

DOI: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2021-268-4-105-111>

УДК 656.02

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ PTV VISSIM ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ

Чернецька-Білецька Н.Б., Штиков А.Р.

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF PTV VISSIM SOFTWARE FOR MODELING TRAFFIC FLOWS

Chernetska-Biletska N.B., Shtykov A.R.

Стаття присвячена дослідженню програмного комплексу PTV VISSIM. У роботі представлений аналіз застосування програмного забезпечення PTV VISSIM, яке призначено для створення імітаційних моделей вулично-дорожньої мережі. Результати моделювання можуть бути використані для аналізу руху транспортних засобів і пішоходів, прогнозування виникнення заторів, організації раціональних графіків руху громадського транспорту і вирішення багатьох інших завдань, що дозволяють створювати на мережі вулиць досить швидкий, безпечний, та зручний рух транспортних засобів. З метою демонстрації його можливостей розроблена імітаційна модель реального перехрестя.
Ключові слова: імітаційне моделювання, вулично-дорожня мережа, PTV VISSIM, транспортний засіб, вхідні потоки, аналіз, прогнозування.

Вступ. На сьогодні дорожній рух – складна динамічна система взаємодії транспортних і пішохідних потоків. Складність управління такою системою полягає в необхідності забезпечити безконфліктне існування всіх учасників дорожнього руху в обмеженому просторі.

У світовому автомобільному господарстві в останнє десятиліття спостерігається стійка тенденція, пов'язана зі зростанням приватних транспортних засобів (ТЗ) при збільшенні попиту на транспортні послуги, що неминуче призводить до збільшення трафіку на міських дорогах, що є причиною багатьох транспортних проблем. До останніх найчастіше відносять нерівномірний розподіл ТЗ по міських маршрутах, утворення автомобільних заторів, підвищення рівня шуму, збільшення екологічного навантаження на певних ділянках міських дорожніх мереж, а також додаткові витрати пально-мастильних матеріалів.

У зв'язку з цим виникає гостра потреба кардинально переглянути підхід до проектування вулично-дорожньої мережі, підтримати впровадження ін-

телектуальних систем транспортного моделювання і інших сучасних методів планування дорожнього руху.

Питанням обслуговування пасажирів і організації дорожнього руху приділено багато уваги вітчизняних і зарубіжних авторів. Існує достатня кількість методик для розрахунку пасажиропотоків. Так, основні праці з пасажирських перевезень належать таким авторам як А. Ахметзянов [1], А.В. Вельможин [2], Г.А. Клишковштейн [3].

Метою роботи є вивчення і застосування можливостей VISSIM на прикладі моделі існуючої дорожньо-транспортної мережі, тому що сучасний інженерний підхід до планування та аналізу неможливо уявити без інструменту імітації, а особливо, якщо мова йде про планування руху.

Виклад основного матеріалу дослідження. Транспортні системи відносяться до класу складних систем, що характеризуються великою кількістю елементів і різноманітністю зв'язків між ними. Ефективне управління таким об'єктом на основі безпосереднього спостереження його функціонування з урахуванням всієї інформації, яку теоретично можливо отримати, – завдання досить високого ступеня складності. Тому найбільш адекватним засобом опису і прогнозування поведінки такого об'єкта представляється моделювання, суть якого полягає в заміні реального об'єкта управління його спрощеною копією, тобто, моделлю. В якості моделі може виступати будь-який об'єкт, який з достатньою для цілей користувача точністю відтворює властивості реальної системи. Наприклад, програмне забезпечення PTV VISSIM дозволяє створювати імітаційну модель ділянки транспортної мережі, тобто візуальне відображення процесів моделювання та аналізу, виконуваних даним програмним продуктом. Така модель реалізується у вигляді рішення систем рівнянь, яке визначає, яким чином будуть взаємодіяти

між собою всі учасники дорожнього руху. Тому VISSIM є потужним інструментом моделювання, що дозволяє імітувати транспортний рух на основі розмітки відрізків, складу транспортного потоку, регулювання за допомогою світлосигнальних пристроїв. За допомогою цього програмного забезпечення може моделюватися як індивідуальний транспорт, так і міський та приміський електричний і автобусний пасажирський транспорт. Відповідним чином моделюється також рух пішоходів – виключно або в комбінації з індивідуальним і / або громадським транспортом. Також представляється можливим моделювати рух транспортних засобів і пішоходів на спеціалізованих об'єктах, таких як паркування, аеропорти, стадіони, торгові центри. Існує широкий спектр завдань, що вирішуються за допомогою програмного забезпечення VISSIM:

- 1) побудова транспортної мережі будь-якої складності з урахуванням індивідуальних і швидкісних особливостей доріг і вулиць;
- 2) моделювання регульованих і нерегульованих перехресть;
- 3) вибір оптимальної схеми організації руху на перехресті;
- 4) оцінка пропускної здатності для кожного варіанта руху;
- 5) моделювання та оптимізація роботи світлосигнальних пристроїв;
- 6) прогнозування виникнення заторів;
- 7) моделювання та аналіз пішохідного руху;
- 8) широкий спектр аналізу: для відрізків, транспортних засобів, пішоходів, світлосигнальних пристроїв, маршрутів громадського транспорту, перехрестя в цілому;
- 9) створення презентаційних матеріалів у вигляді відеороликів [4].

В якості об'єкта дослідження було прийнято вибрати перехрестя у місті Северодонецьк – перетин

вулиці Курчатова і вулиці Гагаріна. На вулиці Курчатова організовано двосмуговий двосторонній рух. На вул. Гагаріна односмуговий двосторонній рух. Транспортний рух на перехресті включає в себе, крім індивідуального транспорту, міський громадський транспорт.

Першим етапом є задавання параметрів імітації, яка представляє собою візуальне відображення процесів моделювання та аналізу, які виконуються в VISSIM. Запустити імітацію – означає запустити рішення систем рівнянь, яке визначає, яким чином будуть взаємодіяти між собою всі учасники дорожнього руху. На даному етапі представляється можливим визначити, як часто заново розраховуються позиції транспортних засобів за одну секунду імітації, а також швидкість імітації по відношенню до реального часу. Для створення детальної моделі мережі VISSIM необхідно використовувати строго масштабовану карту в якості растрової основи. Вона призначена для коректного розміщення відрізків або інших графічних об'єктів. Головною дією тут виступає масштабування растрової основи, оскільки чим точніше воно буде вироблено, тим точніше буде і моделювання (рис.1).

Таким чином, після завантаження растрової основи мережа підготовлена до введення базових даних.

Під базовими даними маються на увазі такі параметри:

- 1) тип зображень – це параметри зображень відрізків і основних конструктивних елементів моделі, які представляють собою графічне відображення і не впливають на хід імітації;
- 2) манера їзди - параметри, які описують манеру їзди водіїв і їх поведінка під час руху;



Рис. 1. Масштабування растрової основи

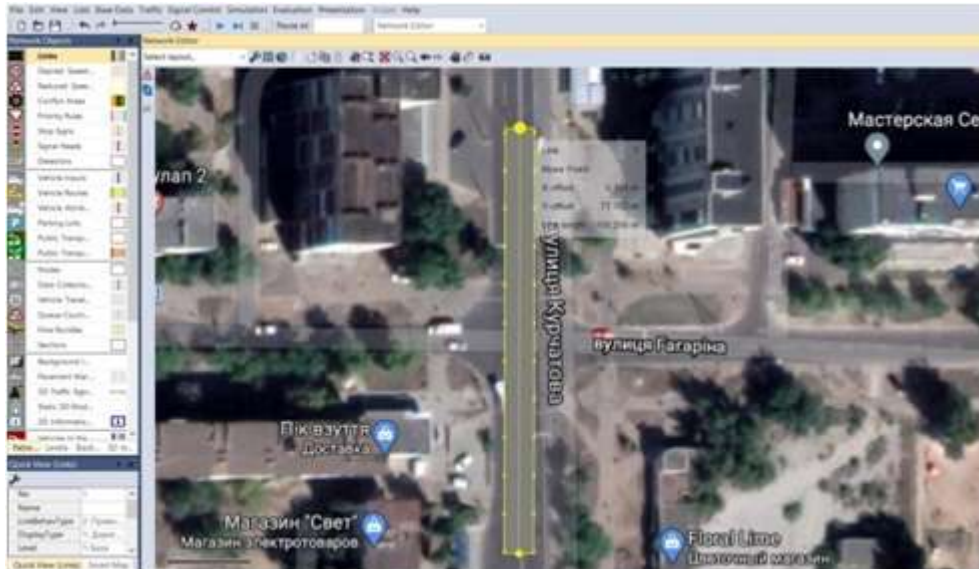


Рис. 2. Введення відрізків на модель перехрестя



Рис. 3. Введення з'єднувальних відрізків на модель перехрестя

3) типи манери їзди відрізків – деякі попередньо встановлені типи манери їзди, що дозволяють присвоїти кожному з класів транспортних засобів свій тип манери їзди на зазначеному відрізку [5].

Після того, як отмасштабований план перехрестя і задані базові параметри, слід визначити відрізки для створення моделі перехрестя, за допомогою функції «Відрізки» (рис. 2), що дозволяє задавати напрямки руху ТЗ, довжину дорожнього відрізка і його ширину, кількість смуг руху з візуалізацією дорожнього полотна (залізниці, пішохідна зона, дорога сірого кольору), тип манери поведінки водія (місто, автострада, пішохідна доріжка, велосипедна доріжка), поздовжній ухил дороги, критерії обгону ТЗ по смузі зустрічного руху, в тому числі і громадського транспорту. Функція «Відрізки» дозволяє створювати як ділянки доріг прямого напрямку (основні відрізки), так і поворотного (з'єднувальні відрізки), які утворюють повноцінний транспортний вузол [6].

Відрізок є основним елементом дорожньо-транспортної мережі VISSIM і представлений однією або декількома смугами руху. Відрізки задаються не тільки для здійснення транспортного руху, а й в якості пішохідних переходів. Однак недостатньо ввести лише основні відрізки для того, щоб транспортні засоби змогли здійснити рух. Між ними потрібно вставити з'єднувальні відрізки, які забезпечують перехід транспортного потоку від одного відрізка до іншого і дозволяють моделювати поворотний рух на перехресті.

Виконання зазначеного завдання проводиться в два етапи – створення основних і з'єднувальних відрізків (рис. 3). У мережі VISSIM представляється можливим влаштувати дорожню розмітку. Дорожня розмітка не впливає на манеру їзди, проте, після її введення модель перехрестя набуває більш реалістичний вигляд [7].

Наступний етап – створення необхідних розподілів: бажаних швидкостей, кольорів, моделей тран-

спортних засобів та пішоходів. Особливо важливим параметром, що впливає на пропускну здатність відрізка, є функція розподілу бажаних швидкостей. При цьому бажана швидкість являє собою швидкість, з якою б рухався транспортний засіб, якби йому не перешкождали інші транспортні засоби або елементи мережі, наприклад, світлосигнальні пристрої або стоп знаки. Таким чином, транспортний засіб, бажана швидкість якої вище актуальною швидкості, "перевіряє", чи існує можливість обгону без перешкод іншим транспортним засобам. Чим більше діапазон бажаних швидкостей, тим швидше утворюються групи транспортних засобів на дорозі. Розподіл моделей визначає різні розміри, кольори і текстури, релевантні для графічного відображення типів транспортних засобів і пішоходів. Наприклад, для легкового транспорту, замість однієї моделі кузова може відображатися до десяти різних моделей, що мають різні геометричні характеристики. У VISSIM існує повноцінна концепція відмінності типів і класів транспортних засобів. Тип транспортних засобів являє собою їх групу, яка описується певними технічними характеристиками. Наприклад, такими групами є: легковий транспорт, вантажний транспорт, автобус, трамвай, велосипедний транспорт і мототранспорт, а також пішоходи, як особливий тип транспортного засобу. Крім типів транспортних засобів, встановлених за замовчуванням, можна визначити будь-яку кількість інших їх типів. Клас транспортних засобів охоплює один або кілька вже певних їх типів. Представляється можливим об'єднувати будь-які типи транспортних засобів і створювати таким чином новий клас транспортних засобів, який служить, наприклад, для їх колірної відмінності під час імітації [8].

Після того, як задані типи і класи транспортних засобів, створюються транспортні потоки. Напрямок та склад вхідних потоків ТЗ задається за допомогою функції «Вхідні потоки ТЗ». За замовчуванням їх склад складається з автомобілів, вантажних машин, і

автобусів, проте додатково передбачена його коригування відповідно до умов модельованого транспортного вузла, а саме, зміна типу ТЗ і їх відсоткового співвідношення в загальному потоці. Наступним етапом після створення вхідних потоків для різних напрямків є завдання транспортних навантажень (інтенсивностей).

Для пішохідних потоків використовується функція «Вхідні пішохідні потоки», яка також дозволяє моделювати їх інтенсивність і склад. Він може включати в себе жінок, чоловіків, жінок з дітьми, інвалідів або ж пасажирів, які будуть збиратися на зупинках громадського транспорту. Програма дозволяє враховувати, в тому числі, манеру ходьби кожного типу пішоходів.

Для вхідних потоків необхідно створити маршрути, під якими розуміється фіксована послідовність відрізків, що має початок (червона лінія) і місце призначення (зелена лінія) (рис. 4). Маршрут в залежності від розмірів створюваної моделі відповідає тільки руху ТЗ на перехресті, або простягається через всю ДТМ. Напрямок маршруту будь-якого ТЗ може бути прямо, наліво, направо або являти собою розворот. Програма дозволяє враховувати відсоткові частки кожного з таких маршрутів в загальному транспортному потоці для різних сторін руху.

Цільовим пунктом моделювання є аналіз, тобто отримання кількісних даних про взаємодію транспортних засобів і пішоходів у конкретно заданих умовах. Після розробки моделі транспортного руху в VISSIM можна отримати ряд даних для аналізу виконаної роботи. Тобто можливо не тільки візуально оцінити результати вашого проекту, але і отримати звіти, що дозволяють робити обґрунтовані висновки. Існує кілька видів звітності. Для отримання даних аналізу необхідно не тільки встановити і вказати параметри лічильників для збору інформації, але і включити необхідні опції і їх налаштування в «Аналіз/Конфігурація».

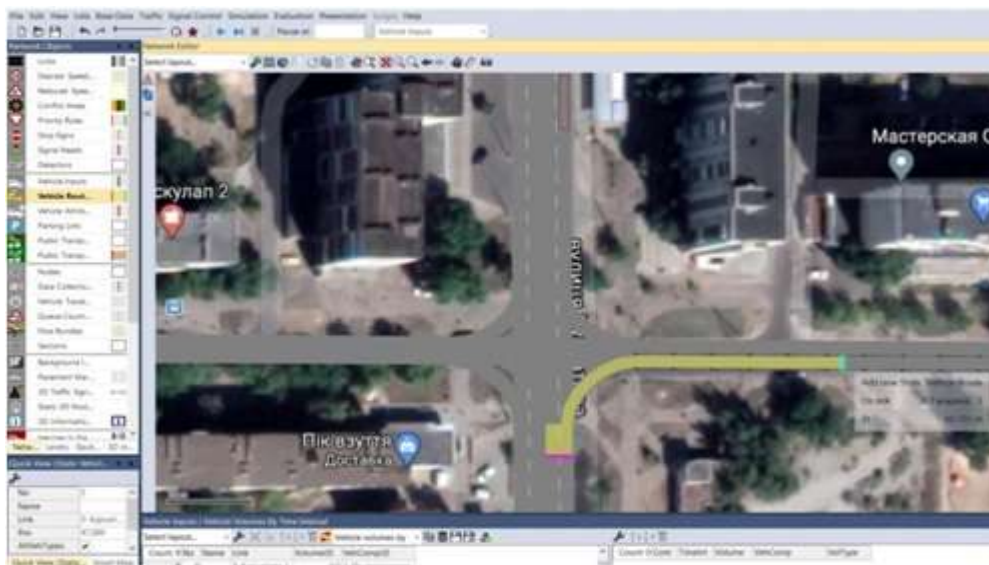


Рис. 4. Задавання вхідних потоків ТЗ за напрямками

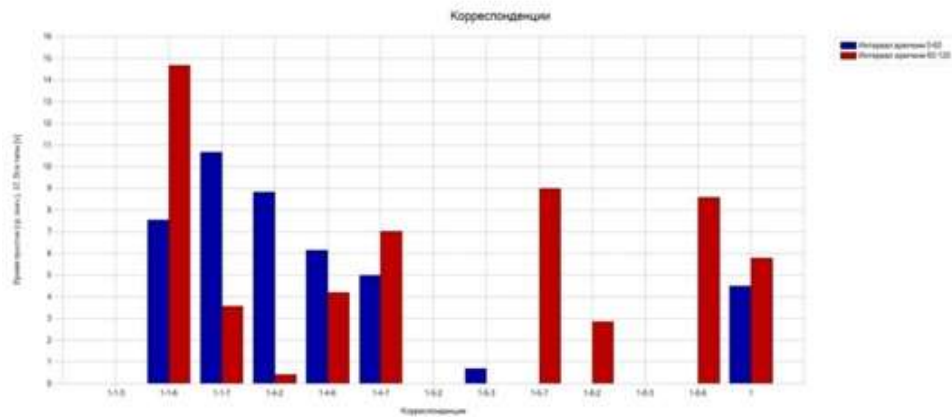


Рис. 8. Діаграма часу простою за різними напрямками

Одним з основних видів виведення аналізів є висновок даних у вікно (рис. 6).

Виведення даних у вікно можливо здійснювати для одного або декількох транспортних засобів або пішоходів. Слід зазначити, що в тривимірному режимі імітації позиція камери автоматично переходить в стан водія або пішохода, рух якого в даний момент аналізується. Тут можна бачити середній час затримки транспортних засобів різних напрямків руху або середній час простою (час простою кожного транспортного засобу в секунду без зупинки наавтостоянкахі зупинках громадського транспорту. Якщо виділити параметри, які нас цікавлять, наприклад, час затримок «ТЗЗатримки(Всі)» та «ЧасПростою(Всі)», то для обраних атрибутів PTVVISSIM побудує зазначені діаграми, які представлені на рис. 7 та рис. 8 [9].

Висновки. Програмне забезпечення PTV VISSIM, яке було описано і проаналізовано вище, дає можливість аналізувати рух транспортних засобів, прогнозувати виникнення заторів, організовувати оптимальні графіки руху громадського транспорту і виконує багато інших завдань, метою яких є створення на існуючій або планованій мережі вулиць досить швидкого, безпечного, і зручного руху транспортних засобів.

Література

1. Ахметзянов, А. Моделирование грузовых и пассажирских потоков в городе и регионе/ А. Ахметзянов//Логинфо. –2002. – №2.
2. Вельможин, А.В. Эффективность городского пассажирского общественного транспорта: Монография/ А.В. Вельможин, В.А. Гудков, А.В. Куликов, А.А. Сериков. – Волгоград, 2002.
3. Клиновштейн, Г.А. Организация дорожного движения: учеб. Для вузов/ Г.А. Клиновштейн, М.Б. Афанасьев. – М.: Транспорт, 2001.
4. Taran I.A. Organization of travelling motion. Methodical recommendations to implementation of laboratory works for the students of daily and extra-mural forms of studies straight of preparation 0701 Transport technologies / I.A. Taran, I.V. Kozina, V.V. Lytvyn; Department of education

and science of Ukrain; National Mining University. – D.: NNU, 2014. – 43 p.

5. Мирошниченко А. Н., Литвин В. В. Имитационное моделирование транспортных потоков с помощью программного обеспечения PTV Vision VISSIM / Материалы доклада первой научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Молодежь: наука и инновации" / Днепропетровск, 2013.
6. Введение в математическое моделирование транспортных потоков: Учебное пособие / Издание 2-е, испр. и доп. А.В. Гасников и др. Под ред. А.В. Гасникова. — М.: МЦНМО, 2013. — 430 с.
7. Имитационное моделирование в проектах ИТС: учебное пособие / С.В. Жанказиев, А.И. Воробьев, А.В. Шадрин, М.В. Гаврилюк; под ред. д-ра техн. наук, проф. С.В. Жанказиева. – М.: МАДИ, 2016. – 92 с.
8. Жанказиев, С.В. Разработка проектов интеллектуальных транспортных систем / С.В. Жанказиев. – М.: МАДИ, 2016. – 104 с.
9. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Модельювання автотранспортних потоків» (для здобувачів, які навчаються за спеціальністю 275.03 – «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)», для усіх форм навчання) (Електронне видання) / Уклад.: Н.Б. Чернецька-Білецька, А.С. Роговий, І.О. Баранов, С.В. Полупан – Сєвєродонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2020. – 96 с.

References

1. Ahmetzyanov, A. Modelirovanie gruzovyh I passazhirskih potokov v gorode iregione / A. Ahmetzyanov// Loginfo. – 2002. – №2.
2. Vel'mozhin, A.V. Effektivnost' gorodskogo passazhirskogo obshchestvennogo transporta: Monografiya/ A.V. Vel'mozhin, V.A. Gudkov, A.V. Kulikov, A.A. Serikov. – Volgograd, 2002.
3. Klinkovshstejn, G.A. Organizaciya dorozhnogo dvizheniya: ucheb. Dlyavuzov/ G.A. Klinkovshstejn, M.B. Afanas'ev. – M.: Transport, 2001.
4. Taran I.A. Organization of travelling motion. Methodical recommendations to implementation of laboratory works for the students of daily and extra-mural forms of studies straight of preparation 0701 Transport technologies / I.A. Taran, I.V. Kozina, V.V. Lytvyn; Department of education and science of Ukrain; National Mining University. – D.: NNU, 2014. – 43 p.

5. Miroshnichenko A. N., Litvin V. V. Imitacionnoe modelirovanie transportnyh potokov s pomoshch'yu programmnoho obespecheniya PTV Vision VISSIM / Materialy doklada pervoj nauchno-tehnicheskoy konferencii studentov, aspirantov I molodyh uchenyh "Molodezh': nauka I innovacii" / Dnepropetrovsk, 2013.
6. Vvedenie v matematicheskoe modelirovani etransportnyh potokov: Uchebnoe posobie / Izdanie 2-e, ispr. idop. A.V. Gasnikovdr. Pod red. A.V. Gasnikova. — M.: MCNMO, 2013. — 430 s.
7. Imitacionnoe modelirovanie v proektah ITS: uchebnoe posobie / S.V. ZHankaziev, A.I. Vorob'ev, A.V. SHadrin, M.V. Gavrilyuk; pod red. d-ratekhn. nauk, prof. S.V. ZHankazieva. — M.: MADI, 2016. — 92 s.
8. ZHankaziev, S.V. Razrabotka proektov intelektual'nyh transportnyh sistem / S.V. ZHankaziev. — M.: MADI, 2016. — 104 s.
9. Metodichni vказivki do praktichnih zanyat' z disciplini «Modelyuvannya avtotransportnih potokiv» (dlya zdobuvachiv, yakі navchayut'sya za special'nisty 275.03 — «Transportni tekhnologii (na avtomobil'nomu transporti)», dlya usih form navchannya) (Elektronne vidannya) / Uklad.: N.B. CHernec'ka-Bilec'ka, A.S. Rogovij, I.O. Baranov, C.V. Polupan — Severodonec'k: vid-vo SNU im. V. Dallya, 2020. — 96 s.

Chernetskaya-Beletskaya N.B., Shtykov A.R. Analysis of the application of PTV VISSIM software for modeling traffic flows.

The article is devoted to the study of the PTV VISSIM software package. The paper presents an analysis of the application of the PTV VISSIM software, which is designed to create simulation models of the street and road network. The purpose of the work is to study and use the capabilities of VISSIM on the example of the model of the existing road network, as modern engineering approach to the planning and analysis is impossible to imagine without a modeling tool, especially when it comes to the planning of road traffic. The simulation results can be used to analyze the movement of vehicles, predict the occurrence of congestion, organize rational

schedules for public transport and solve many other problems that allow creating a sufficiently fast, safe and convenient movement of vehicles on the street network. It has been established that in the global automotive industry in the last decade, there has been a steady trend associated with the growth of private vehicles with an increase in demand for transport services, which inevitably leads to an increase in traffic on urban roads, is the cause of many transport problems. The latter most often include the uneven distribution of vehicles along city routes, the formation of traffic jams, an increase in noise levels, an increase in the environmental load on certain sections of urban road networks, as well as additional costs of fuel and lubricants. In this regard, there is an urgent need to radically revise the approach to the design of the road network, to support the introduction of intelligent transport modeling systems and other modern methods of traffic planning. A modern engineering approach to planning and analysis cannot be imagined without a simulation tool, especially when it comes to motion planning. Thus, PTV VISION VISSIM is an indispensable tool for managing the transport process at all its levels, including modeling and analysis of pedestrian and transport traffic, and its study and use can significantly reduce the duration and complexity of designing complex elements of transport infrastructure, providing this maximizes the efficiency and safety of their functioning. In order to demonstrate its capabilities, a simulation model of a real intersection has been developed.

Keywords: simulation modeling, street-road network, PTV VISSIM, vehicle, incoming flows, analysis, forecasting.

Чернецька-Білецька Наталія Борисівна – д.т.н., професор, завідувач кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті СХУ ім. В. Даля, e-mail: logistyka.snu.edu.ua@gmail.com

Штиков Антон Романович – студент 1 курсу магістратури кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті СХУ ім. В. Даля.

Стаття подана 07.05.21