

УДК 656.02

МОДЕЛЬ ЗНАХОДЖЕННЯ ЧАСУ ПРОЇЗДУ ЧЕРЕЗ ЗОНУ ТРАНСПОРТНОГО ЗАТОРУ АВТОМОБІЛІВ ЗАГАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В.П. Славич, к.т.н, доцент

Херсонський національний технічний університет

В.А. Стоянович, учень

Херсонський фізико-технічний ліцей Херсонської міської ради

Основою моделювання є дискретний підхід. Вважаємо, що транспортна мережа уявляє собою сукупність послідовних клітинок, кожна з яких може бути заповнена, якщо в ній знаходиться транспортний засіб, та вільною, якщо автомобіля в ній немає. Розміри клітинок однакові і дорівнюють динамічному габариту будь-якого автомобіля, оскільки вони наведені у зведених одиницях. Автомобілі пересуваються із клітинки в клітинку по чергові із заданою швидкістю, причому переміщення в наступну клітинку можливо лише за умови, якщо вона вільна. Кожен наступний автомобіль, що прибуває до системи, потрапляє у вільну клітинку, розташовану через одну від останнього в черзі автомобіля.

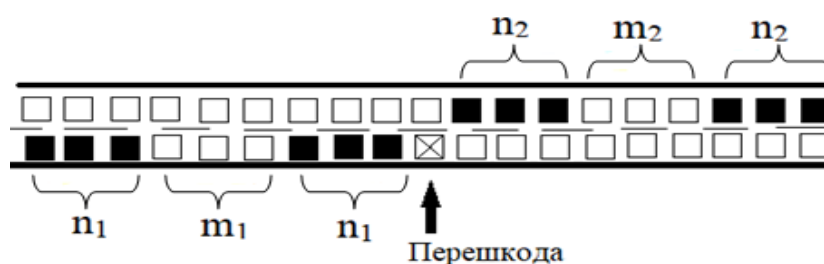


Рис.1. Дискретна модель транспортної мережі

Таблиця 1. Вхідні параметри моделі

Ім'я	Призначення	Одиниці вимірювання
n_1	кількість машин у групі, що знаходиться на одній смузі з перешкодою	одиниць клітинок
m_1	проміжок між групами машин, що знаходяться на одній смузі з перешкодою	одиниць клітинок
n_2	кількість машин у групі, що знаходиться на зустрічній смузі	одиниць клітинок
m_2	проміжок між групами машин, що знаходяться на зустрічній смузі	одиниць клітинок
Δt	час, необхідний для зміщення на одну клітинку	с
j	номер автомобіля у групі	
i	номер групи автомобіля	
S	кількість клітин від даного автомобіля до перешкоди	одиниць клітинок
a	номер останнього автомобіля	
b	номер останнього автомобіля	

Для моделювання часу подолання затору останнього автомобіля першої групи буде достатньо розглянути моделі 1, 2, 3, 4 та 5 автомобілів.

Для полегшення розробки цих моделей створимо малюнки, що показують усі можливі варіанти перетину затору 1, 2, 3, 4 та 5 автомобілів першої групи:

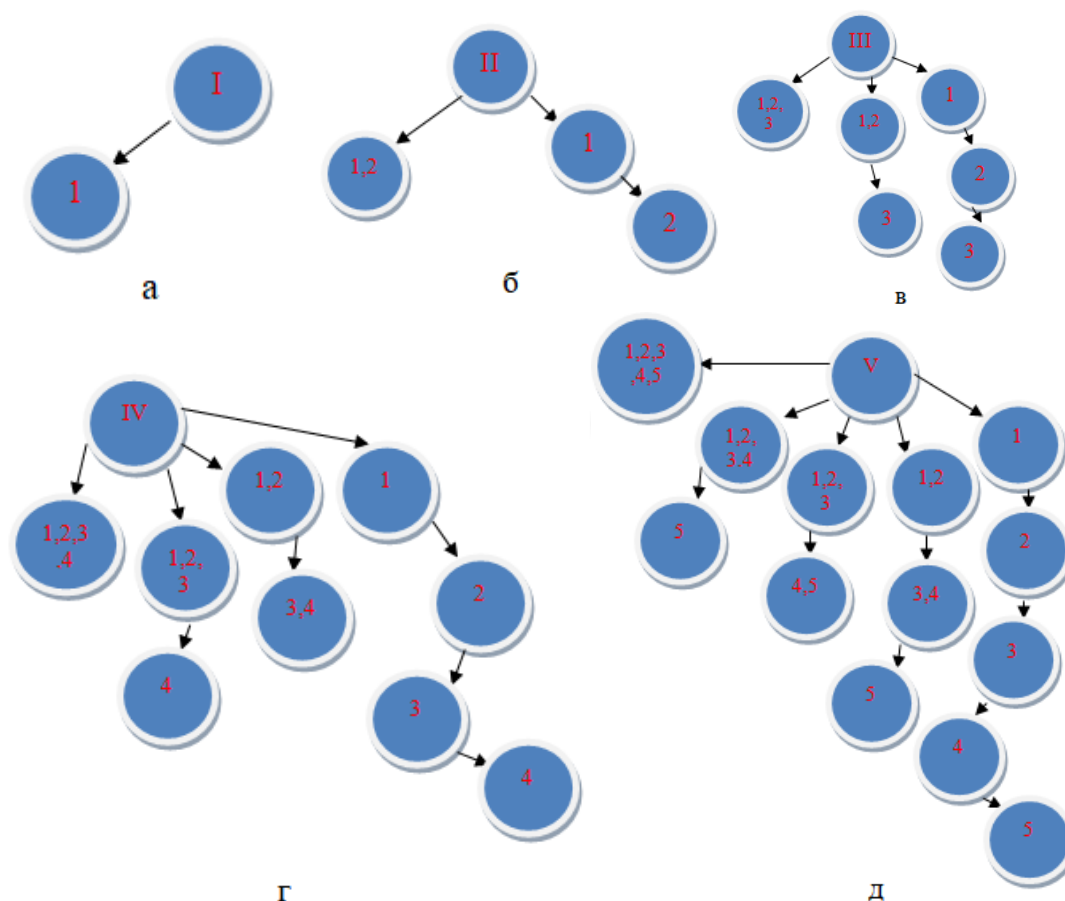


Рис.2. Графічне зображення можливих шляхів подолання затору

На малюнках показані можливі шляхи подолання затору для 1 (а), 2 (б), 3 (в), 4 (г) та 5 (д) автомобілів першої групи.

Тепер, за допомогою схем вище, буде легше створити наступні вирази:

$$\begin{aligned}
 t_1^1 &= (n_2 + 1)\Delta t, \quad \text{при } m_2 \geq 5 \\
 t_2^1 &\begin{cases} (n_2 + 2)\Delta t, & \text{при } m_2 \geq 6 \\ (2n_2 + m_2 + 1)\Delta t, & \text{при } m_2 = 5 \end{cases} \\
 t_3^1 &= \begin{cases} (n_2 + 3)\Delta t, & \text{при } m_2 \geq 7 \\ (2n_2 + m_2 + 1)\Delta t, & \text{при } m_2 = 6 \\ (3n_2 + 2m_2 + 1)\Delta t, & \text{при } m_2 = 5 \end{cases} \\
 t_4^1 &= \begin{cases} (n_2 + 4)\Delta t, & \text{при } m_2 \geq 8 \\ (2n_2 + m_2 + 1)\Delta t, & \text{при } m_2 = 7 \\ (2n_2 + m_2 + 2)\Delta t, & \text{при } m_2 = 6 \\ (3n_2 + 2m_2 + 1)\Delta t, & \text{при } m_2 = 5 \end{cases} \\
 t_5^1 &= \begin{cases} (n_2 + 5)\Delta t, & \text{при } m_2 \geq 9 \\ (2n_2 + m_1 + 1)\Delta t, & \text{при } m_2 = 8 \\ (2n_2 + m_2 + 2)\Delta t, & \text{при } m_2 = 7 \\ (3n_2 + 2m_2 + 1)\Delta t, & \text{при } m_2 = 6 \\ (4n_2 + 3m_2 + 1)\Delta t, & \text{при } m_2 = 5 \end{cases}
 \end{aligned}$$

З цими даними можемо створити модель прогнозування часу подолання затору для i -ого автомобіля j -ї групи.

$$\begin{aligned}
 j &= \left\{ \frac{S}{n_1 + m_1} \right\} (n_1 + m_1) + 1; \\
 i &= \left[\frac{S}{n_1 + m_1} \right] + 1
 \end{aligned}$$

$$t_i^j = \begin{cases} \left(m_1 + i + \sum_{k=1}^{j-1} t_i^k \right) \Delta t, & \text{при } m_2 \geq i + 4 \\ \left(m_1 + n_2 + m_2 + 1 + \sum_{k=1}^{j-1} t_i^k \right) \Delta t, & \text{при } m_2 = i + 3 \\ \left(m_1 + n_2 + m_2 + 2 + \sum_{k=1}^{j-1} t_i^k \right) \Delta t, & \text{при } m_2 = i + 2 \\ \left(m_1 + n_2 + m_2 + \frac{i}{2} + \sum_{k=1}^{j-1} t_i^k \right) \Delta t, & \text{при } m_2 = \frac{i}{2} + 4 \\ \left(m_1 + 2m_2 + 2m_2 + 2 + \sum_{k=1}^{j-1} t_i^k \right) \Delta t, & \text{при } m_2 = \frac{i}{2} + 3 \\ \left(m_1 + (i-2)n_2 + (i-2)m_2 + 1 + \sum_{k=1}^{j-1} t_i^k \right) \Delta t, & \text{при } m_2 = 5 \end{cases}$$

Для переходу від реальної інтенсивності транспортного потоку до дискретно-клітинкової моделі треба перевести величини довжин груп автомобілів та проміжків між ними у одиниці клітинок. Для цього застосуємо статичний аналіз. Необхідно знайти середнє значення кожної з цих величин.

Таблиця 2. Збір статистичних даних для визначення довжин груп автомобілів та проміжків між ними

№	n_1	t_1	m_1	№	n_2	t_2	m_2
1	n_1^1	t_1^1	m_1^1	1	n_2^1	t_2^1	m_2^1
2	n_1^2	t_1^2	m_1^2	2	n_2^2	t_2^2	m_2^2
...	...	...	...	...	...	...	...
a	n_1^a	t_1^a	m_1^a	b	n_2^b	t_2^b	m_2^b

Отже, формули для першого потоку будуть мати такий вигляд:

$$n_1 = \frac{\sum_{j=1}^a n_1^j}{a} \quad m_1 = \frac{\sum_{j=1}^a m_1^j}{a}$$

Для другого аналогічно:

$$n_2 = \frac{\sum_{j=1}^b n_2^j}{b} \quad m_2 = \frac{\sum_{j=1}^b m_2^j}{b}$$

Отже, час подолання затору (Т) буде дорівнювати $T = t_i^j$.

Література:

1. Ігор Мурований, Вадим Селезньов // Математичне моделювання транспортних потоків.
2. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения. Учебник для автомобильно-дорожных вузов и факультетов. – М.: Транспорт, 2001. – 192 с.
3. Коноплянко В.И Организация и безопасность дорожного движения. М: Транспорт, 1991. – 183 с.
4. Семенов В.В. Математическое моделирование динамики транспортных потоков мегаполиса. / Семенов В.В. 2004. – 45 с.
5. Славич В.П. Модель визначення довжини черги транспортних засобів при заданих параметрах світлофорного регулювання // Проблеми інформаційних технологій. 2014. – №02(016). – С.122-124.