

ресурс]. – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/news/36298.html>

[2] Національна транспортна стратегія 2030. Як планують розвивати залізницю? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://cfts.org.ua/articles/natsionalna_transportna_strategiya_2030_yak_planuyut_rozvivati_zaloznitsyu_2088

[3] Омелян окреслив пріоритети реалізації транспортної стратегії України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2534925-omelan-okresliv-prioriteti-realizacii-transportnoi-strategii-ukraini.html>

УДК 656.1

ВИКОРИСТАННЯ ANYLOGIC ПРИ МОДЕЛЮВАННІ РОБОТИ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ

USING ANYLOGIC IN MODELING THE OPERATION OF TRANSPORT SYSTEMS AND NETWORKS

М. І. Музикін, канд. техн. наук, доц., К. І. Біла
Університет митної справи та фінансів (м. Дніпро)

М. І. Muzykin, PhD (Tech.), associate professor, K. I. Bila
University of Customs and Finance (Dnipro)

В сучасних умовах, завдяки стабільному впливу зростаючої урбанізації на діяльність транспортного сектору, постає необхідність оптимізації логістичних процесів шляхом впровадження програмного забезпечення для аналізу, вдосконалення та розробки моделей транспортних систем. Внаслідок збільшення потоків в транспортній мережі, розробка проектів удосконалення умов руху вимагає застосування комплексу дорожніх, архітектурно-планувальних і технічних заходів, які, окрім значних капіталовкладень, вимагають досить тривалого періоду реалізації. Тому, задля раціональної організації, доцільним, а в ряді випадків, єдиним засобом прийняття зважених рішень є впровадження сучасних інформаційних технологій та математичних методів для комплексного аналізу і планування існуючих мереж, а також для створення ефективних об'єктів майбутніх транспортних систем.

Одним із найефективніших підходів до оцінки проектних рішень є використання програмних пакетів імітаційного моделювання (ІМ), здатних реалістично відтворювати поведінку учасників транспортного потоку та характеристики руху, що дає змогу протестувати у різних умовах поведінку системи у часі. Найбільш поширеними платформами, які використовуються у світовій практиці, виступають такі середовища ІМ, як Aimsun, AnyLogic, Arena, Cube, ProModel, PTV Vissim і т. і. Серед них, найбільш дієвим і простим у використанні є програмне забезпечення (ПЗ) AnyLogic, розроблене компанією The AnyLogic Company з глобальною мережею

партнерів, яка працює в США та країнах Європи. Універсальність, гнучкість і широкий спектр можливостей єдиної платформи дозволяє врахувати будь-який аспект моделювання з різним рівнем деталізації складних моделей багатьох галузей, включаючи логістику за видами транспорту, ланцюги поставок, складські операції, порти, термінали і т. і. [1, 2]

Спираючись на успіхи досліджень лабораторії розподілених комп'ютерних мереж, з моменту заснування у 1998 році компанії NJ Technologies (початкова її назва) і дотепер, AnyLogic суттєво змінився як зовні, так і внутрішньо. Основна задача організації полягала в розробці нового покоління ПЗ для моделювання, з акцентом на прикладні методи, такі як дослідження стохастичних систем, оптимізація та візуалізація даних. Результатом стала поява першого середовища AnyLogic версії 4.0, що дозволило відображати в моделях окремі об'єкти та їх взаємодію між собою.

У п'ятому нововведенні 2003 року вперше з'явилась системна динаміка, зробивши AnyLogic першим інструментом для імітаційного моделювання, що охоплює, крім цього підходу, такі основні методології, як дискретно-подієве та агенто-орієнтоване моделювання, а також будь-яку їх комбінацію (гібридний підхід). Таким чином, у дискретно-подієвому (процесному) моделюванні, функціонування транспортної системи представляється як хронологічна дискретна послідовність подій. Цей метод може стати корисним для аналізу процесів, де є висока інтенсивність руху транспортних засобів або пішоходів, що супроводжується чергами, затримками та значним використанням ресурсів.

Агент-орієнтована програма надає можливість створювати моделі складних систем з урахуванням індивідуальних характеристик та поведінкових правил кожного агента, наприклад населеного пункту, рухомого складу чи учасників дорожнього руху, що є необхідним при аналізі транспортних мереж та прогнозуванні їх зв'язків між собою та з зовнішнім середовищем.

Стосовно системної динаміки в програмних пакетах AnyLogic, то вона використовується для проектування безперервних процесів у вигляді графічного зображення, зокрема потоків матеріалів або інформації в транспортних системах. Це дозволяє аналізувати динаміку і довгострокову поведінку системи та її реакцію на різні впливи, з метою проектування більш ефективної організації.

Між іншим, реалізована у 2015 році версія AnyLogic 7.2, отримала оновлену бібліотеку моделювання потоків, а також вбудовану базу даних для зчитування вхідної інформації і запису результатів експериментів, що спрощує роботу з великою кількістю зовнішніх даних. Щодо бібліотеки дорожнього руху, то у наступному році, нова версія середовища значно покращила здатності планування, проектування та організації транспортних потоків. Дане моделювання здійснюється за рахунок детальної візуалізації фізичного переміщення автомобілів дорожньою мережею з урахуванням

правил дорожнього руху, світлофорів і пріоритетів проїзду на перехрестях, зупинок громадського транспорту та інших елементів інфраструктури.

До того ж, програмний продукт надає спеціалізовані бібліотеки візуальних компонентів, як от пішохідна бібліотека, яка є незамінною при відтворенні руху пішоходів у фізичному середовищі, особливо у міському просторі, станціях метрополітену та інших об'єктах. А бібліотека залізничного транспорту підтримує відтворення операцій залізничних вузлів та транспортних систем будь-якої складності та масштабу, охоплюючи сортувальні станції, вокзали, під час планування нових пунктів чи аналізу роботи для реконструкції вже існуючих.

Загалом, імітаційна платформа AnyLogic, що включає в себе графічну мову програмування Java в середовищі Eclipse, продовжує вдосконалюватися, тому протягом 2017-2025 років були розширені можливості створення моделей транспортних систем. Взаємодія з геоінформаційними системами надала право враховувати географічні особливості та інфраструктуру при побудові моделей, а їх поєднання зробило ПЗ важливим інструментом для аналізу та оптимізації транспортних процесів у глобальному контексті.

За результатами аналізу можливостей та області застосування AnyLogic, можна зробити висновок, що завдяки таким ключовим факторам, як використання різних підходів моделювання, тривимірної анімації, здатності оптимізувати створені проєкти, гнучкість і можливість інтеграції з іншими системами, сучасний програмний продукт сприяє створенню ефективних комплексних та реалістичних моделей транспортних мереж.

Безсумнівною перевагою є те, що при імітаційному моделюванні роботи дорожньо-транспортної системи, в моделі можливо керувати часом та змінювати параметри для імітації різних ситуацій і тестування підходів, які можуть впливати на роботу мережі. Однак, AnyLogic має певні недоліки, особливо щодо вимог до апаратного забезпечення, де аналіз всієї складної системи може вимагати значних часових та технічних ресурсів. Попри це, платформа повністю самостійна та не потребує встановлення на веб-сервер спеціального програмного забезпечення і, як результат, набула широкого використання користувачами. Впровадження пакету у процеси планування та управління транспортними системами є значним кроком до їхнього вдосконалення й адаптації до сучасних викликів, забезпечуючи надійність та стійкий розвиток транспортної інфраструктури.

[1] AnyLogic: Simulation Modeling Software Tools & Solutions for Business: сайт компанії AnyLogic. URL: <https://www.anylogic.com> (дата звернення: 26.04.2025).

[2] Музикін М. І., Нестеренко Г. І., Герасюта К. А. Інтегровані системи моніторингу та управління рухом автомобільного транспорту. *Інтелектуальні транспортні технології: тези доповідей 3-ьої Міжнародної науково-технічної конференції*. Харків : УкрДУЗТ, 2022. С.47-49.