

НАМ ПИШУТЬ



О.О. Бакуліч, к.т.н., проф.,

А.І. Дудник, асп.

(*Національний транспортний університет, м. Київ*)

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ МІСТА

Для сучасного суспільства є характерним інтенсивне зростання кількості транспортних засобів (ТЗ), що за останні роки призвело до перевантаження ними вулично-дорожньої мережі (ВДМ) міст України. За такого значного розвитку автомобільного парку та зміни його структури в Україні виникає необхідність вирішення значних транспортних проблем, пов'язаних зі шкідливими для суспільства і навколишнього середовища (НСМ) наслідками, що супроводжують цей процес.

Саме в містах, де концентрація ТЗ є максимальною, транспорт, як правило, є одним з основних джерел забруднення, тому особливу увагу звертають на екологічні показники. Найбільш суттєвими з них є: зниження швидкості сполучення, збільшення часу проїзду ділянок мережі, виникнення предзаторових і заторових ситуацій на елементах ВДМ міста. Часті гальмування й зупинки транспортних засобів підвищують ймовірність використання водіями понижених передач і роботи двигуна на максимально витратних режимах, що сприяє збільшенню транспортного шуму й викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, продуктів неповного згорання палива, які значно перевищують критичні рівні їхнього допустимого вмісту, особливо в межах функціонування промислово-міських агломерацій.

Статтю 16 Конституції України «Забезпечення екологічної безпеки і підтримання екологічної рівноваги на території України» визначено право кожного громадянина на життя в екологічно чистих умовах. За даними Міністерства екології та природних ресурсів України, щорічно автомобільними ТЗ в атмосферу викидається понад 2 млн т шкідливих речовин, або 32% від загальної кількості викидів по країні. Тому проблема забруднення НСМ викидами токсичних компонентів відпрацьованих газів є актуальною і потребує розробки та введення в дію нових систем заходів, які б відповідали європейським стандартам і вимогам.

Визначення шляхів раціонального вирішення задач транспортного потоку та його вплив на екологію міста можна поділити на такі основні комплекси: ефективне проектування міських транспортних систем, підвищення ефективності управління дорожнім рухом на мережі магістральних вулиць міста й дотримання в Україні європейських вимог до екологічності автотранспорту (норм «Євро») шляхом розробки оптимальних способів управління транспортним потоком.

Розробки в галузі управління транспортними потоками ведуться як за кордоном, так і в Україні. Найбільш значущими працями в цій галузі є роботи науковців В.П. Поліщука, В.В. Сільянова, М.Я. Говорущенко, Є.В. Гаврилова, Б.М. Четверухіна, О.П. Алексеєва, В.К. Долі, О.О. Бакуліч, Е.В. Нагорного. Серед іноземних відомі автори С. Вик, Б. Леонард, Д. Бойс, С. Левин, С. Нобуаки, А. Мей та А. Барбардонис, С. Хейс та ін.

Найбільше потерпають від загазованості повітря крупні й найкрупніші міста України, а особливо їхні центри. Останніми роками транспорт зазнав комбінованого впливу таких факторів, як розширення міських агломерацій. Результатом цього стало збільшення кількості

населення й переміщення його з центру міста на окраїни, що, у свою чергу, призвело до збільшення частоти й дальності поїздки і кількості приватних автомобілів. На сьогоднішній день історично сформована ВДМ міста не пристосована до такого великого напливу ТЗ, тому поряд з архітектурно-планувальними рішеннями магістралей міста є розробка і введення в дію нових, більш ефективних методів спостереження й належного контролю за викидами відпрацьованих газів ТЗ і належне управління ТП.

У зв'язку з цим стає зрозумілою необхідність посилення контролю за станом повітряного середовища й прийняття адекватних, науково обґрунтованих рішень щодо поліпшення екологічної безпеки довкілля в зонах автотранспортних мереж населених пунктів. Виходячи з цього, однією з основних задач в управлінні транспортними потоками в містах є розробка методу управління дорожнім рухом на мережі магістральних вулиць міста з визначенням керуючих впливів на дорожній рух та його екологічність шляхом удосконалення алгоритму управління.

Реалізація таких заходів вимагає не тільки визначення й формалізації, а й детального аналізу факторів, що впливають на погіршення екологічного стану повітря в містах. Тобто врахування існуючих тенденцій за результатами екологічних спостережень, дослідження сумісного впливу руху різних видів транспорту на ВДМ, визначення їхнього відносного вагового внеску при формуванні хімічного складу повітря й розробка ефективного методу оптимізаційної моделі впливу ТП на НСМ на основі прогнозно-орієнтовних математичних моделей і прикладних засобів.

Як показали дослідження, для формалізації процесу управління дорожнім рухом у містах найбільш ефективними й точними на сьогоднішній день є методи системного аналізу на основі технології SADT-моделювання (Structured Analysis and Design Technique), що забезпечують структурований опис процесу управління в досліджуваній системі й визначають взаємозв'язок функцій управління [2].

З точки зору SADT, модель може бути зосереджена або на функціях даної системи, або на її об'єктах. Формальна модель діяльності системи виділяє основні функції транспортного процесу з урахуванням екологічних параметрів, а саме «Вулично-дорожня мережа міста – Транспортний потік – Екологічні критерії – Засоби управління». Об'єкт – дорожній рух (ВДМ міста), суб'єкт – транспортний потік (взаємодія різних видів транспорту), предмет – екологічні критерії ТЗ (вплив транспортних засобів на екологію міста) і засіб діяльності – організація управління транспортним потоком (ВДМ-ТП-ЕК-ЗУ).

SADT-моделі створюються з конкретною метою, що в процесі послідовності моделювання функцій і підфункцій системи явно відображає стратегію вирішення заданої проблеми. Досягнення поставлених цілей щодо формалізації екологічних критеріїв ТП на НСМ шляхом використання системного аналізу на основі технології SADT-моделювання здійснюється лише в рамках мережі ВДМ-ТП-ЕК-ЗУ.

Процес моделювання в SADT описується за допомогою SADT-діаграм. Діаграма відображає той факт, що процес моделювання в SADT є ітеративною послідовністю кроків, що призводять до точного опису системи. А-0 діаграма моделі (рис. 1) описує генеральну мету – покращити екологічну ситуацію на ВДМ міста засобами ОДР. Блоки детальної діаграми містять функції спланованої системи й визначають зв'язок між вхідними й вихідними параметрами, а також засобами управління й виконавцями. Вхідні потоки (ВДМ, ТП і пішоходи) реалізують процес дорожнього руху на основі діючої законодавчої бази, яка визначає закони й законодавчі акти схеми ОДР, технічні норми, ДСТУ, ДБН і правила дорожнього руху, які регулюються за рахунок проектних організацій, органів ДАІ та інших контролюючих органів. З точки зору експертів у напрямку удосконалення методів управління дорожнім рухом, вважається, що в результаті досягнення генеральної мети функціонування системи керується вихідними параметрами (режими руху ТП і пішоходів, а також забруднення НСМ викидами токсичних компонентів відпрацьованих газів).

Вивчення системи «вглиб» кожного компонента окремо проводиться шляхом декомпозиції генеральної мети на сукупності під функцій моделі [3]. Перший рівень

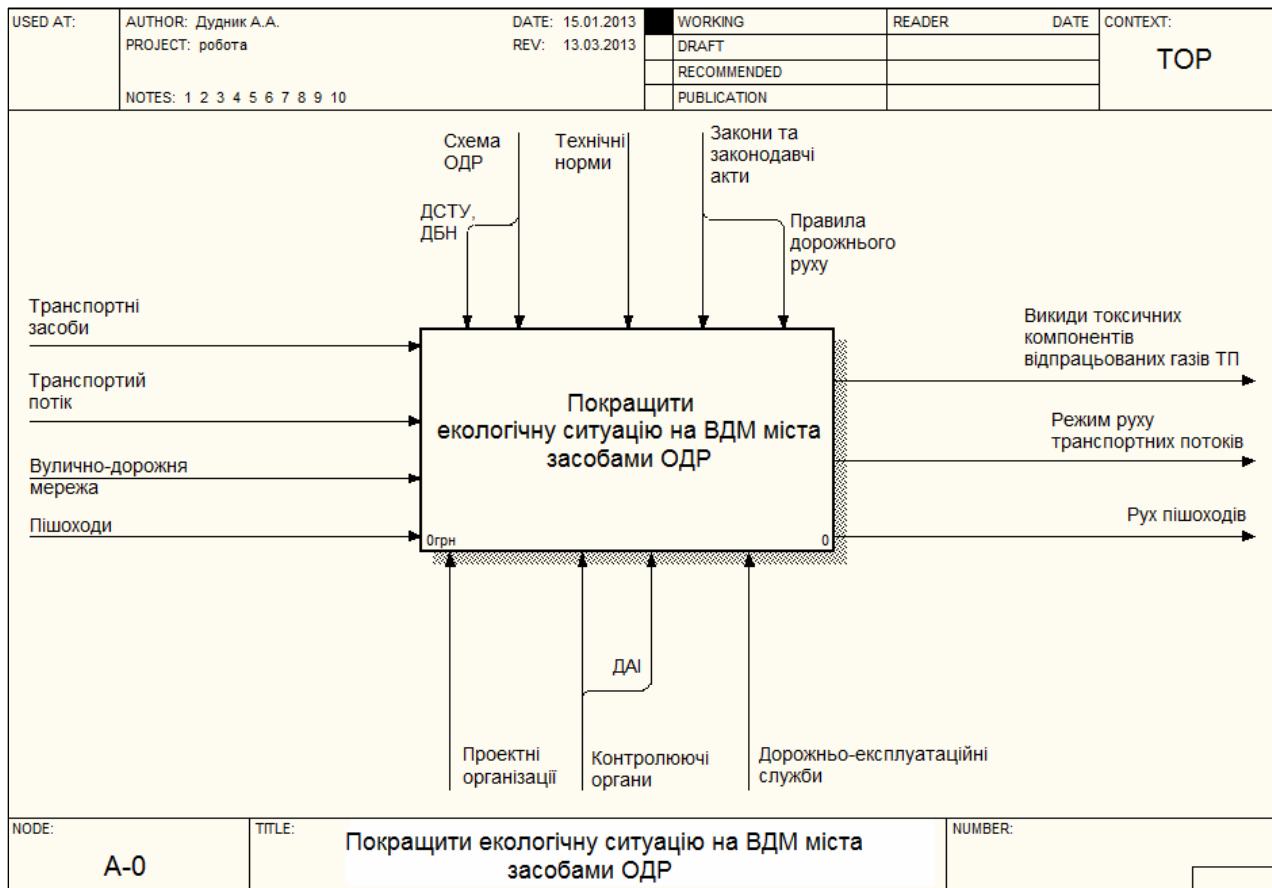


Рис. 1. Діаграма А-0 SADT-моделі системи ВДМ-ТП-ЕК-ЗУ

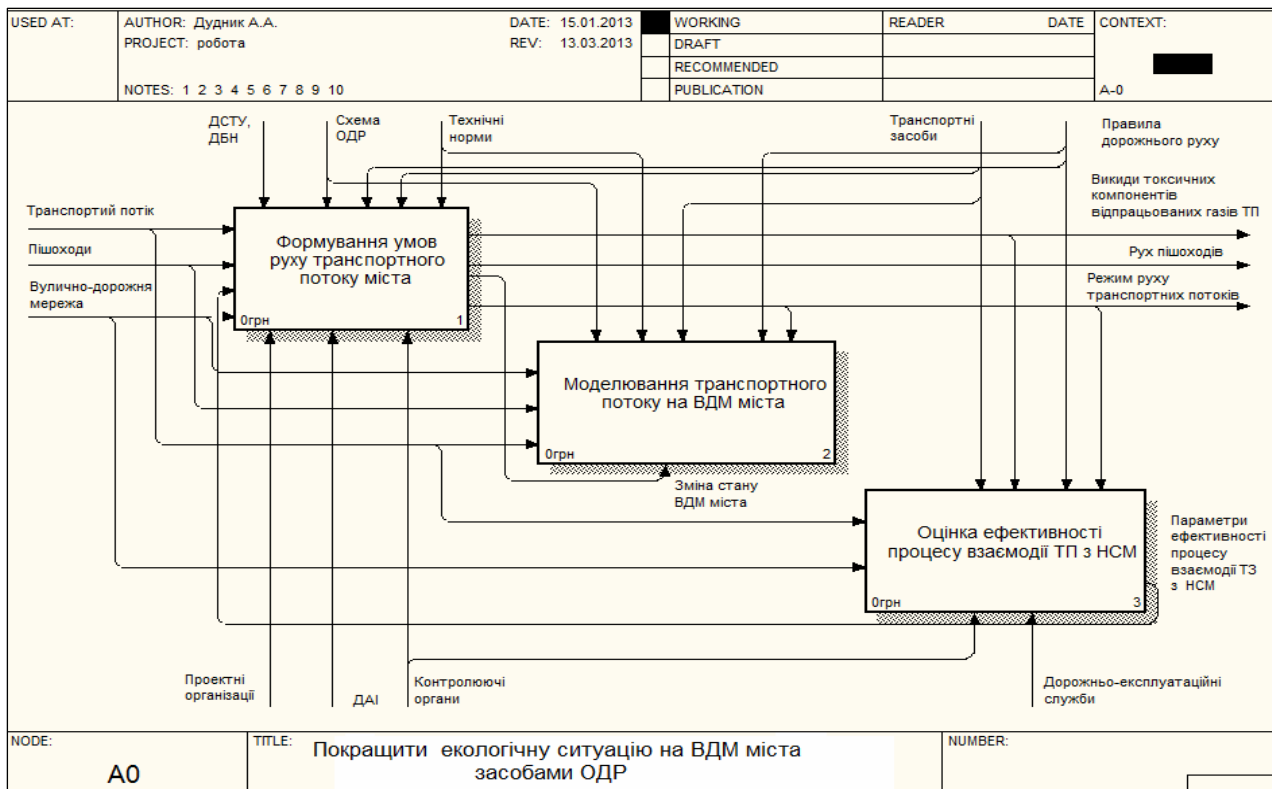


Рис. 2. Діаграма А-0 – перший рівень декомпозиції SADT-моделі системи ВДМ-ТП-ЕК-ЗУ

декомпозиції моделі вимагає визначення трьох підфункцій спланованої системи, виконання яких необхідно для досягнення генеральної мети (рис. 2), а саме:

формування умов руху транспортного потоку міста з урахуванням екологічних характеристик;

моделювання транспортного потоку на ВДМ міста за рахунок представлення найбільш репрезентативних автомобілів того або іншого класу;

оцінка ефективності процесу взаємодії ТП з НСМ.

Кожен з блоків діаграми А-0 містить перераховані підфункції та зв'язки між вхідними й вихідними параметрами, перелік яких позначений діаграмою більш високого рівня ієрархії А-0. Виявлені функції та зв'язки в системі ВДМ-ТП-ЕК-ЗУ надають можливість визначити необхідну й достатню сукупність параметрів для покращення екологічної ситуації на ВДМ міста засобами ОДР.

Складність управління даним процесом визначається в необхідності розвитку кожного функціонального елемента системи окремо та одночасно підтримки цілісного розвитку повної моделі, що найчастіше призводить до виникнення диспропорції між взаємозалежними компонентами. Кожен функціональний елемент системи для реалізації генеральної мети потребує розвитку своїх підфункцій.

На підставі проведеної декомпозиції генеральної мети й реалізації підфункцій кожного функціонального елемента системи визначено дерево цілей (рис. 3), яке відображає функціональні зв'язки у системі та регламентує їхню ієрархію.

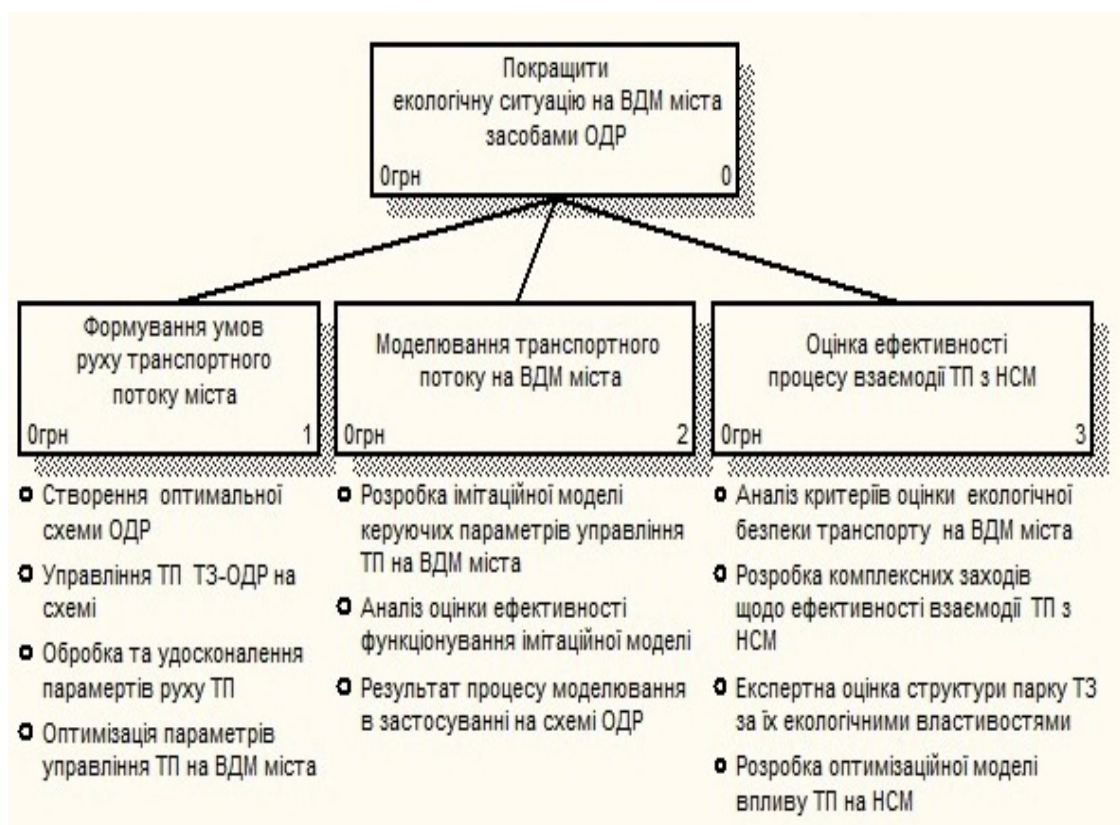


Рис. 3. Дерево цілей системи ВДМ-ТП-ЕК-ЗУ

В результаті моделювання були визначені основні функції системи, що впливають на покращення екологічної ситуації на ВДМ міста засобами ОДР:

виявлення закономірностей управління ТП на ВДМ міста;

вибір критерію й оцінка ефективності процесу взаємодії ТП з НСМ.

Виявлені функції та зв'язки в системі ВДМ-ТП-ЕК-ЗУ дали можливість визначити необхідну й достатню сукупність параметрів для покращення екологічної ситуації на ВДМ міста засобами ОДР.

Висновки. Дана технологія моделювання дозволяє явно відобразити системні характеристики, а саме вплив транспортного потоку на природне середовище міста у процесі формування умов руху. За рахунок використання технології SADT-моделювання можливе усунення виявлених обмежень і недоліків в управлінні транспортним потоком на магістралях міста та проведення ідентифікації визначеного набору основних параметрів системи ВДМ-ТП-ЕК-ЗУ, що забезпечить формалізацію екологічних критеріїв ТП на НСМ за рахунок формування умов руху ТП і визначення взаємозв'язку функцій управління з метою зменшення викидів токсичних компонентів у процесі руху ТЗ на ВДМ міста.

Список використаних джерел

1. **Абрамова Л.С.** Елементи системного аналізу при вивченні автомобільно-дорожньої системи міста / Л.С. Абрамова, М.С. Чернобаев // Автомобільний транспорт: збірник наукових праць. – Вип. 18. – Х.: ХНАДУ, 2006. – С. 67-71.

2. **Жариков О.Н.** Системный поход к управлению / О.Н. Жариков, В.И. Королевская, С.Н. Хохлов. – Под. ред. В.А. Персианова. – М: ЮНИТИ, 2001. – 62с

3. **Чернобаев Н.С.** Повышение эффективности управления дорожного движения на сети магистралей города: автореф. дис. ... к.т.н. / Н.С. Чернобаев. – Х., 2011. – 17с.

© **О.О. Бакуліч,**

А.І. Дудник

Надійшла до редакції 20.03.2013