

*Пйотр Хмель, Я. І. Підгородецький канд. техн. наук, доцент,
Ю. Р. Оленюк канд. техн. наук, доцент, Є. В. Мартин д-р техн. наук, професор
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНЕ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ МАРШРУТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗАСОБАМИ GPS - МОНІТОРИНГУ

Запропонована структура об'єктно-орієнтованого управління пасажиропотоками міст-мегаполісів з використанням більш нових технічних засобів, зокрема, **GPS**-моніторингу як системи контролю транспорту за місцеположенням і станом. Розроблено моделі управління рухом транспортних засобів та спеціального транспорту, головно, пасажирського призначення з урахуванням специфіки мобільних пасажирських перевезень в межах міста. Запропонована єдина модель управління пасажиропотоками з призначенням головних і другорядних транспортних магістралей в місті стосовно завантаження пасажирськими транспортними засобами. Показано необхідність централізованого управління пасажиропотоками, що забезпечує мінімізацію заторів та аварійних ситуацій. Розроблена геометрична модель завантаження транспортних пасажирських магістралей в активні періоди дня життєдіяльності мегаполісу щодо визначення точок компромісної геометричної оптимізації завантаження вулиць пасажирськими транспортними засобами і рівномірного розподілу пасажиропотоків з урахуванням принципів та методів теорії об'єктно - орієнтованого централізованого управління проектами оптимізації пасажиропотоків та цільових перевезень для умов втрати класичної характеристики міської території заселення. Модель передбачає можливість безперешкодного пересування містом автомобілів спеціального призначення.

Ключові слова: мегаполіс, транспортні магістралі, пасажиропотоки, цільові перевезення, функціональна зона, об'єктно-орієнтоване управління проектами, геометричне моделювання, система управління, ресурси.

Постановка завдання. Кількість міст, які за площею і числом жителів сягають показників світових міст-мегаполісів, значна у більшості європейських держав. Важливим елементом забезпечення безпеки життєдіяльності для умов втрати наявності класичної характеристики міської території заселення є нормальне функціонування транспортних артерій. Підвищення їх ефективного функціонування потребує постійного додаткового залучення людських, матеріальних і фінансових ресурсів. Здійснення проектів розділення в часі вантажоперевезень і пасажирських перевезень та оптимізації за умови використання єдиних транспортних артерій є частинним розв'язанням проблеми оптимізації пасажиропотоків, оскільки навантаження вуличних магістралей зростає саме у світловий період доби. Значна протяжність міста, складна геометрія вулиць та вуличних розв'язок, наявність перехресть головних магістралей потребують використання вищого рівня управління пасажиропотоками як із залученням наукових положень об'єктно-орієнтованого управління проектами, так і з прикладним використанням передових досягнень людства, зокрема, технологій **GPS**-моніторингу як системи контролю транспорту за місцеположенням і станом.

Обраний напрям досліджень засобами об'єктно-орієнтованого управління проектами пасажирських перевезень в межах мегаполісів за тенденцій зростання числа жителів та площі є актуальним науково обґрунтованим і життєво необхідним.

Аналіз останніх досліджень і літературних джерел в напрямку об'єктно-орієнтованого управління перевезеннями взагалі та пасажирськими перевезеннями і спеціального призначення зокрема з залученням сучасних технічних досягнень людства, головно, технологій систем моніторингу **GPS** вказує на відсутність теоретичних засад, запропонованих принципів, розроблених моделей управління в зазначеному напрямку підвищення рівня безпеки життєдіяльності міст-мегаполісів шляхом підвищення якості транспортних перевезень.

Наукові результати в галузі розвитку та вдосконалення засад управління галузевими народно – господарськими проектами одержані у розвідках Ю. П. Рака, С. Д. Бушуєва, М. М. Брушлінського тощо [1,2]. Обґрунтування процесів розвитку транспортних мереж мегаполісів і рекомендації щодо їх оптимізації знаходимо у наукових дослідженнях [3]. Підви-

щення ефективності управління процесами функціонування міст можливе за умови використання більш нових модельних підходів до орієнтованого управління проектами щодо дослідження динаміки технічних та соціальних систем, заснованих на проектно - геометричних засадах управління безпекою функціонування та проживання [4].

Мета роботи полягає в розробленні структури об'єктно-орієнтованого управління пасажиропотоками мегаполісів із залученням модельних засобів прикладної багатовимірної геометрії.

Основна частина досліджень. Якість функціонування транспортного середовища мегаполісів щодо ефективної організації проектного управління структурою пасажиропотоків та вантажних і цільових перевезень визначається рівнем впровадження в системи управління міським господарством наукових засад управління проектами і програмами. Реалізація проектів комфортного переміщення пасажирів та вантажних і цільових перевезень потребує розроблення ефективних засобів управління інвестиціями, капіталовкладеннями як в системи організації пасажирських перевезень, так і в розвиток матеріально - технічної бази (автобуси, тролейбуси, спецтранспорт тощо). Оптимізація життєвого циклу мегаполісів на період доби, місяця, року можлива при використанні модельних засобів прикладної геометрії, спрямованих на оптимізацію передовсім пасажиропотоків, при реалізації проектів і концепцій розвитку міста в умовах обмежених інвестиційних можливостей із залученням новітніх технологій. Призначення міст полягає у забезпеченні комфортного проживання значної кількості людей на обмеженій території. Об'єктно-орієнтоване управління проектами раціональної розбудови міської господарки із залученням міст-супутників нерозривно пов'язане із розвитком і впровадженням у практику наукових основ управління проектами оптимізації пасажиропотоків. Підвищити ефективність управління міським господарством можна, залучаючи інвестиції в процес управління насамперед проектами пасажирських і цільових перевезень. Поряд із використанням традиційних засобів перевезення інвестиції вкладають у розроблення проектів управління капіталовкладеннями у розвиток сучасних засобів як перевезення пасажирів: метро, швидкісний трамвай, так і спецтранспорту тощо. Важливо розвивати науково-практичні засоби об'єктно-орієнтованого управління ефективністю функціонування транспортної системи міста. Традиційні засади управління адміністративними засобами вичерпали себе, про що свідчать як перевантаження, так і екологічні фактори окремих головних транспортних магістралей з урахуванням векторних переміщень у просторі сучасного мегаполісу.

Розроблена система управління проектами ефективного перерозподілу пасажиропотоків і транспортних перевезень для умов нерівномірного розподілу функціональних зон міст-мегаполісів залучає передові технічні досягнення та сучасні наукові розробки в галузі об'єктно-геометричного моделювання.



Рис. 1. Схема об'єктно-орієнтованого управління пасажиропотоками за умов втрати наявності класичної характеристики міської території заселення.

Модель об'єктно-орієнтованого управління пасажиропотоками втілює принцип єдиного керування пасажиропотоками мегаполісу завдяки охопленню одночасно усієї картини пасажиропотоків у місті. За моделлю в офісному відділенні комплексу моніторингу **GPS** сканується поточна інформація про стан завантаження пасажирськими засобами, в т.ч. легковими автомобілями на вулицях і магістралях міста. В моделі виділяються головні магістралі, яких, зазвичай, нараховується 5...7. За життєвий цикл моделі управління проектами оптимізації пасажиропотоків приймається, як правило, день на проміжку 7.00 – 20.00 год. Зазначимо, що розроблена модель об'єктно-орієнтованого управління пасажиропотоками узагальнюється і розраховується на життєвий цикл упродовж тижня, місяця, року тощо.

Відповідно до моделі приймається реальний минулорічний показник кількості пасажирських перевезень транспортом на основних магістралях у вигляді залежності кількості N_i пасажирів на відріжку часу $t = 7...20$ год. (рис.2).

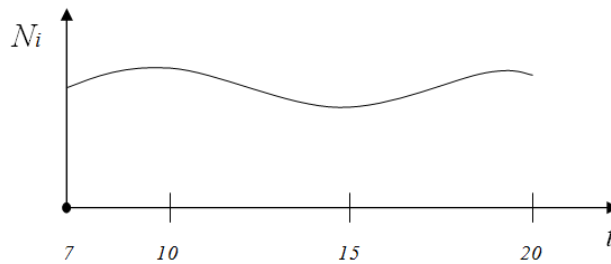


Рис. 2. Проектний характер завантаження i – автомагістралі пасажиропотоком

Очевидно, що гладкість кривих, апроксимованих з урахуванням реальної дорожньої ситуації на магістралях, різна і враховує закономірні зміни процесів формування пасажиропотоків та транспортних перевезень кожною з них. Крива приймається кусково-неперервною в межах 7...20 год і може бути подана математичним виразом, зокрема, із залученням поліномів різного степеня вигляду

$$P(t) = b_n t^n + b_{n-1} t^{n-1} + \dots + b_1 t^1 + \dots + b_0. \quad (1)$$

Характер кривої визначається на період 7...20 год, тобто на період функціонування моделі. Для кожної з семи магістралей можемо задати максимальну кількість завантаження $N_{i \max}$. Це уможливило визначення пріоритетності магістралей, виходячи з їх максимальної пропускної здатності, і задати як коефіцієнти q_i , так і гіперплощину Γ відносної оптимізації завантаження магістралі пасажиропотоками. Сукупність двовимірних площин $ON_i t$ для семи автомагістралей утворює восьмивимірний простір стану об'єктноорієнтованої системи управління пасажиропотоками (рис. 3 з проектним характером завантаження I – автомагістралі у площині $ON_i t$).

Кожна з залежностей

$$\begin{aligned} N_1 &= N_1(t) ; \\ &\dots \\ N_i &= N_i(t) ; \\ &\dots \\ N_7 &= N_7(t), \end{aligned} \quad (2)$$

одержана з використанням (1), є основою, напрямною, семивимірної ($m=7$) циліндричної поверхні. Твірними поверхні слугують семивимірні лінійні підпростори ON_i , ортогональні кожний до двовимірної площини одновимірного лінійного підпростору Ot . Взаємний перетин семи ($d=7$) циліндричних поверхонь виділяє в охоплюючому просторі стану $ON_i t$ розмірності $n=8$ геометричний образ, розмірність r якого визначимо за формулою [5]:

$$r = \sum_{i=1}^7 m_i - n(d-1) = 1, \quad (3)$$

тобто восьмипросторову криву лінію, як модель зміни пасажиропотоків на магістралях у ме-

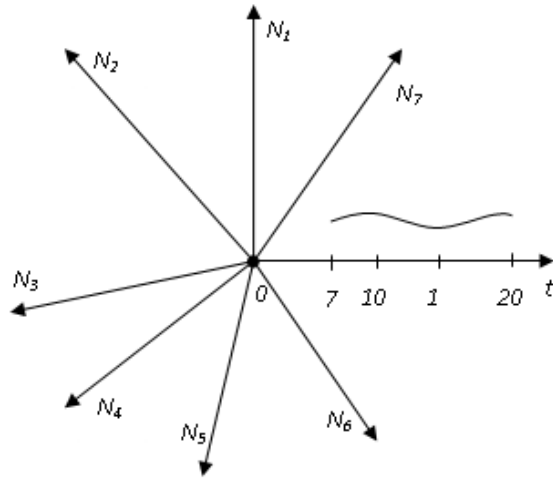


Рис. 3. Простір стану завантаження автомагістралей пасажиропотоками

Проекціюванням кривої в напрямі, паралельному підпросторові Ot , одержуємо в охоплюючому семивимірному фазовому просторі ON_i траєкторію T динаміки зміни пасажиропотоків одразу в усіх семи магістралях (рис.4).

Гіперплощину Γ задамо рівнянням

$$q_2 q_3 q_4 q_5 q_6 q_7 N_1 + q_1 q_3 q_4 q_5 q_6 q_7 N_2 + q_1 q_2 q_4 q_5 q_6 q_7 N_3 + q_1 q_2 q_3 q_5 q_6 q_7 N_4 + q_1 q_2 q_3 q_4 q_6 q_7 N_5 + q_1 q_2 q_3 q_4 q_5 q_7 N_6 + q_1 q_2 q_3 q_4 q_5 N_7 = q_1 q_2 q_3 q_4 q_5 q_6 q_7. \quad (4)$$

Рухом гіперплощини Γ оптимізації з слідами q_i на осях семивимірному фазовому простору ON_i одержуємо точку A дотикання гіперплощини Γ і траєкторії T , тобто точку компромісного екстремуму, визначену як для моменту часу t_0 в границях 7...20 год., так і для всіх числових значень її координат p_i на кожній осі ON_i .

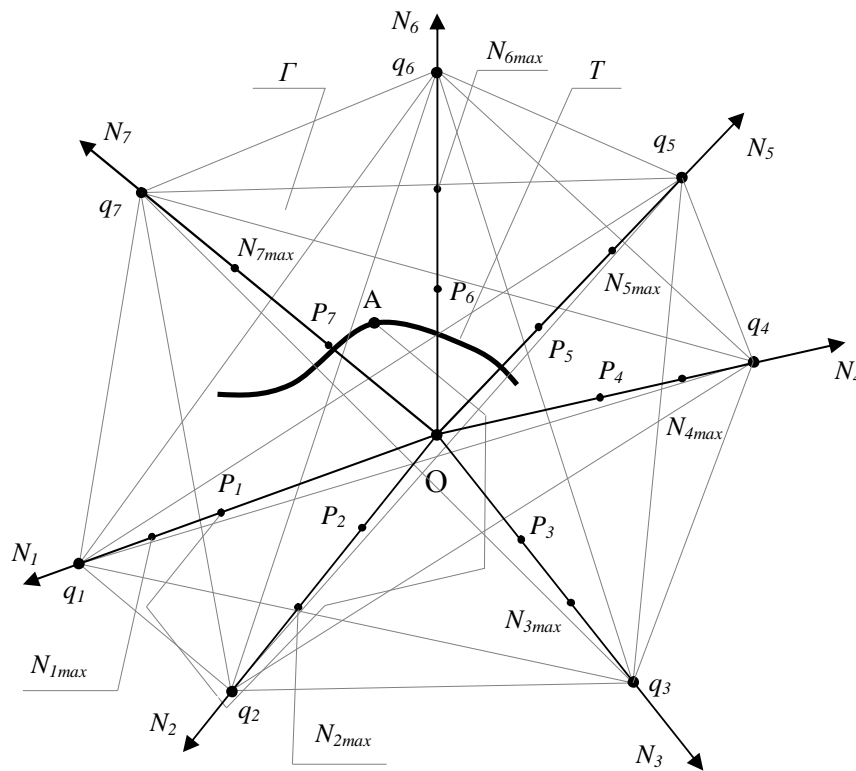


Рис. 4. Фазова траєкторія динаміки зміни пасажиропотоків

Якщо значення p_i наближається або дорівнює максимальному завантаженню $N_{i\max}$ тої чи іншої магістралі, подається сигнал на наземні оперативні засоби управління щодо прийняття заходів розвантаження i -тої магістралі.

Оперативна числова інформація про поточний стан пасажиропотоку, яка поступає від рухомого складу 1 транспорту в модельні засоби прикладної геометрії, дає змогу на основі використання (1) коректувати геометричну модель зміни в часі пасажиропотоків і руху спецтранспорту та надавати прогноз на найближчі 1...2 год.

Життєво важливу функцією системи вважається безперешкодне функціонування спеціального транспорту (пожежна техніка, карети медичної допомоги тощо) як рухомого складу 2. Відповідно до моделі функціонування систем моніторингу **GPS** з залученням модельних засобів прикладної геометрії як складової об'єктно-орієнтованого управління на схемі автомагістралей виділено кілька магістралей, з яких можливий зручний доступ у життєво важливі частини міста. Система регулює рух, підтримуючи недовантаження цих вулиць. За необхідності з допомогою наземного управління за наявності варіативного програмного забезпечення спеціальними засобами створюються умови для безперешкодного проїзду в режимі відсутності перехресть та руху спеціального транспорту до місць призначення.

Оскільки в геометричній моделі прийнята кусково-неперервна гладка крива, система реагує на імпульсні зміни ситуації автомагістралей, зокрема, затори. За наявності затору до наземних пунктів управління подається сигнал про факт початку процесу його формування. У надзвичайній ситуації, яка створюється на магістралі, важлива швидкість реагування. Тому геометрична модель зорієнтована на формування вихідного сигналу при використанні похідної виразу (1) з урахуванням оперативної числової інформації про затор. Одночасно визначається як причина створення нестандартної ситуації, дорожньо-транспортна пригода, аварійний стан дороги тощо, так і винуватець – автомобіль затору, номерний знак якого з фотографією створеної ним аварійної ситуації подається на наземний командний пункт для вживання запобіжних заходів, та формується алгоритм усунення ризиків і вирішення складностей у діючому проекті пасажирських перевезень.

Висновки з дослідження

Введення в дію системи **GPS** моніторингу уможливило знизити операційні витрати, оскільки з'являються економічні переваги завдяки оптимізації оперативних функцій диспетчера, зменшенню непродуктивного і незапланованого пробігу, швидкому прийняттю управлінських рішень на основі достовірних статистичних звітних даних, автотранспортної логістики. Система **GPS** прослідковує відхилення від незапланованих людських факторів роботи: відхилення маршрутного засобу від заданого напрямку, створення заторів, і, взагалі, відхилення від прийнятого на засадах проектно – орієнтованого управління перевезеннями рішення. Можливі також відстеження технічних питань бортовим комплектом щодо надійності стану транспортних засобів. **GPS**-моніторинг підвищує безпеку перевезень завдяки можливості надсилання водієві тривожного повідомлення при будь-яких несправностях, а також попередження про аварійний стан ділянок магістралі. У цьому й полягає об'єктно-орієнтоване управління як пасажирським, так і спеціальним транспортом, котре із застосуванням розробленої методики і залученням програмного геометричного забезпечення підвищує ефективність пасажирських та інших перевезень.

Проведені дослідження наводять на такі висновки.

1. Модель, реалізована в n -вимірному фазовому просторі формування пасажиропотоків, подає практичну можливість опрацьовувати оперативні дані дорожньої ситуації на магістралях з використанням переваг об'єктно-орієнтованого управління комп'ютерними інформаційними геометричними технологіями та залученням сучасних технічних засобів, зокрема, **GPS**-моніторингу.

2. Ефективне функціонування системи можливе за будь-яких погодних умов, що є особливо важливим у екстремальних ситуаціях, як наприклад, відсутність видимості під час снігових заметілей, оскільки сприяє належній орієнтації диспетчера щодо місцезнаходження рухомого транспорту.

3. Врахування спецтранспорту як окремої ланки системи підвищує живучість мегаполісу. Важливими є подальші дослідження, спрямовані на удосконалення руху спецтранспорту в час формування заторів.

4. Перспективними є дослідження, спрямовані на формування геометричної моделі як складової процесу об'єктно-орієнтованого управління пасажиропотоками у двовимірному евклідовому просторі, що дасть можливість ширшого практичного використання розроблених засобів із залученням інформаційних графічних технологій при розв'язуванні оптимізаційних задач в галузі транспортних перевезень.

Список літератури:

1. **Рак Ю.П.** Теоретичні підходи до проектування систем автоматизації відбору інформації при проектно-орієнтованому управлінні / Ю.П. Рак, О.Ю. Микитів, О.Б. Зачко // Управління проектами та розвиток виробництва. – Луганськ : – 2011. – Вип. 1. – С. 433-438.

2. **Креативные** технологии управления проектами и программами: монография [Текст] : монография / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева, И.А. Бабаев, В.Б. Яковенко, Е.В. Гриша, С.В. Дзюба, А.С. Войтенко. – К. : Саммит-Книга, 2010. – 768 с.

3. **Оленюк Ю. Р.** / Обґрунтування розвитку міст-супутників у західному регіоні України для запобігання техногенному навантаженню / Ю. Р. Оленюк, Ю.Л. Новицький, В.В. Попович // Науковий вісник ЛДУБЖД: Зб. наук. праць. – Львів, 2012. – № 5. – С.182-186.

4. **Мартин Є. В.** Геометричне моделювання областей параметрів пожежно-технічних систем / Є. В. Мартин, І. О. Малець, М. Ю. Лебедев // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – Луцьк. – ЛНТУ.– Вип. 6. – 2011. – С.164 – 167.

5. **Ляковська С. Є.** Фазові траєкторії n -простору станів / С. Є. Ляковська // Геометричне та комп'ютерне моделювання. – Харків: ХДУХТ, 2007. – Вип.18. – С.35-40.

Пйотр Хмель, Я. И. Пидгородецкий, Ю. Р. Оленюк, Є. В. Мартин

ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ МАРШРУТНЫХ ПЕРЕВОЗОК СРЕДСТВАМИ GPS-МОНИТОРИНГА

Предложенная структура объектно-ориентированного управления пассажиропотоками городов-мегаполисов с использованием более новых технических средств, в частности, GPS-мониторинга как системы контроля транспорта по местоположению и состоянию. Разработаны модели управления движением транспортных средств и специального транспорта, в основном, пассажирского назначения с учетом специфики мобильных пассажирских перевозок в пределах города. Предложена единая модель управления пассажиропотоками с назначением главных и второстепенных транспортных магистралей в городе относительно загрузки пассажирскими транспортными средствами. Показана необходимость централизованного управления пассажиропотоками, что обеспечивает минимизацию заторов и аварийных ситуаций. Разработана геометрическая модель загрузки транспортных пассажирских магистралей в активные периоды дня жизнедеятельности мегаполиса по определению точек компьютерной геометрической оптимизации загрузки улиц пассажирскими транспортными средствами и равномерного распределения пассажиропотоков с учетом принципов и методов теории объектно-ориентированного централизованного управления проектами оптимизации пассажиропотоков и целевых перевозок для условий потери классической характеристики городской территории заселения. Модель предусматривает возможность беспрепятственного передвижения по городу автомобилей специального назначения.

Ключевые слова: мегаполис, транспортные магистрали, пассажиропотоки, целевые перевозки, функциональная зона, объектно-ориентированное управление проектами, геометрическое моделирование, система управления, ресурсы.

**OBJECT-ORIENTED PROJECT MANAGEMENT BLOK TRAFFIC
BY MEANS OF GPS MONITORING**

The structure of object-oriented control passenger traffic of megapolis cities using newer hardware, in particular, GPS-monitoring as a control system for vehicle location and condition is suggested. Models of traffic management of vehicles and special transport, mainly of passenger destination taking into account specificity of mobile passenger traffic in the city are developed. The unified model of passengers flow management with the appointment of primary and secondary highways in the city concerning loading of passenger transport means is defined. The necessity of centralized management of passenger traffic, providing minimization of congestions and accidents is demonstrated. A geometric model of passenger transport highways loading into active life periods of the megapolis day concerning points identification of compromise geometric optimization streets loading with passenger transport vehicles and even distribution of passengers traffic taking into account principles and methods of the theory of object-oriented centralized project management optimization of passengers and targeted traffic for loss conditions of classic characteristics of the urban area population is elaborated. The model provides the possibilities of special-purpose vehicles safe passage in the city.

Keywords: megapolis, highways, passenger traffic, targeted traffic, functional area, object-oriented project management, geometric modeling, control system, resources.

