

**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 засобом, внаслідок змін:

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

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

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

- 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 докільні) 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 неможливий 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 формулюються 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. // Инновационные технологии, 2003. – №1. – С. 74–75.
6. **Яцкив Д. Я.** Европейский опыт навигационного обеспечения транспортных коридоров. Швейцария. // Инновационные технологии, 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 in the condition of the heavy traffic increasing are under consideration.

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

*Надійшла до редакції 18.11.05*

---