

МОДЕЛІ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ЯК ЗАСОБИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ПЛАНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ

**А. Шуть, студентка,
Т. Гайкова, канд. техн. наук, доцент**
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Транспорт – це невід’ємна складова сучасного світу. Від побутових поїздок на роботу до масового перевезення вантажу та пасажирів по всьому світі – транспортні системи виконують основну роль у нашій економіці та суспільстві. Для забезпечення їх ефективності та стійкості використовують моделі транспортних систем.

Актуальність питання моделей транспортних систем збільшується поруч із фундаментальними причинами, які впливають на сучасне суспільство, наприклад, зростання населення та міську агломерацію. Моделі допомагають вирішити проблеми недостатньої доступності та заторів в містах, або забруднення навколишнього середовища, моделі транспортних систем дозволяють аналізувати вплив різних видів транспорту та розробляти екологічно чисті рішення.

Ці та інші фактори підсилюють актуальність моделей транспортних систем. Таким чином, дослідження та розробка таких моделей залишається важливою галуззю науки для майбутнього розвитку та глобальної інфраструктури.

Дослідження моделей транспортних систем та способи їх оптимізації описали в своїх працях Майкл Флоренс-Лопес, Чугунов А. А., Глиса А. В., Річард Осгуд, Якушенко О. С., Нікуліна О. М. [4], Пітер Ньюмен, Джефф Голфер, Девід Бойстон, Джон Гленірстер, Северин В. П., Коцюба Н. В., Аулін В. В., Голуб Д. В., Гриньків А. В., Лисенко С. В. [1-2], Біліченко В. В., Цимбал С. В., Коробов С. С. [3], та інші.

Метою дослідження є оптимізація моделей транспортних систем.

Моделі транспортних систем є інструментом для планування, аналізу та оптимізації транспортної інфраструктури. Вони допомагають передбачити, якими шляхами рухаються вантажі та пасажирів, де можуть виникнути затори і як можна підвищити доступність та безпеку транспортних послуг. Основним призначенням таких моделей є раціональне використання обмежених ресурсів, таких як дороги, залізниці, аеропорти, та громадський транспорт.

Однією з ключових характеристик моделей транспортних систем є їх здатність до прогнозу імовірних обсягів та руху транспортних потоків. Це дозволяє планувати інвестиції в розвиток і покращення інфраструктури, а також оптимізувати розміщення транспортних маршрутів. Такі моделі можуть бути особливо корисними для міст, де затори та нестача інфраструктури залишаються серйозною проблемою для життя та розвитку.

Моделі транспортних систем також грають ключову роль у вирішенні проблеми сталого розвитку. З ростом населення і збільшенням обсягів транспортного руху зростає негативний вплив транспорту на довкілля. Моделі можуть бути використані для оцінки та впровадження рішень, спрямованих на зменшення викидів шкідливих речовин та вдосконалення транспорту, що використовує альтернативні джерела енергії, та підвищення якості повітря в містах і не тільки. Наприклад, впровадження електричних та гібридних транспортних засобів, розробка ефективних систем зі зменшеним викидом CO₂, та розробка інтелектуальних транспортних систем (ITS) для оптимізації транспортних потоків [5].

Ще важливою характеристикою моделей є їх здатність до віртуального тестування різних сценаріїв та стратегій без необхідності впроваджувати їх у реальному житті. Це дозволяє

мінімізувати ризики та втрати на проектування та будівництво транспортної інфраструктури. Наприклад, перед будівництвом нової автомагістралі модель може допомогти виявити всі недоліки та переваги даної автомагістралі, та які заходи можна вжити для забезпечення оптимальної продуктивності та безпеки.

Моделям повинні бути притаманні такі властивості:

- рефлексивність – будь-яка система є своя власна модель;
- симетричність – будь-яка система є модель кожної своєї моделі;
- транзитивність – модель моделі є модель вихідної системи.

З точки зору управління будь-якою системою її модель являє цінність не стільки для отримання пояснень різних явищ, скільки для передбачення поведінки системи в майбутньому в залежності від зміни тих чи інших факторів. Транспортну систему можна визначити як складну систему, яка характеризується стохастичну – випадковою величиною транспортного попиту, погодно-кліматичними факторами, зміною характеристик вуличнодорожньої мережі, аварійними ситуаціями і зносом дорожнього покриття.

Існують спеціальні мови імітаційного моделювання, які полегшують процес створення програмної моделі в порівнянні з використанням універсальних мов програмування. Прикладами мов імітаційного моделювання можуть служити такі мови, як SIMULA, GPSS, SIMDIS [6]. Використовувані в даний час в локальних мережах протоколи канального рівня використовують методи доступу до середовища, засновані на її спільному використанні декількома вузлами за рахунок розділення в часі. У цьому випадку, як і у всіх випадках поділу ресурсів з випадковим потоком запитів, можуть виникати черги. Для опису цього процесу зазвичай використовуються моделі теорії масового обслуговування.

За допомогою теорії масового обслуговування вирішуються завдання організації та планування процесів, в яких, з одного боку, постійно у випадкові моменти часу виникає вимога виконання будь-яких робіт, а з іншого – постійно відбувається задоволення цих вимог, час виконання яких є також випадковою величиною. Перед теорією стоїть завдання досить повно описати суть явищ, що відбуваються і встановити з достатньою для практики точністю кількісний зв'язок між числом постів обслуговування, характеристиками вхідного потоку вимог (заявок) і якістю обслуговування. При цьому під якістю обслуговування розуміється, наскільки своєчасно проведено обслуговування надійшовших в систему вимог [7].

На сьогодні однією з умов підвищення ефективності управління транспортними системами є впровадження інформаційних технологій в технологічні процеси планування і управління автомобільним транспортом. Тут потрібен перехід від традиційних, звичних методів планування і управління до таких методів, де застосування інформаційних технологій дасть найбільш відчутний ефект. Одним з варіантів є перехід від послідовних технологій оперативного планування роботи рухомого складу до об'єктно-орієнтовного [8].

Поширення принципів об'єктно-орієнтовного моделювання на планування і управління транспортною системою дозволяє використовувати інформацію про стан об'єктів управління на основі аналізу подій. Залежно від цього, ініціюючи виконання тих чи інших методів, можна змінювати процес функціонування системи, домагаючись оптимальних характеристик її роботи. При цьому істотні втрати часу, пов'язані з послідовною технологією виконання процесу в транспортній системі, можуть бути скорочені за рахунок паралельного виконання методів для різних об'єктів або групи об'єктів. Наприклад, для кожного об'єкта набір методів можна об'єднати в чотири групи:

- планування і підготовка об'єкта до виконання будь-яких дій;
- виконання дії;
- перевірка завершеності дії і правильності його виконання;
- документальне оформлення дії.

У цьому випадку виконання методів всіх чотирьох груп складе завершений цикл функціонування об'єкта.

Паралельність роботи системи забезпечується за рахунок того, що методи для зв'язаних об'єктів виконуються не після завершення циклу роботи кожного об'єкта, а можуть ініціюватися певними подіями. Схематично це показано на рисунку 1. Реалізація запропонованого підходу може бути здійснена за допомогою вже сьогодні доступних для автоперевізників засобів.

Таким чином, використання принципів об'єктно-орієнтовного моделювання забезпечує:

- автоматизацію управління зовнішніми бізнес-операціями між різними суб'єктами транспортної системи;
- оптимізацію транспортної системи за рахунок паралельного виконання окремих процесів;
- достовірну інформацію про стан системи в реальному масштабі часу

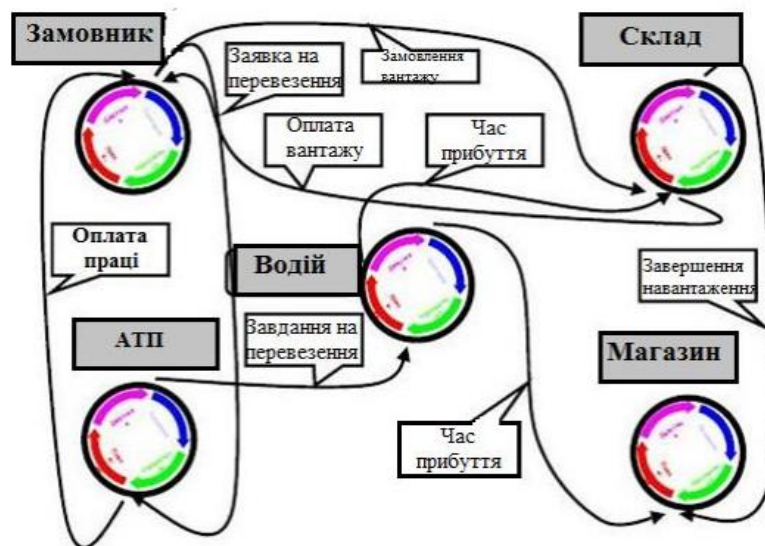


Рис. 1. Схема планування і управління доставкою вантажу, заснованої на принципах об'єктно-орієнтовного моделювання

Переміщення транспортних засобів по транспортній мережі утворює транспортні потоки. Транспортні засоби мають широкий діапазон характеристик, які необхідно враховувати при проектуванні транспортних мереж. Залежно від використовуваних транспортних засобів, будь то велосипед або кар'єрний самоскид, трамвай або залізничний рухомий склад, будуть мінятися не тільки характеристики транспортного потоку, але і вимоги до геометричних і технічних параметрів транспортних мереж. У вузлах транспортних мереж вантажі та пасажирі, що переміщалися на транспортних засобах, переміщаючись на інші транспортні засоби, склади, утворюють самостійні потоки, які також повинні бути своєчасно обслуговані.

Ефективність транспортної системи не може розглядатися тільки в рамках досягнення оптимальності виконання відповідних процесів усередині системи. Основними завданнями транспортної системи є задоволення потреби економіки у перевезенні вантажів та забезпечення мобільності населення. У зв'язку з цим ефективність транспортної системи завжди буде визначатися таким собі балансом між суперечливими вимогами економіки та суспільства [9]. Яскравим прикладом є бажання пасажирів, щоб транспорт під'їхав до зупинки, як тільки пасажир підійшов до неї, і бажання перевізника встановити такий інтервал руху, щоб транспортні засоби завжди були заповнені повністю і приносили, максимальний дохід. Таким

чином, для побудови ефективної транспортної системи необхідно знання в галузі транспорту поєднувати з економікою, містобудуванням, географією, екологією, соціологією і психологією.

Розвиток та вдосконалення моделей транспортних систем – це постійний процес, який вимагає співпраці між науковцями, громадськими організаціями, владними органами та юридичними особами. Враховуючи технологічний розвиток та потреби суспільства, моделі транспортних систем будуть і надалі багато важити у формуванні майбутнього транспортного розвитку.

У підсумку, моделі транспортних систем – це суттєвий інструмент для досягнення сталого, безпечного та ефективного транспорту в майбутньому. Вони допомагають планувати та оптимізувати інфраструктуру, зменшити вплив на навколишнє середовище та створювати транспорт більш доступним для всіх. Впровадження сучасних технологій та наукових підходів до моделювання транспортних систем важливо для нашої прийдешньої мобільності та забезпечення сталого розвитку.

Список використаних джерел

1. Аулін В. В., Голуб Д. В., Гриньків А. В., Лисенко С. В. Методологічні і теоретичні основи забезпечення та підвищення надійності функціонування автомобільних транспортних систем: монографія. *ТОВ «КОД»*, № 995. 2002 р. 369 с.
2. Аулін В. В., Голуб Д. В., Гриньків А. В., Лисенко С. В. Методологічне обґрунтування дослідження та розв'язання проблеми надійності функціонування транспортних систем. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. Харків: ХНТУСГ, Випуск № 10. 2017 р. С.29-36.
3. Біліченко В. В., Цимбал С. В., Коробов С. С. Підвищення ефективності системи міських пасажирських перевезень. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2018. Випуск №1(7). С. 18-23.
4. Нікуліна О. М., Северин В. П., Коцюба Н. В. Розробка інформаційної технології оптимізації управління складними динамічними системами. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. 2020 р. Випуск № 2 (4), С. 63–69. DOI: <https://doi.org/10.20998/2079-0023.2020.02.11>
5. Гайкова Т. В., Загорянський В. Г., Леонтович А. О. Впровадження цифрових технологій в управління ланцюгами постачань. *Центральноукраїнський науковий вісник*. Технічні науки. 2023. Випуск № 7 (38), ч. I. С. 222–228. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).1.222-228](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).1.222-228)
6. Гайкова Т. В., Мороз М.М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю.Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань. *Вісник машинобудування та транспорту*. Вінниця: ВНТУ, 2023. Випуск № 1 (17). С. 17-22. DOI <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-17-1-17-22>
7. Мороз М., Загорянський В., Гайкова Т., Кузев І. Використання методів дослідження операцій для оптимізації автомобільних перевезень масових вантажів в агропромисловому комплексі. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. Харків: НТУ, 2022. Випуск № 1(11). С. 44–50. DOI: <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2022.01.07>
8. Гайкова Т. В., Мурашко О. А. Сприяння впровадженню електромобілів як науково-технічна інновація в галузі автомобільного транспорту. *Центральноукраїнський науковий вісник*. Технічні науки. 2023. Випуск № 7 (38), ч. II. С. 130–138. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).2.130-138](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).2.130-138)
9. Гайкова Т. В., Мороз О. В., Олексієнко С. Р. Аналіз перспектив розвитку проекту каршерінгу. *Центральноукраїнський науковий вісник*. Технічні науки. 2023. Випуск № 7 (38), ч. I. С. 229–235. [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).1.229-235](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).1.229-235)