

## **ІНГІБІТОРНІ МЕРЕЖІ ПЕТРІ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ПАСАЖИРОПОТОКУ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ «РОЗУМНОГО» МІСТА**

Раціональніше використання обмежених ресурсів нашої планети та прагнення людства до ефективнішого використання часу сьогодні можуть бути досягнуті завдяки використанню інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Зокрема, у містах, де концентрація людей є дуже високою, ІКТ дають змогу досягати суттєвої економії інвестицій у міську інфраструктуру [1].

«Розумне» місто сприяє інвестиціям в різні сфери діяльності міст, такі як транспорт, логістика, безпека, безпека води, каналізація, опалення, енергія, охорона здоров'я, школа, туризм і т.д.. Державне управління на різних рівнях має бути здатним здійснювати моніторинг, надання та контроль послуг для цих критичних напрямів [2].

Громадський транспорт почав відігравати важливу роль у концепції «розумного» міста. Громадський транспорт забезпечує значно економніше використання проїжджої частини доріг при обслуговуванні пасажиропотоків, а отже, покращує загальну продуктивність вулично-дорожньої мережі [3].

Дослідження пасажиропотоків дає змогу виявити основні закономірності їх коливання для використання отриманих результатів в плануванні та організації перевезень. Інакше кажучи, характер зміни пасажиропотоків на маршрутах і в цілому по конкретному населеному пункту підпорядковується певній закономірності, тому систематичне виявлення розподілу пасажиропотоків по часу, довжині маршрутів і напрямках є однією з основних задач служб експлуатації транспортних підприємств.

Одним з початкових етапів розроблення систем є побудова моделей та дослідження параметрів проектного виробу на системному рівні. Особливістю цього рівня є використання структурних моделей, які ґрунтуються на теорії мереж Петрі, систем масового обслуговування та ін. Мережа Петрі це орієнтований граф, що містить позиції (вершини), що визначають умови, наявні в системі, і переходи, що відображають пов'язані з цими умовами дії [4].

Особливою різновидом мереж Петрі є інгібіторні мережі, які на додаток до звичайних дуг графа мережі містять «забороняючі», так звані інгібіторні дуги [5]. Така дуга забороняє активацію переходу при наявності достатньої кількості міток у вхідних вершинах звичайних дуг до тих пір, поки в її вхідній вершині є мітки.

Використання інгібіторних мереж для побудови моделі автоматизованої системи обліку пасажиропотоку громадського транспорту «розумного» міста дає змогу суттєво зменшити кількість елементів мереж, а як наслідок спростити та зробити ефективнішим весь процес розроблення та дослідження моделей. Приклад побудови моделі контролера збору даних автоматизованої системи засобами простих та інгібіторних мереж Петрі наведено на рис. 1.

Дослідження побудованих моделей дає змогу зробити висновок про те, що використання інгібіторних мереж Петрі забезпечує ефективніший процес моделювання, адже для побудови моделі контролера збору даних на основі інгібіторних мереж необхідно використати на 9,5% менше елементів мережі. Як наслідок зменшення кількості елементів призводить до генерації чіткішого, зрозумілішого та легшого для аналізу графу досяжності станів мережі Петрі.

Побудовано та досліджено модель контролера збору даних для автоматизованої системи обліку пасажиропотоку громадського транспорту «розумного» міста на основі інгібіторних мереж Петрі.

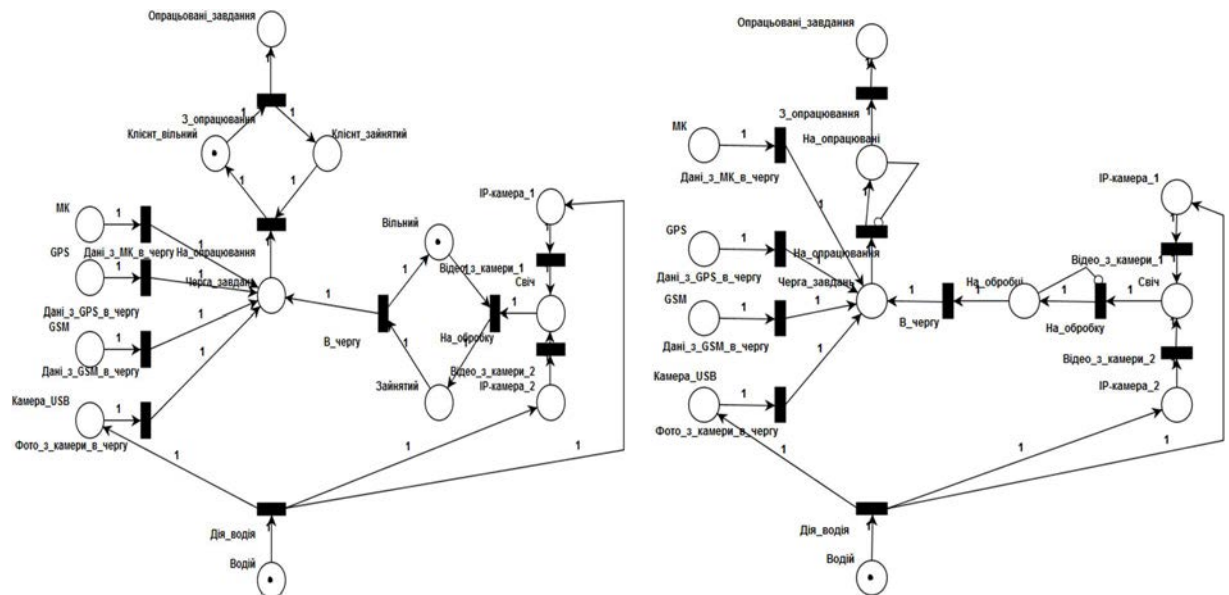


Рис. 1. Структурна модель контролера на основі простих (зліва) та інгібіторних (справа) мереж Петрі

Отримані результати дають змогу стверджувати, що використання інгібіторних мереж Петрі для моделювання роботи автоматизованої системи є значно ефективнішим в плані спрощення структури моделей та зменшення обчислювальних ресурсів персонального комп'ютера для їх побудови і дослідження.

1. Leyla Zhuhadar, Evelyn Thrasher, Scarlett Marklin, Patricia Ordóñez de Pablos *The next wave of innovation – Review of smart cities intelligent operation systems. Computers in Human Behavior, Volume 66, January 2017, –P. 273-281.* 2. Byun, J.H. *Smart city implementation models based on IoT (Internet of Things) technology [Text] / J.H. Byun, S.Y. Kim, J.H. Sa, Y.T. Shin, S.P. Kim, J.B. Kim // Proceedings of Advanced Science and Technology Letters. – 2016. – V. 129. – P. 209–212.* 3. Boreiko, O. Y., (2017) *Development of models and means of the server part of the system for passenger traffic registration of public transport in the "smart" city / O. Y. Boreiko, V. M. Teslyuk, A. Zelinsky, O. Berezsky // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. – Vol. 1, Issue 2 (85). – P. 40–47.* 4. Boreiko, O., Teslyuk V. *Model of data collection controller of automated processing systems for passenger traffic public transport «smart» city based on Petri nets // Proceeding of the 2nd International Conference on «Advanced Information and Communication Technologies», (AICT2017), IEEE, 2017, -P. 62-65.* 5. Kotov, V. E. *Petri Nets. - M.: Science, 1984.- 160p.*

**Казарян А.Г., Теслюк В.М.**  
**Національний університет «Львівська політехніка»**

## **РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЯДРА СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ПРИЛАДАМИ**

Більшість розроблених систем інтелектуального управління приладами використовує схожі компоненти апаратного забезпечення [1]. У більшості це лампи освітлення з можливістю дистанційного керування та моніторингу споживчої потужності, датчики температури, вологості, тиску, руху, чадного газу, протікання води, електричні розетки з можливістю віддаленого керування та моніторингу споживчої потужності, роботи-пилососи, зволожувачі повітря, електрочайники та інші прилади. Кожне окреме