та безпека. Згідно з сучасними вимогами до рівнів загальної ієрархії диспетчерських автоматизованих систем управління транспортом (АСУТ) характерним є доведення керованості транспортного господарського комплексу до рівня транспортної одиниці як ключового і виконавчого елементу АСУТ, оскільки саме тут починається формування потоку даних, які в подальшому використовуватимуться для

реалізації всіх управляючих функцій АСУТ. Застосування супутникових технологій навігації і зв'язку у транспортній галузі для вирішення поставленої задачі набуває особливого значення.

Інтенсифікація дорожнього руху у всіх розвинених країнах призвела до загострення проблем пропускної спроможності транспортних магістралей, безпеки учасників руху і збереження екології навколишнього середовища. Набутий досвід вирішення зазначених проблем свідчить, що найважливішим компонентом сучасного комплексу управління дорожнім рухом стає інформаційне забезпечення, яке дає змогу оперативно приймати ефективні рішення. До складу сучасних систем інформаційного забезпечення транспорту входять відповідні апаратно-програмні засоби навігації, що поповнюють АСУТ інформацією про місцезнаходження та швидкість переміщення учасників дорожнього руху, і

засоби радіозв'язку (телекомунікації), які забезпечують передачу та приймання даних про реальну ситуацію на дорогах.

Навігаційне забезпечення транспорту можливе при наявності в регіоні руху транспортних засобів відповідного навігаційного поля як інформаційного просторово-часового середовища, що дає можливість з необхідною точністю визначати поточні координати і швидкість учасників дорожнього руху. Такі навігаційні поля утворюють сучасні радіотехнічні системи навігації як наземного, так і супутникового базування.

За останні роки ринок устаткування транспортної, в першу чергу, автотранспортної електроніки швидко прогресує під впливом розвитку автомобільного ринку – однієї з базових галузей економіки в більшості промислово розвинених країнах. До автомобільної електроніки крім традиційних пристроїв, таких, як процесори управління двигунами і режимами руху сьогодні долучається устаткування електронної навігації, мобільного радіозв'язку та передачі даних. У великих містах Європи, таких, як Париж [1], Брюссель та ін. встановлені сучасні АСУТ, що забезпечує підвищення безпеки пасажирів і дає можливість диспетчерам дотримуватися розкладів руху, своєчасно отримувати і розповсюджувати інформацію про місцезнаходження та стан транспортних засобів, а користувачам міського транспорту мати підвищений комфорт обслуговування.

Більшість АСУТ використовують дані глобальної супутникової радіонавігаційної системи (СРНС) типу GPS "NAVSTAR" (США) для пасивного визначення місцеположення рухомих об'єктів (тобто без випромінювання спеціальних радіонавігаційних сигналів транспортним засобом) та для приймання ефемеридної та дистанційної інформації від навігаційних супутників GPS на радіочастоті $L1 = 1\,575,42$ МГц відкритого (цивільного) коду загального користування S/A.

Широке застосування супутникової навігації і мобільних телекомунікацій на автомобільному транспорті відкриває унікальні можливості для повної комп'ютеризації всіх рівнів управління транспортом, що принципово змінює якість управління і підвищує безпеку експлуатації транспортного комплексу.

Таким чином, зважаючи на сучасні міжнародні вимоги, кожна транспортна одиниця як "цивілізований перевізник" у складі АСУТ із програмним забезпеченням "транспортного менеджменту" повинна мати засоби автономного місцевизначення і двостороннього радіозв'язку. Такий автотранспортний засіб перетворюється в "інтелектуальний" автомобіль, що має можливість оперативно відображати власне місцезнаходження на електронних картах регіону руху, бути включеним у системи масового обслуговування типу диспетчерської, протиугінної, страхової по вантажах і пасажирів, з оповіщенням про дорожній стан, з охоронним відстеженням в дорозі та іншими послугами.

Світовий досвід експлуатації новітніх інформаційних технологій в автомобільному транспорті, створених на базі комплексних систем супутникової навігації і мобільного зв'язку та ув'язаних технологічним і прикладним програмним забезпеченням, послужив поштовхом для розвитку відповідного напрямку і в нашій країні.

Указ Президента України "Про поліпшення інформаційного забезпечення на автомобільних дорогах України" від 22 січня 2001 р. № 30/2001 передбачає підготовку Програми створення систем реагування на надзвичайні події з учасниками дорожнього руху, забезпечення інформації про режими, умови, напрямки і маршрути руху, місця розміщення об'єктів дорожнього сервісу і стану дорожньої мережі. Актуальність Указу і своєчасність його впровадження не викликає сумніву. Україна підписала відомий Критський протокол про транспортні коридори, що проходять через те-

риторію країни, і має вживати державних заходів по забезпеченню цих транзитних магістралей сучасним рівнем безпеки дорожнього руху, відповідним сервісом і інформаційним забезпеченням. Звідси випливає важливість проблеми забезпечення транспортних перевезень сучасним інформаційним, у першу чергу диспетчерсько-експедиторським обслуговуванням.

Супутникові технології починаючи з кінця 20 ст. і особливо на початку 21 ст. являють собою приклад високих технологій, які мають інноваційну привабливість. Журнал "Інноваційні технології" вже звертався до теми супутникових технологій стосовно задач зв'язку і радіомовлення загального призначення: зв'язок фіксований і мобільний, телевізійна трансляція, Інтернет та ін. [2]. В [3] був наведений європейський досвід навігаційного забезпечення транспортних коридорів. У даних матеріалах пропонується аналітичний огляд по застосуванню супутникових технологій навігації та зв'язку у автотранспортній галузі, яка у всіх промислово розвинених країнах все в більшій мірі використовує високі технології при забезпеченні перевезення і обробці вантажопотоків. У нинішній публікації наведено нові матеріали з розробки термінального устаткування, програмного і картографічного забезпечення автотранспортних диспетчерських систем в розвиток матеріалів, поданих авторами на науково-практичній конференції [4].

2. ТЕРМІНОЛОГІЯ

Технологія обробки вантажів при перевезенні та складському зберіганні, включаючи інформаційне забезпечення цих операцій, носить загальну назву "логістика". Під "телематикою" розуміють технічні рішення, пов'язані з розробкою засобів навігації, зв'язку, диспетчеризації перевезень і географічне (картографічне) інформаційне забезпечення всіх

цих задач за допомогою ГІС – географічних інформаційних систем. Широко використовуваний англomовний термін AVL (Automatic Vehicle Location) – автоматичне місцевизначення транспортних засобів – означає сучасні телематичні диспетчерські системи, оснащені засобами місцезнаходження та зв'язку. За нормами ЄС у складі транспортного засобу для автоматичного контролю та реєстрації параметрів руху при магістральних перевезеннях повинен бути спеціальний електронний цифровий вузол (прилад), так званий "тахограф" або "логер" (logger) – реєстратор типу "чорної скриньки".

Стосовно транспортних задач, комплекс "AVL–логістика–телематика" означає, в першу чергу, сучасні комп'ютеризовані високі технології по обслуговуванню транспортних засобів і перевезень з диспетчеризацією, місцевизначенням у режимі on-line (в реальному часі) і оперативним голосовим зв'язком, а також обміном даними з водієм чи експедитором у режимі off-line (з пам'яттю даних).

3. СУЧАСНА АПАРАТУРА КОРИСТУВАЧІВ СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ НАВІГАЦІЇ СИСТЕМ КЛАСУ "AVL–ЛОГІСТИКА–ТЕЛЕМАТИКА"

Новітні інформаційні засоби для AVL зазвичай максимально використовують супутникові технології, які забезпечують радіонавігацію, місцевизначення і планування рейсу завдяки застосуванню супутникових радіонавігаційних систем (СРНС) GPS (США) та "Глонасс" (Росія) окремо по кожному формату чи спільно. За матеріалами міжнародного комітету GPS Industry Council продаж терміналів GPS для автотранспортних засобів у всьому світі перевищує продаж для всіх інших застосувань цієї супутникової технології, у тому числі для військових потреб, авіації, морських транспортних засобів, геодезії і ГІС разом узятих. На кінець 2006 р. об'єм продаж перевищив

10 млрд доларів. Кожен місяць у світі випускається більше 100 000 екземплярів терміналів GPS різних типів, у тому числі у вигляді плат і модулів OEM (Original Equipment Manufacturer) для вмонтування в апаратуру зв'язку і обробки сигналів. Апаратура GPS таких відомих фірм, як Trimble, Magellan, Ashtech, Garmin та ін. на ринку України знаходить обмежене застосування лише через свою відносно високу ціну.

Щоб уникнути залежності користувачів навігаційних послуг від системи GPS США й апаратури користувача (АК) в основному американських фірм, Європейське космічне агентство ESA почало розробку проекту європейської системи супутникової навігації Galileo з планованим виходом на експлуатацію в 2007 р. Україна задекларувала свій державний інтерес у цьому проекті, підписавши відповідні угоди.

Варто зупинитися на можливості і необхідності використання для AVL двосистемних приймачів СРНС. Незважаючи на те, що через економічні умови російська СРНС "Глонасс" використовує скорочене угруповання з 8–10 навігаційних космічних апаратів (НКА) замість 24 за проектом (для порівняння: в СРНС GPS зараз працюють на орбіті понад 30 НКА різних поколінь), двосистемність АК забезпечує відповідальних користувачів навігаційних послуг підвищеною надійністю і точністю навігації завдяки явищу синергізма незалежних систем навігації, особливо в складних умовах в місті, горах, лісових масивах. Однак можна стверджувати, що в цивільних системах AVL наразі і в близькому майбутньому будуть застосовуватися тільки односистемні приймачі GPS, доповнені т. з. підсистемами DR (Dead Reckoning), тобто "мертвого ходу" при тимчасовій відсутності

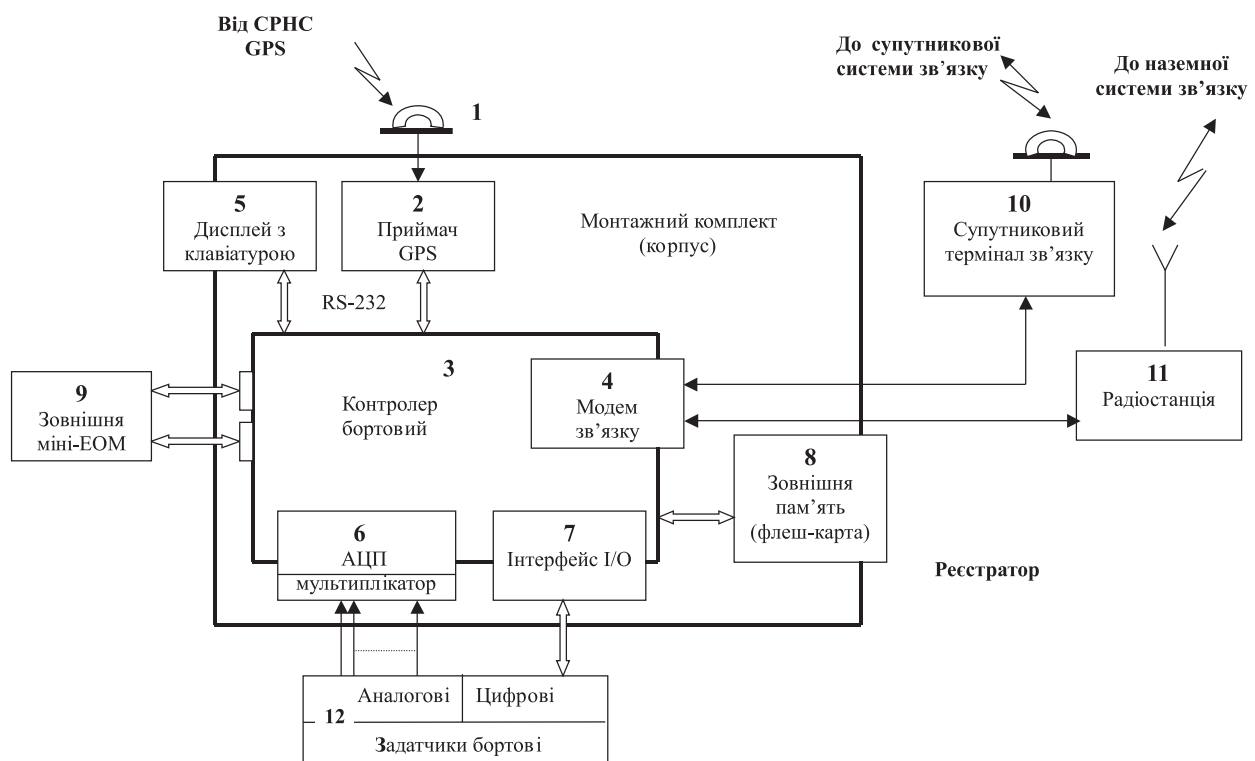


Рис. 1. Структурна схема реєстратора

сті обсервації НКА СРНС, такими, як одометри для зчитування шляху і траєкторії руху об'єкту у вигляді цифрових спідометрів і акселерометрів транспортних одиниць.

Для транспортних задач найпростіші 8–12-канальні модулі OEM GPS можна придбати через провайдерів в Україні за невелику ціну. Інші типи цієї апаратури з більш високими споживчими властивостями мають, відповідно, і більш високі ціни. Тому для успішного розвитку інформатизації транспорту актуальною задачею для України є виготовлення власних терміналів GPS на підприємствах мікроелектроніки, що залишилися від колишнього ВПК СРСР і нині не мають великих замовлень, за документацією західних фірм. В основу цього виробництва варто покласти застосування чіпів західних фірм. Це стимулюватиме розробку й випуск своїх моделей реєстраторів (тахографів) малими і середніми серіями. На користь цієї пропозиції говорить також висока кваліфікація наших фахівців з мікроелектроніки і відносно низька частина власних витрат на зарплату.

Типовий модуль OEM типу G-8 (8 каналів GPS), незважаючи на досить малі габарити (не більше сірникової коробки), має у своєму складі фільтр Калмана, що перепрограмовується, для згладжування даних траєкторії руху транспортної одиниці. На його основі працівники НВП "Гранас" спроектували, провели випробування і тепер випускають власні транспортні термінали для AVL як з каналами зв'язку, так і без них з внутрішньою пам'яттю для запису маршруту.

На рис. 1 показана структурна схема розробленої моделі реєстратора. Основу його конструкції становить монтажний комплект – касета, яка встановлюється всередині автомобіля в кабіні водія в безпосередній доступності водія або експедитора перевезень. В касеті встановлені всі основні вузли реєстратора.

Активна (з вбудованим підсилювачем сиг-

налів) малогабаритна антена **1** СРНС GPS, встановлена зверху кабіни автомобіля (в деяких випадках – на панелі приборів під вітровим склом всередині кабіни), приймає і підсилює сигнали навігаційних супутників GPS і направляє їх по кабелю до плати GPS приймача **2**. Приймач GPS виробляє поточні координати транспортного засобу відносно системного часу UTC(GPS). Вся робота реєстратора управляється бортовим мікропроцесором – контролером **3**. Реєстратор працює або повністю в автоматичному (автономному) режимі, або оперативно за допомогою клавіатури **5** з контролем на дисплеї, які разом використовуються в реєстраторі як опції. Контролер через мультіплекатор-ущільнювач каналів керує роботою реєстратора і АЦП аналогових бортових датчиків, а за допомогою порта/інтерфейса I/O (Input/Output – вхід/вихід) – відповідно і цифрових датчиків. За допомогою модему зв'язку **4** реєстратор з'єднується з бортовими терміналами каналів зв'язку – супутниковим **10** (наприклад, Inmarsat M або Inmarsat D+) та мобільним стільниковим **11** (наприклад, GMS режиму GPRS). Реєстрація функцій забезпечується одним із видів електронної пам'яті типу змінної флеш-карти. Періодичний контроль роботи і налагодження реєстратора, в тому числі прошивка програмного забезпечення цифрового контролера, виконується зовнішньою переносною персональною міні-ЕОМ **9** типу "лаптоп" або "ноутбук". Ця ЕОМ, як і термінали радіозв'язку і бортові датчики, не входить до складу реєстратора, а є сервісом автомобіля.

Реєстратор-тахограф виконує такі обов'язкові функції:

- навігацію, яка ґрунтується на СРНС GPS;
- реєстрацію географічних координат у відносній або глобальній системі координат WGS-84;
- реєстрацію пройденого шляху;

- реєстрацію швидкості в заданому темпі, наприклад, кожні 10–15 с в реальному часі чи в заданому темпі на протязі тижня, місяця;
- реєстрацію частоти обертання (оборотів) двигуна або інших режимів транспортно-го засобу;
- контроль за режимами роботи екіпажу (керування, інша робота, готовність, відпочинок);
- реєстрацію порушень (перевищення граничної швидкості, перевищення часу безперервного керування та ін.).

Відповідно до вимог приватних користувачів можливе також введення та програмування інших додаткових функцій. Всі ці функції забезпечуються з прив'язкою до шкали часу – національної UTC (UA) або всесвітньої UTC.

4. СТАН, ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТА ЗАСТОСУВАННЯ НА ТРАНСПОРТІ СИСТЕМ СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Сучасна концепція побудови інформаційних підсистем в складі АСУТ передбачає їх комунікаційне забезпечення за допомогою зовнішніх апаратно-програмних засобів і каналів радіозв'язку – приватних, корпоративних або тих, що орендуються, у спеціалізованих підприємствах – операторів. Крім передачі мовних повідомлень для функціонування інформаційної підсистеми необхідні канали передачі даних, по яких цифрова інформація передається в потрібних для АСУТ об'ємах та з необхідною швидкістю.

На цей час в АСУТ, в залежності від об'ємів трафіків і зон (регіонів) обслуговування, застосовується декілька видів радіозв'язку, таких, як звичайний (конвенціональний) персональний (в дуже малих об'ємах), транкінговий (включаючи перспективні протоколи TETRA), стільниковий мобільний та супут-

никовий мобільний радіозв'язки.

Ми розглянемо супутниковий мобільний радіозв'язок, який діє в межах глобальної зони покриття, що дає можливість обслуговувати транспортні логістичні опрацювання вантажів, включаючи перевезення (з перевантаженням) по авто-, залізничному та морському транспорту. Діючі проекти стільникових мереж радіозв'язку в районах головних транспортних коридорів в Європі забезпечують доступність передачі даних з високою достовірністю порядку 99,5 % і прийнятними для транспортників тарифами [8]. Розгляд прикладів застосування стільникового зв'язку для задач АСУТ наведено нижче.

Застосування супутникових систем мобільного зв'язку дозволяє мати оперативний двосторонній зв'язок диспетчера з водієм і експедитором, так само як і водіям з іншими водіями, і виходити в мережі місцевого фіксованого зв'язку по країні (в тому числі в зонах, де відсутній стільниковий мобільний зв'язок), по всьому Європейському континенту і за його межами.

Першими такими комплексними системами, що знайшли застосування в транзитних перевезеннях по Європі, в тому числі в деяких українських транспортних агенціях, (наприклад, фірма Укртранс), були системи Euteltracs і Prodat на основі геостационарних супутників-ретрансляторів. Вони не одержали широкого застосування через відносно дороге бортове устаткування, дорогої оплати за радіоканал і низьку точність місцевизначення (500–1 000 м), оскільки система GPS тоді ще не використовувалася. Транспортні супутникові системи нового покоління повсюдно використовують навігаційну систему GPS і дають можливість створювати диспетчерське обслуговування перевезень із прийнятною вартістю. Супутниковий доступ до мобільних об'єктів відрізняється від доступу до систем супутникового фіксованого магістрального зв'язку і радіо- та телемовлення насамперед

діапазоном радіочастот L (1 500–1 600 МГц) і використовує різні типи терміналів залежно від необхідних швидкостей і режимів обміну. Термінали рухомих об'єктів, охоплених системою диспетчеризації AVL, поділяються на два класи:

- а) із системою передачі даних (режим коротких повідомлень SMS типу пейджер) разом із супутниковим радіотелефонним зв'язком;
- б) з режимом тільки SMS без радіотелефону.

Нова європейська система мобільного зв'язку EMSAT використовує геостационарні європейські супутники Eutelsat з бортовими ретрансляторами зв'язку і систему GPS, що дає можливість водіям мати в реальному часі як голосовий зв'язок по всій Європі, так і передачу даних. Вартість терміналів визначається постачальником (фірми NEC і Westinghouse), але вона може бути нижчою при місцевому складальному виробництві. Термінал EMSAT має зовнішню антену, радіотелефон у кабіні, табло і може бути укомплектованим факсом і принтером. Набір послуг цієї системи становить інтерес для клієнтури класу VIP.

Найвідоміша із стабільним розвитком міжнародна глобальна система мобільного супутникового зв'язку GMPCS INMARSAT використовує вже четверте покоління космічних апаратів і обслуговує рухомі об'єкти всіх типів – морські, авіаційні і наземні. Суттєво, що вона має безліч типів режимів (A, B, C, M, E, mini- M, M4, Aero, D і D+) і спеціалізованих транспортних терміналів. Більшість типів терміналів INMARSAT мають вбудований режим радіонавігації по GPS.

Для вирішення задач класу AVL використовуються такі спеціалізовані режими INMARSAT:

- INMARSAT-D+ – двосторонній пейджер для передачі коротких повідомлень SMS, у тому числі координатної інформації від вмонтованого датчика GPS. Режим вико-

ристовується як для прийому коротких повідомлень від бортових датчиків у режимі "чорної скриньки" за запитом диспетчера чи за програмою, так і в діалоговому режимі з водієм (експедитором) по передачі–прийому кодованих повідомлень. В останньому випадку на борту (у кабіні) транспортної одиниці є пульт з клавіатурою і дисплей з малим числом рядків. Термінал INMARSAT-D+ широко застосовується в Європі при експедиторському супроводі вантажів, що охороняються, як "чорна скринька", у той час як сам водій користується стільниковим телефоном для переговорів. INMARSAT-C – режим для передачі цифрових даних у режимі "точка–точка" потоків до 600 біт/с, у тому числі для послуг електронної пошти через Інтернет;

- INMARSAT-mini і M4 – режими для передачі цифрових даних і телефонних переговорів з переліку послуг, що практично збігаються з переліком режиму EMSAT. Це, по суті, максимальний перелік сервісу для рухомих об'єктів типу представницьких і VIP-автомобілів, для круїзних суден, а також для особливо важливих і небезпечних вантажів при необхідності здійснення постійного голосового обміну з органом, що спостерігає маршрут. Вартість терміналів цих режимів, на жаль, помітно більша, ніж для D+.

Об'єктивно в останній час конкуренцію супутниковому мобільному зв'язку створює мобільний стільниковий зв'язок GSM в режимі GPRS (покоління розвитку 2,5 G), при якому разом з голосом передається також цифрова інформація з достатньою для транспортних задач швидкістю. Таку послугу в Україні вже надають провайтери стільникового зв'язку. У Західній Європі, де покриття мобільним стільниковим зв'язком практично суцільне, застосовується все більша кількість

транспортних об'єктів, що мають обслуговування класу AVL, з вибором новітнього сервісу рівня технологій GSM/GPRS/GPS в єдиному вузлі OEM.

Для України, де покриття GSM ще далеко від суцільного, становить інтерес нова супутникова система мобільного зв'язку Thuraya, що передбачає високий рівень сервісу для автомобілістів у вигляді єдиного термінала для супутникового мобільного і стільникового наземного зв'язку. Власником системи Thuraya є консорціум в ОАЕ. За характером охоплення (Європа, північ Африки, Середній Схід і Індія) Thuraya ще називають регіональним INMARSAT. Система Thuraya, на відміну від розглянутих вище, має на борту КА фазовані антенні решітки, що мають до 300 вузько націлених діаграм спрямованості з високим посиленням променів, які включаються вибірково на абонента відповідно до зони його перебування. В результаті енергетичний потенціал двостороннього зв'язку дає можливість клієнту користуватися ручним терміналом типу стільникового телефону через супутник в тих регіонах, де мобільний стільниковий зв'язок відсутній чи недоступний. В Україні провайдером послуг цієї системи є "Турайя-Україна". Практично в Україні вже існує режим SMS через цю систему зв'язку.

Стосовно систем AVL, які використовують низькоорбітальну супутникову систему зв'язку типу Globalstar, тут користувачу надається єдиний (супутниковий наземний) термінал – "мобільник". Сервіс системи в Україні вже оголосив провайдер стільникового зв'язку Київстар, але широке використання цього виду сервісу явно відкладається до кращих часів через дорожнечу апаратів користувача і фінансову невизначеність низькоорбітальних систем зв'язку після відомого банкрутства першої низькоорбітальної системи супутникового зв'язку Iridium.

Таким чином, для транспортних користувачів в Україні вже склалася досить різно-

манітна і конкурентна сфера послуг різних систем і різних провайдерів, в тому числі і в області супутникового зв'язку, що дає можливість користувачу вибрати бажану для нього систему і сервіс.

5. ДИСПЕТЧЕРСЬКІ АВТОТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ КЛАСУ GPS/AVL

Диспетчерська автотransпортна система GPS/AVL повинна мати програмне забезпечення масового обслуговування класу "транسمенеджмент" і електронну ПС-картографію та одержувати необхідну інформацію про дислокацію об'єктів, що відслідковуються, або по каналах мобільного наземного чи супутникового корпоративного радіозв'язку з протоколами пакетної мережі X25, або по мережі стільникового зв'язку загального користування, або ж по мережі Інтернет. Мінімальний необхідний сумарний потік може складати 64 кбіт/с, що дозволяє відслідковувати місце розташування більш як 250 об'єктів з періодом менше 15 хв і одержувати сигнал тривоги з затримкою, що не перевищує 3–5 хв. Одержання інформації може здійснюватися як за розкладом, так і в режимі опитування (polling). Іншим варіантом комплектації є надання послуг з спостереження невеликої кількості об'єктів виділеної транспортної компанії з одержанням інформації про дислокацію своїх об'єктів через Інтернет без організації окремого диспетчерського центру (т. з. віртуального ДЦ) для кінцевого користувача з використанням апаратури відображення на одній з машин керівника робіт.

Найбільш відомий загальний проект системи класу GPS/AVL з ДЦ по управлінню був розроблений фірмою Trimble Navigation, США [9]. Структурна схема і склад ДЦ цього проекту показана на рис. 2.

Диспетчерські автотransпортні системи GPS/AVL, які обслуговують магістральні перевезення по транспортних коридорах, по-

винні бути додатково забезпечені апаратними і програмними засобами для оперативного та постмаршрутного аналізу проїзду по електронній мапі Європи. Такою є інша відома навігаційно-зв'язкова система для рухомих об'єктів "VIASAT" фірми "Telespazio", Італія, яка функціонує на основі технологічної мережі програмної платформи COM.NET S.p.A. [10]. Як більш сучасна, "VIASAT" має можливість використовувати SIM-картку в терміналах, а також першу в світі комерційну низькоорбітальну систему мобільного зв'язку "ORBCOMM", операційний центр якої знаходиться в Італії. Зв'язковий термінал "ORBCOMM" за своїми технічними характеристикам багато в чому подібний до терміналу INMARSAT D+ [11].

6. СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ЗАХИСТУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СУПУТНИКОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кількість викрадень автотранспортних засобів у всьому світі зростає разом зі збільшен-

ням випуску автомобілів. Цей злочинний бізнес з великими фінансовими потоками має місце і у нашій країні. Як зазначають компетентні органи, у розшуку в Україні кожний день знаходяться близько 4 000 автомобілів на суму більше як 0,5 млрд гривень. Викрадення (по статистиці) загрожує приватному автотранспорту. Особливо привабливими для крадіїв є престижні марки автомобілів, службові і представницькі машини, а також важковантажні засоби перевезення. Багато престижних марок автомобілів включені до "чорних списків" із замовленням на викрадення. Висвітлення способів боротьби з цим соціальним явищем, якими займаються спецслужби і самі власники, не входить у наші задачі. Можна тільки сказати, що вони далекі від досконалості.

У всіх розвинених країнах світу розроблені і широко застосовуються автоматизовані системи захисту, реєстрації і відстеження викрадень автомобілів, узятих на обслуговування спеціалізованими комерційними фірмами, що мають оперативний зв'язок і координацію дій зі службами швидкого реагування правоохоронних органів. Більш того, авто-

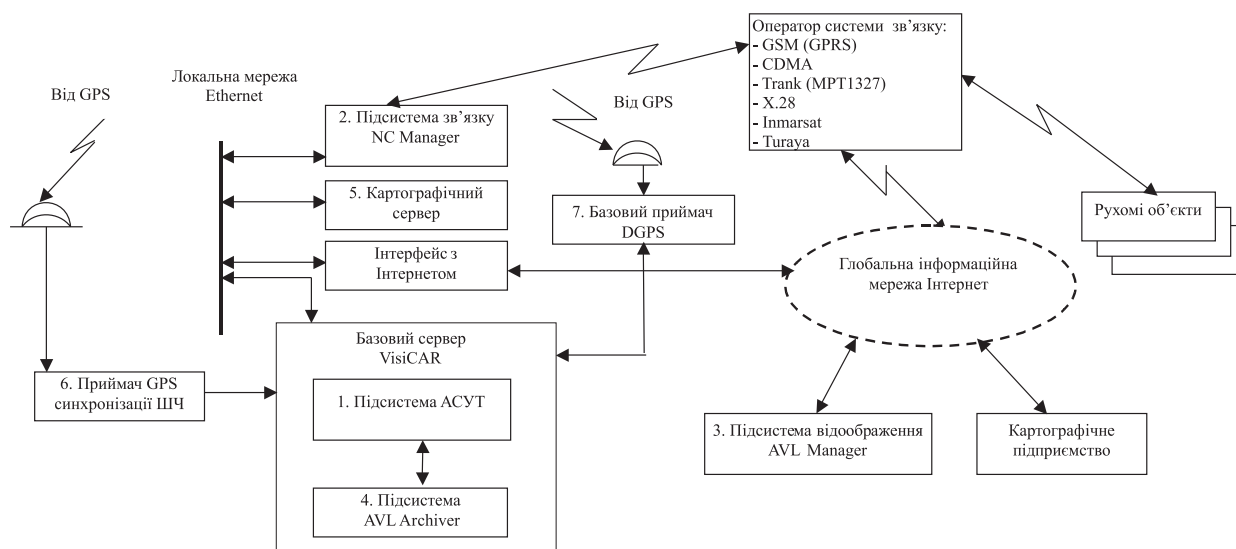


Рис. 2. Структурна схема і склад диспетчерського центру системи AVL фірми Trimble Navigation, США

засоби, що знаходяться на обслуговуванні цього "протиугінного" сервісу, мають пільгові умови при обов'язковому страхуванні транспортних засобів.

Основою високої технології такого сервісу є супутникові системи радіонавігації і системи мобільного зв'язку для передачі координатної інформації і даних ряду бортових датчиків. Слід відразу зазначити, що багато відомих світових виробників автотранспорту закладають у документацію і конструкцію автомобіля можливість монтажу таких засобів на замовлення власника чи при сервісі. Мова йде про міжнародний стандарт типу CAN, інтерфейс якого ISO-9141 регламентує з'єднання з електронними блоками автомобіля, системою діагностики і набором зовнішніх датчиків. Без цих технічних заходів будь-які доробки по установці автоматизованих протиугінних засобів нового автомобіля можуть призвести до зняття автомобіля з гарантійного обслуговування.

Технологія автоматизованого відстеження місця знаходження транспортного засобу зовні досить проста. В автомобілі встановлюється спеціальний термінальний вузол з цифровим мікроконтролером і власним джерелом живлення. Цей вузол функціонує або в режимі бортової "чорної скриньки" цілком автономно в автоматичному або в напівавтоматичному режимі з винесеними на передню панель водія пультом керування і дисплеєм. В останньому випадку цей вузол входить до складу бортової системи місцевизначення і ГІС. До складу вузла входить приймач супутникової глобальної системи радіонавігації GPS, модуль мобільного радіозв'язку (наземного чи супутникового) і деяка кількість розподілених по борту аналогових і цифрових датчиків, що реєструють такі дії, як:

- несанкціоноване проникнення в салон, багажник чи під капот автомобіля;
- зняття коліс, підйом і транспортування автомобіля;

- спроба запуску двигуна та ін.

Якщо відбувся факт активації датчиків і можливого фізичного викрадення автомобіля, відбувається автоматичне повідомлення про подію на оперативний диспетчерський центр охоронної системи з реєстрацією номера автомобіля, географічних координат його знаходження, відстеженням його переміщення і наступним повідомленням служб швидкого реагування. У випадку провалів поточного відліку координат (зі стоянки чи при переміщенні) використовуються два альтернативних рішення: по-перше, останній відлік координат по GPS повідомляється службам швидкого реагування для організації розшуку з цієї точки; по-друге, в автомобілі розміщують додатково автономний радіомаяк, що включається тільки після спрацювання режиму тривоги системи. Для економії автономної батареї радіомаяк працює в імпульсному періодичному режимі. Частота радіомаяка вибирається в низькочастотному діапазоні із задовільним проходженням через перешкоди, включаючи напівпідземні і металеві гаражі та інші укриття. Виявлення такого радіомаяка – справа звичайної техніки радіопеленгації за допомогою рухомих засобів – машин-пеленгаторів.

Серцевиною такої автоматизованої протиугінної системи є спеціалізований ДЦ, що має:

- базовий сервер із програмним забезпеченням (ПЗ);
- сервер зв'язку з ПЗ;
- картографічний сервер з ПЗ;
- засоби відображення інформації.

Важливим фактором, пов'язаним із забезпеченням роботи такого ДЦ, є його охорона і обмеження доступу до його апаратури. Дійсно, руйнування апаратури ДЦ, чи хоча б його бази даних, призводить до втрати функціонування всієї охоронної системи.

Досить близько до розглянутої задачі

знаходяться ще дві, про які ми тільки згадаємо без детального розгляду:

- відстеження транспортування спеціальних вантажів, таких, як небезпечні, підакцизні і транзитні, коли на вантажі чи контейнері з вантажем розміщується "чорна скринька" з навігаційним датчиком, датчиками схоронності вантажу і терміналом рухомого зв'язку, наприклад типу INMARSAT-D+;
- персональне визначення місця окремих осіб, що знаходяться під охороною чи спостереженням, таких, як ходячі хворі (задача телемедицини), діти (охорона від "кінднепінгу"), окремі VIP-бізнесмени, урядові чиновники та ін.

На сьогодні усі ці задачі вже вийшли зі сфери соціального замовлення і знаходяться у сфері впровадження в межах існуючих технічних і програмно-алгоритмічних рішень, що залежать тільки від обсягу вимог і фінансових витрат.

7. ДОСВІД ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ AVL, ПРОГРАМНОГО ТА КАРТОГРАФІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Сучасними автоматичними системами управління транспортом (АСУТ) обладнані багато великих міст Європи.

Починаючи від 2000 р. така система управління громадським (муніципальним) транспортом функціонує в м. Парижі. Здійснення інноваційного проекту з використанням GPS у Великому Парижі з охопленням АСУТ міського автопарку в складі близько 4 000 автобусів є прикладом високого технологічного досягнення. Досить близька до паризького (за своїми можливостями і складом) система управління муніципальним транспортом впроваджена в м. Брюсселі. У скороченому складі (400 автобусів і 455 трамваїв) подібна комплексна система управління суспільним транспортом уп-

роваджена м. Лодзі (Польща).

Точність визначення місця транспортного засобу залежить від умов обсервації навігаційних супутників у реальній точці його перебування в міських умовах. Це дає можливість деінде відмовитися від підсистем диференціальної корекції місцезнаходження, що була у свій час застосована для АСУТ у м. Парижі.

За призначенням і складом АСУТ у містах ЄС охоплюють практично всі сфери масового обслуговування пасажирів – від підтримки регулярності графіка руху на маршрутах і оперативного реагування на дорожні інциденти (затори, аварії й ін.) до інформації пасажирів на зупинках і в салонах міського транспорту про витримування графіка руху на маршруті.

Прийняття рішення про інноваційне проектування і впровадження в експлуатацію муніципальних АСУТ прогресивних альтернативних способів перевезень повинне обґрунтовуватись переконливими техніко-економічними дослідженнями, спрямованими на поліпшення умов обслуговування на основі узагальненого критерію – співвідношення "ефективність/вартість". Це означає необхідність виконання принаймні трьох головних тез проекту: автоматизоване ефективне управління рухом, забезпечення обміну комплексною оперативною інформацією та суспільною безпекою.

Нові системи маршрутизації і управління на основі супутникової технології радіонавігації забезпечують споживачам не тільки високий ступінь безпеки пасажирських перевезень, але і більш надійне дотримання графіка руху і своєчасну оперативну і точну інформацію про умови руху для всіх учасників транспортних операцій.

Для розробки проекту системи диспетчеризації муніципального транспорту, заснованої на GPS-технології, в м. Парижі від формулювання концепції до повного її впровадження знадобилося майже 9 років. Менеджери концерну RATP (*Regie Autonome des Transports Parisiens*) – провайдер АСУТ громадського

транспорт Парижа – однозначно вважали, що ключовим пунктом успішного функціонування муніципальної транспортної системи є підтримка заданого рівня прибутковості при одночасному задоволенні підвищених запитів пасажирів і персоналу.

Висока безпека руху безумовно є критичною вимогою будь-якого транспортного проекту, що дає можливість пасажирам зробити вибір на користь громадського транспорту серед інших альтернативних пропозицій. Звичайно, у випадку інциденту водій фіксує своє місце знаходження і надсилає запит про допомогу, повідомляючи про нього диспетчеру по найближчому стаціонарному чи по наявному мобільному телефону, чи по штатній радіо (якщо вона передбачена в кабіні). Якщо з якихось причин водій не може передати повну інформацію, диспетчер за іншими даними повинен оцінити місце знаходження аварійної транспортної одиниці, що подала сигнал тривоги, і послати штатну обслуговуючу бригаду для її пошуку. Така неоперативна, а отже і неефективна система оповіщення вимагала змін, особливо у великих містах Європи з урахуванням зростання населення і відповідного збільшення кількості пасажирів, що користаються муніципальним транспортом.

Крім того, пасажири, що очікують транспорт на зупинках, повинні мати більше оперативної інформації про час прибуття автобусів, тролейбусів і трамваїв, включаючи інформацію про змушені затримки транспортних одиниць, з тим, щоб мати можливість вибрати інший вид транспорту. Ці підвищені вимоги ініціювали розгляд і прийняття інноваційних проектів АСУТ з GPS для багатьох муніципальних автопарків Європи, котрі б вирішували відразу всі три вищевказані проблеми.

У першу чергу потрібні були доступні апаратні та програмні засоби, які найбільш відповідали б вимогам експлуатації та передбачали сумісність з існуючими транспортними системами і з відносно простими користуваль-

ницькими інтерфейсами як для інформування пасажирів, так і для водіїв. Особливу увагу було загострено на розв'язанні проблеми, обумовленої таким внутрішньо міським ефектом, як можливість переривання навігації по GPS при прямуюванні по вузьких вулицях (міським каньйонам) через неможливість одночасної обсервації не менше трьох навігаційних супутників. Остання обставина вимагає необхідності реалізації швидкого відновлення визначення місця транспортної одиниці на перехрестях, а також захисту від багаторазового прийому сигналів GPS, спричиненого відображеннями від будинків.

Багато автобусів у містах Європи вже мали радіостанції для голосового зв'язку, але вони не були призначені для передачі даних. Тому виникла необхідність проектування спеціалізованої корпоративної радіомережі типу RD, призначеної як для передачі інформації голосом, так і для передачі цифрових даних при використанні пакетного протоколу Mobitex (чи інших типів). Це дає можливість також запропонувати комунікаційні послуги пакетного зв'язку автомобілям поліції та іншим користувачам за допомогою цифрового інтерфейсу з інформаційною системою департаментів поліції.

Перша програма дозволяє здійснювати в реальному часі управління інтервалами руху на лінії. Менеджери на лініях одержують нові координати через кожні 30 секунд, що дає їм можливість спостерігати за рухом у реальному часі і коректувати прив'язку до розкладу й інтервали між автобусами. Ця ж програма керує розподілом інформації між інформаційними системами на зупинках транспорту. На відповідну зупинку дані по радіомережі передаються автоматично через кожні 30 секунд. Таким чином, пасажир може прослідкувати, скільки часу він має очікувати прибуття транспорту, час прибуття двох наступних транспортних одиниць та вибрати інший вид транспорту, якщо він не має часу чекати наступну

транспортну одиницю. Пасажир також може одержати інформацію (з точністю до хвилини) про деякі інші суміжні маршрути по телефонному каналі на зупинках. Вибираючи з меню на табло підхожий рядок, споживач одержує ту ж саму інформацію, що висвічується на інших зупинках.

Друга програма забезпечує функції підсистеми безпеки АСУТ. З появою сигналу тривоги від водія координати автобуса з'являються на карті з інтервалом у 10 секунд. Дані про місце розташування чергових аварійних машин на маршрутах, включаючи машини поліції, обладнані приймачами GPS, також висвічуються на карті на дисплеї в ситуаційній кімнаті безпеки. Це скорочує час пошуку і виклику найближчої до місця тривоги машини аварійної бригади. Диспетчери також мають радіотелефонний зв'язок з аварійними постами по місту для передачі координат транспортної одиниці, що подала сигнал тривоги.

Останні кілька років ЦНДІ навігації і управління вивчав проблеми диспетчерського управління транспортними засобами. Після детального вивчення існуючих варіантів АСУТ та з огляду на те, що обмеження на використання цивільного коду C/A на частоті L1 урядом США знято і точність системи GPS значно підвищилась, що задовольнило вирішення транспортних задач без диференційного режиму, було прийнято рішення про розробку диспетчерської системи управління транспортними засобами виключно з використанням супутникової радіонавігаційної системи GPS.

На цей час пройдено шлях від ідеї до створення експериментальної дільниці диспетчерської системи управління транспортними засобами на базі програмно-апаратних комплексів. Досвід експлуатації експериментальної дільниці допоміг виявити багато проблем, що виникають при створенні систем, де в комплексі повинні бути пов'язані програмно-технічні засоби з інформативністю, безпе-

кою, економікою та людським фактором. Диспетчерську систему управління транспортними засобами умовно можна розділити на такі складові:

- бортове обладнання;
- система передачі даних;
- диспетчерський центр з програмним та картографічним забезпеченням.

Бортове обладнання. Для визначення координат місцезнаходження транспортного засобу та їх передачі на ДЦ для перевірки і регулювання розкладу руху на борту рухомого об'єкта потрібно було вибрати оптимальний GPS-приймач. Найбільш відомий для цих задач GPS-приймач типу Lassen SK8 Trimble Navigation не може задовольняти наші вимоги. Під час руху транспорту в міському середовищі, особливо на вузьких вулицях з високими будинками, не завжди можна без диференційного режиму захопити не менше, ніж три GPS-супутники, необхідних для визначення місцеположення транспортного засобу, що приводить до втрати координат даного об'єкта.

Тому вибирається більш ефективний 8-канальний GPS-приймач типу G8 Ashtech. Він є більш адаптованим для вирішення транспортних задач у великих містах. Фільтр Калмана, що має у своєму складі G8, використовується для згладжування даних траєкторії руху транспортного засобу і це дає можливість отримувати координати від об'єкта, що рухається по вузьких вулицях з високими будинками при тимчасовій (на короткий час) втраті обсервації навігаційних супутників.

З урахуванням вимог потенційних користувачів диспетчерської системи було розроблено контролер-реєстратор, який забезпечує реєстрацію координат транспортного засобу та іншої додаткової інформації на маршруті, що можна використати також для звіту водія з допомогою SIM-картки. На модель реєстратора отримано Сертифікат відповідності

в системі УкрСЕПРО № UA1.017.0065497-03 від 04.08.2003 р. – "Прилад автоматичної реєстрації даних "РЕГИСТРАТОР" ТУ ААМЦ.467539.ТУ". Структурна схема реєстратора показана на рис. 1.

Передача даних. Для реалізації цієї задачі спочатку були використані конвенційні (загального вжитку) УКХ-радіостанції ROGER KM1518 і Icom IC-FC310S. Вони були призначені для голосового персонального зв'язку, тому для передачі даних радіозв'язку їх довелося доопрацювати – доповнити спеціальним контролером. У результаті випробувань виявилось таке:

- швидкість передачі даних недостатня – 2 400 кбіт/с;
- голосовий зв'язок і передача даних не сумісні у часі;
- для покриття власним зв'язком цими радіостанціями всього міста необхідні великі кошти на розгортання сітки базових станцій.

На сьогодні в м. Києві існує декілька фірм, що пропонують послуги пакетного зв'язку. Так, обладнання, яке пропонує, наприклад, АТ "Банкомзв'язок", призначене саме для передачі даних. Для визначення можливостей застосування цього обладнання був використаний радіомодем "Радіо-ПАД РДМ4746" для передачі даних від рухомих об'єктів. В результаті експерименту вияснили, що:

- швидкість передачі даних – 4 800–9 600 кбіт/с;
- можна передавати дані по будь-якому із двох незалежних портів RS-232, в той час як по іншому йде передача текстової інформації;
- передача текстової інформації не заважає передачі даних і навпаки;
- швидкість транспортного засобу не впливає на зв'язок.

Досить непогана зона покриття пакетно-

го зв'язку АТ "Банкомзв'язок" по м. Києву при проведенні експерименту показала, що зв'язок тримався впевнено при проїзді від Києво-Святошинського району, далі через місто і майже до аеропорту "Бориспіль". Враховуючи отримані результати та невисоку вартість послуг зв'язку, можна вважати, що АТ "Банкомзв'язок" може розглядатись як перспективне підприємство по забезпеченню корпоративних послуг зв'язку для передачі даних від рухомих об'єктів в м. Києві та в деяких інших, де воно надає свої послуги.

Після початку використання провайдерів в Україні стільникового мобільного зв'язку стандарту GSM/GPRS покоління 2,5G широкі можливості цього режиму були використані НВП "Гранас" для оперативної передачі даних і голосового зв'язку між рухомих транспортним засобом і ДЦ. Ці експерименти виявили такі показники:

- швидкість передачі даних значно перевищує вимоги систем AVL і досягає 115 кбіт/с;
- доступність зв'язку по м. Києву і в передмісті достатня для організації експлуатації транспортного обслуговування в цій зоні;
- покриття по Україні, яке гарантують провайдери цього типу мобільного зв'язку, дає можливість розраховувати на цю послугу для транспортного обслуговування по основних транспортних магістралях і поза ними на досить великих площах;
- наявність практично суцільного покриття мобільним зв'язком усієї Європи і режиму роумінгу дають привід вважати цей вид зв'язку перспективним для обслуговування перевезень навігаційно-зв'язковим забезпеченням по транспортних коридорах.

Були проведені успішні експерименти по моніторингу транспортних об'єктів при русі по м. Києву і транспортному коридору по те-

риторії України від м. Києва до м. Чопа. Після сертифікації апаратури за нормами ЄС останній експеримент буде продовжений до м. Будапешта (Угорщина).

Диспетчерський центр. Створення ДЦ з програмним та картографічним забезпеченням виявилось не таким простим, як здавалося на перший погляд. Серед багатьох відомих програмних продуктів для організації диспетчерських задач і моніторингу рухомих об'єктів після їх оцінки за основу була прийнята адаптація у вигляді авторської розробки VisiCar НДІ геодезії і картографії. Для вирішення задач відображення транспортних засобів на цифровій мапі взяли за основу програмне забезпечення MapInfo. Для вирішення локальних задач з невеликим парком ав-

томобілів можна використовувати MapInfo за умови доопрацювання цього програмного продукту для власних задач.

Структура ДЦ, яка наведена на рис. 2, була прийнята за основу при створенні експериментальної ділянки НПП "Гранас" для широкомасштабної перевірки системи класу GPS/AVL в м. Києві. Характерною особливістю модернізації цієї структурної схеми маємо використання мережі Інтернет. Інтернет як єдине глобальне інформаційне середовище має можливості для транспортних задач, які ще не повністю використані. Зокрема Інтернет зручний і відносно недорогий засіб обміну даними між віддаленими об'єктами, в тому числі і мобільними.

Широке впровадження Інтернету і інтер-

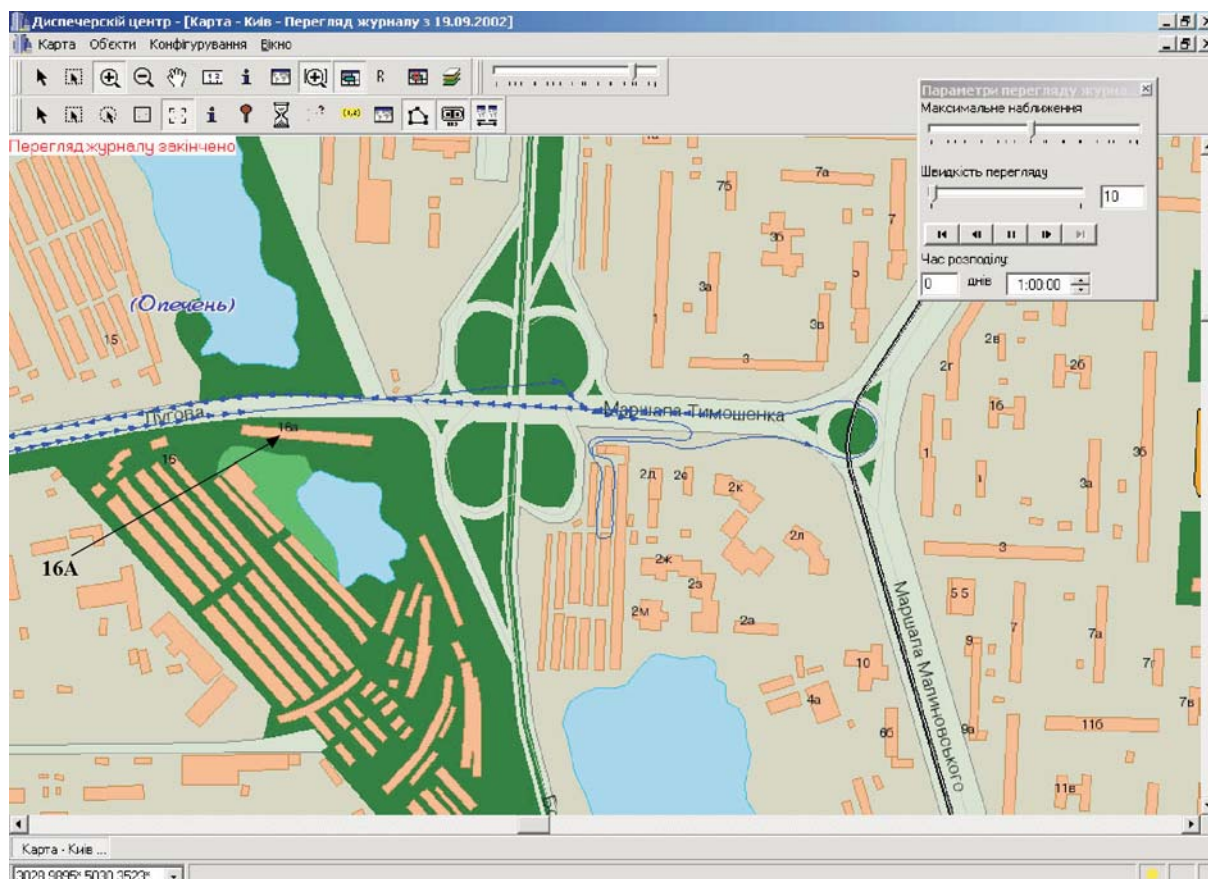


Рис. 3. Типовий запис траси при комплексному випробовуванні інтегрованого обладнання

нет-орієнтованих технологій в усіх сферах діяльності дає унікальні можливості їх використання при створенні диспетчерських систем. Створення програмного забезпечення з використанням інтернет-технологій, де в комплексі вирішувались задачі зв'язку, накопичення бази даних, картографічне забезпечення та відображення координат транспортних засобів на цифровій мапі з вирішенням ряду сервісних задач, в тому числі обробки результатів після зміни водія, потребувало об'єднання висококваліфікованих спеціалістів. До створення такого проекту залучили спеціалістів з НДІ геодезії і картографії. В результаті плідної співпраці був створений комплекс програмно-технічних засобів, здатних вирішувати будь-які задачі диспетчерського управління транспортними засобами.

На рис. 3 показано типовий запис траси при комплексному випробовуванні всього інтегрованого обладнання в складі реєстратора на рухомому об'єкті, апаратури ДЦ і програмно-картографічного забезпечення. В даному експерименті цифрова мапа м. Києва завантажувалась з Інтернету. Відмітимо характерні місця на рисунку:

- рівень роздільної здатності місцевизначення автомобіля-лабораторії на трасі достатній для того, щоб розділити прямий і обернений пробіг відносно осової лінії траси;
- при проїзді біля високої і довгої будівлі (точка 16а) спостерігається розрив в навігації до самої розв'язки, потім супроводження відновлюється, чітко реєструється заїзд у двір, об'їзд будівлі і виїзд на трасу з наступним розвертанням.

У подальшому можлива доробка програми при апріорному русі прямолінійною ділянкою траси з метою виключити хибні траси з "заїздом" на об'єкти уздовж дороги. Умонтування в склад бортового реєстратора датчиків типу одометрів (зчитування шляху,

акселерометрів і ін.) вирішується за замовленням користувача.

8. ВИСНОВКИ

Застосування супутникової навігації і зв'язку на автотранспорті значно поліпшує його комплексне обслуговування, просуваючи Україну у світове співтовариство цивілізованих перевізників.

Комплексом послуг AVL/GPS вже зараз можуть користуватися в Україні як великі транспортні об'єднання, що використовують тисячі транспортних засобів – трейлерів, автотягачів, контейнеровозів і ін., так і сотні малих АТП, що мають в експлуатації тільки до двох десятків автомобілів. Мають потребу в подібних послугах також такі служби, як митниця, силові структури, спецтранспорт, швидка допомога, інкасатори і просто окремі чиновники, бізнесмени й особи, оснащені засобами потайної індивідуальної охорони і супроводу. В усіх великих містах Європи і США міський (муніципальний) транспорт забезпечений системами AVL/GPS з центральним диспетчерським обслуговуванням по виділених транспортних засобах. Плани подібного забезпечення розглядаються також і в Україні.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Ampelas A., Daguerregarey M.** Paris public transit: The GPS difference, GPS World, Oct. 1999. – №10. – Р. 24–41.
2. **Даник Ю. Г., Яцкив Д. Я.** Некоторые аспекты развития спутниковой связи и технологии. // Інноваційні технології. – 2003, № 1. – С. 40–62.
3. **Яцкив Д. Я.** Европейский опыт навигационного обеспечения транспортных коридоров. Швейцария. // Інноваційні технології. – 2003, № 4–5. – С. 90–94.
4. Застосування супутникових технологій у транспортній галузі. Науково-практична конференція. // Зб. наукових праць "Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонт

- ту і експлуатації автомобілів" (спеціальний випуск). Вид. Національного транспортного університету, Київ, 2002.
5. **J. T. Hackos and J. C. Redish.** User and Task Analysis for Interface Design. // New York. NY: John Wiley & Sons. – 1998.
 6. Council Regulation EC, № 2135/98 of 24 Sept. 1998 amending Regulation (EEC) № 3821/85 on recording equipment in road transport.
 7. **Баранов Г. Л., Кошовий А. А., Скорик Є. Т. і ін.** Радіонавігаційний план України (посібник) – К: Квін, 2002. – 77 с.
 8. **Бедрин И. Б. и др.** Навигационно-телекоммуникационное обеспечение транспортных коридоров северо-запада России "Навигация 2000". //Сб. трудов 3-й международной конференции "Планирование глобальной радионавигации". – Москва, 9–11 окт. 2000.
 9. GPS/AVL Subsystem. Overview and System Integrator's Guide, Trimble Navigation, Sunnyvale, CA 94088-3642, USA (переклад з англ.) № Т1 НПО "Гранас".
 10. Communication and Localisation system for mobile users. Telespatio, COM.NET Spa, 00156 Rome, Italy.
 11. **Живков А. П., Скорик Е. Т.** "Orbcomm" или "Inmarsat D+"? Сравнительные оценки услуг для Украины. // Радиоаматор. – 1999. – № 8. – С. 50–51.

Е. Т. Скорик, В. М. Кондратюк. ПРИМЕНЕНИЕ СПУТНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НАВИГАЦИИ И СВЯЗИ В АВТОТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ.

Аннотация: Сформулированы принципы построения автоматизированных автотранспортных диспетчерских систем, использующих спутниковые технологии глобальной навигации и связи. Приведены современные международные требования к оборудованию транспортных средств класса AVL/GPS – систем автономного местопределения и двусторонней связи, обеспечивающих радионавигацию и планирование рейсов.

Ключевые слова: навигация, спутниковые технологии, транспортные диспетчерские системы.

E. T. Scorik, V. M. Kondratyuk. SATELLITE TECHNOLOGIES OF NAVIGATION AND COMMUNICATION FOR MOTOR TRANSPORT INDUSTRY.

Abstract: The principles of the automated transport dispatching systems designing, which use satellite technologies of global navigation and communication have been formulated. The modern international requirements for the AVL/GPS vehicle equipment have been considered. There are autonomous location and two-way radiocommunication systems, which provide radio navigation and trip planning.

Keywords: navigation, satellite technologies, transport dispatch systems.

Надійшла до редакції 14.03.05

Г. Л. Баранов

Центральний НДІ навігації і управління Мінпромполітики України, Київ

ІНФОРМАЦІЙНО-НАВІГАЦІЙНІ ДИСПЕТЧЕРСЬКІ СИСТЕМИ КЛАСУ AVL ДЛЯ УПРАВЛІННЯ АВТОПЕРЕВЕЗЕННЯМИ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬ СУПУТНИКОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Анотація: Розглядаються загальні принципи побудови диспетчерських систем класу AVL в умовах значного підвищення щільності, маси та швидкості перевезень.

Ключові слова: диспетчерські системи класу AVL, радіонавігація, супутниковий зв'язок, транспортний об'єкт, управління, адаптація.

1. ВСТУП

У XXI ст. при організації автоперевозок все частіше використовують диспетчерські системи класу AVL (Automatic Vehicle Location). Можливість автоматично і постійно визначати місцезнаходження рухомого об'єкта у часі та просторі дозволяє суттєво та на нових технологічних принципах вирішувати різноманітні техніко-економічні задачі включаючи управління транспортними потоками та підвищення безпеки руху кожного транспортного засобу. В даній роботі розглядаються загальні принципи побудови диспетчерських систем класу AVL в умовах значного підвищення щільності, маси та швидкості перевезень.

2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Специфічні проблеми авіаційних, морських, залізничних та автомобільних перевезень вирішуються все частіше шляхом адаптування інформаційно-обчислювальних засобів до цільових задач та міжнародних вимог.

Традиційні радіонавігаційні системи типу "Лоран-С" та "Чайка", як і супутникові глобальні навігаційні системи GPS та ГЛОНАСС, надають попередню інформацію щодо координат місцезнаходження рухомого об'єкта. Глобальний супутниковий зв'язок поширюється на сферу диспетчерського управління значної сукупності розподілених транспортних засобів дуже великих міст (особливо з багатомільйонним населенням).

Отже необхідно удосконалювати диспетчерські системи шляхом комплексної інтеграції підсистем спостереження, навігації, зв'язку та гарантовано-адаптивного управління різноманітними засобами та високошвидкісними потоками транспорту.

3. ТРАНСПОРТНІ ДИСПЕТЧЕРСЬКІ СИСТЕМИ ТА ПРИНЦИПИ ЇХ ПОБУДОВИ

Автоматизовані транспортні диспетчерські системи (АТДС) як ергативні комплекси реагують на всі оперативні сигнали та після ви-

рішення ситуативних задач видають інформацію, необхідну для забезпечення управління у контрольованому просторі рухомими транспортними засобами. Залежно від цілей та потреб транспортних організацій усі інші властивості АТДС (включаючи своєчасність, точність, достовірність) залежать від їхньої структурно-функціональної організації з уніфікованих апаратно-програмних модулів, що в цілому повинно задовольняти експлуатаційним вимогам [1].

Задачі адаптації

Оскільки під час експлуатації транспортних засобів відбувається еволюційна зміна цілей, потреб, вимог та властивостей оточуючого середовища, включаючи транспорто-дорожні комплекси, то технологія сучасної АТДС повинна забезпечувати: гнучкість реконфігурації та легкість технічної модернізації, швидкість розвитку та розширення функцій, оперативність та якість зв'язку з іншими автоматизованими системами. Адаптація передбачає переналагодження зв'язків між елементами АТДС, що впливають на якість послуг, наданих транспортним засобам, внаслідок змін:

- а) у транспортних вантажно-пасажирських перевезеннях;
- б) у самій транспортній організації;
- в) у технологіях професіонального розв'язку диспетчерських задач реального часу;
- г) у соціальному та природному середовищі;
- д) у технічних засобах, що забезпечують рух за визначеними маршрутами.

Широким адаптивним властивостям (саморозвитку, самодостатності, самоуправління) відповідає розподіл єдиної АТДС на три взаємодіючі підсистеми:

- 1) інформаційно-технічні засоби рухомого транспортного об'єкта;
- 2) апаратно-програмні засоби стаціонарного диспетчерського центру (ДЦ);

- 3) інтерфейсна та комунікаційна апаратура підсистеми територіального зв'язку між усіма учасниками як всередині АТДС, так і зовні, але їх роль визначена практикою забезпечення транспортних перевезень.

На основі вищесказаного можна стверджувати, що АТДС не може спиратися на одну технологічну концепцію. Лише декілька технологічних концепцій забезпечують різноманітність на нижніх рівнях ієрархії практичних потреб до різних сфер автоматизації. Вищий рівень єдиної інтегрованої системи управління гарантує багатокритеріальну оптимізацію виробничих процесів з декількома типовими конфліктуючими тенденціями. Наприклад, побудова єдиної АТДС для міста Києва насамперед потребує розв'язання проблем фінансування, але не за рахунок мешканців столиці України, яким потрібний гармонійний розвиток усіх видів транспорту для потреб великого міста у високошвидкісних перевезеннях вантажів, пасажирів та різного роду ресурсів.

Структурно-функціональна організація

У роботі АТДС передбачені такі робочі одиниці та їх функціональні обов'язки:

- **системний адміністратор** в нормальних умовах роботи гарантує цілісність, достовірність та ефективність АТДС в цілому шляхом контролю та діагностики; в аварійних ситуаціях відповідає за швидке підключення ресурсів та зовнішньої допомоги різних необхідних служб, а також забезпечує ієрархічну координацію відповідно до правил взаємодії різних служб, сил та засобів;
- **системний програміст** забезпечує еволюційний розвиток функціональних спроможностей АТДС та адаптивне коригування інформаційно-програмного забезпечення за результатами експлуатації;

- **диспетчери-оператори** або користувачі службової інформації згідно зі статусом та ієрархічним рівнем управління приймають участь в оперативному рішенні диспетчерських задач, що покладені на диспетчерський регіональний центр.

Технічне обладнання робочих місць відповідає усім стандартним вимогам до терміналів та технологій комп'ютерного управління, включаючи корпоративну роботу у розподілених мережевих системах [1, 2].

До складу стаціонарного диспетчерського центру АТДС входять сім головних підсистем:

- 1) інфраструктура інтерфейсних засобів зв'язку для прийому даних та передачі управляючої інформації включаючи апаратуру підвищення точності визначення місця рухомих об'єктів;
- 2) адміністративно-діалогова частина, що забезпечує вирішення різних задач управління функціонуванням ДЦ включаючи часову синхронізацію взаємодії та координації робіт;
- 3) корпоративна та індивідуальна підсистема відображення інформації та реагування на поточну інформацію шляхом введення команд управління від диспетчерів та операторів АТДС;
- 4) операційна підсистема реального часу, що забезпечує узгоджену оперативну роботу всіх інформаційно-обчислювальних програм рішення задач АТДС включаючи індивідуально-експертні;
- 5) підсистема спеціалізованого програмного забезпечення з блочно-модульною організацією бібліотек робочих програм включаючи геоінформаційні засоби побудови та відображення картографічних даних;
- 6) підсистема управління базами стабільної інформації про об'єкт і маршрути руху та базами оперативно запитуваних даних, необхідних інформаційним блокам для

вирішення побічних задач та користувачам АТДС згідно з їхніми діями адекватно ситуації;

- 7) підсистема моделювання, оперативного вирішення задач аналізу та прогнозу динамічних ситуацій з метою підвищення рівня безпеки руху.

Ергативний (людино-машинний) інтерфейс

Особа, що приймає рішення за допомогою апаратно-програмних засобів, використовує цей інтерфейс у кожній з вказаних підсистем АТДС. Це забезпечує виконання роботи, головною особливістю якої є адаптивність, результативність та інтелектуальність. Без цього сучасні диспетчерські системи класу AVL не відповідають вимогам економічності власного функціонування, згідно з якими ефект від надання послуг диспетчеризації перевищує витрати на придбання технічного забезпечення та його експлуатацію. Саме тому увага приділяється мовам інтерфейсів між компонентами АТДС та роботі людини-оператора, що забезпечують підвищення рівня автоматизації та зняття факторів невизначеності у випадках, коли автомат не може вирішити конкретну ситуативну задачу в умовах, що швидко змінюються. Підвищення ролі людини у АТДС вимагає відповідного технічного забезпечення, що оптимально вирішує задачу розподілу функцій між природним та штучним інтелектом.

Інформаційно моделюючий базис

Системи моніторингу та автоматичного контролю виявляють локальні відхилення у роботі підсистем та компонент АТДС, вимагають проведення додаткового діагностичного тестування та при необхідності – включення резервних елементів. Через нерівнозначність операцій, що потребують знань та швидких, майже автоматичних, дій, у межах АТДС пе-

редбачається тренаж професіоналів перед початком роботи та зняття збудження після чергування. Заслужують на увагу режими роботи з ретроспективного аналізу розвитку ситуацій та дії усіх елементів процесу диспетчерського управління, включаючи осіб, що приймали рішення [3].

Ергативна природа АТДС обумовлює розвиток функцій самонавчання та прогнозу. Підвищення адаптаційної спроможності особливо є важливим у виняткових, загрозливих ситуаціях, що можуть з'явитися у складній динамічній системі [4], відкритій для багатьох збурень різного походження внаслідок зростання об'ємів зони обслуговування та зв'язків з факторами середовища, котрі варіюються.

Якщо диспетчерам АТДС за рахунок оптимального та своєчасного управління в аварійній зоні не вдасться суттєво зменшити наслідки аварії, тоді можливі значні збитки у транспортних системах (напр., авіаційних). Виникнення непередбачуваних (випадкових, ймовірних, конфліктних) ситуацій (в тому числі – відмова техніки та загрозливий стан у довкіллі) підлягає прогнозуванню та моделюванню. Ось чому АТДС повинна мати додаткові ресурси в кожній з підсистем та компонентів для розв'язання аварійно-диспетчерських задач, що значно складніше, ніж нормальна робота при малих навантаженнях та в простих ситуаціях руху транспортних засобів. Для досягнення потрібної ефективності із забезпеченням безаварійного руху в зоні диспетчерського центру АТДС повинна еволюційно крок за кроком підвищувати потенціал попередження небажаних ситуацій, перелік яких збільшується за вимогами міжнародних транспортних організацій [5].

Живучість, надійність та роботоспроможність АТДС обумовлена структурно-функціональною організацією та технічними параметрами апаратних засобів. З метою забезпечення названих параметрів проводиться ком-

плексування, урізноманітнення та дублювання компонент техніки, що зменшує ризик відмов, особливо в режимі аварійного функціонування транспортної зони. Впливи дестабілізуючих факторів, зовнішніх збурень та аварійних ситуацій на транспортні засоби можна знизити. Шляхом ретельного аналізу локалізованих динамічних ситуацій, що змінюються за багатьма факторами навколишнього середовища, узгоджують закон розподілу динамічних значень загрозливих факторів з законом відповідного розподілу значень дій та заходів, що компенсують та обмежують вплив збурень. Моделювання та прогноз варіантів розвитку ситуацій поєднується з динамікою прийняття оперативних рішень щодо управління транспортом відповідно цілям та планам дій, які упереджують небажані причинно-наслідкові результати в транспортній зоні, що обслуговується.

Ієрархія управління транспортними перевезеннями

Відомі традиційні диспетчерські центри [6] відповідають сучасним вимогам не повністю через такі причини:

- великий масштаб системи за числом складових елементів (кількість можливих станів системи настільки велика, що розгляд їх та процесів трансформації до факту конкретного випадку не можливий через обмеження дії сучасних спеціалізованих обчислювальних машин);
- кількість задач, що оперативно розв'язує кожна людина, обмежена, але для прийняття оптимальних рішень необхідно мати значно більше інформації, щоб уникнути небажаних (небезпечних, шкідливих, економічно невігідних, економічно загрозливих) наслідків;
- відсутні теоретичні основи управління потоками транспортних засобів в конфліктних ситуаціях, коли неадекватна дія

персоналу АТДС може підвищити загрозу для руху транспорту.

На жаль, існують ще й інші не вирішені проблеми (напр., соціально-економічного характеру), які ускладнюють експлуатацію АТДС та не дають можливості повністю виключити ризик аварії в транспортних коридорах. При здійсненні адекватних заходів по стабілізації роботи системи масового обслуговування замовлень на перевезення запропоновані ієрархічні рівні управління в зоні дії АТДС передбачають вирішення не менше трьох взаємопов'язаних задач, а саме:

- безпосереднє управління окремими транспортними засобами шляхом індивідуальних обмежень на час, маршрути руху та регулювання їх швидкості;
- групове управління, блокування збурень у локальній зоні та координація діяльності протягом доби;
- глобальне управління у всій зоні з вирішенням задач захисту від прогнозованих дестабілізуючих факторів, планування ресурсів та координації діяльності протягом сезону;
- організаційно-логістичне управління допоміжними підсистемами, запитами та ресурсами;
- адміністративно-нормативне управління розвитком автоматизації транспортної системи, стандартизації та уніфікації правил взаємодії учасників руху в транспортній зоні.

Кожен рівень управління використовує власний комплекс моделей, що формуються на принципах системо-аналогового моделювання складних динамічних процесів з безпосередньою дією визначених у просторі та часі дестабілізуючих факторів та збурень [1]. Ресурсами управлінських рішень є засоби і заходи, що запобігають небажаному, некерованому розвитку динамічних ситуацій на маршрутах транспортної мережі. Таксонометрія безпечно-

го для конкретного транспортного засобу простору здійснюється з урахуванням погодних умов, стану транспортного коридору, інтенсивності та швидкості руху, динаміки дестабілізуючих факторів та збурень, стану технічних засобів та водіїв. Чим вище ієрархічний рівень управління, тим більш адекватними повинні бути моделі для точного вирішення задач оперативного, тактичного та стратегічного управління, що одночасно оптимізує за багатьма критеріями: своєчасність та раціональність дій у часі та просторі; скорочення термінів ліквідування небезпечних наслідків; зниження експлуатаційних витрат на супутні роботи, що зменшують імовірність екстремальних подій.

4. ВИСНОВОК

За умов ієрархічного еволюційного розподілу функцій та задач управління між підсистемами АТДС класу AVL можна забезпечити досягнення головної компромісної мети щодо мінімізації шкоди у соціально-екологічній сфері та максимізації задоволення потреб щодо соціально-технологічних дій механічними засобами для вантажно-пасажирських перевезень, які визначають замовники.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Баранов Г. Л., Макаров А. В.** Структурное моделирование сложных динамических систем. – К.: Наук. думка, 1986. – 272 с.
2. **Rogerson D.** Inside COM: Microsoft's Component Object Model, Microsoft Press, 1996. – 416 p.
3. **Hackos, Joann T. and Janice C. Redish.** User and Task Analysis for Interface Design. – New York, NY: John Wiley & Sons, 1998.
4. **Баранов Г. Л., Савчук А. В.** Применение единой информационной модели процесса мониторинга земной поверхности для решения задач планирования работы целевой аппаратуры КА. // IV международная научно-техническая конференция "Гидротехнологии, навигация, управление движением и конструирование авиационно-космической техники". Сб докл. Часть 1. – К.: НТТУ "КПИ", 2003. – С. 119–121.

5. **Степанский Г. Е.** Программа развития транспортных коридоров в Украине. // Інноваційні технології, 2003. – №1. – С. 74–75.
6. **Яцкив Д. Я.** Европейский опыт навигационного обеспечения транспортных коридоров. Швейцария. // Інноваційні технології, 2003. – Т 1, № 4–5. – С. 90–94.

Г. Л. Баранов. ИНФОРМАЦИОННО-НАВИГАЦИОННЫЕ ДИСПЕТЧЕРСКИЕ СИСТЕМЫ КЛАССА AVL ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АВТОПЕРЕВОЗКАМИ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ СПУТНИКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.

Аннотация: Рассматриваются общие принципы построения диспетчерских систем класса AVL в условиях значительного увеличения плотности, массы и скорости перевозок.

Ключевые слова: диспетчерские системы класса AVL, радионавигация, спутниковая связь, транспортный объект, управление, адаптация.

G. L. Baranov. THE INFORMATIONAL-NAVIGATIONAL AVL DISPATCH SYSTEMS FOR THE CONTROL OF VEHICLE TRAFFIC BY MEANS OF THE SATELLITE NAVIGATION.

Abstract: The general principles of the AVL dispatch system designing on the increase of heavy traffic have been considered.

Keywords: The AVL dispatch systems, radio navigation, satellite communications, vehicle (transport object), control, adaptation.

Надійшла до редакції 18.11.05

Є. Т. Скорик¹, Л. П. Пасічник², В. М. Кондратюк³

¹Центральний НДІ навігації і управління Мінпромполітики України, Київ

²Київський університет економіки і технологій транспорту, Київ

³Національний авіаційний університет, Київ

СУПУТНИКОВІ ТЕХНОЛОГІЇ РАДІОНАВІГАЦІЇ ТА РАДІОЗВ'ЯЗКУ В ЗАЛІЗНИЧНІЙ ГАЛУЗІ

Анотація: Розглянуто питання застосування супутникових технологій радіонавігації і мобільного радіозв'язку в залізничній галузі при створенні автоматизованих систем управління залізничним транспортом для забезпечення безпеки руху й оперативного контролю стану транспортних магістралей. Приведено приклади використання подібних систем за кордоном. Оцінено можливість і необхідність використання цих прогресивних технологій в Україні.

Ключові слова: супутникова навігація, системи зв'язку, залізничні магістралі.

1. ВСТУП

У всіх економічно розвинених країнах залізничний транспорт є стратегічно важливою галуззю національної економіки і, крім того, забезпечує зайнятість і ділову активність частини працездатного населення країни. На потреби залізничної галузі працюють такі галузі народного господарства, як металургія, прокат металів, машинобудування й інші. Залізниця забезпечує основну частку вантажних і пасажирських перевезень у країні і, відповідно, є джерелом вагомої частини бюджетних надходжень. Технічна і технологічна структури сучасних автоматизованих систем управління залізничним транспортом (АСУЗТ) безсумнівно відносяться до найбільш складних систем, оскільки вони стають усе більш комплексними, а їхня ступінь автоматизації неухильно зростає.

Постійний контроль – моніторинг робочого технічного стану функціонуючих в інтенсивному режимі залізничних магістралей – є обов'язковою регулярно діючою технологічною операцією по підтримці безпеки руху в цій найважливішій народногосподарській транспортній галузі кожної економічно розвиненої країни. Особливо такий контроль важливий у гірських районах і інших регіонах, небезпечних у геологічному відношенні (можливість переміщення ґрунтів і порід).

Повсюдне використання супутникової навігації з метою високоточної прив'язки місцевості при геодезичних роботах дозволяє планувати більш широке застосування цієї високої технології також і при проектуванні та укладанні нових магістралей.

По території України в зв'язку з її центральним географічним положенням проходять інтенсивні транспортні і вантажні транс-

континентальні потоки "північ–південь" і "захід–схід". Тому залізниці для нашої країни – це велика історично сформована національна інфраструктура, що гарантує транзитні перевезення. В даний час залізничний транспорт в Україні успішно і динамічно розвивається. Свідченням цього є останні інновації: введення в експлуатацію швидкісних пасажирських маршрутів руху, перевезення автотранспортних потягів на залізничних платформах, колісні бази, що переставляються автоматично при переході на європейську колію і назад, і т. ін. У меншій мірі поки що залізнична галузь в Україні використовує такі передові інноваційні технології, як супутникові радіонавігаційні системи (СРНС), цифрові високошвидкісні системи зв'язку, географічні інформаційні системи (ГІС). Останнім часом забезпечення цих робіт в Україні набуває особливого значення, тому що відставання у використанні їхніх результатів на залізничному транспорті найближчим часом буде причиною затримки подальшого розвитку галузі, що є неприпустимим при плануванні входження України в транспортну й інформаційну інфраструктуру ЄС.

Не менш важливою є задача інформаційного забезпечення трьох з дев'яти Критських міжнародних транспортних коридорів, що проходять по території України. Основні вимоги цієї задачі – надійна інформаційна доступність об'єктів управління в кожній точці коридору, створення спеціалізованих інформаційних підсистем контролю за місцем розташування транспортних одиниць і вантажів на всьому протязі українських ділянок транспортних коридорів.

У даній статті розглянуті загальні проблеми застосування супутникових технологій радіонавігації та зв'язку в залізничній галузі і приведені деякі приклади їх використання в США, ФРН, Великобританії, Канаді й Австралії. Оцінюється можливість і необхідність проведення таких робіт в Україні.

2. СУПУТНИКОВІ РАДІОНАВІГАЦІЙНІ СИСТЕМИ І ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ

Розвиток залізничних перевезень супроводжується безупинним об'єктивним процесом удосконалення АСУЗТ. Практика управління сучасним залізничним транспортом вимагає подальшого поліпшення АСУЗТ на основі сучасного інформаційного забезпечення, включаючи ідентифікацію залізничних потягів як об'єктів управління, установлення відмітних ознак потягів, реалізацію високоточного визначення поточних координат потягів і відхилення їхніх маршрутів від заданих параметрів, оперативне врахування умов зовнішнього транспортного середовища, що швидко змінюється. У зв'язку з цим фахівці усе більшої уваги приділяють питанням застосування в залізничній галузі таких передових технологій, як супутникові радіонавігація і радіозв'язок.

Побудова АСУЗТ на основі систем супутникової радіонавігації забезпечує вирішення таких задач управління [1]:

- підвищення безпеки руху;
- забезпечення оптимальних режимів водіння поїздів;
- контроль параметрів руху поїздів на електронних картах диспетчерських центрів (ДЦ) залізниць;
- забезпечення навігаційного супроводу поїздів;
- автоматичне ведення "швидкостемірної стрічки" і графіку виконаного руху.

Практична реалізація інформаційного забезпечення АСУЗТ заснована на застосуванні апаратури користувачів (АК) СРНС на базі прийомних індикаторів, доповнених бортовими тахографами – електронними приладами-реєстраторами параметрів руху, що використовують прийомні модулі СРНС, дані одометричних датчиків руху, а також інформацію електронної бази даних залізниць. База даних

залізниці у вигляді програмного забезпечення ГІС містить інформацію про особливості залізничних колій, таких, як дані про вертикальний і горизонтальний профілі шляхів, значення обмежень швидкості на перегонах, координати схем станцій, метрики відстаней до об'єктів підвищеної уваги та обмежень і ін. Обмін інформацією між локомотивними бригадами і ДЦ може здійснюватися по каналах відомчого залізничного зв'язку, корпоративних чи виділених каналах мобільного зв'язку загального застосування або нарешті, у разі потреби, по мобільних каналах супутникового зв'язку.

За оцінками фахівців, застосування СРНС в АСУЗТ дає можливість значно збільшувати ефективність традиційних діючих систем сигналізації і блокування, підвищувати інтенсивність руху без загрози зниження норм безпеки, складати основу систем попередження зіткнень, забезпечувати ефективний контроль за вагонним парком і оперативне спостереження за небезпечними і кошовими вантажами. Таким чином, інформаційні можливості АСУЗТ істотно розширюються. У перспективі передбачено застосування супутникових технологій радіонавігації і радіозв'язку разом із широким використанням сучасної обчислювальної техніки, мікроелектроніки і потужних засобів програмування. Це дасть можливість забезпечувати загальну тенденцію зменшення впливу людського фактора в керуванні залізничним рухом, що в остаточному підсумку буде сприяти перетворенню автоматизованих систем управління в цілком автоматичні на основі елементів штучного інтелекту.

3. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СРНС У ЗАЛІЗНИЧНІЙ ГАЛУЗІ

Супутникові радіонавігаційні системи на сьогодні є основними датчиками навігації і місця розташування рухливих об'єктів, у тому числі класу AVL (Automatic Vehicle Loca-

tion) [2], оснащеними диспетчерським зв'язком. Їх широке застосування в даний час в автотранспорті робить транспортну галузь найбільшим споживачем датчиків інформаційних радіонавігаційних полів СРНС у цивільній сфері.

Радіонавігаційне поле СРНС як джерело координатно-тимчасової інформації характеризується високою відносною точністю короткочасних обсервацій. Недоліком цих систем можна назвати неможливість абсолютно точного визначення географічних координат. До недоліків відносяться і тимчасове переривання визначення місця рухливого об'єкта через втрату обсервації сузір'я навігаційних космічних апаратів (НКА) при проходженні об'єктом маршрутів у гірській чи лісистій місцевостях, і повне переривання зв'язку із супутником, а отже, і можливості навігації при проходженні тунелів.

Врахування характеру залізничних магістралей і рухів поїздів по них багато в чому дає можливість зменшити вплив ряду зазначених особливостей СРНС на визначення місця рухомих потягів, тому навігаційне поле СРНС вважається основним координатним датчиком в АСУЗТ.

Це зумовлено такими об'єктивними фізичними, технологічними і топологічними факторами залізничної інфраструктури:

- залізниця – це регулярна, у більшій мірі лінійна структура, що прив'язує вектор швидкості рухомого потяга до напрямку магістралі;
- мінімальна відстань між залізничними шляхами є характерною і фіксованою нормативною величиною (для США – 4,3 м при ширині колії 1,45 м), що визначає вимогу на допуск роздільної здатності визначення місця поїзда величиною $\Delta_1 = 2$ м. Цей допуск дозволяє при передачі координатних даних однозначно і надійно ідентифікувати шлях, на якому знаходиться поїзд;

- на залізничній магістралі знаходяться фіксовані, характерні (однозначні) точки прив'язки маршрутів, такі, як стрілки, переїзди, мости, тунелі і деякі інші об'єкти, абсолютні географічні координати яких прив'язані на місцевості з високою геодезичною точністю. Для задач управління рухом точність прив'язки може мати допуск порядку $\Delta_2 = \Delta_1/2 = 1$ м, що значно зменшує витрати на прив'язку по маршруті. У даному випадку мова йде не про точність геодезичних робіт, необхідну при будівництві, ремонті і моніторингу залізничних шляхів, коли потрібна більш висока, зазвичай сантиметрова, і навіть більша для деяких задач точність;
- залізничні шляхи мають деякі топологічні фіксовані й обміряні протяжні характерні ділянки, такі, як повороти і заокруглення, що також забезпечує незалежну від СРНС координатну прив'язку рухомого потяга в абсолютних географічних координатах.

Усі ці фактори залізничної шляхової інфраструктури дають можливість за допомогою спеціальної обробки робити згладжування координатної інформації, одержуваної від СРНС, у тому числі і при тимчасовому перериванні обсервації угруповання НКА на деяких ділянках маршруту. Для цього в складі програми АСУЗТ необхідно мати спеціальну підпрограму з розвиненою ПС усієї магістралі.

Подібна ефективна обробка координатної інформації одержала умовну назву "евристична GPS". Суть її полягає в тому, що в місцях розташування перерахованих вище унікальних фіксованих точках чи ділянках магістралі, завантажених у масив ПС, здійснюється короткочасна відносна координатно-тимчасова прив'язка рухомого потяга. Це дає можливість списувати погрішність, що накопичується, абсолютного визначення координат рухливого об'єкта, одержуваного від GPS.

Іншою широко застосовуваною методикою зменшення абсолютних координатних погрішностей GPS є застосування диференціального режиму (ДР) роботи GPS (DGPS). ДР – це відомий і широко використовуваний фізичний та математичний загальнонавігаційний метод списування систематичних помилок зчислення координат у точках, координати яких відомі з більшою вірогідністю, ніж забезпечує використовувана апаратура і стандартна методика визначення місця.

В основі DGPS лежить компенсація помилок шляхом вирахування поточних відліків координат по апаратурі користувача і апаратурі контрольно-коригувальної станції (ККС), координати якої прив'язані до місцевості з геодезичною точністю. Систематичні похибки АК, пов'язані з наявністю просторової і тимчасової декореляції складових похибок визначення місця по GPS, компенсуються методом вирахування з цих похибок поправок місцевизначення найближчої локальної ККС, розташованої в цьому регіоні.

Щодо GPS, яка є національною військовою системою США, то відповідно до "Меморандуму" спільної робочої групи Міноборони і Мінтрансу США від 23 грудня 1993 р. диференціальний режим рекомендовано для всіх цивільних користувачів як основний. За цією рекомендацією ДР забезпечує користувачів крім поправок, які гарантують високу якість визначення місця в умовах селективного доступу (Selective Available – SA), що вводиться в загальногромадянський код Урядом США в особливих умовах, ще й виробленням інформації підтвердження працездатності, надійності, приступності і цілісності GPS.

Основна функціональна структурна одиниця ДР – це ККС, що накопичує в постійному режимі відліки по всіх спостережуваних навігаційних космічних апаратах, згладжує їх на великому інтервалі часу, визначає систематику похибок щодо свого геодезичного

положення і "координатний шум" як міру якості навігаційного поля і апаратури ККС.

Таким чином, вектор стану (ВС) користувача, що включає такі складові, як координати, вектор швидкості і системний час, визначається за двома одночасними вимірами у рознесених точках – у користувача та в ККС.

Основні принципи диференціальних (чи, інакше, різницевих) вимірів по GPS на даний час добре розроблені. До різницевих обсервацій GPS відноситься також вимір псевдодальності методом фазових вимірів, широко використовуваних при статичних спостереженнях у геодезичних роботах, як метод високоточних вимірів із субметровою і більшою точністю. Для рухливих об'єктів ДР є основним при одержанні високих точностей у відповідальних випадках навігації й оперативного місцевизначення. ДР є також основним, за допомогою якого усуваються невизначеності фазового методу, у випадку, якщо його застосування викликається технічною необхідністю.

У складі структури диференціальної підсистеми GPS крім ККС у наземній інфраструктурі ДР варто передбачити також фізичний канал передачі диференціальних поправок і мати особливу АК зі спеціальним введенням для них. Такий режим називається широкомовним. Мається на увазі, що поправки транслюються всім користувачам як службова інформація з обчисленням точних координат на борті рухомого об'єкта. Якщо власне високоточне визначення координат користувачу-машиністу не потрібне, то застосовують альтернативний режим зворотного зв'язку (Inverse) (IDGPS), не потребуючого цього каналу трансляції поправок, тому що в цьому випадку поправки враховуються на потужному сервері диспетчерської (базової) станції системи AVL/GPS при прийомі навігаційних повідомлень від корпоративних рухливих об'єктів. У цьому розумінні IDGPS є унікальною системою місцевизначення щодо дис-

петчеризації транспорту і картографічного забезпечення руху.

Для АСУЗТ диференціальний метод місцевизначення і навігації застосовується подвійно, при цьому одне з цих застосувань – з постобробкою, а друге – у реальному часі. Перший напрямок робіт – це штатна геодезична прив'язка тисяч об'єктів усієї інфраструктури дороги. Така робота для однієї із залізниць корпорації ARRC (США, штат Аляска) була виконана спеціалізованою геодезичною фірмою із субметровою точністю за 30 польових днів. Була проведена також постобробка (камеральна) матеріалів зйомки і створена ГІС усього залізничного господарства.

Інша забезпечувальна робота – це створення власної мережі ККС формування і трансляції оперативних поправок у реальному часі для охоплення загальної траси для всіх відліків координат усього потяга на маршрутах. З метою вирішення цієї задачі у випадку згаданої залізниці була створена мережа 28 ККС і корпоративна мережа УКХ-радіостанцій для трансляції поправок із забезпеченням одночасно всього службового зв'язку по всіх робочих каналах корпорації. Реалізована точність службової мережі диференціальних ККС у режимі on-line при використанні стандартних комерційних одночастотних (на частоті L1) приймачів GPS була порядку 1 фути (30 см), що з надлишком перевищило обговорений вище допуск у 2 м на просторове розділення залізничних колій США.

4. МОБІЛЬНИЙ РАДІОЗВ'ЯЗОК І ПЕРЕДАЧА ДАНИХ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ

Забезпечення залізниць надійним оперативним мобільним радіозв'язком, у тому числі супутниковим, багато в чому стикається з проблемами, аналогічними для автомобільних магістральних перевезень [2].

Істотною оперативною частиною підсистеми запобігання зіткнень АСУЗТ є радіо-

зв'язок і передача даних. Для залізничної корпорації ARRC був розроблений корпоративний пакетувальний цифровий зв'язок між усіма фіксованими і рухомими об'єктами в нижній частині УКХ-діапазону (частота 39–40 МГц). Мережа транслює службові повідомлення, поточні координати поїздів, координатні диференціальні поправки до них і обслуговує замовників перевезень. Центральний радіовузол (хост) накопичує, селекує і розподіляє дані, а також направляє архівні дані про роботу дороги корпорації ARRC у Мінтранс США.

Радіомережа корпорації має стільникову структуру. Стільники можуть динамічно перепрограмовуватися для роботи в трьох режимах – базової станції, ретранслятора і віддаленої станції. Оскільки радіохвилі УКХ-діапазону не обгинають поверхню земної кулі, а дальність зв'язку наземною хвилею визначається в основному дифракцією, то стільники з високо піднятими антенами розставляються на відстанях не більш 25–50 км, а потужність передавачів досягає 100 Вт. Цифровий протокол каналів зв'язку визначається комбінацією часового і частотного поділу каналів (відповідно – доступи протоколів TDMA і FDMA) при модуляції мінімального частотного зсуву з гауссовим зважуванням GMSK. Швидкість передачі цифрових даних прийнята стандартною – 9,6 кбіт/с. Як бачимо, радіомережа корпорації ARRC є цілком сучасною пакетною цифровою стільниковою мережею.

На розвинених в економічному розумінні територіях (наприклад, у ЄС), охоплених суцільним мобільним стільниковим зв'язком стандарту GSM, ця мобільна мережа загального користування покоління 2,5 G (у режимі GPRS) застосовується для транспортних задач на лізингових засадах. У цьому випадку реалізується більш висока швидкість цифрової передачі (до 100 кбіт/с), що дає можливість використовувати для зв'язку між

фіксованими і рухомими об'єктами мережу Інтернет і передавати відеозображення ділянок залізниці, проблемних щодо безпеки. Так, у Чехії на залізницях використовується для задач корпоративного зв'язку стільникова мережа GSM загального призначення в модифікації радіодіапазону R з роумінгом зв'язку по всіх країнах ЄС [3].

У країнах з розвинутою залізничною структурою на віддалених ділянках і мало обжитих місцях території, де відсутній мобільний наземний стільниковий зв'язок, на рухомих об'єктах повсюди використовуються зв'язні термінали міжнародного супутникового глобального мобільного зв'язку Інмарсат.

Досвіду застосування супутникового зв'язку на пасажирських поїздах Транссибірської магістралі набули залізничники Росії. Термінал типу Інмарсат-В встановлюється у вагоні начальника поїзда і пасажирів (за окрему плату) можуть у дорозі користатися послугами зв'язку, у т. ч. відправкою і прийомом факсів. Подібну послугу в Україні надає акціонерна компанія "Річфлот" на круїзних судах класу "ріка–море" через базову земну станцію Інмарсат у Голландії.

У Росії з її великими просторами в залізничній галузі успішно застосовуються також власні супутникові системи зв'язку (наприклад, низькоорбітальна система передачі мови і даних типу "Гонець"). В Україні для рішення цих задач надаються послуги низькоорбітальних систем супутникового зв'язку, таких, як "Orbcomm" і "Globalstar". Остання використовує термінали мобільного зв'язку зі сполученими режимами супутникової навігації і мобільного супутникового і стільникового зв'язку. Особливо варто відмітити нову перспективну геостационарну систему супутникового мобільного зв'язку з аналогічними сполученими режимами зв'язку типу "Thuraya" (власник ОАЕ), виділені антенні промені якої охоплюють всю Україну. Провайдером послуг цієї системи мобільного

зв'язку в Україні є СП "Thuraya-Ukraine" зі штаб-квартирою в Києві.

Європейське співтовариство розробило і повсюдно широко експлуатує в Європі, у т. ч. по транспортних коридорах з наскрізною диспетчеризацією, власну континентальну систему супутникового мобільного зв'язку з використанням GPS за проектом European Mobile Communication System (EMS чи EMSAT) для транспортних перевезень з місцевизначенням окремих рухомих одиниць.

Для забезпечення виконання цих послуг були запуснені спеціальні геостационарні супутники – спочатку італійський ITALSAT-1 (F2), а потім кілька європейських EUTELSAT. Їхня точка стояння над екватором 15° с. д. дає можливість охопити робочим променем весь Європейський континент. На сьогодні число транспортних одиниць перевізників різного призначення з терміналами EMSAT уже перевищило 250 000. Наразі використовуються термінальні комплекси EMSAT з такими режимами:

- голосовий зв'язок;
- факс і телекс;
- передача даних;
- короткі повідомлення SMS.

В усіх цих режимах можуть бути виділені замкнуті групи корпоративних користувачів, такі, як:

- міжнародні транспортні перевізники;
- регіональний і територіальний транспорт в зонах, не обладнаних стільниковим зв'язком;
- місцеві транспортні спеціальні служби (поліція, митниця, силові структури та ін.).

5. ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ АСУЗТ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ СРНС

У Федеративній Республіці Німеччини за проектом "Rail Ort" була розроблена комплексна АСУЗТ класу AVL на базі широкого викори-

стання СРНС типу GPS. Система "Rail Ort" дає можливість робити локалізацію поїздів автономно без залучення додаткового устаткування уздовж колії чи за його мінімальної участі. Проект виконаний за умови дотримання норм загальних вимог Європейської системи управління залізничним рухом і радіофікованої системи експлуатації залізниць ФРН, відомих під аббревіатурами ETCS і RBRO відповідно.

Дотепер машиніст локомотива повинен був сам під час руху поїзда локалізувати своє місце положення щодо всіх просторових, топологічних, геометричних і топографічних відмітних знаків і ознак залізничного шляху засобом порівняння і розпізнавання цих відмітних даних за допомогою своєї ментальної пам'яті, прив'язки їх за часом до розкладу руху, при періодичному використанні допомоги диспетчера за допомогою двостороннього зв'язку, тобто за допомогою людського фактора. У проекті "Rail Ort" як центральний елемент архітектури системи в максимальному ступені застосовується так званий "інтелектуальний атлас маршрутів" (Intelligent Route Atlas – IRA), що використовує елементи штучного інтелекту. Цей великий логічний процесор-контролер керує роботою всієї системи по локалізації поїздів на маршруті, максимально звільняючи машиніста від необхідності розпізнавати місце положення свого поїзда. Система IRA робить автоматичне визначення місця поїзда шляхом зіставлення інформації від фізичних компонентів бортового датчика й інформації, записаної раніше щодо цієї ж ділянки залізничного шляху даного маршруту з широким залученням даних радіотехнічних систем навігації.

Одним з ефективних основних результатів цієї концепції є здатність IRA замінити фізичне зображення залізничного шляху на віртуальне представлення його відрізка практично без використання якої-небудь фізичної структури навколишнього середовища, зокрема на узбіччі колії маршруту.

Для прив'язки рухомого потяга до віртуального маршруту в ІРА використані два джерела інформації. Перший – це один з типів автономних інерціальних, одометричних і акселерометричних датчиків зчитування шляху. Другий – це навігаційний просторовий і часовий датчик, за який використовується приймач зовнішніх радіонавігаційних полів СРНС GPS чи наземної імпульсно-фазової радіонавігаційної системи (ІФРНС) "Лоран-С" (її еквівалентна розробка в СРСР – "Чайка").

Слід зазначити принципову вимогу необхідності одночасного використання цих двох типів датчиків: автономних бортових і зовнішніх на основі радіонавігаційних полів. Інерціальні й одометричні датчики, що мають задовільну короткочасну точність зчитування шляху, ефективно доповнюються високоточним радіонавігаційним датчиком, що, на жаль, може допускати короткочасні збої

місцевизначення об'єкта при проїзді тунелів, гірських ділянок і лісових зон з високими деревами. З цієї причини СРНС у всіх відповідальних системах визначення місця об'єкта (наприклад, в авіації) не може використовуватися як єдине джерело, а доповнюється іншими незалежними методами, що використовують інші принципи.

На рис. 1 показана структура системи АСУЗТ за проектом "Rail Ort". Структура містить три вертикальних рівні ієрархії:

- 1) джерела інформації;
- 2) обробка даних у реальному часі, зв'язок і оперативна пам'ять даних;
- 3) обмін даними й архівування.

У лівому стовпчику **А** зображені технічні і програмні засоби, зв'язані з базою даних залізничного шляху, у центральному **В** показано, відповідно, базовий елемент проекту "Інтелектуальний процесор-контролер ІРА"

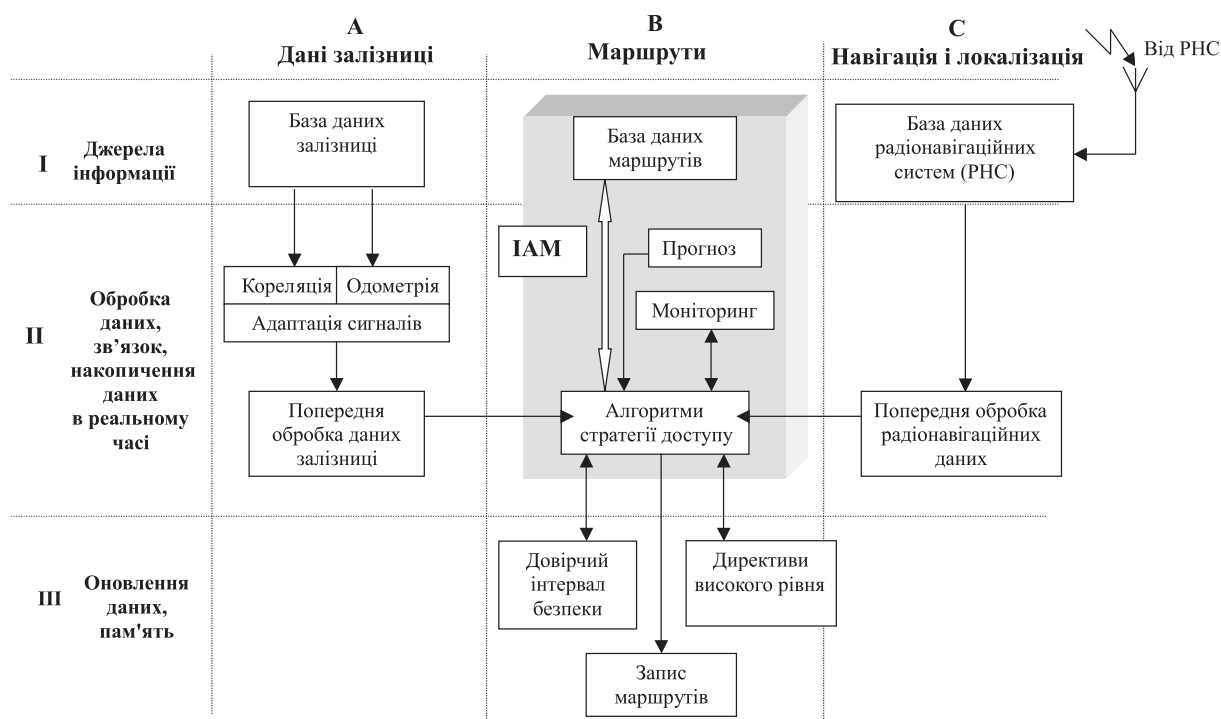


Рис. 1. Структура системи управління залізничним рухом за проектом "Rail Ort"

з елементами візуалізації, моніторингу системи і прогнозу руху, у правому стовпчику **С** наведена база даних зовнішньої радіонавігаційної системи.

Окрема важлива самостійна підсистема проекту "Rail Ort", не показана на рис. 1, – це підсистема забезпечення безпеки руху на залізниці, охопленій цією системою АСУЗТ, з ефективним контролем її цілісності, безперервності, достатності і точності (див. розд. 6). Не показана також така підсистема, що забезпечує проект, як рухливі засоби забезпечення моніторингу оперативної бази даних залізничних шляхів, такі, як вагони-лабораторії, що здійснюють планові проїзди ділянок маршрутів із записом і нагромадженням усієї необхідної для роботи проекту "Rail Ort" інформації (див. розд. 7). Впровадження АСУЗТ типу проекту "Rail Ort" значно підвищує ефективність комплексної експлуатації залізничного транспорту в умовах безупинного збільшення обсягів перевезень, вимог підвищення безпеки руху і впливу зовнішнього середовища, що ускладнюється.

Проект "Rail Ort" у ФРН знаходиться в стадії ефективного впровадження. Його основні елементи були випробувані в Російській Федерації протягом 1995–97 рр. на основній магістралі країни – Транссибірській (Красноярська і Московська ділянки по маршрутах Красноярськ – Хабаровськ і Красноярськ – Москва) [4]. Випробування проводилися за допомогою вагона-лабораторії з відповідною мобільною апаратурою. За результатами експерименту були створені варіанти електронної бази даних окремих ділянок Транссибірської магістралі. Під час проведення цих робіт спостерігалися тимчасові припинення спостереження за навігаційними супутниками до 30 с внаслідок відсутності радіовидимості при проходженні тунелів і гірських ущелин. Після відновлення радіовидимості датчик радіонавігаційних полів повторно цілком автоматично відновляв вимі-

ри поточних координат і швидкості локомотива. Комплексне використання цього датчика разом зі штатними одометрами дало можливість здійснювати безупинне і надійне навігаційне забезпечення в умовах місцевості зі складним рельєфом. Обмін інформацією між диспетчерськими центрами і рухомим випробним комплексом здійснювався по каналах відомчого зв'язку Транссибірської магістралі.

Наведемо приклад закінченого застосування системи класу AVL з використанням GPS на залізницях у Канаді. У цій країні основним трансконтинентальним перевізником між узбережжями Тихого й Атлантичного океанів є національна компанія СР – Canadian Pacific Railway. Ця високоорганізована фірма здійснює великовантажні і контейнерні перевезення з використанням унікальних рухомих потягів – поїздів, що включають біля ста платформ і трьох локомотивів (на початку, всередині і наприкінці поїзда) з автоматизованим синхронним управлінням. Швидкість руху поїздів на важкому рейковому шляху досягає на окремих ділянках 150 км/год і більше. Автоматична обробка вантажів забезпечує їхню доставку типів "порт–порт", "склад–склад" і "від порога до порога". Компанія СР має пріоритет у перевезенні вантажів по цій залізниці. Реєстрація проходжень поїздів виробляється безконтактним індукційним методом, що став уже класичним у світовій практиці, або НВЧ-датчиками, а зв'язок поїзних бригад з диспетчерськими службами здійснюється штатним голосовим радіозв'язком. Водночас обробка вантажів на складах і контейнерних терміналах цілком модернізована завдяки логістичній технології з широким застосуванням ЕОМ, спеціального програмного забезпечення і фіксації місця розташування і переміщення маркірованих вантажів (контейнерів) за допомогою датчиків GPS.

Паралельно з поїздами компанії СР на окремих ділянках канадської трансконтинен-

тальної магістралі невеликі фінансово незалежні компанії здійснюють приміські пасажирські перевезення місцевих робітників та службовців в основному ранком на роботу і ввечері додому 5 днів на тиждень. Сервіс щоденних поїздок англійською мовою означений відповідним терміном "commuter". Транспортне забезпечення типу "commuter" вимагає чіткої диспетчеризації перевезень, синхронної роботи з місцевими автобусними маршрутами, оперативного інформування про час прибуття і затримки поїздів. Залізнична компанія WCE (West Coast Express) здійснює такі (т. зв. "каботажні") залізничні перевезення в транспортній зоні "Великий Ванкувер" між пригородом м. Ванкувера і м. Місія (провінція Британська Колумбія) з 6-ма зупинками на станціях, де проживає багато співробітників підприємств м. Ванкувера. На маршруті довжиною 65 км уздовж берегів затоки Тихого океану і ріки Фрезер-Рівер, а також у промисловій зоні м. Ванкувера компанія WCE використовує поїзди комфортабельних вагонів двох рівнів із гарячими сніданками і з можливостями для роботи у вагоні з документами на переносних комп'ютерах типу "лаптоп".

При проектуванні системи диспетчеризації типу AVL компанія WCE вибрала СНРС GPS для точкового місцевизначення поїздів і реєстрації їх швидкості, а також мобільний цифровий радіозв'язок місцевої компанії стільникового мобільного зв'язку Sierra Wireless з мовним і пакетним режимами для передачі даних. У кабіні локомотива поїзда встановлюється модем зв'язку з приймачем GPS. Через кожні 15 с відбувається відновлення даних місцевизначення і швидкості поїзда, передача їх разом з телеметрією на диспетчерський центр, встановлений у м. Ванкувері. Телеметрія одержує інформацію від штатних робочих датчиків з агрегатів локомотива і вагонів, а також від цифрових компостерів пластикових карток пасажирів. Вся інформація в модемі тер-

мінала поїзда документується (квітірується) за допомогою флеш-пам'яті для дублювання з даними ДЦ і контролю на кожному рейсі.

Труднощі диспетчеризації руху місцевих ліній у Канаді полягають у необхідності пріоритетного пропуску до 60 і більше фразтових поїздів компанії CPR з одночасним дотриманням власного розкладу безпечного руху. Ця задача компанією WCE успішно вирішена. Одночасно забезпечена відповідність проекту вимогам програми APTA (American Public Transit Association) Commuter Rail Safety Management – "Програми забезпечення безпеки щоденних залізничних поїздок Американської цивільної транзитної асоціації". Назвемо основні програмні рішення задачі безпечного руху, реалізовані компанією WCE:

- візуальне відображення абсолютного і відносного місцезнаходження всіх поїздів на лінійних схемах (у операторів на центральній диспетчерській у м. Ванкувері це – графи маршрутів руху);
- можливість відображення виділеного оператором поїзда на географічній цифровій карті з вибором масштабу до 5 км у радіусі навколо поїзда (при цьому докладно відображаються найближчі орієнтири – автомагістралі, що примикають, ріки, мости, переїзди, окремі ферми і будівлі та ін.);
- прив'язка розкладу поїздів до розкладів місцевих автобусних рейсів на станціях з оперативним інформуванням про затримки (запізнення) поїздів;
- оповіщення пасажирів у вагонах і на станціях про поточний стан (у режимі online) руху поїздів на лінійних схемах-графах і табло.

Можна визначити і основні характеристики реалізованих технічних рішень проекту:

- використання на ДЦ програмного забезпечення AVL типу MapInfo 4,0 з ГІС цифровою картографією і протоколом Інтернет TCP/IP;

- здійснення відновлення даних місця знаходження і швидкості поїздів через кожні 15 чи 45 с (на вибір оператора);
- забезпечення швидкості передачі даних на рівні 19,2 кбіт/с модемами зв'язку з можливістю значного збільшення цифрового потоку при переході компанією, що забезпечує радіозв'язок, на режим стільникового зв'язку GSM/GPRS (у цьому випадку для пасажирів стає можливим інформаційний обмін зі своїми офісами);
- забезпечення криптографії передачі даних у кожному пакеті при базі 56 біт;
- виділення відображення "проблемних" поїздів на лінійних схемах-графах при запізненні на 2 і 5 хв різним кольором і звуковими сигналами, а при випередженнях графіку руху – за допомогою оцінок "негативного" часу;
- квітірування кожного рейсу в 25-ти точках (щільність квітірування збільшується при наближенні до станцій).

Вражаючи успіхи застосування проекту із системою AVL на названій ділянці руху місцевих поїздів стимулювало компанію на впровадження цієї технології і на інших ділянках. Компанія трансконтинентальних перевезень CP приступила до модернізації диспетчерського забезпечення на базі технології AVL з GPS, почавши з того, що провела інформаційне об'єднання двох керуючих систем, установивши в ДЦ (м. Калгарі, провінція Альберта) термінал компанії WCE. Планувалося введення загальнонаціональної системи класу AVL на всіх залізницях Канади від 2004 р.

6. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ ЗА ДОПОМОГОЮ GPS

Немає необхідності особливо підкреслювати важливість забезпечення безпеки руху на за-

лізницях. Можливість використання для цих задач СРНС постановочно згадана в [1]. Нижче будуть наведені основні відомості: як застосування СРНС може поліпшити безпеку руху на залізниці з урахуванням динамічної обстановки, що оперативно змінюється.

Підсистема забезпечення безпеки руху є найважливішою складовою АСУЗТ. Практика управління сучасним залізничним транспортом вимагає повсюдного застосування АСУ чи їхніх елементів (підсистем) на основі розвинутого інформаційного забезпечення, включаючи реалізацію високоточного визначення в реальному часі поточних координат поїздів (локомотивів, дрезин і інших штатних рухливих об'єктів на залізничних коліях) як об'єктів управління, ідентифікацію всіх елементів забезпечення їхнього руху, оперативний облік умов зовнішнього середовища залізниць, що швидко змінюються.

У цих умовах система (підсистема) забезпечення безпеки руху виступає як головний пріоритет АСУЗТ при одночасному підвищенні ефективності перевезень вантажів і пасажирів, зменшенні часу транзиту вантажів, дотриманні розкладу і графіку руху поїздів і інформатизації всього складного народногосподарського комплексу, яким є залізнична галузь країни.

Наприклад, у проекті системи запобігання зіткнень поїздів системою CAS (Collision Avoidance System), впровадженою в штаті Аляска США залізничною корпорацією ARRC, передбачені такі елементи для забезпечення безпеки руху:

- рухомі потяги (локомотиви й інші функціонально важливі оперативні рухомі засоби);
- поїзні бригади на маршруті;
- всі елементи системи управління залізничних шляхів (стрілки, світлофори й інші оперативні покажчики);
- усі датчики елементів управління рухом (комутатори, переїзди, пришляхова сигналізація, сервіс дороги й ін.);

- інформаційні елементи (інформаційні таблиці, монітори, індикатори на борті локомотивів, в офісах диспетчерів і користувачів послугами залізничних експедиторів, а також для пасажирів на вокзалах).

З метою ув'язування всіх учасників руху й елементів інфраструктури, що гарантує безпеку, у єдину підсистему CAS використовуються також розвинуті канали провідного і цифрового радіозв'язку для обміну потоками тисяч сигналів і інформаційні поля СРНС, у першу чергу проекту GPS.

Система CAS проектується як пріоритетна директивна система і водночас (що надзвичайно важливо відзначити) вона повинна бути гнучкою і комфортною для користувача. Інакше вона потенційно може, забезпечуючи безпеку, цілком заблокувати рух при частому і недостатньо виправданому втручанні в рух через перестраховку і багаторазовому введенні режимів чи попереджень, тим більше тривоги. Це означає, що система CAS повинна задовольняти цілому переліку комплексних вимог, таких, як цілісність, безперервність, точність і надійність. Тільки за умови задоволення цих системних вимог вона буде гарантувати безпеку руху при одночасному зменшенні впливу людського фак-

тора в такому складному техногенному середовищі, як залізниця.

7. КОНТРОЛЬ НАД СТАНОМ ЗАЛІЗНИЧНИХ МАГІСТРАЛЕЙ

Процедура періодичного контролю (моніторингу) залізничних шляхів є найважливішою технологічною операцією по підтримці їх у належному технічному стані для безпечного руху поїздів, особливо на швидкісних трасах. Ця процедура включає, крім періодичної реєстрації технічного стану шляхів, ще і регламентні виміри їхніх лінійних розмірів: відстані між рейками, подовжнього профілю колії, різниці висот рейок на поворотах, а також виявлення місць прогину рейок, що вимагає підсилення баласту й інших операцій (див. рис. 2).

Стандартна геодезична технологія, що стала класичною, передбачає використання оптичних геодезичних приладів (теодолітів і ін.). Ця технологія надзвичайно трудомістка, вимагає високої кваліфікації працівників, ручної праці і великих витрат часу. Тому вона далека від оперативності і від одержання результатів по ній у реальному часі. За наявними даними за один день бригада геодезистів може забезпечити штатний контроль і зйом-

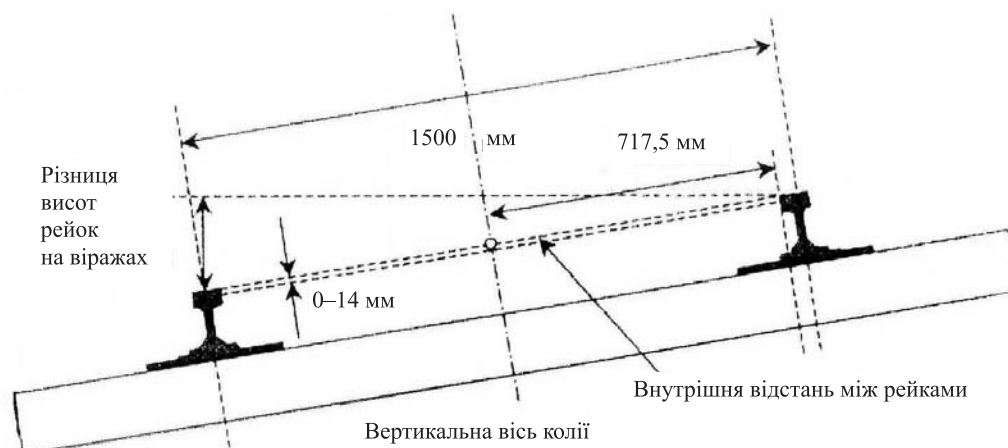


Рис. 2. Основні контрольовані параметри європейської залізниці

ку не більш 10 км регулярного (не проблемного) залізничного шляху.

Застосування СРНС для геодезичних робіт на сьогодні забезпечено високоточними двухчастотними (діапазони L1 і L2) приймачами GPS, у тому числі з фазовими вимірами, відпрацьованими методиками і технологією постпроцесорної камеральної обробки. У результаті (залежно від вимог і приборноматематичного забезпечення) реалізуються точності геодезичних зйомок – відповідно субметрова, субдециметрова і міліметрова. Для задач з технічними вимогами моніторингу залізничних магістралей стандартна GPS-методика дає можливість за один день обміряти 200 км шляху, тобто продуктивність праці збільшується в порівнянні з оптичною технологією в 20 разів. Більш того, цифрова постобробка дає можливість легко документувати дані, що гарантує високу вірогідність результатів і їхній аудит.

Відомі два реалізованих проекти по застосуванню технології GPS для обмірювання параметрів залізничних доріг. Вони принципово відрізняються за визначеними ознаками. Перший з них розроблений для австралійських залізниць за участі університету м. Мельбурна [4]. Він оснований на застосуванні DGPS разом з інерціальними датчиками (гіроскопами) і датчиками нахилу (інклінометрами). Апаратура розміщена на автодрезині і забезпечує не тільки точне горизонтальне дециметрове розділення, але і критичні градієнтні відліки. Одночасно реалізоване програмне забезпечення швидкої картографії для ПС, так званої технології RRM.

У результаті використання технології RTK – кінематичного спостереження за фазою сигналів GPS у реальному часі – було показано, що вимоги до точності прив'язки в горизонтальній площині задовольнялися, але у вертикальній вони були явно недостатніми. Було виявлено, що хоча технологія RTK забезпечує теоретично сантиметрову точ-

ність, на практиці (на прикладі австралійських залізниць, що проходять у лісах і горах) не завжди вдавалося в динаміці спостерігати не менш 4 НКА, необхідних для обчислень координат об'єктів. Тому в даному проекті за основу була прийнята методика DGPS, що дає точність прив'язки результатів вимірів у 2–5 м у місцевій системі координат, що еквівалентно точності в масштабі 1:10 000 на досить великій площі. Таким чином, у проекті дистанцію, нахил і пеленг у комплексі одержували за допомогою DGPS, а для точного виміру кривизни і градієнта використовували високоточні твердотільні інклінометри. Для реєстрації нахилів у двох ортогональних площинах використовували також електролітичні датчики гравітації.

При вимірах дрезина рухалася по обраній ділянці шляху на дистанції до 150 км при рівномірному русі зі швидкістю 30 км/год з контрольними зупинками через 25–50 км, на яких здійснювалися фазові RTK-виміри. Всі відліки вимірів оцифровані й у темпі 5 відліків за секунду реєструвалися і транслювалися на хост по послідовному інтерфейсі RS-232. На вимірювальній платформі використовувався 12-канальний приймач GPS для точного виміру швидкості поряд зі звичайним цифровим спідометром. Горизонтальні повороти вимірювалися методом поточного пеленга платформи за допомогою цифрового компаса – флюксметра. Через 12–15 днів ставали доступними результати постобробки з точністю до 1 м по всій дистанції вимірів в абсолютних координатах і до 10 см точності у відносних відліках. Найкритичнішими в проекті виявилися датчики-інклінометри. Найбільше задовільно вони працювали тільки в режимі беззупинного і рівномірного руху платформи. При прискоренні, затримці, зупинці і реверсі руху виникали проблеми, викликані перехідними процесами у відліках.

Тому певний інтерес представляє інший, більш сучасний проект, виконаний для заліз-

ниць Великобританії Швейцарським федеральним інститутом технології (м. Цюрих). У проєкті за основу прийнято метод технології RTK-кінематичного спостереження за фазою сигналів GPS у реальному часі. Апаратура монтується на триколісному безмоторному візку з ручним приводом, установлюваному на рейках, що отримав назва Swiss Trolley. При швидкості візка 1,2 м/с один працівник в автоматичному режимі робить вимір параметрів шляху при переміщеннях поїздів в умовах реального руху за розкладом, одержаним на зміну. При наближенні потяга візок по команді, переданій дистанційно, знімається з рейок для пропускання поїзда. Як відомо, реально режим RTK (особливо при використанні двухчастотного приймача GPS) забезпечує надлишкову для залізниці субсантиметрову точність. Разом з оптичною геодезичною станцією при роботі в тунелях комплекс Swiss Trolley забезпечує міліметрову точність.

Установка на комплексі Swiss Trolley штатних вимірювальних геодезичних приладів дає можливість робити повне вимірювання параметрів рейкових шляхів відповідно до рис. 2. При цьому гарантується точність вимірів лінійних відхилень на рівні 0,5 мм і кутових відхилень на рівні 0,5 мрад. Колісна пара візка оснащена двома одометрами з усередненням середньої лінії, що дає можливість робити зчитування шляху при тимчасовій відсутності можливості місцевизначення по навігаційних супутниках. Таким чином, реалізується так званий режим "мертвого ходу" DR (Dead Reckoning), що є звичайним для всіх транспортних засобів із супутниковою навігацією. Уся вимірювальна апаратура комплексу калібрується на мірній дистанції рейкового шляху. Постобробка координатних вимірів провадиться на обчислювальному комплексі, що містить у програмі 11-каскадні фільтри Калмана. До складу комплексу можуть бути включені також такі високотехнологічні датчики, як лазерний сканер і допле-

рівський датчик руху міліметрового діапазону хвиль.

У цілому комплекс Swiss Trolley являє собою сучасний вимірювальний інструмент, що демонструє традиційно високі швейцарські рівні реалізації апаратури і культуру вимірів.

8. ЗАЛІЗНИЦЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ КРАЇН І РЕГІОНІВ

У країнах зі слаборозвиненою інфраструктурою зв'язку і великою довжиною території, таких, як Росія, Індія і, частково, Україна для вирішення проблеми інформатизації характерне використання найбільш організованих інфраструктур, а саме автомобільних і залізничних транспортних магістралей як своєрідний інтерфейс. В існуючій структурі транспортних підприємств мається безліч стаціонарних об'єктів, розташованих у містах і населених пунктах уздовж доріг, таких, як автомобільні і залізничні станції і вузли, промислові і торгові підприємства, офіси регіональних управлінь, готелі, пункти суспільного харчування й ін., для управління якими створюються відомчі і корпоративні мережі зв'язку і передачі даних, що забезпечують як стаціонарні об'єкти, так і транспортні засоби відповідно фіксованого і мобільного зв'язку.

Існуючі технічні вирішення задач для систем зв'язку транспортних магістралей і їхніх інфраструктур характеризуються різноманітністю провідних (кабельних) телефонних мереж відомчого і загального застосування, мобільних дуплексних і напівдуплексних каналів зв'язку у вигляді транкінгових і пакетних мереж різних системних протоколів (MPT 1327, SmartTranck II, ArcNet, LTR, GSM і ін.). Для вирішення задач зв'язку використовується апаратура різних поколінь численних виробників – вітчизняних і закордонних (Motorola, Kenwood, Icom і ін.). На сучасному етапі можливе вирішення проблем фіксованого і мобільного зв'язку в регіональних промисло-

вих зонах і навколо них на основі єдиної технології бездротового доступу й обміну даними як типу "одна точка – багато точок" з базовою станцією при технології трансляції (ретрансляції), так і "точка – точка" без базової станції. Це дає можливість планувати і забезпечувати регіони зв'язком за допомогою використання апаратури бездротової технології, уникаючи витрат на проведення кабельних і провідних мереж.

У Росії ЗАТ "Юнітел" планує створення уздовж магістральних автомобільних і залізничних шляхів локальних зон – телекомунікаційних доменів діаметром до 50–80 км або, навпаки, довгих лінійних структур довжиною до 500–1 000 і навіть до 2 000 км.

Інформатизація в Україні проводиться відповідно до ряду загальнодержавних і відомчих документів. Ця технологія передбачає такі позиції загальнонаціональної програми робіт по забезпеченню зв'язку, як телефонізація сільських регіонів країни, у тому числі за допомогою мобільного зв'язку, охоплення мережею Інтернет і ін. Для промислово розвинених районів країни і міст актуальною стає проблема освоєння високошвидкісних каналів обміну інформацією у бездротовому ("wireless") і швидкісному широкополосному цифровому виконанні ("wideband"). Такі мережі зазвичай поєднуються в деякі корпоративні, місцеві чи регіональні мережі, що умовно називаються в залежності від територіального покриття: DWAN (Domestic Wide Area Network), LAN (Local Area Network) або MAN (Metropolitan Area Network) відповідно. Іноді журналісти і соціологи для таких територіальних об'єднань використовують такі інформаційні поняття, що відносяться до сфери масового обслуговування, як "телекомунікаційне село", "домен" чи "кампус" [5]. Роль національних залізничних магістралей у цих умовах ще необхідно оцінити. Значення супутникових технологій зв'язку і навігації в цих умовах дуже істотне.

9. ВИСНОВКИ

Наведені аналітичні матеріали підтверджують, що застосування супутникової навігації в залізничній галузі демонструє перехід цієї високої технології в практичну фазу застосування для задач автоматизованого управління рухом із забезпеченням безпеки, моніторингу рейкових шляхів і будівництва залізниць.

Національні програми освоєння високої технології супутникової радіонавігації виконуються під керівництвом Національного космічного агентства України (НКАУ). На даний час у країні функціонує ряд геодезичних служб і мереж референсних і ККС GPS, у тому числі при Національній Академії наук України (НАНУ) з центром у Головній Астрономічній Обсерваторії (ГАО) (Голосієве, м. Київ). Ряд творчих колективів і виробничих організацій освоїли ці високі технології, організували постачання відповідної апаратури і розробку програмних продуктів. Найбільш близьким до вирішення задач контролю над залізничними шляхами варто вважати фундаментальне дослідження GPS-моніторингу ділянок території АР Крим, небезпечних у сейсмічному сенсі [6].

Організація застосування супутникових технологій навігації і зв'язків у залізничній галузі України вимагає, у першу чергу, обґрунтування, оцінки ефективності й умов залучення інвесторів. З урахуванням важливості залізничної галузі для економіки країни і необхідності збільшення транзитного потенціалу України варто очікувати, що це відбудеться найближчим часом.

Для підготовки статті були використані матеріали журналу GPS World (див. сайт www.gpsworld.com).

ЛІТЕРАТУРА

1. Клінге А. і ін. Датчики місцевизначення поїздів. // Зб. праць 2-ої міжнародної конференції "Пла-

- нування глобальної радіонавігації". // "Навігація-97", 24–26 червня 1997, т. I. – С. 165–177.
2. **Скорик Є. Т., Кондратюк В. М.** Застосування супутникових технологій навігації та зв'язку в авто-транспортній галузі. // Наука та інновації. – 2007. № 1. – С. 20–36.
 3. Czech Railways trials GSM-R, Eastern European Wireless Comm. – Oct/Nov. 2004. – P. 5.
 4. **Болдирьов В. І. та ін.** Комплекс супутникової навігації для забезпечення управління рухом поїздів. // 36. праць 2-ої міжнародної конференції "Планування глобальної радіонавігації". – "Навігація-97", 24–26 червня 1997, т. I. – С. 178–181.
 5. **Скорик Є. Т.** Телекомунікаційне село. // Радио-аматор. – 2000, № 10. – С. 54.
 6. Регіональна система геодинамічного й екологічного моніторингу Криму з використанням GNSS. Міждисциплінарна програмно-орієнтована програма, пояснювальна записка. // ГАО НАНУ, Київ – Харків – Крим, 2002.

Е. Т. Скорик, Л. П. Пасечник, В. М. Кондратюк. СПУТНИКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАДИОНАВИГАЦИИ И РАДИОСВЯЗИ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ.

Аннотация: Рассмотрены вопросы применения спутниковых технологий радионавигации и мобильной радиосвязи в железнодорожной отрасли при создании автоматизированных систем управления железнодорожным транспортом для обеспечения безопасности движения и оперативного контроля состояния транспортных магистралей. Приведены примеры использования подобных систем за рубежом. Оценены возможность и необходимость использования этих прогрессивных технологий в Украине.

Ключевые слова: спутниковая навигация, системы связи, железнодорожные магистрали.

E. T. Scorik, L. P. Pasichnik, V. M. Kondratyuk. THE SATELLITE TECHNOLOGIES OF RADIO NAVIGATION AND RADIOCOMMUNICATION FOR RAILWAY TRANSPORT.

Abstract: The principles of the automated avoidance systems for rail safety and operational control of trunk-railways have been considered. The article has given examples of such systems abroad. An opportunity and necessity of progressive technologies' application in Ukraine have been evaluated.

Keywords: satellite navigation, communication systems, trunk-railways.

Надійшла до редакції 13.04.05

Нова політика США щодо космічної системи визначення місцезнаходження, навігації та часу (замість директиви – рішення Президента США 1996 року щодо Глобальної системи визначення місцеположення (GPS)). Президент США затвердив 8 грудня 2004 року нову національну політику щодо управління та виконання програми створення космічної системи визначення місцеположення, навігаційного та часового забезпечення.

Нижче ми публікуємо неофіційний переклад матеріалів, отриманих Міністерством закордонних справ України від Посольства США в Україні.

Посольство США в Україні

Посольство Сполучених Штатів Америки в Україні засвідчує свою повагу Міністерству закордонних справ України і має честь передати інформацію про нову політику щодо послуг США у сфері визначення місцеположення, навігації та часу (МНЧ). Ця нова політика замінює директиву – рішення Президента 1996 року щодо Глобальної системи визначення місцеположення (ГБСМ), Global Positioning System (GPS).

Значна частина цілей, положень, функцій та обов'язків, передбачено новою політикою, узгоджуються з існуючою політикою США, що включає в себе наступне:

- Надання безперервного доступу до послуг ГСВМ з точного визначення місцеположення, навігаційних та часових координат для національних систем та засобів безпеки США та країн-союзників;
- Надання тривалого доступу до цивільних сигналів ГСВМ у всьому світі безкоштовно для прямих користувачів;
- Забезпечення відкритого безкоштовного доступу до інформації, необхідної для розробки та створення обладнання для використання зазначених послуг;
- Заохочення використання ГСВМ в різних країнах світу в мирних цілях;
- Посилення здатності перешкоджати ворожому застосуванню будь-яких систем МНЧ на основі космічних технологій шляхом відмов в регіональних послугах, із одночасним недопущенням некоректного переривання обслуговування в цивільному секторі, що не торкається сфери військових операцій.

Підтримуючи та сприяючи виконанню зазначених завдань, нова політика має також і відомості від директиви – рішення Президента 1996 року. Вони полягають в наступному:

- Заміну міжвідомчого правління ГСВМ Виконавчим комітетом МНЧ, за спів голосування Департаменту оборони та Департаменту транспорту на рівні Заступників секретарів. До складу цього виконавчого комітету входять представники рівня заступників (чи призначені ними особи) від відповідальних урядових депар-

таментів США, включаючи Державний департамент;

- До складу Комітету також входить муть спостерігачі від кількох агенцій Білого дому для забезпечення координації з Виконавчим офісом Президента;
- Вдосконалення послуг з визначенням просторових, навігаційних та часових координат з використанням космічних технологій, включаючи посилений спротив втручанню, у відповідності до цілей безпеки США та країн-союзників, для потреб як внутрішньої безпеки, так і цивільних, комерційних та наукових користувачів у всьому світі;
- Забезпечення технологічної сумісності систем інших країн з системою глобального визначення координат та її додатковими модулями та вирішення питань спільної безпеки з іноземними провайдерами для запобігання ворожого використання послуг з визначення просторових, навігаційних та часових координат на основі космічних технологій;
- Забезпечення сумісності закордонних систем визначення просторових, навігаційних та часових координат з цивільними послугами ГСВМ та її модулів;
- Фінансування ГСВМ та її модулів, що забезпечуються урядом США, буде здійснюватись спільно Департаментом оборони та транспорту;
- Департамент транспорту та інші цивільні установи забезпечують ресурси для відведених цивільних потужностей чи інших нестандартних цивільних вимог за межами другого та третього цивільних сигналів, які вже містяться в існуючій програмі ГСВМ.

Стисла інформація про нову політику, а також додаткова інформація про СГВК та інші світові навігаційні супутникові незабаром буде розміщено на веб-сторінці Посольства.

Посольство Сполучених Штатів Америки користується нагодою щоб поповнити запевнення в своїй глибокій повазі Міністерству закордонних справ України.

***Посольство Сполучених Штатів Америки
Київ, 16 грудня, 2004 року***

НАШІ АВТОРИ

БАРАНОВ ГЕОРГІЙ ЛЕОНІДОВИЧ – Центральний науково-дослідний інститут навігації та управління Мінпромполітики України.

БОНДАРЕНКО МИХАЙЛО ФЕДОРОВИЧ – ректор Харківського національного університету радіоелектроніки, професор, доктор технічних наук.

ГАНДАБУРА ВАСИЛЬ ТЕОДОРОВИЧ – заступник міністра транспорту та зв'язку України.

ДОХОВ ОЛЕКСАНДР ІВАНОВИЧ – заступник проректора по науковій роботі Харківського національного університету радіоелектроніки, керівник НДЦ ПРЕСТ ХНУРЕ, професор.

ДРОЗДІВСЬКИЙ ОЛЕГ ПЕТРОВИЧ – завідувач лабораторією Науково-дослідного інституту геодезії і картографії.

ЖАЛІЛО ОЛЕКСІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ – докторант кафедри ОРТ Харківського національного університету радіоелектроніки, кандидат технічних наук.

КАРПІНСЬКИЙ ЮРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ – директор Науково-дослідного інституту геодезії і картографії, професор, доктор технічних наук.

КОНДРАТЮК ВАСИЛЬ МИХАЙЛОВИЧ – Національний авіаційний університет.

КОРНІЄНКО ВОЛОДИМИР ВОЛОДИМИРОВИЧ – перший заступник міністра транспорту та зв'язку України.

ЛУК'ЯНОВ ОЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ – завідувачий ПНДЛ НДЦ Харківського національного університету радіоелектроніки.

ЛЯЩЕНКО АНАТОЛІЙ АНТОНОВИЧ – заступник директора по науковій роботі Науково-дослідного інституту геодезії і картографії, професор, доктор технічних наук.

ПАСІЧНИК ЛЕОНІД ПАВЛОВИЧ – Київський університет економіки і технології транспорту.

СКОРИК ЄВГЕН ТИМОФІЙОВИЧ – Центральний науково-дослідний інститут навігації та управління Мінпромполітики України, доктор технічних наук, професор.

ШЕЛКОВЕНКОВ ДМИТРО ОЛЕКСАНДРОВИЧ – аспірант кафедри ОРТ Харківського національного університету радіоелектроніки.

ШОКАЛО ВОЛОДИМИР МИХАЙЛОВИЧ – завідувачий кафедрою Основ радіотехніки Харківського національного університету радіоелектроніки, доктор технічних наук, професор.

ЯЦКІВ ЯРОСЛАВ СТАПАНОВИЧ – директор Головної астрономічної обсерваторії НАН України, академік НАНУ.

ПОКАЖЧИК МАТЕРІАЛІВ,
НАДРУКОВАНИХ В ЖУРНАЛІ “НАУКА ТА ІННОВАЦІЇ”
ЗА 2006 РІК (ТОМ 2)

Авдеева Л. Ю. див. Долінський А. А.

Ажажа В. М., Борц Б. В., Бутенко І. М., В'югов П. М., Воєводін В. М., Лавриненко С. Д., Неклюдов І. М., Пилипенко М. М., Вахрушева В. С., Буряк Т. М., Сухомлин Г. Д., Благова В. О., Ліндт К. А., Попов В. І., Ладохін С. В., Чернявський В. Б. Виробництво партії трубних заготовок трекс-труб та виготовлення дослідно-промислової партії твельних труб із сплаву Zr1Nb із вітчизняної сировини // № 6. –С. 18–30.

Ажажа В. М., Кутний В. Е., Рыбка А. В., Давыдов Л. Н., Шляхов И. Н., Захарченко А. А., Кутний Д. В., Наконечный Д. В. Приборы на основе CdTe и CdZnTe для технологического контроля и мониторинга радиационной обстановки на АЭС // № 6. –С. 31–38.

Андріанов А. Ю., Джур Є. О., Крикун Ю. О., Білоус В. А., Саєнко С. Ю. Модульне сховище для довгострокового контрольованого зберігання радіоактивних відходів низької та середньої активності // № 5. –С. 53–65.

Аннопольская И. Е. див. Тарелин А. А.

Антипцев Ю. П. див. Тарелин А. А.

Банникова М. О. див. Шелудько Ю. В.

Бар'яхтар В., Горобець Ю. Про підготовку національної еліти // № 1. –С. 18–20.

Безпалько Т. В. див. Франчук В. П.

Бешта О. С. Енерго та ресурсозбереження засобами електропривода в промисловості та комунальних підприємствах // № 3. –С. 114–115.

Бешта О. С., Хілов В. С. Застосування ресурсо та енергозберігаючих привідних систем змінного струму в бурових верстатах нового покоління // № 3. –С. 38–43.

Бешта О. С., Хілов В. С. Визначення раціо-

нальних режимів роботи та розробка енергозберігаючих електроприводів для кар'єрних бурових верстатів // № 3. –С. 116–116.

Білогуб В. В. див. Гриньов Б. В.

Білоус В. А. див. Андріанов А. Ю.

Благова В. О. див. Ажажа В. М.

Бондаренко А. А., Запара Е. С. К обоснованию рациональной технологии разработки обводненных и подводных месторождений песков // № 3. –С. 69–74.

Борайт Д. П. див. Гюнтер Р. С.

Борисов Н. А. див. Тарелин А. А.

Боровик Р. О. див. Кириченко В. І.

Бороденко Ю. О. див. Гриньов Б. В.

Борц Б. В. див. Ажажа В. М.

Бражененко А. М., Кожевников А. А., Судаков А. К. Технология изоляции зон поглощения буровых скважин с применением термопластичных материалов // № 3. –С. 101–110.

Бубенко П. Т. див. Петришин О. В.

Буряк Т. М. див. Ажажа В. М.

Бусыгин Б. С., Никулин С. Л., Залесский В. В. Компьютерная технология поисков золота на югозападном склоне Украинского щита // № 3. –С. 80–91.

Бутенко І. М. див. Ажажа В. М.

Вахрушева В. С. див. Ажажа В. М.

Войтенко А. Е., Мелихов В. П. Газодетонационные мельницы // № 3. –С. 111–113.

Войцицький З. Я. див. Гладун В. В.

Воєводін В. М. див. Ажажа В. М.

В'югов П. М. див. Ажажа В. М.

Васеньова А. О. див. Єгер Д. О.

Гамота Дж. Шлях від фундаментальних досліджень до інновацій // № 1. –С. 26–30.

Гарам В. П., Читаєв Д. В. Оптимізаційний підхід до визначення потреби полів гос-

- подарства у мінеральних добривах // № 5.–С. 105–108.
- Герасименко І. М.* див. Шелудько Ю. В.
- Гладун В. В., Сабезький В.В., Войцицький З. Я., Коваль А. М., Чепіль П. М.* Деякі аспекти підвищення ефективності геологорозвідувальних робіт при пошуках та розвідці покладів нафти і газу // № 2.–С. 86–94.
- Гольдберг Л.* Аналітичний звіт. Науково-технічний розвиток та реформи в Україні // № 1.–С. 53–56.
- Гончарук В. В., Кучерук Д. Д., Самсони-Тодоров А. О., Скубченко В. Ф.* Современные технологии очистки воды // № 5.–С. 66–77.
- Горбунов О. В.* див. Єгер Д. О.
- Горішняк В. П., Денісов О. Г., Кузьмін С. Е., Радзіховський В. Н., Шевчук Б. М.* Радіометрична система формування зображення для виявлення захованої зброї // № 6.–С. 84–87.
- Горобець Ю.* див. Бар'яхтар В.
- Гриньов Б. В.* Щодо умов успішного реформування науки в Україні // № 1.–С. 63–66.
- Гриньов Б. В., Некрасов В. В., Бороденко Ю. О., Білогуб В. В.* Розробка науково-технічних основ блоків детектування на основі системи скінтілятор-фотодіод для позитронно-емісійного томографа // № 6.–С. 59–64.
- Гришаненко В. П.* див. Єгер Д. О.
- Гунда М. В.* див. Єгер Д. О.
- Гюнтер Р. С., Борайт Д. П.* Забезпечення в Україні стабільної культури нерозповсюдження ядерної зброї // № 1.–С. 34–39.
- Давыдов Л. Н.* див. Ажажа В. М.
- Даниленко В. А., Нагорний В. П.* Технологічний комплекс для інтенсифікації видобутку енергоносіїв // № 5.–С. 34–40.
- Данилишин Б. М., Міщенко В. С.* Рента та розвиток рентних відносин в Україні // № 5.–С. 81–92.
- Дежина І.* Державне реформування науки в Росії: основні напрямки і результати // № 1.–С. 57–62.
- Денісов О. Г.* див. Горішняк В. П.
- Джур Є. О.* див. Андріанов А. Ю.
- Дидык Р.П., Олишевская В.Е., Олишевский Г.С.* Пластическая деформация и распространение усталостных трещин в слоистых металлических композициях, полученных сваркой взрывом // № 3.–С. 59–68.
- Долінський А. А.* Енергозбереження та екологічні проблеми енергетики // № 2.–С. 19–29.
- Долінський А.А., Шаркова Н.О., Авдеева Л.Ю., П'янова А. О., Надточій Н. І.* Сучасна технологія виробництва функціональних напоїв на основі сої // № 5.–С. 78–80.
- Дороговцева Л. М.* див. Зінченко О. П.
- Драбич О. П.* див. Драбич П. П.
- Драбич П. П., Драбич О. П., Дуб П. Б., Пугач М. Д., Стецько І. Г., Яворський І. М.* Електромагнітна пошуково вимірювальна система ІМК-5 // № 5.–С. 41–52.
- Дуб П. Б.* див. Драбич П. П.
- Ершов С. В., Русанов А. В., Яковлев В. А.* Повышение КПД проточной части цилиндра высокого давления паровой турбины на основе расчетов трехмерного вязкого течения // № 6.–С. 39–48.
- Єгер Д. О., Зарубін Ю. О., Гунда М. В., Гришаненко В.П., Васеньова А. О., Горбунов О. В., Левандович Ю. С., Кучернюк А. В.* Ефективність застосування системи горизонтальних свердловин для вилучення запасів високов'язкої нафти // № 5.–С. 18–24.
- Єгоров І.* див. Шемшученко Ю.
- Заболотний К. С.* див. Франчук В. П.
- Зайка В. Т.* див. Півняк Г. Г.
- Залесский В. В.* див. Бусыгин Б. С.
- Запара Е. С.* див. Бондаренко А. А.
- Зарубін Ю. О.* див. Єгер Д. О.

- Захарченко А. А. див. Ажажа В. М.
Згуровський М., Якименко Ю. Болонський процес і його вплив на вищу технічну освіту // № 1.–С. 15–17.
Зінченко О. П., Ільчук В. П. Центр інноваційного розвитку як функціональна модель синергії // № 1.–С. 81–89.
Зінченко О. П., Ільчук В. П., Дороговицева Л. М. Інформаційне забезпечення маркетингової політики в системі трансферу технологій // № 1.–С. 111–115.
Зубарев А. Н. Деньги за инновации – в регионы // № 3.–С. 139–142.
- Иванов Д. А. див. Куваев В. Н.
- Ільчук В. П. див. Зінченко О. П. (№ 1.–С. 81–89).
Ільчук В. П. див. Зінченко О. П. (№ 1.–С. 111–115).
- Карп І. М. Нафтогазовий комплекс України // № 2.–С. 43–52.
Карпинский Ю. П. див. Куваев В. Н.
Кириченко В. В. див. Півняк Г. Г.
Кириченко В. В. див. Кириченко В. І.
Кириченко В. І., Школа М. І., Кириченко В. В., Боровик Р. О. Програмно-керований збудник для синхронних двигунів // № 3.–С. 28–37.
Кириченко В. І. див. Півняк Г. Г.
Коваль А. М. див. Гладун В. В.
Ковтун Г. О. Світ хімії та хіміків // № 5.–С. 124–132.
Ковтун Г. О. Світ хіміків // № 1.–С. 130–135.
Кожевников А. А. Буровые твердосплавные коронки СТК // № 3.–С. 98–100.
Кожевников А. А. Импульсная технология бурения глубоких геологоразведочных скважин высокочастотными гидроударными машинами с отражателями гидравлических волн // № 3.–С. 92–97.
Кожевников А. А. див. Бражененко А. М.
Корсунський С. В. Національний науковий фонд України: механізм вироблення науково-технологічної політики і грантового фінансування // № 1.–С. 40–43.
Корчевой Ю. П., Півняк Г. Г. Новітні технології використання вугілля в енергетиці // № 2.–С. 53–62.
Крикун Ю. О. див. Андріанов А. Ю.
Куваев Я. Г. Автоматическая экспертная энергосберегающая система управления замкнутым циклом мокрого шарового измельчения // № 3.–С. 48–53.
Куваев В. Н., Карпинский Ю. П., Чигринский В. А., Политов И. В., Иванов Д. А. Автоматизация действующих непрерывных прокатных станов на основе компьютерных технологий // № 3.–С. 44–47.
Кузнецова И. С. Анализ моделей инновационных систем // № 3.–С. 118–126.
Кузнецова И. С. Повышение эффективности образования как фактор развития инновационной системы (опыт КНР) // № 6.–С. 88–94.
Кузьмін С. Е. див. Горішняк В. П.
Кулик М. М. див. Стогній Б. С.
Кутний В. Е. див. Ажажа В. М. (№ 6. –С. 31–38).
Кутний Д. В. див. Ажажа В. М. (№ 6. –С. 31–38).
Кучернюк А. В. див. Єгер Д. О.
Кучерук Д. Д. див. Гончарук В. В.
Кучук М. В. див. Шелудько Ю. В.
Кучук-Яценко С. И., Лобанов Л. М. Новые технологии сварки и диагностики транспортных энергетических систем // № 2.–С. 30–42.
- Лавриненко С. Д. див. Ажажа В. М.
Ладохін С. В. див. Ажажа В. М.
Левандович Ю. С. див. Єгер Д. О.
Лендіс Генрі. Програма цільових досліджень та розвиваючих ініціатив // № 5.–С. 110–115.
Лещенко І. Ч. Комплекс параметричної діагностики основного обладнання компре-

- сорних станцій систем трубопровідного транспорту газу та результати його апробації // № 5.–С. 25–33.
- Ліндт К. А.* див. Ажажа В. М.
- Лобанов Л. М.* див. Кучук-Яценко С. И.
- Лобойко С. В.* Позитивний досвід венчурного інвестування в український експортний ІТ-сектор // № 1.–С. 97–104.
- Мазур А. А.* Новый этап в жизни украинских технопарков // № 2.–С. 102–112.
- Мазур А. А., Осадчая Н. В.* Современные инновационные структуры // № 1.–С. 90–96.
- Мазур А. А., Стогний В. С., Осадчая Н. В.* Технопарки Китая // № 3.–С. 127–134.
- Малицький Д. В., Федоришин О. С., Хекало П. І.* Прогнозування нафтогазоносності гірських порід з використанням швидкостей пружних хвиль, коефіцієнтів поглинання та рекурентних співвідношень // № 5.–С. 4–17.
- Мачулин В. Ф.* див. Мхитарян Н. М.
- Мелихов В. П.* див. Войтенко А. Е.
- Мерле А. К.* Зв'язки між університетською наукою та промисловістю // № 1.–С. 21–25.
- Міщенко В. С.* див. Данилишин Б. М.
- Мойбенко О. О., Струтинський Р. Б., Ягупольський Л. М., Мохорт А. М.* Розробка та підготовка до впровадження нового вітчизняного кардіопротекторного препарату – фторвмісного активатора АТФ-залежних калієвих каналів Флокалін // № 6.–С. 77–82.
- Мохорт А. М.* див. Мойбенко О. О.
- Мхитарян Н. М., Мачулин В. Ф.* Проблемы развития энергетики Украины. Возобновляемая и нетрадиционная энергетика // № 2.–С. 63–75.
- Нагорний В. П.* див. Даниленко В. А.
- Надточій Н. І.* див. Долінський А. А.
- Наконечный Д. В.* див. Ажажа В. М.
- Неклюдов І. М.* див. Ажажа В. М.
- Некрасов В. В.* див. Гриньов Б. В.
- Никулин С. Л.* див. Бусыгин Б. С.
- Олевинська З. М.* див. Шелудько Ю. В.
- Олишевская В. Е.* див. Дидык Р. П.
- Олишевский Г. С.* див. Дидык Р. П.
- Осадчая Н. В.* див. Мазур А. А. (№ 1.–С. 90–96).
- Осадчая Н. В.* див. Мазур А. А. (№ 3.–С. 127–134).
- Петришин О. В., Бубенко П. Т.* Всеукраїнська науково-практична конференція "Інноваційний розвиток України: наукове, економічне та правове забезпечення". Яким шляхом іде уряд? // № 6.–С. 104–104.
- Пилипенко М. М.* див. Ажажа В. М.
- Півняк Г. Г.* Енергозбереження в промисловому секторі економіки України // № 2.–С. 76–85.
- Півняк Г. Г., Кириченко В. І., Кириченко В. В.* Млини і технологія примусового подрібнювання матеріалів // № 3.–С. 20–27.
- Півняк Г. Г., Ткачов В. В., Зайка В. Т.* Система енергомоніторингу та управління електропостачанням на підземному видобутку вугілля // № 3.–С. 12–19.
- Півняк Г. Г.* див. Корчевой Ю. П.
- Политов И. В.* див. Куваев В. Н.
- Попов В. І.* див. Ажажа В. М.
- Пугач М. Д.* див. Драбич П. П.
- П'янкова А. О.* див. Долінський А. А.
- Радзіховський В. Н.* див. Горішняк В. П.
- Романенко С.* Науково-технологічна політика України: цілеспрямована дія чи її імітація // № 1.–С. 106–110.
- Русанов А. В.* див. Ершов С. В.
- Рыбка А. В.* див. Ажажа В. М.
- Сабецький В. В.* див. Гладун В. В.
- Самсони-Тодоров А. О.* див. Гончарук В. В.

- Саєнко С. Ю. див. Андріанов А. Ю.
Сіндаровська Я. Р. див. Шелудько Ю. В.
Скубченко В. Ф. див. Гончарук В. В.
Смертенко П. Програма EUREKA в Україні:
політична та адміністративна складова
підтримки // № 5.–С. 120–122.
Співак М. Я. див. Шелудько Ю. В.
Стецько І. Г. див. Драбич П. П.
Стогній Б. С., Кулик М. М. Загальні проблеми
та довгострокові перспективи розвитку
енергетики України // № 2.–С. 5–18.
Стогній В. С. див. Мазур А. А.
Струтинський Р. Б. див. Мойбенко О. О.
Судаков А. К. див. Бражененко А. М.
Сухомлин Г. Д. див. Ажажа В. М.
- Тарелин А. А., Антипцев Ю. П., Аннопольская
И. Е., Борисов Н. А. Малозатратная мо-
дернизация цилиндра низкого давления
турбины К-300-240 с учетом переменного
режима функционирования турбоаг-
регата // № 6.–С. 49–58.
Ткачов В. В. див. Півняк Г. Г.
Трегобчук В. М. Актуальні проблеми іннова-
ційно-інвестиційного розвитку націо-
нального агропромислового комплексу
// № 5.–С. 94–104.
- Федоришин О. С. див. Малицький Д. В.
Франчук В. П., Заболотний К. С., Безпаль-
ко Т. В. Навчальний центр технологіям
CAD/CAM/CAE/PDM та CALS // № 3.
–С. 75–79.
- Хекало П. І. див. Малицький Д. В.
Хілов В. С. див. Бешта О. С. (№ 3.
–С. 38–43).
Хілов В. С. див. Бешта О. С. (№ 3.
–С. 116–116).
Худ Е. А. Українські науковці, які раніше пра-
цювали на оборону – ресурс національ-
ного розвитку // № 1.–С. 31–33.
- Чепіль П. М. див. Гладун В. В.
Чернявський В. Б. див. Ажажа В. М.
Чигринський В. А. див. Куваев В. Н.
Читаєв Д. В. див. Гарам В. П.
- Шаркова Н. О. див. Долінський А. А.
Шевчук Б. М. див. Горішняк В. П.
Шекель А. М. У пошуках методів боротьби з
болем... // № 1.–С. 76–80.
Шелудько Ю. В., Сіндаровська Я. Р., Гераси-
менко І. М., Банникова М. О., Олевинська
З. М., Співак М. Я., Кучук М. В. AGRO-
BACTERIUM-опосередкована транзієн-
тна експресія: перспективний підхід для
масштабної продукції рекомбінантних
білків у рослинах // № 6.–С. 65–76.
Шемшученко Ю., Єгоров І. Ключові напрямки
та перспективи реформи Національної
академії наук України // № 1.–С. 49–52.
Шер Г. С. Роль міжнародного співробітництва
у розвитку наукового потенціалу Ук-
раїни // № 1.–С. 44–48.
Школа М. І. див. Кириченко В. І.
Шляхов І. Н. див. Ажажа В. М.
Шулаєв В. М. О 8-м Международном научно-
техническом конгрессе "Оборудование и
технологии термической обработки ме-
таллов и сплавов в машиностроении" –
ОТТОМ-8 // № 6.–С. 99–103.
- Яворський І. М. див. Драбич П. П.
Ягупольський Л. М. див. Мойбенко О. О.
Якименко Ю. див. Згуровський М.
Яковлев В. А. див. Ершов С. В.
- Didyk R. P. Conditions of submicrocracks for-
mation during shockwave treatment of
metals // № 3.–С. 54–58.

ІНФОРМАЦІЯ ДЛЯ АВТОРІВ ЖУРНАЛУ "НАУКА ТА ІННОВАЦІЇ"

В журналі "Наука та інновації" друкуються статті та короткі повідомлення, що містять відомості про наукові дослідження, технічні розробки, перспективні бізнес- та інноваційні проекти, ноу-хау з таких напрямків:

1. Загальні питання сучасної науково-технічної та інноваційної політики
 - 1.1. Законодавчі та методологічні основи
 - 1.2. Економічні аспекти
 - 1.3. Дискусійна трибуна
2. Наукові основи інноваційної діяльності
 - 2.1. Приладобудування
 - 2.2. Телекомунікації, зв'язок і навігація
 - 2.3. Нанотехнології та функціональні матеріали
 - 2.4. Транспортні і будівельні технології
 - 2.5. Сільськогосподарські і аграрні технології
 - 2.6. Екологічні технології і біотехнології
 - 2.7. Енерго- і ресурсозбереження
3. Світ інновацій
 - 3.1. Ноу-хау і трансфер технологій
 - 3.2. Інноваційні структури
 - 3.3. Мовою цифр
 - 3.4. Оперативна інформація науково-інноваційної сфери

В журналі також друкуються науково-технічні та тематичні матеріали, повідомлення про конференції, вихід з друку наукових видань за вказаною тематикою, про профільні та спеціалізовані виставки.

Рукопис статті подається автором у двох екземплярах українською, російською або англійською мовами.

До рукопису додається:

Компакт-диск або **дискета** з текстовим файлом та файлами рисунків (електронна копія матеріалів може бути направлена до редакції за допомогою електронної пошти).

Направлення – офіційний лист, підписаний керівником установи, де виконувалась робота.

Експертний висновок – висновок експертної комісії про можливість відкритого публікування представленої роботи.

Угода про передачу авторського права на друк статті редакції журналу, для того, щоб сприяти широкому розповсюдженню наукової інформації. Форму угоди можна отримати в редакції журналу.

Правила оформлення рукопису статті:

Титульна сторінка подається обов'язково українською, російською та англійською мовами:

1. Назва статті, прізвище(а) та ініціали автора(ів).
2. Назва установи, повна поштова адреса, номер телефону, номер факсу, адреса електронної пошти всіх автора(ів).
3. Анотація – 100 слів максимум.
4. Ключові слова – не більше восьми слів.

Текст друкується шрифтом 12 пунктів через два інтервали на білому папері формату А4. Назва статті, а також заголовки підрозділів друкуються прописними буквами та виділяються напівжирним шрифтом.

Формули необхідно набирати у відповідних редакторах. Статті із вписаними від руки формулами до друку не приймаються. Необхідно давати визначення величин, які використовуються в тексті вперше.

Таблиці подаються на окремих сторінках. Повинні бути виконані у відповідних табличних редакторах або представлені в текстовому вигляді з використанням текстових роздільників (крапка, кома, кома з крапкою, знак табуляції). Використання символів псевдографіки для оформлення таблиць не припускається.

Список літератури друкується через два інтервали та нумерується послідовно у порядку їх появи в тексті статті. Неприпустимі посилання на неопубліковані та незавершені роботи.

Бібліографічний опис повинен відповідати титульній сторінці видання. Назви статей, а також монографій, збірників, праць нарад, тезисів доповідей, авторефератів дисертацій та препринтів вказуються повністю. Для статей обов'язково вказуються назва статті, назва видання, рік, том, номер, початкова та кінцева сторінки, для

монографій – назва, місце видання (місто), видавництво, рік видання, загальна кількість сторінок.

Підписи до рисунків і таблиць друкуються в рукопису після літературних посилань через два інтервали.

Примітки. Припускається використання текстових приміток тільки у випадку необхідності.

Ілюстрації. Приймаються до друку тільки високоякісні ілюстрації. Підписи та символи повинні бути надруковані. Не приймаються до друку негативи, слайди. Не рекомендується використання напівтонів – важливо представляти ілюстрації з максимальним чорно-білим контрастом.

Рисунки. Кожен друкується на окремій сторінці. Повинні мати розмір відповідний формату журналу: не більше 160 × 200 мм. Текст на рисунках повинен бути виконаний шрифтом 10 пунктів. На графіках одиниці виміру вказуються через кому (а не в дужках). Усі рисунки (ілюстрації) нумеруються в порядку їх розташування в тексті. Частини рисунків нумеруються літерами: (а), (б), Не припускається внесення номера та підпису до рисунка безпосередньо в рисунок. На зворотній стороні рисунка олівцем пишеться назва статті, автор (автори), номер рисунка. "Верхні" частини рисунків повинні бути позначені стрілкою.

Фотографії повинні бути надруковані на глянцево-білому папері. Фотографії, які вже є растрованими (у напівтонах), будуть розглядатися як рисунки.

Загальний об'єм тез – до 2 стор. (кількість ілюстрацій – до 2), загальний об'єм коротких повідомлень – до 5 стор. (кількість ілюстрацій – до 5), загальний об'єм статей – до 20 стор. (кількість ілюстрацій – до 10).

Вимоги до електронної копії статті:

1. Електронна копія (дискета – 3,5, CD-R або CD-RW) матеріалу подається одночасно з наданням твердої копії статті, рисунків.

2. Для тексту слід використовувати такі формати: MS Word 6.0 (або новіші версії) (doc).

3. Рисунки приймаються у форматах EPS і TIFF (кольорова палітра CMYK) з роздільною здатністю 300 dpi. Рисунки, які виконані за допомогою програмних пакетів математичної та статистичної обробки, повинні бути конвертовані у вказані графічні формати.

4. Фотографії приймаються у форматі TIFF (кольорова палітра CMYK) з роздільною здатністю 300 dpi.

5. Надписи та тексти в графічних файлах повинні бути переведені в криві.

Відповідальність за достовірність інформації в матеріалах, надрукованих журналом, несе автор або замовник матеріалу.

Для отримання необхідної Вам додаткової інформації контакуйте з відповідальним секретарем редакції.