

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування

Кафедра транспортних технологій і технічного сервісу

**02-02-197М**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання лабораторних робіт з освітньої компоненти  
«Основи комп'ютерного моделювання транспортних процесів»  
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня  
за освітньо-професійною програмою 275.03 «Транспортні  
технології (на автомобільному транспорті)» спеціальності 275  
«Транспортні технології (за видами)»  
галузі знань 27 «Транспорт»  
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано  
науково-методичною радою з  
якості навчально-наукового  
механічного інституту  
Протокол №3 від 28.11.2023 р.

Рівне – 2023

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з освітньої компоненти «Основи комп'ютерного моделювання транспортних процесів» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» галузі знань 27 «Транспорт» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Кристопчук М. Є., Хітров І. О. – Рівне : НУВГП, 2023. – 86 с.

Укладачі: Кристопчук М. Є., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, канд. техн. наук, доцент;  
Хітров І. О., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, канд. техн. наук, доцент.

Відповідальний за випуск: Никончук В. М., в.о. завідувача кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, д-р. екон. наук.

Керівник групи забезпечення спеціальності: Хітров І. О., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, канд. техн. наук, доцент.

© М. Є. Кристопчук,  
І. О. Хітров, 2023  
© НУВГП, 2023

## ЗМІСТ

Вступ	4
Лабораторна робота №1. Дослідження транспортної мережі та потенційного місця розташування обслуговуючого підприємства	5
Лабораторна робота №2. Транспортна задача та оптимізація витрат перевізного процесу	12
Лабораторна робота №3. Моделювання структурних елементів транспортного забезпечення перевізного процесу	17
Лабораторна робота №4. Моделювання мережі громадського транспорту	28
Лабораторна робота №5. Моделювання імовірнісного вибору при здійсненні перевезень	37
Лабораторна робота №6. Моделювання місць стоянки транспортних засобів для виробничих структур та зупинок на ділянках дорожньої мережі	44
Лабораторна робота №7. Обробка даних та аналіз моделі	51
Лабораторна робота №8. Візуалізація моделі та запис відео	55
Лабораторна робота №9. Дослідження та побудова транспортної моделі міста	61
Лабораторна робота № 10. Побудова транспортної моделі вантажних перевезень в Ant-Logistics	79
Рекомендована література	86

## ВСТУП

Виконання лабораторних робіт з освітньої компоненти «Основи комп'ютерного моделювання транспортних процесів» направлені на застосування та використання сучасних технології для розв'язання практичних завдань з організації перевезень та проектування транспортних технологій.

Для транспортного моделювання застосовується прикладне спеціалізоване програмне забезпечення *Vissim, Visum* та хмарна система управління транспортом *ANT-Logistics*.

Під час виконання лабораторних робіт застосовуються методи навчання шляхом дискусійного обговорення проблемних ситуацій, групова та індивідуальна робота, можливості використання натурних досліджень і спостережень для оцінки функціонування транспортної мережі і прогнозного розвитку (передбачено виїзні спостереження).

# ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ ТА ПОТЕНЦІЙНОГО МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ОБСЛУГОВУЮЧОГО ПІДПРИЄМСТВА

**Мета роботи:** опанування методики визначення найкоротшої транспортної мережі та розташування обслуговуючого підприємства.

**Програмний продукт:** *електронні таблиці Excel; Google-карта (відкритий інтернет ресурс).*

### *Короткі відомості*

У багатьох транспортних задачах необхідно розв'язувати задачі про найкоротший шлях різних типів. До них відносяться як класичні задачі, наприклад, визначення найкоротших шляхів (за різними показниками, такими як довжина, вартість тощо) між деякими заданими парами пунктів відправлення/призначення в певній області, так і нестандартні варіанти, наприклад, обчислення найкоротших шляхів при додаткових обмеженнях або на певних структурованих графах. Зважаючи на специфіку застосувань, транспортні процеси потребують дуже гнучких та ефективних процедур пошуку найкоротшого шляху, як з точки зору часу виконання, так і з точки зору вимог до обсягів перевезень у точно зазначений час (Pallottino, 1998).

За останнє десятиліття багато цікавих задач планування маршрутів можна вирішити шляхом знаходження найкоротшого шляху у зваженому графі, який представляє транспортну мережу. Такими мережами є приватні або загальнодержавні транспортні мережі, мережі громадського транспорту з розкладом руху (Alhoula 2019).

В загальному пошук найкоротшого шляху полягає в тому, щоб знайти шлях між двома вершинами (вузлами) заданого графа таким чином, щоб сума ваг на ребрах, що його складають, була мінімальною. Ця задача інтенсивно досліджувалася протягом багатьох років через її широке застосування в теорії графів, штучному інтелекті, комп'ютерних мережах і проектуванні транспортних систем (Zhang, 2010).

У задачі пошуку найкоротшого шляху кожен тип мережі вимагає різних алгоритмів для обчислення одного або більше ніж одного найкоротшого шляху. Однак, маршрутизація в мережі громадського транспорту є абсолютно іншою і набагато складніша, ніж маршрутизація в класичній транспортній мережі, і тому для неї потрібні інші потрібні різні алгоритми.

Зростаюча популярність онлайн-навігаційних систем, що використовують дорожні мережі (наприклад, *Google Maps*, *OpenStreetMap*), останнім часом привертають значний інтерес з боку нтранспортних перевізників. Запити відстані та найкоротшого шляху є невід'ємною частиною таких додатків, як *Google Maps* та *GPS* навігатор. Запит на відстань визначає довжину від початкового вузла до кінцевого вузла за різними варіантами, тоді як запит на найкоротший шлях обчислює найкоротший фактичний маршрут від початкового до кінцевого вузла (нерідко враховує можливі затори, погодні умови, часовий період доби та ін.).

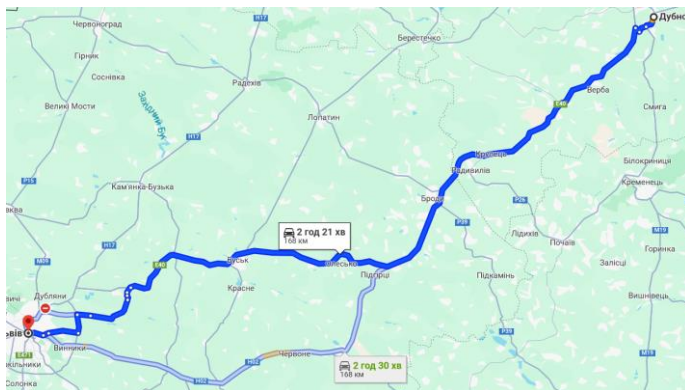


Рис. 1.1. Приклад маршрутизації в *Google Maps*

Класичний алгоритм Дейкстри був розроблений для розв'язання задачі пошуку найкоротшого шляху з одним джерелом для статичного графа. Він працює, починаючи з вихідного вузла і обчислює найкоротший шлях у всій мережі. Відзначаючи, що верхня межа відстані між двома вузлами може бути оцінена заздалегідь на заданій транспортній мережі,

розглянемо найпростіший практичний алгоритм для обчислення найкоротшого шляху.

Визначимо найкоротшу відстань за маршрутом від початку вузла  $A_1$  до вузла  $A_7$ , з проміжними пунктами-відрізками з позначеними їх відстанями в кілометрах (рис. 1.2).

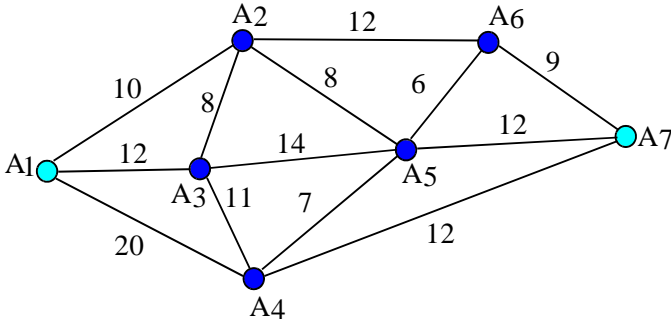


Рис. 1.2. Приклад транспортної мережі

Поділимо вузли на 6 перерізів, щоб кожен вузол проходив через нього (рис. 1.3).

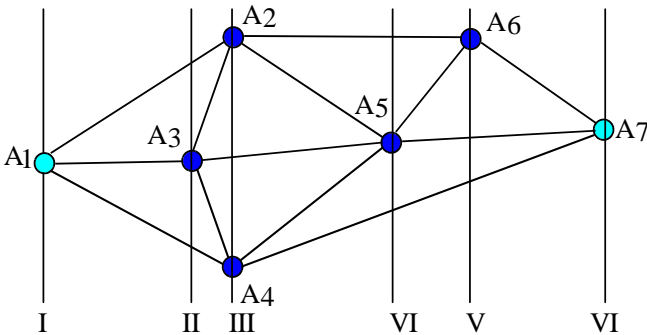


Рис. 1.3. Поділ транспортної мережі на перерізи за вузловими точками

Пошук найкоротшої мережі (найкращого рішення) починають з останнього перерізу, розкладаючи кожен наступний, перебираючи можливі варіанти.

Наприклад, переріз V включає один вузол  $A_6$ , який з'єднаний з вузлом  $A_7$ . єдиною мережею – шляхом  $A_6A_7$ . В такому варіанті довжина шляху  $A_6A_7$  є найкоротшою.

Переріз IV включає один вузол  $A_5$ , з якого від вузла  $A_7$  можна дістатися маршрутом за шляхом  $A_5A_7$  або через вузол  $A_6$  шляхами  $A_5A_6$  та  $A_6A_7$ .

Всі інші перерізи аналізуються аналогічно аж до вхідного (першого) перерізу (вузол  $A_1$ ) визначаючи найкоротшу відстань за попереднім перерізом.

#### Завдання №1

Для забезпечення потреб регіону в обласному об'єднанні знаходяться 8 перевізників, які здійснюють спільні вантажні перевезення (рис. 1.4).

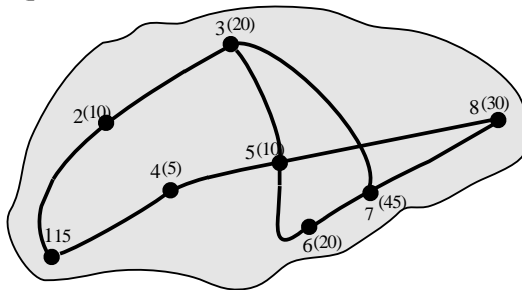


Рис. 1.4. Регіональна карта-схема обслуговування:  
6(20) – номер перевізника з його місячним вантажообігом

Координати перевізників (в декартовій системі координат) з їх місячним вантажообігом наведено в табл. 1.1

Таблиця 4.1

#### Координати перевізників\*

Перевізник	Координата, км		Вантажообіг, т/міс
	$X$	$Y$	
1	$12+i$	$12+i$	$15+i$
2	$43+i$	$24+i$	$10+i$
3	$60+i$	$47+i$	$20+i$
4	$28+i$	$37+i$	$5+i$
5	$33+i$	$59+i$	$10+i$
6	$22+i$	$64+i$	$20+i$
7	$31+i$	$79+i$	$45+i$
8	$105+i$	$47+i$	$30+i$

\*Примітка :  $i$  – номер варіанту



Використовуючи метод визначення центру ваги вантажопотоків визначити місце для розміщення регіонального логістичного центру.

*Обробка результатів досліджень*

Для вибору орієнтовного місця розміщення логістичного центру врахуємо транспортні витрати та їх перевізні можливості.

Центр ваги вантажних потоків в координатах  $X_c$  та  $Y_c$  (теоретичне місце розташування центру) розраховується за формулою (1.1) та наноситься на карту (рис. 1.5)

$$X_c = \frac{\sum_{i=1}^n B_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n B_i}, \text{ км}; \quad Y_c = \frac{\sum_{i=1}^n B_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^n B_i}; \text{ км} \quad (1.1)$$

де  $B_i$  – вантажообіг  $i$ -го перевізника;  
 $X_i, Y_i$  – координати  $i$ -го перевізника;  
 $n$  – загальна кількість перевізників.

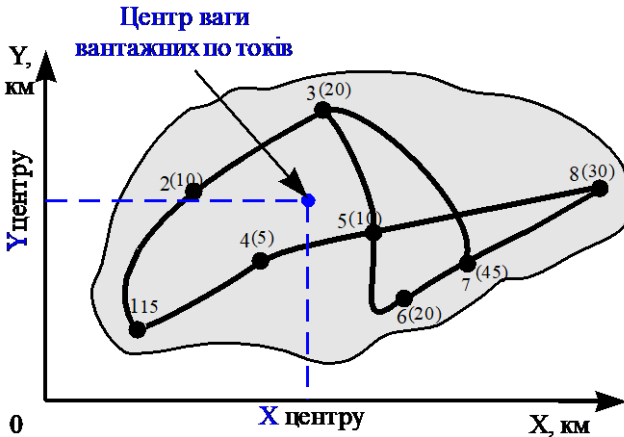


Рис. 1.5. Визначення центру ваги вантажних потоків для розміщення логістичного центру

Розрахований таким чином центр ваги вантажних потоків є орієнтовний, оскільки потребує подальшого аналізу з щодо

транспортної досяжності, доступності території для побудови центру та інших факторів.

### Завдання №2

Підприємство займається реалізацією сировини на ринках збуту  $KA, KB, KC$  і має постійних постачальників  $П1, П2, П3, П4, П5$  з різних регіонів (табл. 1.2). Планове збільшення обсягів реалізації сировини потребує нового розподільчого центру.

Тариф  $T$  для постачальників з доставки сировини на склад складає 1 у.о./т·км. Тарифи для споживачів рівні: для  $KA$  – 0,8 у.о./т·км,  $KB$  – 0,5 у.о./т·км,  $KC$  – 0,6 у.о./т·км. Постачальники здійснюють середню партію поставки відповідно в розмірах:  $П1$  – 150 т,  $П2$  – 75 т,  $П3$  – 125 т,  $П4$  – 100 т,  $П5$  – 150 т. Партія поставки для реалізації споживачам відповідно рівна:  $KA = 300$ ,  $KB = 250$ ,  $KC = 150$ .

Таблиця 1.2

Координати споживачів та постачальників

Координати, км	Постачальник					Споживач		
	$П1$	$П2$	$П3$	$П4$	$П5$	$KA$	$KB$	$KC$
$X$	$150+i$	$275+i$	$400+i$	$500+i$	$600+i$	$0+i$	$300+i$	$550+i$
$Y$	$125+i$	$300+i$	$275+i$	$100+i$	$550+i$	$575+i$	$500+i$	$600+i$

\*Примітка :  $i$  – номер варіанту

Використовуючи метод визначення центру ваги сировинних потоків визначити місце для розміщення нового розподільчого центру.

#### Обробка результатів досліджень

Центр зрівноваженої системи транспортних витрат  $M$  потенційного місця розташування розподільчого центру розраховується за формулою (1.2)

$$M = \frac{\sum_{i=1}^m T_{ni} \cdot R_{ni} \cdot Q_{ni} + \sum_{i=1}^n T_{ci} \cdot R_{ci} \cdot Q_{ci}}{\sum_{i=1}^m T_{ni} \cdot Q_{ni} + \sum_{i=1}^n T_{ci} \cdot Q_{ci}}, \quad (1.2)$$

де  $R_{ni}$ ,  $R_{ci}$  – координатна відстань яка позначає місцерозташування постачальника ( $R_{ni}$ ) і споживача ( $R_{ci}$ ), км;

$T_{ni}$ ,  $T_{ci}$  – транспортний тариф на доставку сировини, постачальника ( $T_{ni}$ ) і споживача ( $T_{ci}$ ), у.о./ т·км;

$Q_{ni}$ ,  $Q_{ci}$  – обсяг сировини який закуповується  $i$ -тим постачальником та який реалізується  $i$ -тим споживачем, т.

*Загальні вказівки до виконання лабораторної роботи.*

1. Ознайомитися з методикою визначення найкоротшої транспортної мережі та розташування обслуговуючого підприємства (центру).

2. Записати вихідні дані до завдань. За обраним номером варіанту  $i$  заповнити табл. 1.1 та табл. 1.2.

3. Розрахувати центр ваги матеріальних потоків за формулами (1.1) та (1.2).

4. За допомогою програми *Excel* побудувати точковий графік обслуговуючого регіону із нанесенням координат центру ваги для логістичного центру.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2 ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ВИТРАТ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ

**Мета роботи:** опанування методики оптимізації витрат перевізного процесу та застосування «пошуку рішення» в *Excel* на прикладі транспортної задачі.

**Програмний продукт:** *електронні таблиці Excel.*

### *Короткі відомості*

Транспортне забезпечення перевізного процесу нерідко характеризується такими умовами, щоб перевезти різну кількість одного однорідного вантажу, який спочатку зберігається в різних місцях, і доставляється в різні пункти призначення таким чином, щоб загальна вартість перевезення була мінімальною. Це також може бути визначено як перевезення товарів з різних пунктів відправлення в різні пункти призначення таким чином, щоб транспортні витрати були мінімальними (Вітлінський 2005, Вовк 2014).

Транспортна задача – це особливий тип задачі лінійного програмування, метою якої є мінімізація вартості розподілу одного товару від декількох джерел постачання (наприклад, підприємств) до декількох пунктів призначення (наприклад, складів). Мета задачі полягає у визначенні кількості товару, яку необхідно перевезти з кожного джерела до кожного пункту призначення, щоб задовольнити вимоги попиту та пропозиції за найнижчих транспортних витрат (Malhotra).

Транспортна проблема виникає в ситуаціях, пов'язаних з фізичним переміщенням товарів, наприклад, молока і молочних продуктів від заводів до холодильних камер, від холодильних камер до оптовиків, від оптовиків до роздрібних торговців і від роздрібних торговців до споживачів. Розв'язання транспортної задачі полягає у визначенні кількості товару, яку необхідно перевезти з кожного заводу до кожного холодильника, щоб задовольнити вимоги попиту та пропозиції за найнижчих транспортних витрат.

Наприклад, припустимо, що маємо  $m$  виробників, які постачають певний однорідний молочний продукт до  $n$  пунктів призначення (холодильних камер). Нехай завод  $P_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) виробляє  $a_i$  одиниць продукції, а холодильне сховище  $W_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) потребує  $b_j$  одиниць. Припустимо, що вартість транспортування від заводу  $P_i$  до холодильного складу  $W_j$  прямо пропорційна кількості/обсягу перевезень, і нехай  $C_{ij}$  – це вартість транспортування однієї одиниці продукції з  $i$ -го пункту відправлення до  $j$ -го пункту призначення, а  $X_{ij}$  – це кількість/обсяг перевезень з  $i$ -го пункту відправлення до  $j$ -го пункту призначення. Завдання полягає в тому, щоб визначити кількість одиниць продукції, яку потрібно перевезти з  $i$ -го пункту відправлення до  $j$ -го пункту призначення, щоб вартість перевезення була мінімальною. Для збалансованої транспортної задачі передбачається, що загальна пропозиція дорівнює загальному попиту. Транспортну задачу в табличній формі (табл. 2.1) можна представити наступним чином.

Таблиця 2.1

Вибір вихідних даних для транспортної задачі

Завод (виробник)	Склади (холодильні камери) / Призначення						Завод / Потужність
	W1	W2	...	Wj	...	Wn	
$P_1$	$X_{11}(C_{11})$	$X_{12}(C_{12})$	...	$X_{1j}(C_{1j})$	...	$X_{1n}(C_{1n})$	$a_1$
$P_2$	$X_{21}(C_{21})$	$X_{22}(C_{22})$	...	$X_{2j}(C_{2j})$	...	$X_{2n}(C_{2n})$	$a_2$
...	...	...	...	...	...	...	...
$P_i$	$X_{i1}(C_{i1})$	$X_{i2}(C_{i2})$	...	$X_{ij}(C_{ij})$	...	$X_{in}(C_{in})$	$a_i$
...	...	...	...	...	...	...	...
$P_m$	$X_{m1}(C_{m1})$	$X_{m2}(C_{m2})$	...	$X_{mj}(C_{mj})$	...	$X_{mn}(C_{mn})$	$a_m$
Вимоги до холодного зберігання	$b_1$	$b_2$	...	$b_j$	...	$b_n$	$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$

Оскільки  $C_{ij}$  та  $X_{ij}$  – це вартість перевезення та кількість перевезеного вантажу відповідно в клітинці  $(i, j)$ , тоді сума добутків  $X_{ij}$  та  $C_{ij}$  на виділені клітинки  $(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij})$  дає нам чисті витрати на транспортування одиниць  $X_{ij}$  від заводу  $P_i$  до холодильного сховища  $W_j$ .

Таким чином, цільова функція  $F$  мінімізації витрат матиме вигляд

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}. \quad (2.1)$$

Система обмежень в загальному випадку запишеться наступним чином

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_i \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_j \\ x_{ij} \geq 0 \end{cases} \quad (2.2)$$

Використовуючи позначення, описані вище, транспортна задача полягає у знаходженні  $X_{ij}$  ( $i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n$ ), щоб мінімізувати загальну вартість перевезень. Припускається, що сумарна кількість вільних місць дорівнює сумарним потребам, тобто умова обмеження. Проблема полягає у визначенні невід'ємних значень  $X_{ij}$  ( $\geq 0$ ), які задовольняють як обмеженням на наявність, так і обмеженням на потреби.

Такі типи задач, де попит і пропозиція точно рівні, відомі як збалансовані транспортні задачі. Пропозиція (з різних виробників) записується в рядках, тоді як стовпчик є виразом для попиту на різних складах. Загалом, якщо транспортна задача має  $m$  рядків і  $n$  стовпців, то вона є розв'язною, якщо є рівно  $(m + n - 1)$  базових змінних (лінійно незалежні). Однак транспортна задача є незбалансованою, якщо загальна пропозиція і загальний попит не рівні.

Наприклад, зведення відкритої транспортної задачі до закритої у випадку, якщо запаси перевищують потреби в ній, тобто, вводять фіктивний  $(n+1)$  пункт призначення із потребою  $b_{n+1} = \sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j$  і відповідно тарифами на перевезення, що дорівнюють нулю, а якщо потреби споживачів перевищують запаси постачальників – добавляють фіктивного  $(m+1)$  постачальника (відповідно тарифами на перевезення дорівнюють нулю).

## Завдання №1

Необхідно мінімізувати затрати на перевезення продукції від підприємств-виготовлювачів на торгові склади. При цьому необхідно врахувати можливості поставок кожного з виробників при максимальному задоволенні попиту виробників.

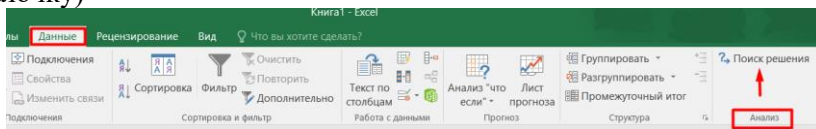
### Собівартість перевезення\*

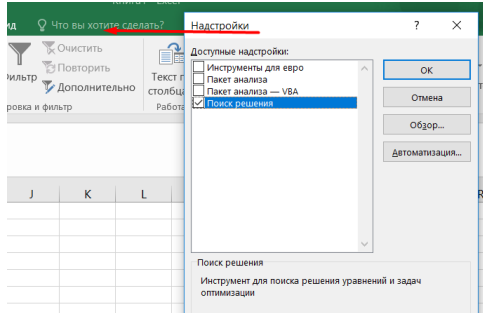
Виробник	Макс. обсяг, <i>t</i>	Підприємство					
		1	2	3	4	5	6
Завод 1	300	12+ <i>i</i>	8+ <i>i</i>	16+ <i>i</i>	14+ <i>i</i>	12+ <i>i</i>	9+ <i>i</i>
Завод 2	265	10+ <i>i</i>	15+ <i>i</i>	18+ <i>i</i>	12+ <i>i</i>	11+ <i>i</i>	10
Завод 3	186	8+ <i>i</i>	9+ <i>i</i>	8+ <i>i</i>	8+ <i>i</i>	10+ <i>i</i>	12+ <i>i</i>
Потреба підприємства, <i>t</i>		<u>120</u>	<u>240</u>	<u>110</u>	<u>76</u>	<u>82</u>	<u>123</u>

\*Примітка : *i* – номер варіанту

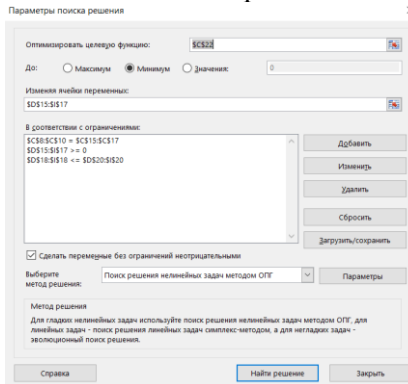
*Загальні вказівки до виконання лабораторної роботи.*

1. Ознайомитися з методикою розрахунку (оптимізації) витрат перевізного процесу.
2. Відкрити електронні таблиці *Excel*.
3. Записати умову задачі та оформити вихідні дані згідно варіанту (табл. 1).
4. Записати цільова функцію *F* мінімізації витрат та систему обмежень.
5. У випадку відсутності у верхньому меню «Дані» в підменю «Аналіз» «Пошуку рішення», тоді необхідно його налаштувати за допомогою команди «Надбудова» (поставити галочку)





6. Натиснувши на «Пошук рішення» у відкритому віконці «Параметри пошуку рішення» вносимо дані стосовно цільової функції та їх обмежень і знаходимо рішення.



7. Робимо висновки щодо оптимізації доставки вантажів від виробника до підприємства.

		Совместимость перевозчика					
	Объем	Підпр1	Підпр2	Підпр3	Підпр4	Підпр5	Підпр6
Завод1	300	12	8	16	14	12	9
Завод2	265	10	15	18	12	11	10
Завод3	186	8	9	8	8	10	12
	751						
		Фактический объем перевозень, т					
Зав. объем		Підпр1	Підпр2	Підпр3	Підпр4	Підпр5	Підпр6
Завод1	300	0	240	0	0	0	60
Завод2	265	120	0	0	0	82	63
Завод3	186	0	0	109.937	76.0628	0	0
Факт потр		120	240	109.937	76.0628	82	123
Потреба підпр		120	240	182	230	140	123
Витрати на перевезення	6680	1200	1920	879,497	608,503	902	1170

8. Оформити і захистити звіт



## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3 МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТРАНСПОРТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ

**Мета роботи:** набуття практичних навиків побудови елементів транспортного забезпечення перевізного процесу: ділянки дорожньої мережі, місця перетину, розв'язки, світлофорне забезпечення.

**Програмний продукт:** *PTV Vissim*

### *Короткі відомості*

Організація перевезень пасажирів або доставки вантажів неможлива без транспортної мережі, оцінку і візуалізацію якого зручно реалізувати в програмі *PTV Vissim* (Vissim, 2021).

Зручний графічний інтерфейс програми включає мережевий редактор, бічну панель (об'єкт) мережі, можливість швидкого перегляду налаштувань, табличні дані (рис. 3.1).

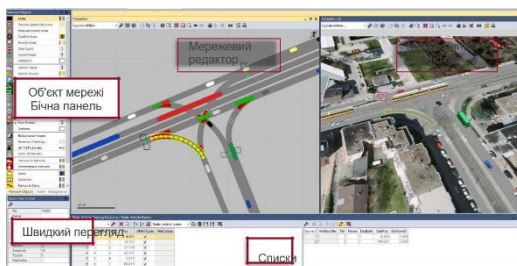


Рис. 3.1. Графічний інтерфейс *Vissim*

*Мережевий редактор* використовується для налаштування мережі та запуску моделювання.

До всіх типів мережевих об'єктів можна отримати доступ через бічну панель, а у швидкому перегляді можна редагувати атрибути вибраного об'єкта.

У списках можна відображати та редагувати базові дані, дані графічних і неграфічних мережевих об'єктів, а також

результати моделювання, наприклад типи відображення або типи транспортних засобів.

Бічна панель мережевого об'єкта (рис. 3.2) включає список усіх типів мережевих об'єктів (можна отримати доступ до налаштувань і функцій, які дозволяють відображати, вибирати та редагувати мережеві об'єкти в *Network Editor* за допомогою символів / значків і контекстного меню)

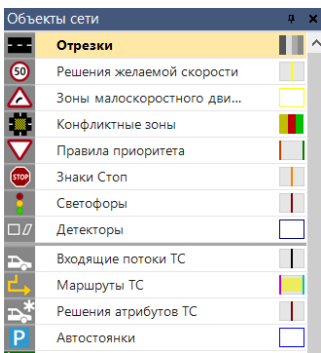


Рис. 3.2. Бічна панель *Vissim*

**Списки.** Щоб відредагувати атрибути мережевих об'єктів і баз даних, натисніть Списки. Для деяких типів мережевих об'єктів доступні діалогові вікна для редагування окремого об'єкта. Атрибути результату також можуть відображатися у списках (рис. 3.3).

Count	No	Name	FillStyle	FillColor	BorderLineStyle	BorderColor	Invisible	TextureFilename	TexHorizLen	Curved	NoMipmap	AllSidesSame	Rail	DrawOrder3D
1	0	Road gray	Solid fill	(255, 128, 128, 128)	Solid line	(255, 128, 128, 128)	<input type="checkbox"/>	Gray01.bmp	1,000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mid
2	11	Rail (stones)	Solid fill	(255, 101, 92, 79)	Solid line	(255, 101, 92, 79)	<input type="checkbox"/>	Stones02.bmp	3,333	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mid
3	12	Rail (road)	Solid fill	(255, 128, 128, 128)	Solid line	(255, 128, 128, 128)	<input type="checkbox"/>	Gray01.bmp	1,000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mid
4	21	Pedestrian area gray	Solid fill	(255, 128, 128, 128)	Solid line	(255, 128, 128, 128)	<input type="checkbox"/>		1,000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mid
5	22	Obstacle	Solid fill	(255, 128, 0, 0)	Solid line	(255, 128, 0, 0)	<input type="checkbox"/>		1,000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mid
6	31	Escalator steps	Solid fill	(255, 108, 108, 108)	Solid line	(255, 108, 108, 108)	<input type="checkbox"/>	Metal01.jpg	0,500	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mid
7	32	Escalator landing	Solid fill	(255, 128, 128, 128)	Solid line	(255, 128, 128, 128)	<input type="checkbox"/>	Metal02.jpg	0,167	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mid
8	33	Escalator handrail	Solid fill	(255, 0, 0, 0)	Solid line	(255, 0, 0, 0)	<input type="checkbox"/>		1,000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mid
9	34	Escalator balustrade	Solid fill	(255, 160, 160, 160)	Solid line	(255, 160, 160, 160)	<input type="checkbox"/>		1,000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mid
10	35	Escalator socket	Solid fill	(255, 128, 128, 128)	Solid line	(255, 128, 128, 128)	<input type="checkbox"/>		1,000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mid

Рис. 3.3. Панель «списки» *Vissim*

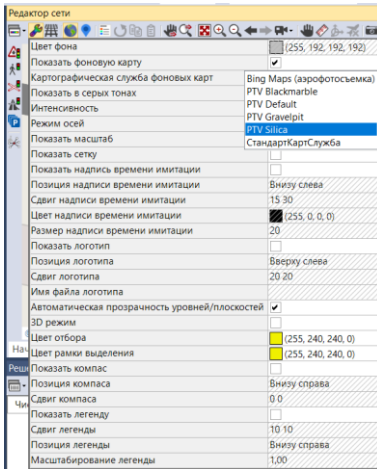


Рис. 3.4. Редактор базовых графических параметров

Перші кроки для побудови мережі Vissim. Для побудови транспортної мережі в Vissim можна працювати з фоною картою (використовуються для налаштування мережі Vissim і необхідним масштабуванням) або із прив'язаною вбудованою картою (картографією). Для зручності використовують редактор графічних параметрів (рис. 3.4). Щоб уникнути випадкового редагування / переміщення будь-якого фонового зображення, рекомендується вимкнути можливість вибору фонівих зображень.

### Вхідні потоки транспортних засобів (Редагування даних транспортних засобів)

Вхідні дані транспортних засобів визначають кількість транспортних засобів, які мають рухатися в межах мережі доріг Vissim. Вони розташовані на початку кожного зв'язку, що входить до мережі Vissim, і визначають абсолютний об'єм автомобіля за годину (транспорт/год). Транспортні засоби, які рухаються на лініях громадського транспорту, не можна включати сюди, оскільки вони моделюються окремо.

**Поворотні рухи.** Маршрути транспортних засобів визначають шлях, по якому рухається транспортний засіб на відгалуженнях дороги. Кожен маршрут транспортного засобу починається з рішення про маршрут, яке розташоване на посиланні. Кілька маршрутів транспортних засобів можуть починатися з цього рішення про маршрут і закінчуватися на різних ланках. Маршрут признається кожному транспортному засобу, коли він приймає рішення про маршрут (за умови, що

йому ще не призначено маршрут). Кількість транспортних засобів, які слідує за маршрутом транспортного засобу, можна визначити як відносну частку всіх маршрутів транспортних засобів, які починаються з рішення про маршрут. При прийнятті рішення щодо маршрутизації транспортні засоби не генеруються і не видаляються з мережі.


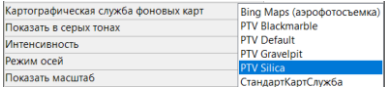
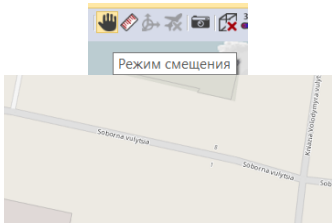
*Рішення про маршрути та маршрути.*

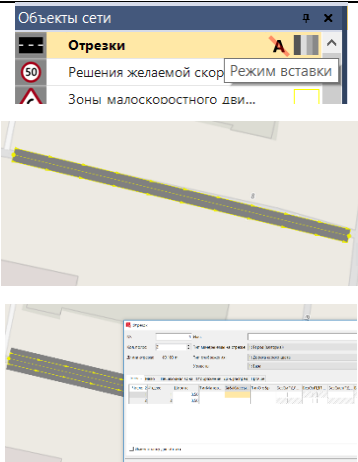
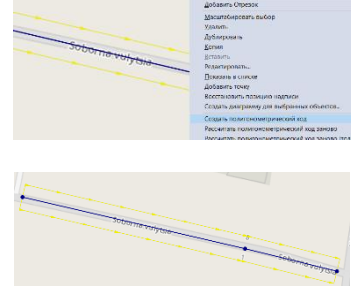
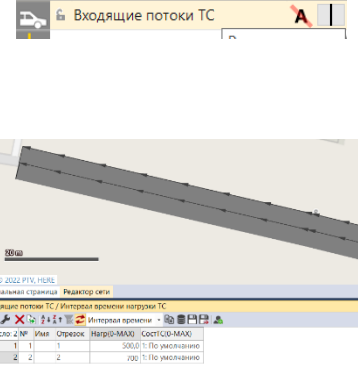
Фіолетова смуга для початкової секції відноситься до рішення про маршрут і, таким чином, позначає початкову точку маршруту першого транспортного засобу (бірюзова смуга позначає кінець першого маршруту транспортного засобу і може бути негайно переміщена в потрібне місце призначення першого маршруту транспортного засобу цього рішення про маршрут).

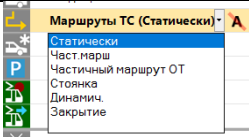

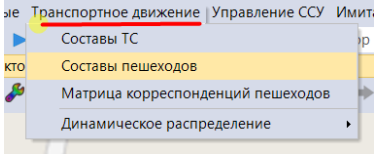
Послідовність етапів побудови структурних елементів транспортної мережі наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

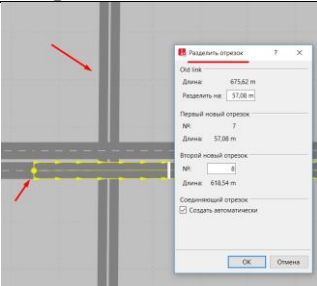
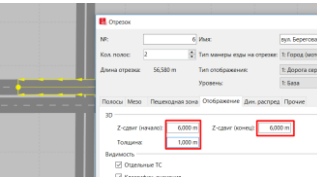
Послідовність етапів побудови структурних елементів транспортної мережі

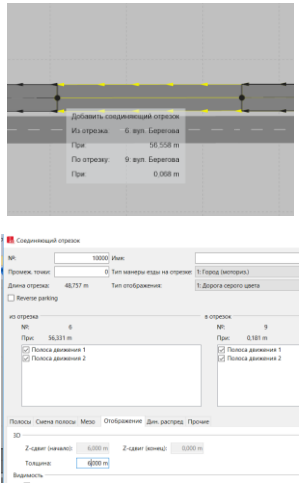
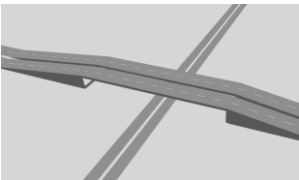
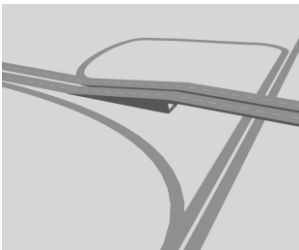
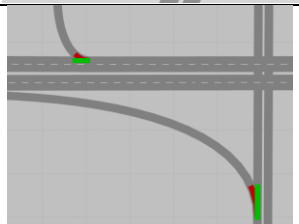
Послідовність операції	Підказки
1	2
<i>Побудова ділянки мережі</i>	
Після запуску програми натисніть на редактор мережі (розташовується внизу) для відображення карти	
В редакторі «мережі» виберіть карту PTV Silica (або можна імпортувати власне зображення і вказати його масштаб).	
На відображеній карті знайдіть виберіть досліджувану ділянку, для якої будете виконувати побудову. Для переміщення карти використовується «Режим зміщення», а також прокручування колесика мишки.	

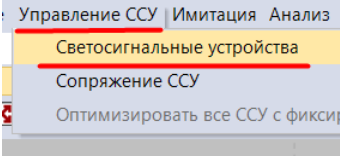
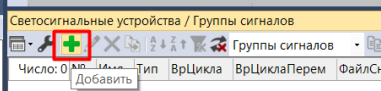
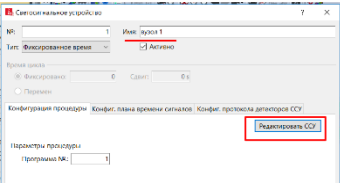
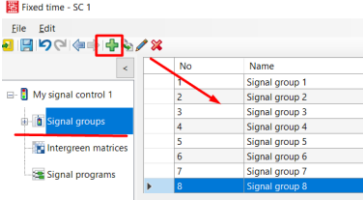
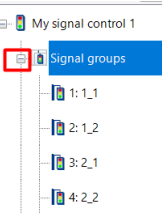
1	2
<p>На бічній панелі «об'єкти мережі» вибрати режим ставки «відрізки» і побудувати відрізок.</p> <p>Для зворотного руху додаємо полосу зустрічного руху та редагуємо параметри (ширину, обмеження для руху транспорту, умови перетину та ін.).</p>	
<p>Для більш точного відображення транспортної мережі можна включити прозорий контурний режим і за потреби відредагувати (перемістити) або поділити і змістити відрізок вибравши «полігонометричний хід»</p>	
<p>Вибравши на бічній панелі мережевого об'єкта «вхідні потоки транспортних засобів» і задавши їх на вхідних відрізках (виставляється чорний маркер) і автоматично формується таблиця з інтенсивністю вхідного потоку, значення якого вводиться у відповідну комірку.</p>	

<p>1</p> <p>Для побудови маршрутів руху транспорту на бічній панелі «маршрути транспортних засобів» вибирають їх тип «Статичний».</p> <p>Формують на мережевому редакторі початок і кінець маршруту за можливими напрямками</p>	<p>2</p>  																
<p>Задають склад транспортних потоків через верхнє меню «Транспортний рух» з вибором вкладки «Склад транспортних засобів».</p> <p>В таблиці за типами транспортних засобів вказують сумарний між ними розподіл, швидкість руху.</p>	 <table border="1" data-bbox="617 778 916 858"> <thead> <tr> <th>Число</th> <th>Тип ТС</th> <th>Распр/Жел/Скор</th> <th>Отн/Нагр</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>100: Автомобиль</td> <td>40: 40 км/ч</td> <td>0,500</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>200: НГВ</td> <td>20: 20 км/ч</td> <td>0,300</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>300: Автобус</td> <td>25: 25 км/ч</td> <td>0,200</td> </tr> </tbody> </table>	Число	Тип ТС	Распр/Жел/Скор	Отн/Нагр	1	100: Автомобиль	40: 40 км/ч	0,500	2	200: НГВ	20: 20 км/ч	0,300	3	300: Автобус	25: 25 км/ч	0,200
Число	Тип ТС	Распр/Жел/Скор	Отн/Нагр														
1	100: Автомобиль	40: 40 км/ч	0,500														
2	200: НГВ	20: 20 км/ч	0,300														
3	300: Автобус	25: 25 км/ч	0,200														

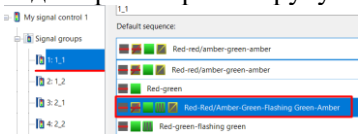
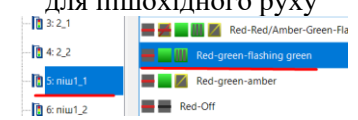
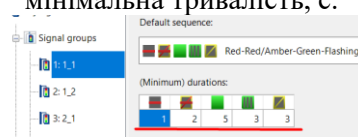
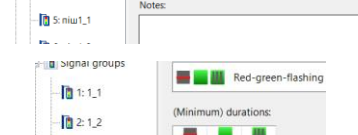
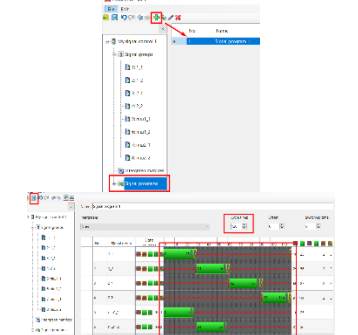
*Побудова транспортної розв'язки*

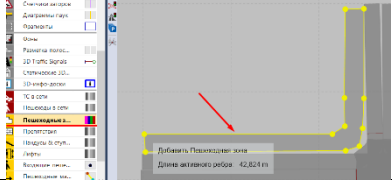
<p>Для заданої ділянки мережі, яка потребує розв'язки (наприклад, різнорівнева) розділяємо на окремий елемент заданий відрізок транспортної мережі і вказуємо його зміщення (висоту зміщення і товщину).</p>	 
--	--

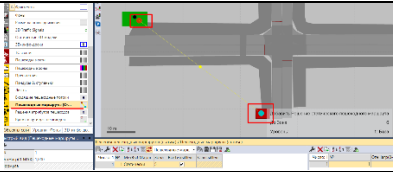
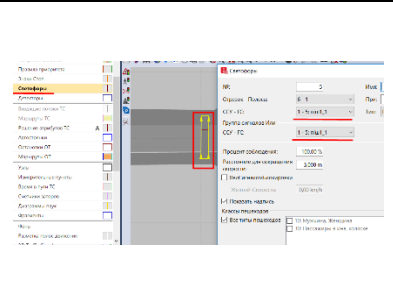
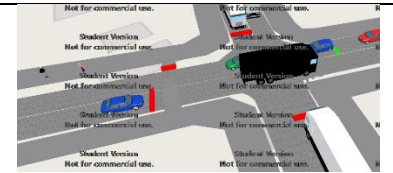
1	2
<p>Підвищений елемент з'єднуємо з основною ділянкою та задаємо параметри.</p> <p>Перевіряємо отриманий результат розв'язки побудованої в різних рівнях</p> <p>Аналогічно будуються інші елементи транспортної розв'язки.</p>	  
<p>Для конфліктних відрізків виставляються пріоритети проїзду використавши бічне меню «конфлікти».</p>	

1	2																		
<i>Побудова світлосигнальних пристроїв</i>																			
<p>Після побудови перехрестя, встановлюють контролери сигналів (світлофори) для цього переходимо у верхнє меню до вкладки «Управління сигнальними пристроями» і натискаємо вкладку «Світлосигнальні пристрої».</p> <p>У відкритому списку світлосигнальних пристроїв, натискаємо на кнопку «добавити» (у відкритому новому вікні «Світлосигнальні пристрої» натискаємо «Редагувати ССУ»)</p>	  																		
<p>Залежно від типу перехрестя створюємо сигнальну групу (задаємо кількість світлофорних об'єктів) за транспортними і пішохідними напрямками.</p>	  <table border="1" data-bbox="748 1114 960 1327"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Signal group 1</td></tr> <tr><td>2</td><td>Signal group 2</td></tr> <tr><td>3</td><td>Signal group 3</td></tr> <tr><td>4</td><td>Signal group 4</td></tr> <tr><td>5</td><td>Signal group 5</td></tr> <tr><td>6</td><td>Signal group 6</td></tr> <tr><td>7</td><td>Signal group 7</td></tr> <tr><td>8</td><td>Signal group 8</td></tr> </tbody> </table>	No	Name	1	Signal group 1	2	Signal group 2	3	Signal group 3	4	Signal group 4	5	Signal group 5	6	Signal group 6	7	Signal group 7	8	Signal group 8
No	Name																		
1	Signal group 1																		
2	Signal group 2																		
3	Signal group 3																		
4	Signal group 4																		
5	Signal group 5																		
6	Signal group 6																		
7	Signal group 7																		
8	Signal group 8																		



1	2
<p>Для кожної сигнальної групи вибираємо тип світлофора за сигналами та задаємо початкові параметри світлофора</p>	<p>для транспортного руху</p>  <p>для пішохідного руху</p>  <p>мінімальна тривалість, с.</p>  
<p>Узгоджуємо параметри сигналів, зокрема: загальну тривалість світлофорного циклу і розбиваємо за кожним напрямом), зберігаємо налаштування.</p>	

<p style="text-align: center;"><i>1</i></p> <p>Вибравши на бічній панелі «світлофори» приступаємо до їх встановлення на перехресті.</p> <p>Вказуємо їх приналежність до групи за ораними напрямками</p>	<p style="text-align: center;"><i>2</i></p>  
<p>Натискаємо бічну панель на «пішохідна зона» і формуємо пішохідну зону на мережі</p>	
<p>Між пішохідними зонами Бдуємо пішохідний відрізок і вказуємо його параметри</p>	 
<p>Вибравши в бічній панелі «Вихідний потік пішоходів», вибираємо на мережі попередньо сформовану зону вхідного потоку руху пішоходів, а у списку задаємо параметри потоку.</p>	 

1	2
<p>Задаємо пішохідні маршрути («Пішохідні маршрути» активна) і вказуємо напрямок руху пішоходів.</p>	
<p>Добавляємо світлофор для створеного пішохідного переходу. Для відображення світлофора в бічні панелі натискаємо на «Світлофори» і на створеному пішохідному переході задаємо тип світлофора.</p>	
<p>Перевіряємо побудовану мережу, запустивши її візуалізацію</p>	

*Загальні вказівки до виконання лабораторної роботи.*

1. Ознайомитися з схемою вулично-дорожньої мережі заданого району міста Рівне для якого будуть проводитися обстеження.

2. Побудувати перехрестя (приклад послідовності операцій описано вище). Вихідні дані стосовно характеристики транспортного потоку беруться з результатів досліджень (попередні роботи).

3. Здійснити розстановку і налаштування параметрів світлофорів.

4. Оформити і захистити звіт.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4 МОДЕЛЮВАННЯ МЕРЕЖІ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

**Мета роботи:** набуття практичних навиків побудови мережі громадського транспорту.

**Програмний продукт:** *PTV Vissim*

### *Короткі відомості*

Багато міст мають комплексну систему громадського транспорту, яка часто поєднує автобусні маршрути, приміські поїзди та метрополітен.

Мережа громадського транспорту забезпечує мобільність та доступ до ресурсів громади, працевлаштування, медичного обслуговування, інфраструктури та інших ресурсів міста.

Як пасажир взаємодіє з системою громадського транспорту та оцінюють її корисність? Типова модель поїздки, зазвичай складається з чотирьох компонентів:

1. Побудова пасажирського маршруту визначає, як пасажир вирішує подорожувати транспортною мережею.

2. Визначення послуг транспортної мережі визначає цінність і корисність їхнього варіанту пересування

3. Вибір виду транспорту – компонент моделі, в якому пасажир вирішує, яким користуватися видом транспорту, зважаючи на власну оцінку якості послуг порівняно з іншими варіантами пересування

4. Приєднання до транспортної мережі – процес, за допомогою якого кожен пасажир, який обрав транспортний засіб на етапі вибору виду транспорту, приєднується до транспортної мережі. Результатом розподілу є кількість посадок та висадок за часом доби для кожного транзитного маршруту на кожній зупинці.

Бажаними джерелами даних щодо поведінки пасажирів слугують:

- безпосереднє опитування під час поїздки (використовуються для відстеження транзитних пасажирів під час їхньої подорожі);

- опитування домогосподарств щодо подорожей (використовуються для відстеження поведінки та/або діяльності домогосподарств під час подорожей, як правило, із застосуванням журнальних методів).

- зовнішні опитування, які використовуються для розуміння подорожуючих, які в'їжджають або виїжджають з досліджуваної території, або перетинають ключові лінії в межах досліджуваної території;

- дані про пасажиропотік (наприклад, підрахунок пасажирів за допомогою автоматизованих систем або вручну);

- транзитні маршрути (маршрути подорожі), якими користуються пасажирів (наприклад, GPS).

Агрегування даних про посадку, висадку та пасажиропотоки забезпечує корисний підхід до оцінки попиту за принципом «першого зрізу». Однак ці дані не дають повної інформації про те, куди люди хочуть їздити. У більшості випадків дослідження вносять зміни в автобусні маршрути, і знання про пункти відправлення та призначення поїздок (на відміну від даних про посадку та висадку) є важливим для забезпечення того, щоб нові послуги були тісно пов'язані з тим, куди хочуть їхати пасажирів. Зокрема, повна інформація може бути використана при розробці прямих маршрутів, які зменшують потребу пасажирів у пересадці з однієї лінії на іншу. У міру того, як система пасажирських перевезень перетворюється на багатомаршрутну систему, з'являється багато можливостей значно покращити послуги та ефективність системи шляхом модифікації маршрутів та послуг, а потенційна фінансова економія повинна більш ніж окупили додаткові витрати та проблеми, пов'язані з побудовою надійної моделі громадського транспорту. Це вимагає двох нових елементів: побудови матриці поїздок і моделі вибору маршруту.

Типові рішення та міркування щодо побудови моделі включають:

- дизайн, планувальні особливості мережі;
- режим доступу, комбінації транзитних режимів;
- розклад руху громадського транспорту;
- розрахунок часу перебування на зупинках;

- врахування скупчення людей під час перевезень та під час паркування та їзди;
- врахування надійності перевезень
- послідовність у побудові маршрутів та параметрах вибору виду транспорту
- розподіл автобусів та автомобілів транспортної мережі;
- параметри побудови шляхів (параметри, що використовуються для обмеження обсягу побудованих шляхів до тих, які є можливими та розглянутими, наприклад, для певного режиму, часу доби тощо та параметри, які змінюють спосіб інтерпретації/сприйняття часу/вартості.

За останні два десятиліття розроблено ряд оптимізаційних моделей для проектування мереж громадського транспорту. Ці моделі можна умовно розділити на шість категорій (Hamerslag, 2012):

1. Аналітичні моделі. Ці моделі використовують спрощені мережі для отримання оптимальних співвідношень для параметрів системи громадського транспорту, наприклад, швидкості руху та інтервалів між маршрутами.

2. Моделі, що визначають, які зв'язки слід використовувати для побудови маршрутів мережі громадського транспорту.

3. Моделі, що визначають маршрути без урахування частоти руху на маршрутах.

4. Моделі, що призначають частоти заданому набору маршрутів.

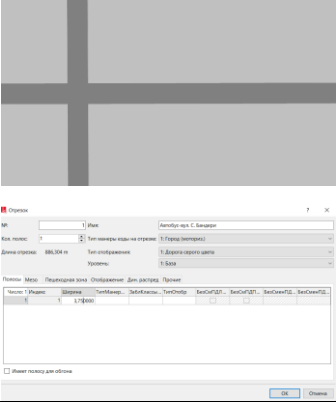
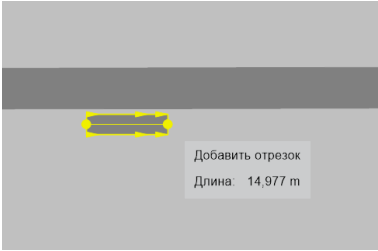
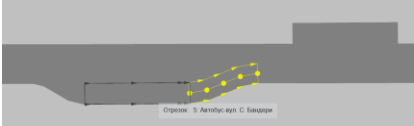
5. Моделі, що визначають маршрути на першому етапі та призначають частоти на другому етапі.

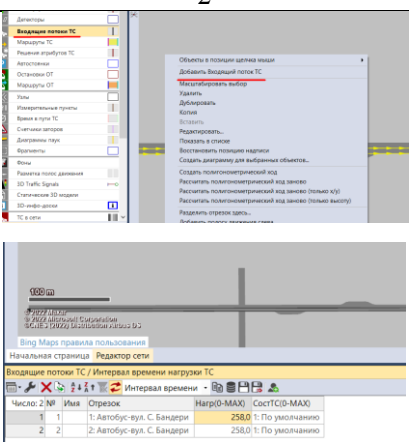

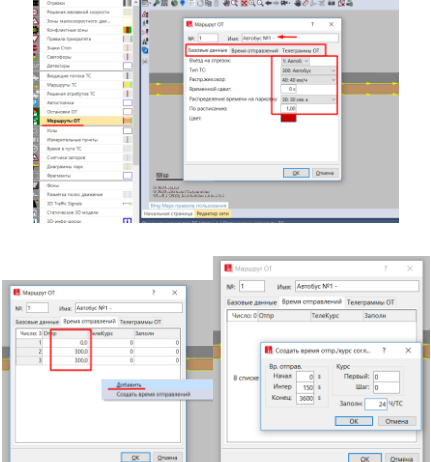
6. Моделі, що визначають маршрути та частоти одночасно.

Послідовність побудови мережі руху громадського транспорту включає такі етапи (табл. 4.1).

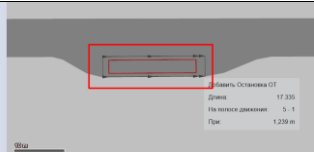
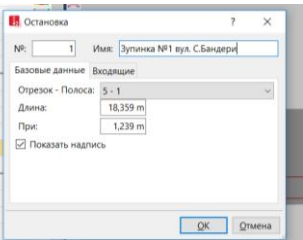
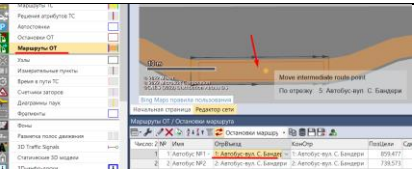
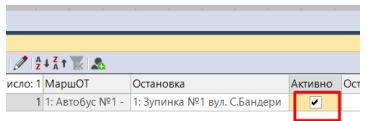
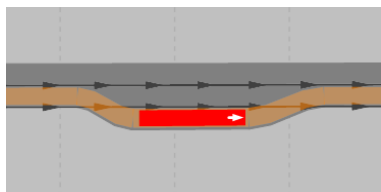
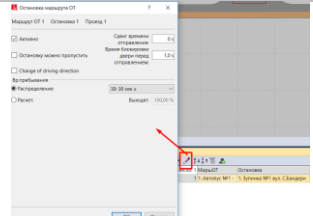
Таблиця 4.1

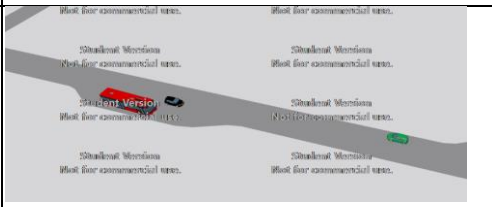
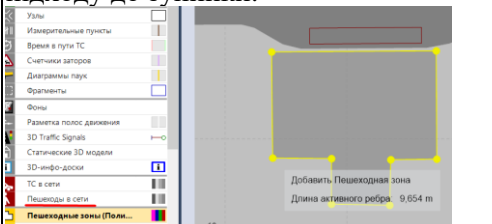
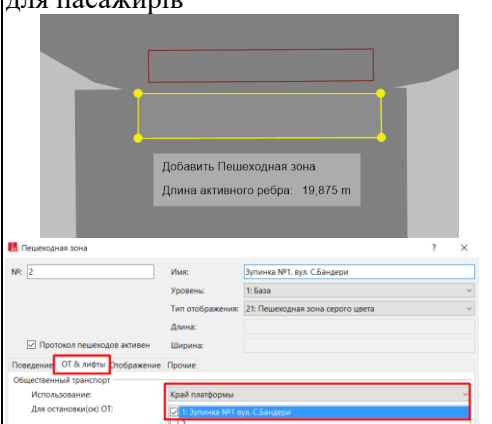
## Етапи побудови мережі руху громадського транспорту

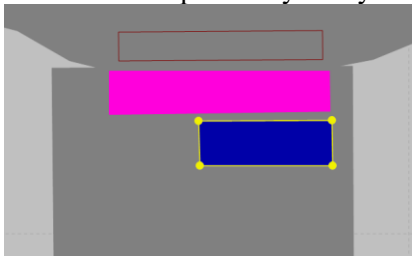
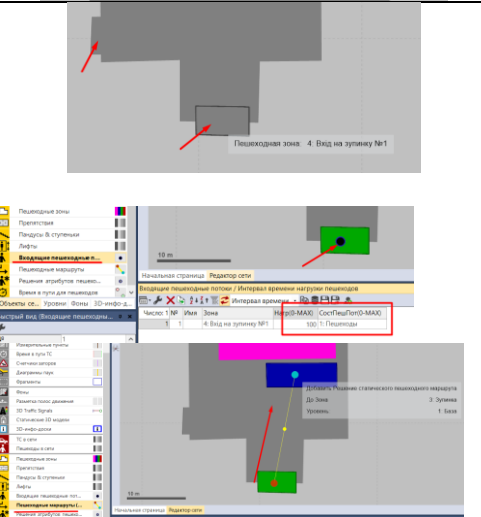
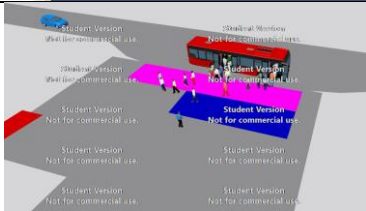
Назва етапу	Підказки для виконання
<p data-bbox="151 316 471 584">1. Побудова мережі Будуємо транспорту мережу за допомогою відрізків використовуючи бічне меню «Лінії» і вказуємо її параметри (кількість смуг руху, ширина та ін.)</p>	<p data-bbox="471 276 967 316">2</p> 
<p data-bbox="151 719 471 991">2. Будуємо заїзний карман транспортної мережі в прямому і зворотному напрямі (місця розташування зупинок вибираються за існуючими або проектними).</p>	<p data-bbox="471 719 967 855">Для побудови карману вибирається об'єкт мережі «Відрізки» і задаються її параметри: протяжність (довжина) та ширина.</p>  <p data-bbox="471 1106 967 1174">Заїзний карман з'єднується з транспортною мережею</p> 

<p style="text-align: center;"><i>1</i></p> <p>3. На побудованій транспортній мережі вказуємо входні потоки за всіма напрямками та інтенсивність руху транспорту</p>	<p style="text-align: center;"><i>2</i></p>  <table border="1" data-bbox="515 630 840 678"> <thead> <tr> <th>Число</th> <th>№</th> <th>Имя</th> <th>Отрезок</th> <th>Напр0-МАХ0</th> <th>СостТЦ0-МАХ0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1:</td> <td>Автобус-вул. С. Бандери</td> <td>258,0</td> <td>1: По умолчанию</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>2:</td> <td>Автобус-вул. С. Бандери</td> <td>258,0</td> <td>1: По умолчанию</td> </tr> </tbody> </table>	Число	№	Имя	Отрезок	Напр0-МАХ0	СостТЦ0-МАХ0	1	1	1:	Автобус-вул. С. Бандери	258,0	1: По умолчанию	2	2	2:	Автобус-вул. С. Бандери	258,0	1: По умолчанию
Число	№	Имя	Отрезок	Напр0-МАХ0	СостТЦ0-МАХ0														
1	1	1:	Автобус-вул. С. Бандери	258,0	1: По умолчанию														
2	2	2:	Автобус-вул. С. Бандери	258,0	1: По умолчанию														
<p>4. Формуємо напрями руху транспорту за обраними напрямками</p>																			
<p>5. Вказуємо вихідні дані (час відправлення, швидкість руху, заповнюваність салону автобуса та ін.) для обраних маршрутів руху громадського транспорту</p>	 <p><b>Масшрут ОТ</b></p> <table border="1" data-bbox="509 1133 711 1252"> <thead> <tr> <th>№</th> <th>Имя</th> <th>Автобус</th> <th>Телемаршрут</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0,0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>3600</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>3600</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Масшрут ОТ</b></p> <p>Базовые данные: Время отправления: Телемаршрут: ОТ</p> <p>Число 0/0/0/0</p> <p>В отпус. Курс: 0</p> <p>Начал: 15:00 Период: 0</p> <p>Интер: 150 Мин: 0</p> <p>Конеч: 3600 Заполн: 24/175</p>	№	Имя	Автобус	Телемаршрут	1	1	0,0	0	2	2	3600	0	3	3	3600	0		
№	Имя	Автобус	Телемаршрут																
1	1	0,0	0																
2	2	3600	0																
3	3	3600	0																



1	2
<p>6. Використовуючи бічне меню «Зупинки ГТ» переходимо до вибору необхідних зупинок громадського транспорту</p>	 
<p>7. У випадку, якщо обраний маршрут руху не проходить через зупинку здійснюємо його переміщення через заїзний карман та активацію</p>	   

1	2
<p>8. Здійснюємо перевірку маршрутної мережі мережу. Для цього запускаємо візуалізацію і перевіряємо на відсутність помилок</p>	
<p>9. Приступаємо до побудови зупинки (місця для розміщення пасажирів.</p>	<p>Використовуючи об'єкт «пішохідні зони» формуємо пішохідну зону для підходу до зупинки.</p>  <p>Використовуючи об'єкт «пішохідні зони» формуємо посадочну платформу для пасажирів</p>  <p>Добавить Пешеходная зона Длина активного ребра: 19,875 m</p> <p>Пешеходная зона</p> <p>№: 2 Имя: Зупинка №1, вул. С.Бандери</p> <p>Уровень: 1: База</p> <p>Тип отображения: 21: Пешеходная зона серого цвета</p> <p>Длина:</p> <p>Ширина:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Протокол пешеходов активен</p> <p>Поведение: <input checked="" type="checkbox"/> ОТ &amp; метро <input type="checkbox"/> Общественный транспорт</p> <p>Использование: <input checked="" type="checkbox"/> Край платформы</p> <p>Для остановки ОТ: <input checked="" type="checkbox"/> Зупинка №1, вул. С.Бандери</p>

1	2
	<p style="text-align: center;"><b>Створюємо зупинку</b></p> 
<p>10. Створюємо зону для потоку пасажирів на зупинку та з неї:          -вказуємо потоки пасажирів («вхідні потоки» та їх кількість; «вихідні потоки» та їх кількість; «пішохідні потоки» та їх кількість);          - вказуємо напрям руху пасажирів до зупинки (об'єкт «пішохідні маршрути»)</p>	
<p>11. Перевіряємо функціонування мережі громадського транспорту шляхом її візуалізації і відсутності помилок.</p>	
<p>12. Аналогічним чином формуємо інші зупинки транспортних засобів</p>	

*Загальні вказівки до виконання лабораторної роботи.*

1. Отримати вихідні дані щодо маршрутної мережі, режимів роботи громадського транспорту, розміщення зупинок (завдання видає викладач).
2. Побудувати досліджувану мережу руху громадського транспорту.
3. Побудувати зупинки громадського транспорту.
5. Задати пішохідний потік до зупинок.
6. Здійснити візуалізацію отриманої моделі.
7. Оформити і захистити звіт.

*Контрольні запитання*

1. Опишіть процес побудови спеціального місця для зупинки громадського транспорту?
2. Як налаштувати зміну кількості пасажирів за зупинками?
3. Опишіть послідовність побудови мережі руху громадського транспорту.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5 МОДЕЛЮВАННЯ ІМОВІРНІСНОГО ВИБОРУ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

**Мета роботи:** набуття практичних навиків імітаційного моделювання імовірнісного (динамічного) вибору при здійсненні перевезень транспортною мережею.

**Програмний продукт:** *PTV Vissim*

### *Короткі відомості*

Основна задача маршрутизації транспортних засобів полягає в тому, щоб в ефективному наборі декількох маршрутів для парку транспортних засобів, які починаються і закінчуються в центральному депо для обслуговування заданого набору клієнтів (наприклад, склади, магазини, школі, міст), коли кожен клієнт повинен бути обслужений лише один раз одним транспортним засобом з найменшими витратами. Таким чином, всі дані відомі заздалегідь, тобто це статична задача.

Реальні логістичні та виробничі задачі є одними найскладнішими, оскільки велика їх кількість є динамічною. Загалом, в динамічній задачі частина або всі вхідні дані виявляються динамічно (імовірно) під час проектування або реалізації статично спланованого рішення. Динамічні задачі набагато складніше розв'язувати, ніж статичні задачі комбінаторної оптимізації, де всі дані відомі заздалегідь, тобто до початку процесу оптимізації. Динамічна задача маршрутизації транспортних засобів полягає в розробці оптимального набору маршрутів для парку транспортних засобів з метою обслуговування заданого набору клієнтів, в той час як нові замовлення клієнтів надходять під час виконання запланованого раніше робочого дня. Таким чином маршрути повинні реконфігуруватися динамічно під час виконання доставки.

Природа динамічної маршрутизації може бути різною, і це значною мірою залежить від елементів, з яких вона складається. Одним з найчастіше розглянутих аспектів динамічної проблеми є наявність одержувачів (кінцевих споживачів). Згідно з (Pillac, 2012) близько 80% проблем пов'язані з динамічною появою

клієнтів, тоді як близько 10% пов'язані з динамічним часом у дорозі, а близько 3% - з поломками транспортних засобів. Таким чином, слід виділити наступні динамічні елементи:

А) динамічні споживачі – інформація про споживачів розкривається поступово і паралельно з фактичним виконанням маршруту. Зокрема, зміни, що стосуються споживачів, пов'язані з: динамічними запитами, включаючи нові запити та скасування запитів; динамічною локалізацією, в тому числі зміною місцезнаходження клієнта; динамічні запити, включаючи зміни кількості замовлених товарів; динамічна доступність споживачів – зміна часового вікна доступності споживача («м'яке» або «жорстке» вікно), причому інформація про те, в якому часовому проміжку присутні споживачі, апіорі невідома; динамічний час замовлення – включаючи зміни в необхідному споживачеві часі обслуговування або доставки (споживачі, як правило, прискорюють час обслуговування або доставки);

Б) динамічний час у дорозі – час у дорозі може залежати від часу або навколишнього середовища, наприклад, погодні або дорожні умови затримують прибуття до даного клієнта;

В) динамічний час обслуговування – запланований час ремонту може змінюватися в залежності від проблем, виявлених на об'єкті;

Г) динамічна доступність транспортних засобів, включаючи несподівані події, такі як поломки транспортних засобів;

Щоб краще зрозуміти клас динамічних задач, що розглядаються, розглянемо приклад компанії, для якої серед множини клієнтів з усіх можливих потребують замовлення в певний робочий день. Вибір маршруту для доставлення замовлення нефіксований, а характеризується власним вибором (досвідом) водія (рис. 5.1). Динамічну задачу слід розв'язувати за допомогою підходу, що враховує обмеження, пов'язані з наявністю вхідних даних або залежностей між вхідними даними, що впливають зі стану системи.

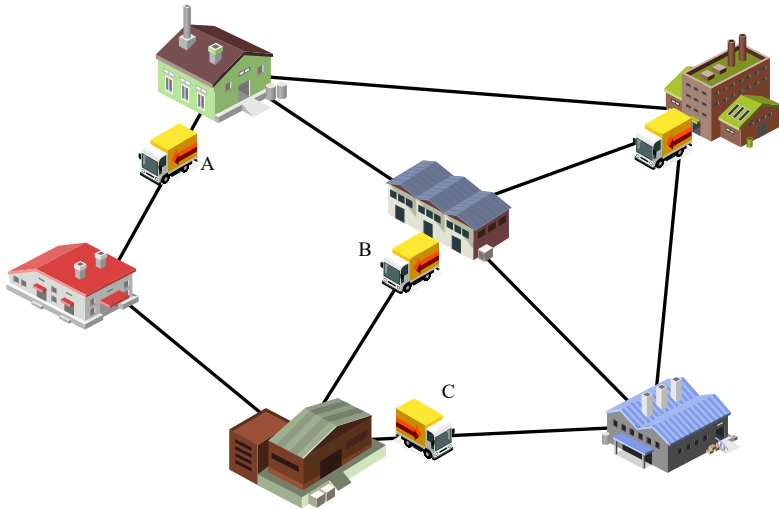


Рис. 5.1. Імовірнісний вибір маршруту:  
 А, В, С – можливі варіанти вибору маршруту для доставки  
 одному і тому ж сподивачу

На основі найпростішої моделі змодельємо рух з початкового до кінцевого пункту до якого можна дістатися різними шляхами.

Етапи моделювання включають:

1. Побудова транспортної мережі із системи відрізків вибору модливіє варіантів обраного напрямку маршруту (фоормується, як правило, за ділянками існуючої вулично-дорожньої мережі (рис. 5.2).

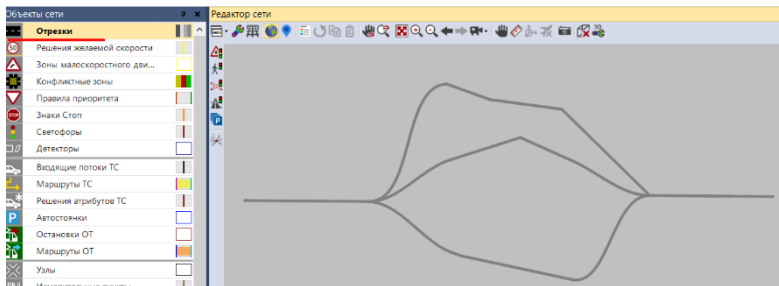


Рис. 5.2. Відображення дорожньої мережі

2. Побудова вузлів. Для цього в бічній панелі натискаємо на «Вузли» і формуємо їх на вході, виході та за проміжними вузлами, тобто характерними ділянками їх розподілу (рис. 5.3).

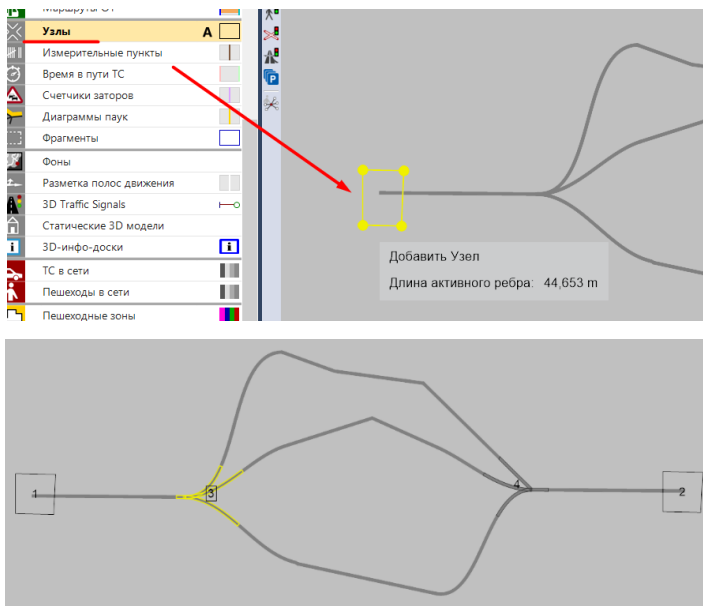


Рис. 5.3. Формування вулів транспортної мережі

3. Вибір зон. Для цього в бічній панелі вибираємо тип «Автостоянки», а за входним відрізом вказуємо зону входу і виходу, відповідно початок і завершення поїздки (рис. 5.4).

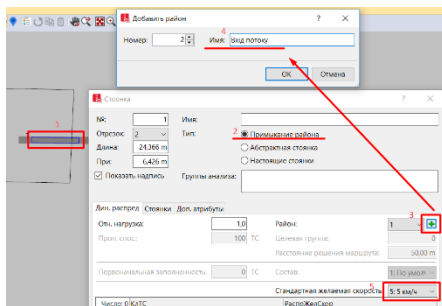


Рис. 5.4. Вибір зон



4. Пріоритет вибору – конфліктність ситуацій. За всіма конфліктними вузлами вказуємо статус «невизначено» (рис. 5.5).

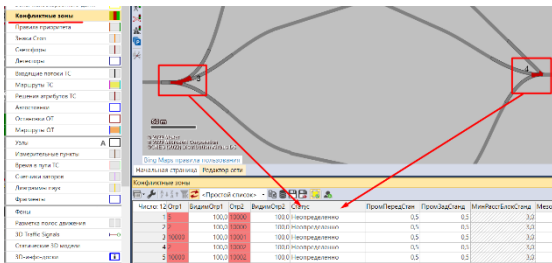


Рис. 5.5. Пріоритет вибору – конфліктність ситуацій

5. Формування списку районів передбачає налаштування параметрів через верхнє контекстне меню «Транспортний рух» з вибором вкладки «Динамічний розподіл» → «Райони» (рис. 5.6).

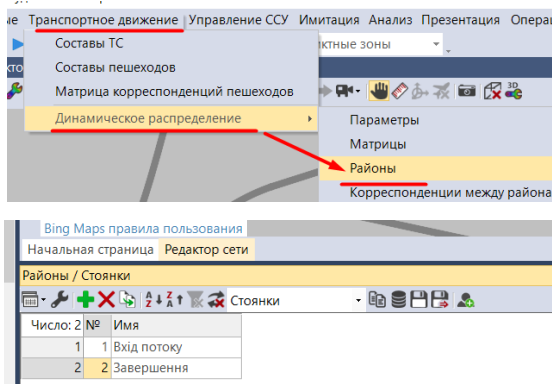


Рис. 5.6. Налаштування параметрів «Райони»

6. Для формування матриці інтенсивності також з верхнього контекстного меню «Транспортний рух» вибираємо вкладку «Динамічний розподіл» → «Матриці» та вказуємо параметри інтенсивності транспортного потоку (рис. 5.7).

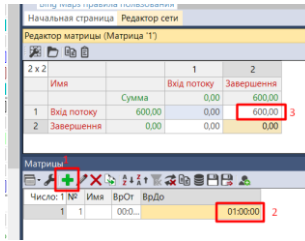


Рис. 5.7. Формування матриці інтенсивності транспортного потоку

7. Налаштування параметрів розподілу здійснюється також через верхнє контекстне меню «Транспортний рух» вибравши вкладку «Динамічний розподіл» → «Параметри» з вибором матриці (рис. 5.8).

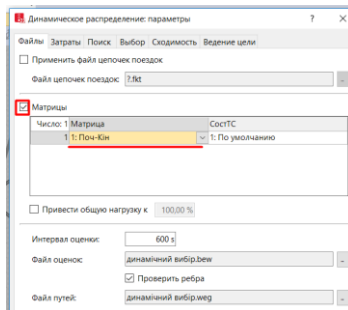


Рис. 5.8. Налаштування параметрів розподілу

7. Налаштування параметрів перегляду моделі здійснюється через верхнє контекстне меню «Імітація» з вибором вкладки «Параметри» (рис. 5.9).

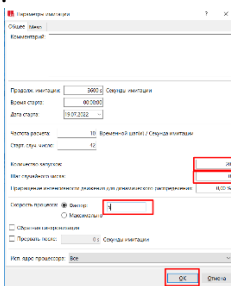
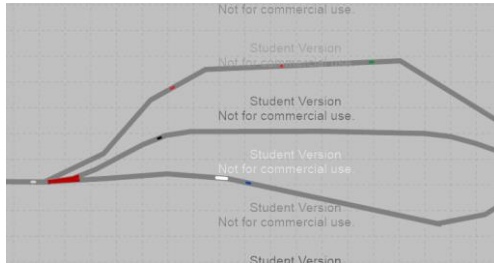


Рис. 5.9. Параметри імітації процесу

## 8. Запуск моделі динамічного вибору маршруту руху



*Загальні вказівки до виконання лабораторної роботи.*

1. Побудувати систему транспортної мережі для динамічного вибору маршруту.
2. Побудувати вузли.
3. Задати зони.
5. Сформуванати списки районів
6. Сформуванати матрицю інтенсивності.
7. Налаштувати параметри розподілу.
7. Налаштувати параметри перегляду моделі.
8. Запустити модель динамічного вибору маршруту
9. Оформити і захистити звіт.

### *Контрольні запитання*

1. У чому полягає відмінність між динамічним і статичним вибором транспортного маршруту?
2. Як побудувати матрицю поїздок?
3. Яким чином налаштовуються конфліктні точки?
4. Опишіть послідовність побудови вузлів транспортної мережі.
5. Як задати склад транспортних потоків?
6. Як задати швидкість транспортного потоку на певному відрізку?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

### МОДЕЛЮВАННЯ МІСЦЬ СТОЯНКИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВИРОБНИЧИХ СТРУКТУР ТА ЗУПИНОК НА ДІЛЯНКАХ ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ

**Мета роботи:** набуття практичних навиків імітаційного моделювання спеціальних місць для зупинки і стоянки транспортних засобів в *PTV Vissim*.

**Програмний продукт:** *PTV Vissim*

#### *Короткі відомості*

При плануванні стоянок і зупинок транспортних засобів для виробничих структур або на ділянках вулично-дорожньої мережі вихідними даними є: площа території, які відведена для розташування транспортних засобів, тип дорожнього покриття, рівень обороту транспортних засобів, або його транспортне завантаження (потік), доступність «входу-виходу», дизайнерські рішення щодо освітлення, озеленення та водовідведення території та ін.

Такі рішення впливають на їх конструктивне виконання. Наприклад, розрізняють такі типи місць стоянки (паркінгів):

1. Підземний паркінг. Будується повністю під землею у вигляді підвалу або прихованого простору. Це дозволяє більш активно використовувати землю, звільняючи простір і приховуючи транспортні засоби від вуличного ландшафту. Саме тому ці типи паркінгів підходять для ділянок із середньою та високою щільністю забудови та високою вартістю землі.

2. Напівпідвальні паркінги. Будуються частково нижче рівня землі, або як напівпідвал, або як частково прихований простір. На відміну від підземного паркінгу, він вимагає меншого обсягу земляних робіт, гідроізоляції та фундаменту. Це також допомагає у вирішенні різних проблем, пов'язаних з ділянкою, наприклад, з високим рівнем ґрунтових вод.

3. Паркінг на першому поверсі будівлі. Як випливає з назви, ці типи паркінгів розташовані на першому поверсі будь-якої будівлі. Паркінг на першому поверсі є простим і економічно вигідним, оскільки виключає будівництво та обслуговування

дорогих підземних споруд. Однак, наземні паркінги можуть призвести до того, що фасади будинків стануть похмурими і домінуватимуть над автомобілями. Тому дизайнери впроваджують активні інтерфейси, такі як магазини або квартири, що виходять на вулицю. В іншому випадку він стає непридатним у жвавих міських районах.

4. Наземні паркінги. Ці типи паркінгів будуються на відкритій території без використання будь-яких закритих конструкцій на рівні землі. Перевагу надають у приміських зонах, оскільки вони не порушують цілісність природи і забудови.

Наземний паркінг є більш економічним, ніж підземний або напівпідвальний, оскільки забезпечує порівняно більше місця. Дизайнери також впроваджують озеленення, затінення або пішохідні доріжки, щоб покращити візуальний вигляд і порушити домінування серійно припаркованих транспортних засобів.

Оскільки ці типи паркінгів частково знаходяться над рівнем вулиці, вони надають житловим і офісним будівлям таку необхідну приватність. Водночас, комерційні та торгові будівлі повинні шукати рішення для вирішення проблем доступності.

З метою підвищення ефективності використання простору для розташування транспортних засобів застосовують підбір геометричної конфігурації шляхом зміни їх розташування (перерозподілу). Розглянемо геометричну конфігурацію паркувальних місць для зручного та ефективного розміщення транспортних засобів (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Геометричні особливості місць для стоянки транспортних засобів

Місця для стоянки транспортних засобів*		
Тип побудови	Схематичне зображення	Загальні рекомендації
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Планування місць під кутом $30^\circ$		Перевагою такого типу є краща маневреність та зменшення затримок.
Планування місць під кутом $45^\circ$		Паркувальний простір дозволяє збільшити кількість одиниць транспортних засобів за рахунок збільшення кута паркування. Зручність маневрування завдяки зменшенню радіусу розвороту.
Планування місць під кутом $60^\circ$		Займає менше місця і дозволяє транспорту легко маневрувати на в'їзді та виїзді.
Планування місць під кутом $90^\circ$		Найбільшим недоліком такого планування є ризик зіткненням з іншим транспортом, які одночасно перебувають або виконують маневр.

продовження табл. 6.1

1	2	3
Паралельне планування місць		<p>Передбачає паралельне паркування транспортних засобів.</p> <p>Такий тип паркування характерний на жвавих вулицях і в місцях з обмеженим простором.</p>

\*Примітка : Kadiyalı, 1997.

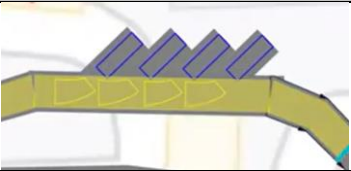
Опишемо послідовність етапів моделювання спеціальних місць для зупинки і стоянки транспортних засобів на ділянках дорожньої мережі парковки в *PTV Vissim* – табл. 6.2

Таблиця 6.2

Етапи моделювання спеціальних місць для зупинки і стоянки транспортних засобів

Етапи моделювання	Покрокове відображення процесу моделювання
1	2
1. Побудова відрізка транспортної мережі та заданого транспортного потоку (в якості вихідних даних використовуються попередні лабораторні роботи або дані отримані під час практичної підготовки)	
2. Побудова місця стоянки транспортних засобів (парковка). Для цього вибирається в бічному меню вкладку «Автостоянки» та на вказаній ділянці задаються значення її параметрів (загальна довжина, кількість паркомісць, геометричну побудову)	

продовження табл. 6.2

1	2
<p>3. Вказуємо напрям руху до заданої стоянки (парковки). Використовуючи бічне меню «Маршрути ТС» → вибираємо з випадаючого меню «Стоянка» і задаємо напрям.</p>	
<p>4. Формуємо мережу парковок</p>	
<p>5. Запускаємо процес візуалізації змодельованої ділянки парковки, попередньо зберігши файл.</p>	

*Загальні вказівки до виконання лабораторної роботи.*

1. Дослідити місце стоянки транспортних засобів та здійснити побудову проектувального ескізу (завдання видає викладач або здобувач вищої освіти може запропонувати власний варіант).

Проектувальний ескіз повинен відображати загальні розміри місця для стоянки транспортних засобів, містити вхід і вихід з парковки, аварійний вихід, кількість рядів, геометричні розміри паркомісця).

2. Найефективнішим методом обстеження місця стоянок є відео фіксація, що дозволяє в часовому періоді дані стосовно типу транспортних засобів, часу їх стоянки, опису вибору місця (табл. 7.3).

Таблиця 6.3



### Вихідні дані дослідження стоянки транспортних засобів

Об'єкт стоянки (місце)	Загальна кількість місць, од.	Загальна площа стоянки, м <sup>2</sup>	Тип транспортного засобу	Час перебування, год.
ТОВ «К-Т-С»	50	100	Автомобіль вантажний	16
...	...	...	Автомобіль легковий	1
...	...	...	...	...

Виконуючи обробку результатів спостереження дати оцінку попиту на стоянку (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

### Оцінка попиту на стоянку транспортних засобів

Час спостереження, год.	Кількість місць		
	Загальна	Зайнятих транспортом	Вільних
9:10-10:00	50	40	10
...	...	...	...
Всього		Σ	Σ

3. Розрахувати: навантаження на стоянку, середню тривалість стоянки транспорту та індекс паркування (Kadiyalı, 1997).

1. Об'єм місць стоянки  $Q_{нар} = 50$  автомобілів.

2. Годинне паркувальне навантаження стоянки  $N_{нав}$

$$N_{вихід} = 10+2+7+2+4+2+3+1 = 31 \text{ авт/год.}$$

3. Середня тривалість стоянки транспортного засобу  $t_{нар}$

$$t_{нар} = N_{вихід} / N_{нав} = 24 / 31 = 0,77 \text{ год (46 хв.)}$$

4. Індекс паркування (заповнюваність)  $K_{нар}$  за одну годину

$$K_{нар} = 31 / 50 \cdot 100\% = 62\%.$$

4. Змоделювати стоянку за допомогою *PTV Vissim* і та здійснити аналіз.
5. Оформити і захистити звіт.

### *Контрольні запитання*

1. Дайте визначення «стоянка», «паркомісце».
2. Охарактеризуйте типи стоянок (паркінгів). Опишіть їх переваги недоліки.
3. Перерахуйте оціночні показники місця для стоянки і парковки транспортних засобів?
4. Опишіть геометричні особливості місць для стоянки транспортних засобів. Яка на ваш погляд найзручніша і чому?
5. Опишіть послідовність етапів побудови стоянки.
6. Що свідчить «індекс парковки» і чи може він буди більшим одиниці? Поясніть.
- 7 Опишіть етапи моделювання стоянки в *PTV Vissim*.
8. Як здійснити налаштувати параметрів стоянки в *PTV Vissim*?

# ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7 ОБРОБКА ДАНИХ ТА АНАЛІЗ МОДЕЛІ

**Мета роботи:** набуття практичних навиків обробки результатів, їх аналізу при використанні *PTV Vissim*.

**Програмний продукт:** *PTV Vissim*

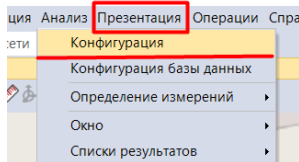
## Короткі відомості

Використовуючи дані попередніх лабораторних робіт *Vissim* здійснити аналіз побудованих моделей.

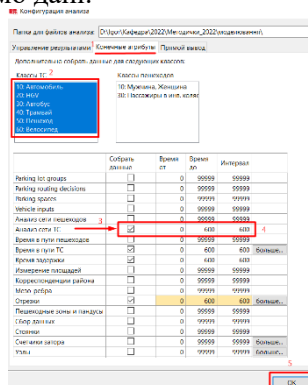
Для цього:

1. Налаштування для аналізу побудованої мережі.

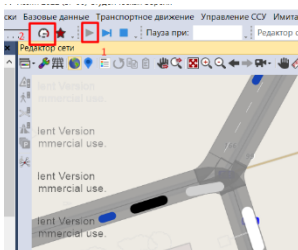
Для аналізу системи у верхньому меню вибираємо «Аналіз» і вкладку «конфігурація».



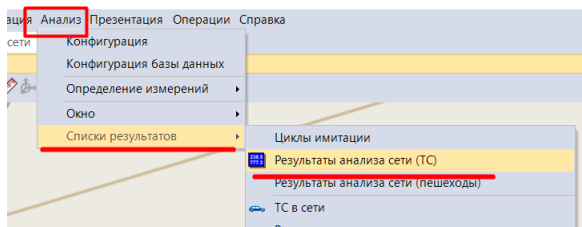
У відкритому вікні «Конфігурація аналізу» вибираємо вкладку «кінцеві атрибути», де вибіляємо всі транспортні засоби і вибираємо вихідні дані для аналізу (додатково вказуємо час, інтервал) і зберігаємо дані.



## 2. Запускаємо імітацію процесу.



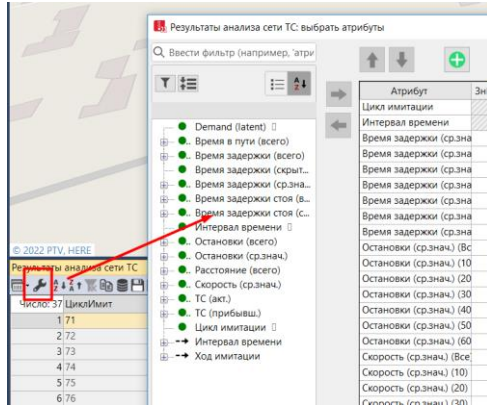
3. Для відображення результатів у верхньому меню вибираємо «Аналіз» і вкладку «список результатів» серед якого вибираємо «Аналіз результатів мережі».



У списку відкриваються дані стосовно вибраних раніше параметрів, які доступні для порівняння.

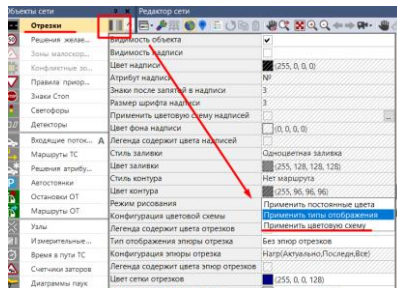
Число: ЦиклыИмит	ИнтВр	ВрЗадержСр(Все)	ВрЗадержСр(10)	ВрЗадержСр(20)	ВрЗадержСр(30)	Вр
16,86	0-600	16,21	16,09	14,96	19,08	
17,87	0-600	8,43	10,35	4,61	9,45	
18,88	0-600	8,43	10,35	4,61	9,45	
19,89	0-600	8,43	10,35	4,61	9,45	
20,90	0-600	11,35	10,92	13,36	8,92	
21,91	0-600	5,94	6,42	8,60	0,74	
22,92	0-600	11,35	10,92	13,36	8,92	
23 Среднее значение	0-600	10,08	10,68	9,88	8,66	
24 Стандартное отклонение	0-600	3,97	3,36	4,66	5,55	

Для отримання додаткових парметрнів можемо їх додати, використовуючи кнопку «вибір атрибутів» у списку

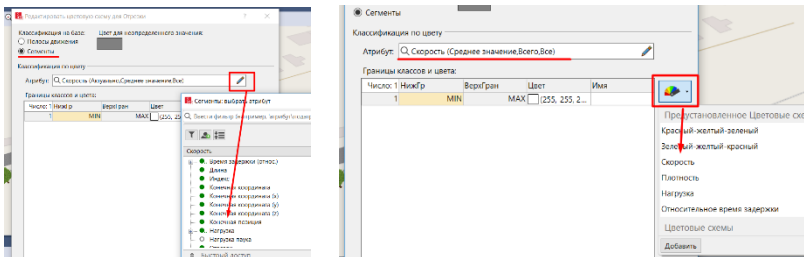


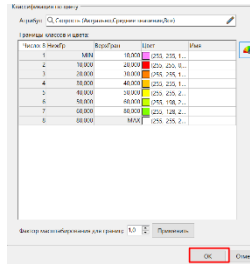
#### 4. Картограмми

Для отримання картограмми відрізків мережі в бічні панелі натискаємо на «Відрізки» і вибираємо редагувати графічні параметри.

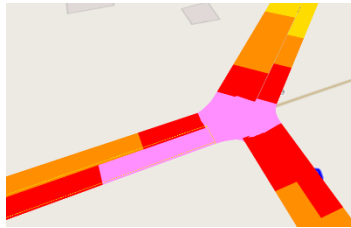


Редагуємо кольорову схему, вибираємо параметри, які будемо досліджувати і зберігаємо дані.





Підтвердивши даний атрибут отримуємо картограму зміни швидкості (аналогічно задаємо інші параметри).



*Загальні вказівки до виконання лабораторної роботи.*

1. Обрати мережу для обробки результатів.
2. Виконати налаштування системи аналізу даних змодельованої мережі.
3. Запустити імітацію процесу.
4. Налаштувати параметри перегляду обраної моделі.
5. Побудувати, наприклад, картограми даних або вивести табличні / графічні результати даних.
6. Провести аналіз отриманих даних.
7. Оформити і захистити звіт.

### *Контрольні запитання*

1. У вигляді яких даних аналізу можна відобразити результати моделювання? Наведіть приклади.
2. Опишіть призначення елемента «вузол» і яким чином налаштувати параметри для обробки даних у ньому?
3. Що характеризує «картограма» і які параметри можна нею представити?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8 ВІЗУАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ТА ЗАПИС ВІДЕО

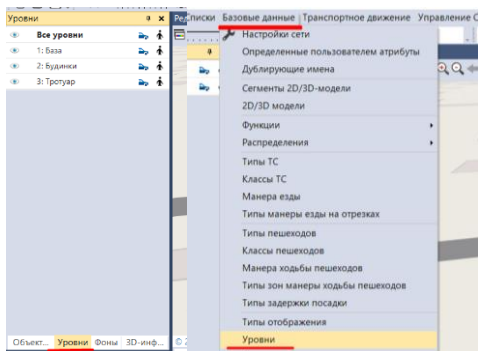
**Мета роботи:** набуття практичних навиків відео візуалізації транспортної моделі та оформлення презентації.

**Програмний продукт:** *PTV Vissim*

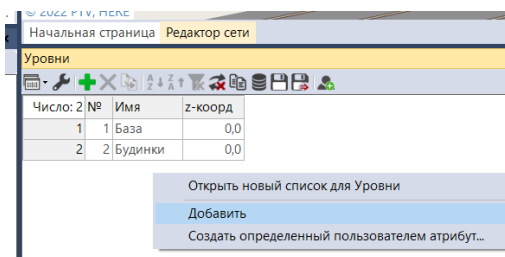
### Короткі відомості

1. Вибір шарів для побудови об'єктів візуалізації

В бічній панелі вибираємо «Рівні», а у верхньому меню вибираємо «Базові дані» і вкладку «Рівні» (для побудови необхідно вибрати додаткові шари).



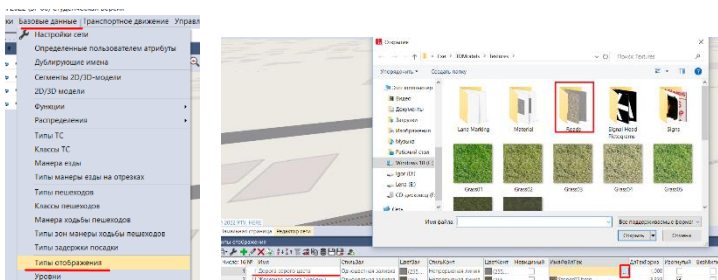
Потім в редакторі списку «Рівні» додаємо шари і даємо їм назву (наприклад, тротуар, будинки тощо).



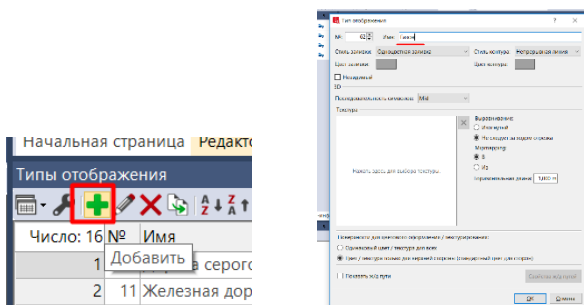
2. Створення типів відображення.

У верхньому меню вибираємо «Базові дані» і вкладку «Типи відображення». Після цього в нас відкривається список з

відображеннями в якому необхідно вибрати зображення для дороги

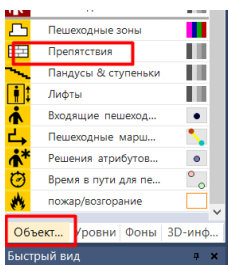


Для інших елементів (газону, тротуарів, будинків) необхідно створити тип зображення шляхом їх створення і наступним вибором зображення.



### 3. Відображення об'єктів на карті

Для цього в бічній панелі натискаємо «Об'єкти мережі» і вибираємо «Перешкоди».

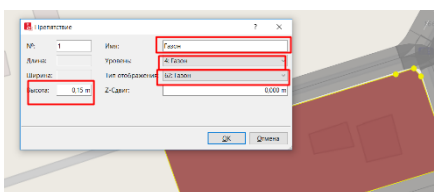




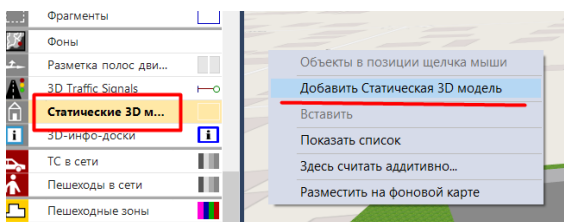
Промальовуємо на карті всі об'єкти (натискаємо клавішу Ctrl+права кнопка миші і ставимо курсор на початок об'єкту, який промальовуємо).



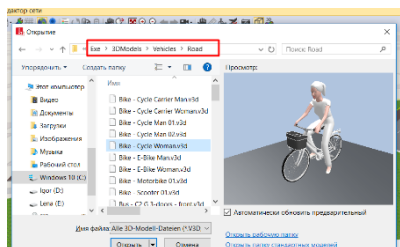
Вказуємо назву та інші параметри об'єкта.



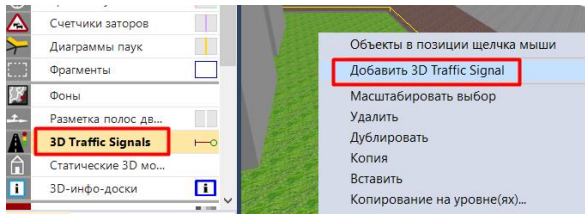
Також можна використовувати 3D об'єкти. Для цього в бічному меню натискаємо на «Статичні 3D об'єкти», і додаємо його.



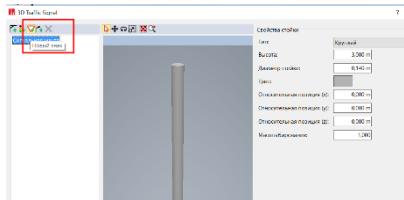
Вибираємо вид статичного об'єкту



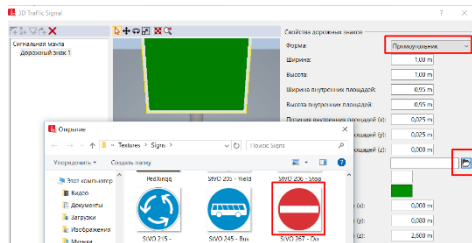
Для побудови знаків дорожнього руху в бічному меню натискаємо на «3D сигнали», і додаємо його.



У відкритому вікні вибираємо новий знак.

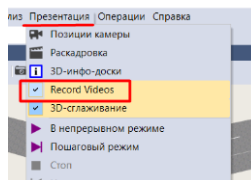


Створюємо його форму через «текстуру» і вибираємо його тип. У випадку, якщо такого знаку немає, можна завантажити картинку через Інтернет (створити папку і завантажити туди збережену картинку).



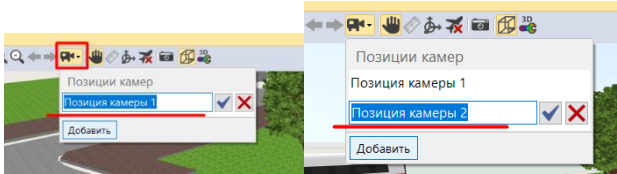
#### 4. Запис відео.

Для цього натискаємо верхнє меню «Презентація» і ставимо галочку «Записати відео».



Вибираємо позиції камери (верхнє меню «Презентація» і вибираємо «Позиції камери»). Переходимо в 3D режим і створюємо позиції камер.

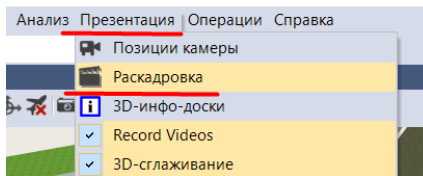
Для створення позиції камери натискаємо кнопку редактора мережі попередньо вибравши ракурс з якого будемо знімати.



Дані вибраних камер відображаються у списку, який за потреби можна редагувати

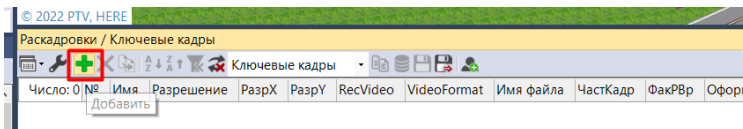
Число	№	Имя	КоордX	КоордY	КоордZ	УголРыск	УголНакл	УголВр	УголЗр	ФокРасст	GraphicsMode	ExtentY
1	1	Позиция камеры 1	24,251	20,536	10,031	319,366	28,694	0,000	45,0	43,5	3D режим	10,00
2	2	Позиция камеры 2	82,154	31,676	4,758	212,223	13,224	0,000	45,0	43,5	3D режим	10,00
3	3	Позиция камеры 3	68,355	-28,220	35,887	82,734	46,455	0,000	45,0	43,5	3D режим	10,00

Далі вибираємо верхнє меню «Презентація» і вибираємо «Розкадровка») для вибору часу показу камери за їх позиціями.

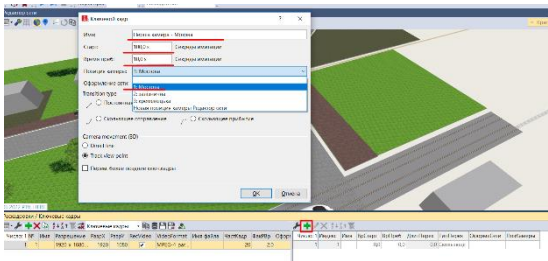


В нас відкривається знизу список з ключовими кадрами, який редагуємо за камерами.

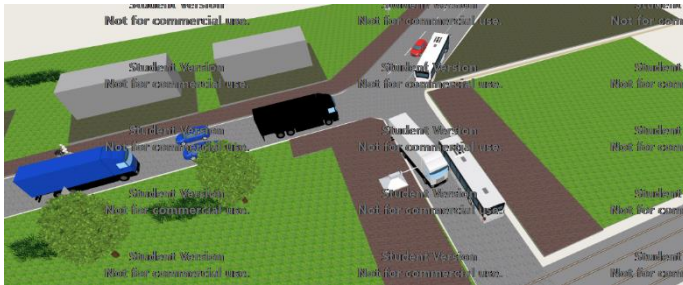
Натискаємо «добавити» і створюємо налаштування.



Редагуємо праву частину списку натиснувши «добавити», відкривається вкладка «ключовий кадр». Здійснюємо налаштування всіх камер.



Зберігаємо зміни і запускаємо відео і ставимо галочку зберегти відео.



По завершенні можна переглянути збережений файл.

*Загальні вказівки до виконання лабораторної роботи.*

1. Ознайомитися з схемою вулично-дорожньої мережі заданого району міста Рівне для якого будуть проводитися обстеження (беруться з попередньої роботи).
2. Виконати візуалізацію об'єктів вулично-дорожньої мережі і прилеглої території.
3. Здійснити запис відео.
4. Оформити і захистити звіт.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9 ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПОБУДОВА ТРАНСПОРТНОЇ МОДЕЛІ МІСТА

**Мета роботи:** набуття практичних навиків побудови транспортної моделі на прикладі формування мережі громадського транспорту в *PTV Visum*.

**Програмний продукт:** *PTV Visum*.

### *Короткі відомості*

Щоб оцінити будь-яку міську транспортну систему на основі індексів економічної, екологічної та соціальної стійкості, необхідна система моделювання, яка відтворює поведінку учасників за різних сценаріїв розвитку землекористування та транспорту. Такі моделі повинні бути чутливими до короткострокових рішень зокрема, таких як вибір виду транспорту, маршруту та часу відправлення; середньострокові та довгострокові рішення, такі як вибір місця роботи та проживання; та політика землеустрою органів планування.

Моделюючи транспортну модель міста, необхідно розглядати не один план, а щоб створити спектр сценаріїв. Сценарії, які враховують невизначеності та підкреслюють особливість. Кілька сценаріїв, які допомагають нам краще уявити собі, як може виглядати краще майбутнє. Конкретність, на якій базуються такі моделі, дозволяє органам державної влади планувати майбутню політику та інвестиції з новим рівнем впевненості та чіткості.

Традиційне моделювання не в змозі відобразити складність життя та транспортний сектор, який швидко змінюється. Припущення про те, як люди переміщуються та поведуться, ставали дедалі неточнішими за останнє десятиліття, оскільки кількість і складність вибору зростає. Використовуючи поєднання досвіду та передових методів моделювання, необхідно також чітко відтворювати транспортну інфраструктуру, щоб досліджувати стійкі та справедливі моделі, які інформують майбутню транспортну політику, реагуючи на нові виклики та можливості. Необхідно оцінити життєздатні варіанти переходу

до більш стійких моделей фінансування та просування більш стійких форм інфраструктури та мобільності.

Побудовані моделі повинні підтримуватимуть такі сфери, як:

- розробка бізнес-кейсів для схем автомагістралей і громадського транспорту;
- підтримка розробки місцевого плану, тестування як різних сценаріїв землекористування, так і транспортних заходів для їх підтримки;
- розробка та тестування транспортної та екологічної стратегій з урахуванням прогнозованого зростання для регіону;
- надання доказів для розробки схеми та фінансування заявок;
- проведення швидких тестів схеми високого рівня.

Системи громадського транспорту є важливою частиною інфраструктури в містах. Їх ефективність дуже важлива для багатьох зацікавлених сторін, тому вони потребують точного проектування та планування. Створення ефективних маршрутних мереж для систем громадського транспорту відоме в багатьох дослідженнях як проблема маршрутизації міського транспорту.

Незважаючи на значний прогрес у сфері оптимізації маршрутів громадського транспорту, в останні роки існує явний розрив між розвитком оптимізаційного алгоритму та їх застосуванням в реальних процесах планування.

Взаємодія алгоритмів функціонування громадського транспорту і програмного забезпечення для моделювання в значній мірі реалізується програмним комплексом такого як *PTV Visum* – стандарт для макроскопічних симуляцій і макроскопічного моделювання транспортної мережі, транспортного попиту, планування громадського транспорту, а також для розробки транспортних стратегій і рішень, в тому числі на перспективу (PTV Group).

*Visum* – це комплексна, гнучка програмна система для транспортного планування, моделювання попиту на перевезення та управління мережевими даними. *Visum* використовується для міського, регіонального, державного та національного планування. Розроблений для мультимодального аналізу, *Visum* інтегрує всі відповідні види транспорту (тобто автомобільний,

пасажирський, вантажний, автобусний, залізничний, мотоцикли, велосипеди та пішоходи) в одну узгоджену мережеву модель. *Visum* пропонує різноманітні процедури призначення та 4-етапні компоненти моделювання, які включають підходи, що базуються на кінцевій точці поїздки, а також підходи, що базуються на видах діяльності.

Мережева модель *Visum* складається з шарів різних класів об'єктів, які зазвичай використовуються для моделювання попиту на перевезення:

- ланки та вузли транспортної мережі;
- зони;
- центральні з'єднувачі;
- маршрути громадського транспорту (транзитні);
- багаторівневі зупинки громадського транспорту;
- рух на перехрестях;
- територіальні об'єкти для агрегованої оцінки;
- користувацькі шари об'єктів.

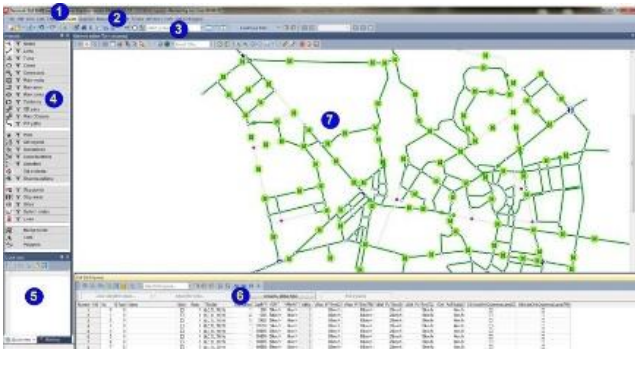
Всі ці об'єкти містять стандартні атрибути та атрибути, що визначаються користувачем. *Visum* має потужний редактор для всіх цих об'єктів. *Visum* дозволяє ефективно обмінюватися даними з MS Access, MS Excel, ArcGIS, MapInfo та іншими програмними продуктами з реляційними базами даних.

Унікальною особливістю інтерактивного редактора мереж є автоматична перевірка узгодженості мережі. Ці перевірки виконуються у фоновому режимі після кожної операції. Наприклад, при розділенні зв'язку або зміні нумерації вузла, який використовується маршрутом громадського транспорту, автоматично оновлюються і дані про маршрут громадського транспорту. Це означає, що мережа завжди готова до маршрутизації та призначення. В процесі редагування мережі *Visum* також пропонує функції «скасувати» та «повторити».

Елементи відображення головного екрану *PTV Visum* включають містять такі складові табл. 9.1.

Таблиця 9.1

## Структурні елементи головного екрану



1	2
1. Рядок заголовку	відображаються назва та номер версії програми, а також назва відкритого файлу
2. Рядок меню. Меню, що надається в рядку меню, залежить від активного вікна	дає змогу отримати доступ до різних програмних функцій
3. Панелі інструментів	виділяються важливі програмні функції та залежать від активного вікна
4. Вікно мережі або матриць	дає змогу вибрати режим роботи та тип об'єкта, увімкнути або вимкнути графічне відображення типів мережевих чи графічних об'єктів, встановити фільтри за типом мережевого об'єкта або з контекстного меню, вибрати додаткові функції
5. Вікно швидкого перегляду	дозволяє швидко переглядати та редагувати атрибути для виділених на даний момент мережевих об'єктів
6. Переглянути послідовність процедур	перелік списку операцій, включених до послідовності процедур







продовження табл. 9.1



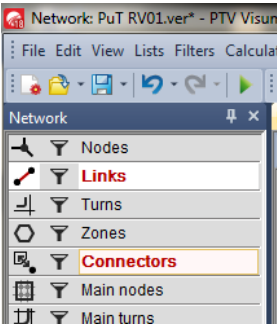
1	2
7. Вікно мережі Конфігурацію вікна можна налаштувати за потребою.	відображає поточну відкриту мережу і дає змогу налаштувати відображення та редагувати мережу графічно. За допомогою меню «Перегляд» можна перемикаєти і вимикати різні види.





Розглянемо послідовність етапів моделювання (табл. 9.2).

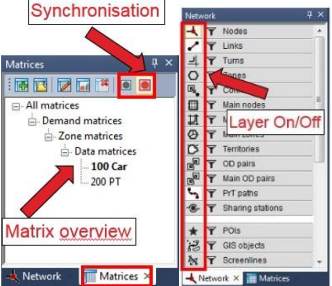
Таблица 9.2




Етапи моделювання

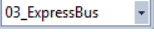


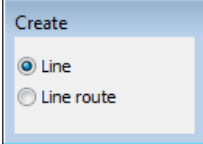
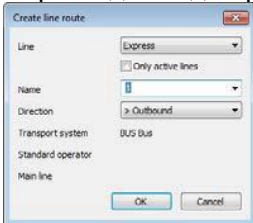
Назва етапу	Коротка характеристика
1	2
Послідовність процедур та призначення	за допомогою меню «Перегляд» виберіть «Послідовність процедур». Під мережевим редактором відобразиться список, який відображає кілька визначених раніше операцій. Ці операції виконують призначення матриць попиту. Запустіть послідовність процедур, натиснувши кнопку відтворення  . Для візуалізації результатів, можна використовувати попередньо визначений набір графічних параметрів. Це робиться через випадаюче меню  Select GPar..., розташоване у верхній смузі редактора мережі.
Перегляд та редагування об'єктів:	щоб детальніше ознайомитись з результатами, можна збільшити чи зменшити масштаб у редакторі мережі. У верхній частині редактора мережі є дві кнопки для збільшення   . Крім того, можна використовувати колесо прокрутки миші. Панорамування всієї

	<p>мережі можливо, як за допомогою кнопки , так і натисканням та утримуванням колеса прокрутки миші. Атрибути мережевого об'єкта (наприклад, зв'язки) можна переглядати та редагувати під час його вибору. Для цього Visum повинен перебувати в режимі редагування. Це робиться шляхом вибору значка курсору  у вікні редактора. Крім того, одночасно може бути обраний лише один тип об'єкта. Щоб визначити, який об'єкт можна побудувати, виберіть його у вікні мережі.</p>
Відрізки.	<p>Активуйте об'єкт «Відрізок» в режимі редагування та виберіть будь-який відрізок в мережевому редакторі. При подвійному натисканні кнопки відкриється діалогове вікно, яке містить атрибути вибраного відрізка.</p>  <p>Відрізки мають напрямок. Це означає, що існує одна ланка в одному напрямку. Ви відкриваєте відповідне посилання, двічі клацніть поруч із посиланням у напрямку руху.</p>

1	2
Використання списків.	<p>Ще одним способом перегляду та редагування мережевих об'єктів є використання списків . Перейдіть до вже відкритого списку посилань поруч із поданням послідовності Процедура. У списку посилань ви можете редагувати білі поля, тоді як сірі поля можна лише переглядати. Список та редактор мережі синхронізовані. Коли ви вибираєте рядок або поле у списку, воно автоматично відображається в мережевому редакторі та навпаки. Режим синхронізації вибирається кнопками . Більше списків можна відкрити через меню «Список», тоді потрібний об'єкт можна вибрати з підменю.</p>
Ввід відрізка.	<p>Наступним кроком є редагування мережі, вставивши новий відрізок. Заздалегідь заданий графічний параметр вказує місце, куди потрібно встановити новий відрізок. Для того, щоб вставити відрізок, потрібно перейти до режиму вставки над вибором об'єкта в мережевому редакторі .</p> <p>Коли є з'єднання з Інтернетом, ви можете додати карту з OpeenStreetMap на задній план. З його допомогою можна отримати більш детальну інформацію про вашу модельовану систему (натисніть кнопку  у верхньому рядку мережевого редактора).</p>

1	2
<p>Використання редактора матриць.</p>	<p>У вікні огляду мережі є вкладка <b>Matrices</b>, яка дає огляд усіх матриць. Перейдіть на цю вкладку і відкрийте структуру дерева.</p>  <p>Відкрийте матрицю 100, двічі клацнувши на ній. Матриця відкривається в новому представленні під назвою «Редактор матриць» (під редактором Мережі). Різні види можуть бути різними за розмірами. При переміщенні курсору миші між редактором матриць подань та редактором мережі з'являється маленький символ з двома паралельними лініями.</p> <p>Перемістіть редактор матриць вгору, поки він не охопить приблизно половину екрана.</p> <p>Записи матриці можна редагувати вручну за потреби. При натисканні на поле матриці воно синхронізується з відповідною зоною пари в мережевому редакторі. Режим синхронізації знову залежить від налаштування у верхньому кінці редактора матриць.</p>


1	2
<p>Графічний шар та графічне редагування.</p>	<p>Перейдіть з огляду матриць назад на вкладку «Огляд мережі». Графічний шар можна вмикати та вимикати окремо для кожного типу об'єктів.</p>  <p>Це робиться натисканням на символ шару кожного об'єкта. Активуйте шар для зон. Зонні центроїди та межі стають видимими в мережевому редакторі. Ділянки полігону прозорі.</p> <p>На наступному кроці налаштування графічних параметрів редагуються. Клацніть правою кнопкою миші на символі шару для зон .</p> <p>Для того, щоб зміни стали видимими в мережевому редакторі, ви можете натиснути кнопку попереднього перегляду в правому нижньому куті. Змінні налаштування тепер можна переглядати в мережі. Клацніть «Ок», щоб підтвердити налаштування.</p> <p>Тепер натисніть на піктограму графічного шару «Зони», щоб вимкнути її та клацніть правою кнопкою миші на піктограмі графічного шару «Відрізки» . Відкриється діалогове вікно графічного параметра для «Відрізки».</p>

1	2
Громадський транспорт: створення нової лінії маршруту.	<p>Існує графічний набір параметрів, який може використовуватися як шаблон. Виберіть графічний параметр . Він показує точки зупинки об'єкта у вигляді жовтих трикутників. Червоні кола позначають початок і кінець нової автобусної лінії. Виберіть об'єкт «Лінії» в огляді мережі та переконайтесь, що ви перебуваєте в режимі Вставка  . З'явиться діалогове вікно із запитом вказати тип рядка для створення. Виберіть параметр «Рядок» і натисніть будь-де в мережевому редакторі.</p>  <p>Оберіть у наступному діалоговому рядку «Експрес» і введіть ім'я, наприклад 1. Підтвердьте «ОК».</p>  <p>Зараз ви перебуваєте в режимі, де можна визначити маршрут лінії. Діалогове вікно залишається відкритим. Оберіть точку зупинки на лівому червоному колу та перемістіть курсор миші натиснутою лівою</p>

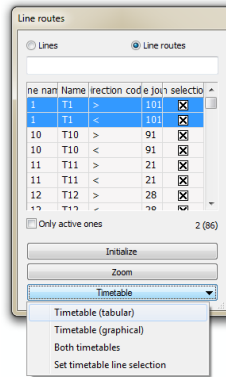
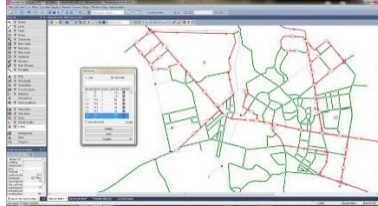
кнопкою миші до точки зупинки у правій колі. Під час переміщення курсору миші вибраний маршрут відображається відповідно до налаштувань, щоб можна було перевірити маршрут лінії.

У наступному діалоговому вікні дайте рядку назву «Експрес». Крім того, виберіть Транспортну систему, щоб вона була встановлена на «Автобус». Виконайте нову вставку і на цей раз виберіть «Лінійний маршрут» та натисніть будь-де в мережі.

Хід маршруту визначений і може бути підтверджений «ОК». Підтвердіть також діалогове вікно про видалення результатів призначення за допомогою «Так». Вставлена лінія пролягає зліва направо зараз через новий міст. Маршрут у зворотному напрямку може бути створений автоматично.

Перехід у режим редагування . Він відкриває вікно, у якому перераховані всі лінії та маршрути. Покрутіть вниз, доки не з'явиться назва рядка «Експрес» та виберіть її. Клацнувши правою кнопкою миші, відкриється контекстне меню. Виберіть меню «Створити протилежний напрямок...». Підтвердьте наступне діалогове вікно «ОК». Тепер у лінії є два лінійних маршрути, при виборі різні напрямки стають придатними.

Час пробігу між точками зупинки генерується автоматично відповідно до часу виконання рейсу. Список вибору для рядків буде закритий, коли обрано інший об'єкт, наприклад посилання.



Введення розкладу.

Перш ніж виконувати призначення на основі розкладу, новій лінії потрібні дані розкладу.

Активуючи об'єкт «Лінії», виберіть обидва маршрути, натиснувши «Ctrl». Після цього відкрийте розклад (табличний). Він відкриває інший вигляд, який спочатку відображає лише послідовність зупинок на маршрутних лініях. На наступному криці, слід додати нову поїздку транспортного засобу. Для цього є кнопка у верхній панелі «Розкладу (таблиця)» .



*Загальні рекомендації до виконання лабораторної роботи.*

1. Створення графу транспортної мережі.

Створення графу транспортної мережі передбачає нанесення вузлів та її ланок, на яких можуть бути організовані маршрути руху громадського транспорту. Кількість ланок мережі повинна бути достатньою для зв'язку мікрорайонів міста з урахуванням можливості організації 6-8 маршрутів (рис. 9.1).

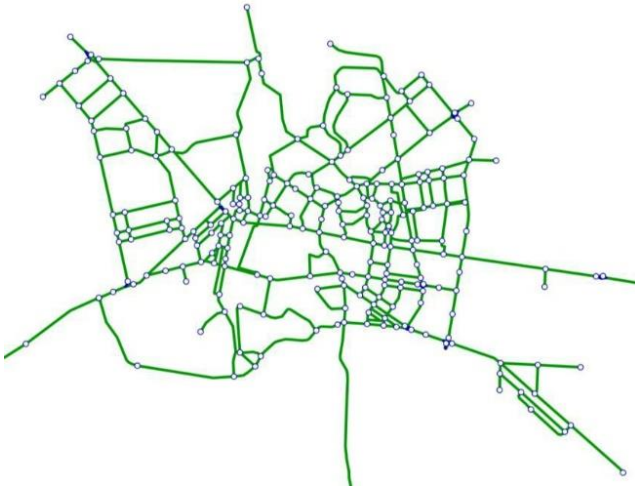


Рис. 9.1. Створення графу транспортної мережі

2. Призначення зупинок громадського транспорту для транспортного обслуговування мікрорайонів міста.

Кількість зупинок громадського транспорту, повинна узгоджуватись з їх кількістю на обраних діючих маршрутах громадського транспорту. В межах виконання лабораторної роботи, призначення місць розташування зупинок слід обирати з прив'язкою до діючих зупинок (рис. 9.2).



Рис. 9. Позначення зупинок громадського транспорту для транспортного обслуговування мікрорайонів міста

3. Побудова зон пішоїдної доступності зупинок громадського транспорту.

В програмному комплексі *PTV Visum* (студентська версія) відобразити зони пішоїдної доступності зупинок громадського транспорту, та у разі невідповідності нормам пішоїдної доступності, провести коригування їх розташування, з урахуванням 10-15 хвилинної доступності (рис. 9.3).

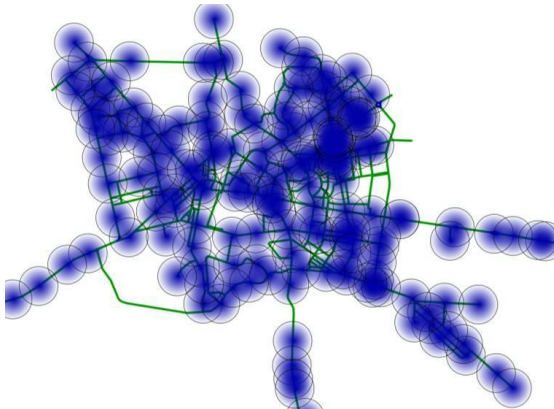


Рис. 9.3. Зони пішоїдної доступності зупинок громадського транспорту для транспортного обслуговування мікрорайонів міста

4. Поділ території міста на транспортні райони (транспортне районування міста).

Рекомендовані правила районування території міста такі (див. рис. 8.4):

- структура транспортного району повинна бути максимально однорідною за типом забудови і цільовим призначенням;

- центр транспортного району призначається в геометричному центрі його території;

- межі транспортних районів не повинні ділити будинки, парки, заводські території;

- форма транспортного району повинна забезпечувати можливість з'єднання всіх його вершин з центром за прямими, які не перетинають інші вершини або ділянки району;

- при проведенні меж району кількість точок повинно бути по можливості мінімальним, але дозволяє правильно описати межі району.

- транспортний район повинен володіти хоча б одним примиканням до транспортної мережі;

- річки, озера, кладовища, поля, пустирі та інші території з незначною ємністю по відправленню і прибуттю жителів міста в межі транспортного району не включаються;

- конфігурація примикань транспортних районів до вузлів транспортної мережі визначаються виключно взаємним розташуванням цих об'єктів. Їх кількість повинна забезпечувати опис фактичних способів переміщення;

- лікарняні і торгові комплекси, стоянки і гаражні комплекси, по можливості повинні виділятися в окремі транспортні райони;

- у міру віддалення від історичного центру міста, площа транспортного району може зростати.

Опис додаткових характеристик транспортних районів різного призначення наведено в табл. 9.3.

Таблиця 9.3

## Додаткова характеристика транспортних районів

Зона (галузева ознака)	Характеристика	
1. Сельбищна	1.1	1-2 поверхи
	1.2	4-5 поверхів
	1.3	9-12 поверхів
	1.4	16 поверхів і вище
2. Центральна частина міста (адміністративна)	2.1	офіси
	2.2	банки
	2.3	держустанови
3. Промислова	3.1	важка індустрія
	3.2	легка промисловість
	3.3	транспорт
4. Торгова	4.1	речовий ринок
	4.2	продуктовий ринок
5. Відпочинку	5.1	площа
	5.2	парк
6. Санітарно- захисна	6.1	лісосмуга
	6.2	сквер
7. Інші	7.1	поля
	7.2	пустирі
	7.3	озера
	7.4	кладовища
	7.5	стоянки (гаражі)
	7.6	військові об'єкти
	7.7	садові та присадибні ділянки

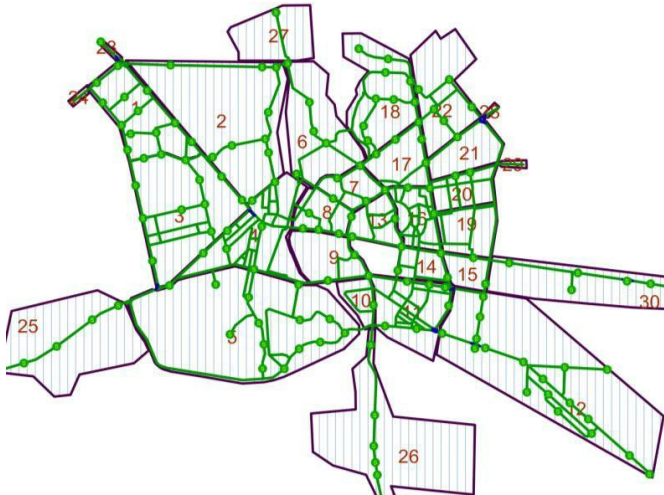


Рис. 9.4. Поділ території міста на транспортні райони (транспортне районування міста)

### 5. Організація маршрутної системи.

Створити систему маршрутів руху громадського пасажирського транспорту (рис. 9.5).

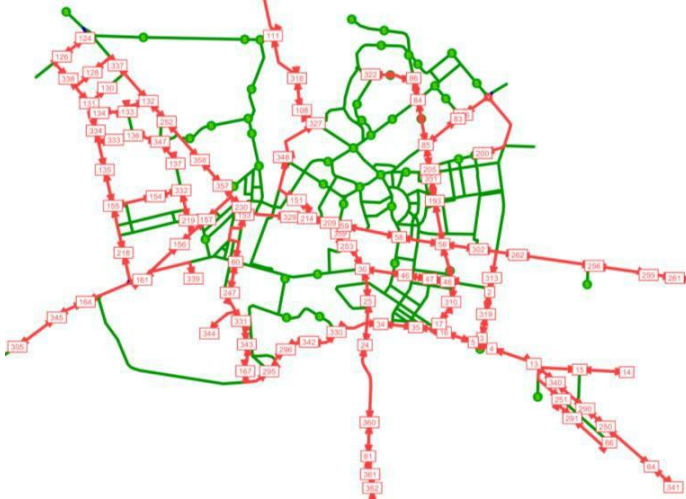


Рис. 9.5. Організація маршрутної системи

Кількість рухомого складу та його пасажиро місткість повинна відповідати розрахункам. На основі розрахункових інтервалів руху, часу оберту сформувати розклади руху автобусів на маршрутах сполучення.

*Загальні вказівки до виконання лабораторної роботи.*

1. Створити фрагмент GIS-об'єкта для побудови транспортної моделі.
2. Сформувати масив вихідних параметричних даних опису об'єкта моделювання.
3. Задати (сформувати) зв'язки між елементами транспортної моделі.
4. Провести транспортне районування об'єкта моделювання;
5. Створити та описами маршрутну систему громадського транспорт.
6. Сформувати матриці міжрайонних кореспонденцій та провести аналіз транспортної моделі
7. Оформити і захистити звіт.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №10 ПОБУДОВА ТРАНСПОРТНОЇ МОДЕЛІ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В ANT-LOGISTICS

**Мета роботи:** набуття практичних навиків побудови транспортної моделі управління вантажними перевезеннями.

**Програмний продукт:** *ANT-Logistics*.

### *Короткі відомості*

ANT-Logistics® – це хмарна система управління транспортом. Маршрутизація перевезень – це найбільш досконалий спосіб організації вантажопотоків, вантажів з підприємств, який здійснює суттєвий вплив на прискорення обороту автомобіля при раціональному і ефективному його використанні.

Програмний продукт дозволяє автоматизувати багато процесів при перевезенні вантажів. Найзручніша форма уявлення інформації – візуальна. Що дає можливість бачити розташування всіх точок доставки, маршрут, яким рухається транспорт. Також видно склади, заправки, гараж.

Завдання, які вирішують логістичні і транспортні системи та розробка їхніх стратегій, можна розділити на три групи.

Перша група пов'язана з формуванням ринкових зон обслуговування, прогнозуванням матеріальних потоків, обробкою в системі обслуговування та іншими видами діяльності з оперативного управління і координації матеріальних потоків.

Друга група пов'язана з розробкою систем організації транспортних процесів (планування перевезень, планування розподілу робіт, планування формування вантажопотоків, розкладів руху транспортних засобів тощо).

Третя група включає управління запасами, їх розподіл і обслуговування транспортними засобами на підприємствах, в компаніях і складських групах.

На мапі представлено: точки доставки продукції, послідовність їх об'їзду, маршрут проїзду, склади, з яких відвантажується продукція, сервісні точки (гараж, заправка, тощо) .

Знаходимо у вкладці «Довідники» - вкладку «Склади» (див. рис. 10.1).

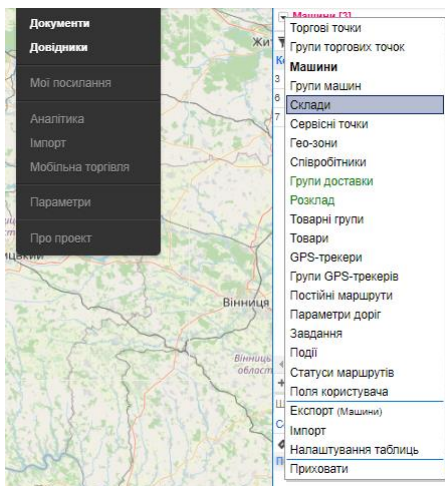


Рис.10.1 «Довідники»

Далі вносимо склад і прив'язуємо його до карти, щоб можна було розпізнати його місцезнаходження (рис. 10.2):

The image shows a dialog box titled 'Додавання запису'. It has a tabbed interface with 'Загальні' selected. The form contains the following fields: 'Код' with the value '1'; 'Назва' with the value 'Тернопіль'; 'Адреса / GPS' with the value 'Тернопіль, Тернопільська область'; 'R відділення, м' with a value of 0 and a checkbox 'Використовувати' which is unchecked; and 'Кількість рамп' with a dropdown menu set to 'Auto'. There are 'OK' and 'Скасувати' buttons at the bottom right.

Рис. 10.2 «Внесення даних про склад»

Знову в «Довідниках» знаходимо вкладку «Торгові точки», та вносимо усі 13 точок з вихідних даних (рис. 10.3).



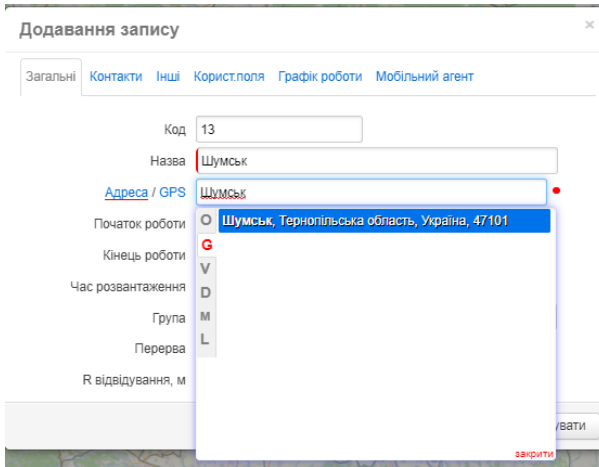


Рис. 10.3 «Внесення торгових точок»

На основі внесених даних маємо наочне представлення точок на карті (рис. 10.4).

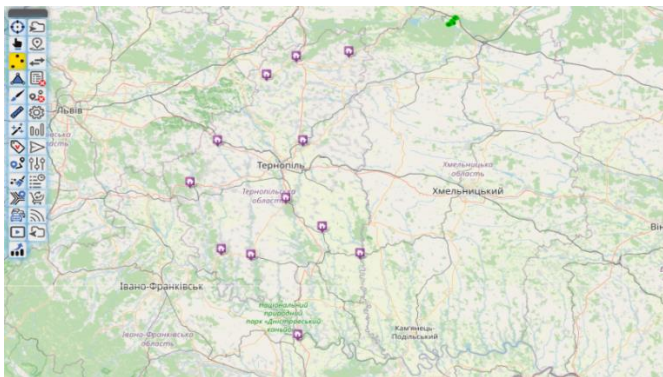


Рис. 10.4 Розміщення учасників транспортного процесу на карті

На даній карті представлено:

- точки доставки продукції, послідовність їх об'їзду, маршрут проїзду;

- склади, з яких відвантажуються продукція
- сервісні точки (гараж, заправка, тощо).

Для побудови маршрутів:

1. Вносимо в сервіс інформацію стосовно розподільчого центру (РЦ) та його параметри;
2. Вносимо в сервіс необхідну кількість транспортних засобів (ТЗ) та їх технічні характеристики;
3. Вносимо необхідні обмеження для розрахунку;
4. Формуємо замовлення відповідно до вимог програми та імпортуємо замовлення;
5. Формуємо маршрути за замовленнями для обраних марок транспортних засобів (рис. 10.5, рис. 10.6).

Рис. 10.5. Вибір типу і параметрів транспортного засобу

Шаблон маршруту | [Тариф](#) | [Трекер](#) | [Тов.Групи](#) | [Секції](#) | [Паливо](#)

Пошук шаблону маршруту

Поз.	Назва точки	Тип точки
1	Тернопіль Гараж	Точки початку маршруту
1	Тернопіль Гараж	Точки закінчення маршруту

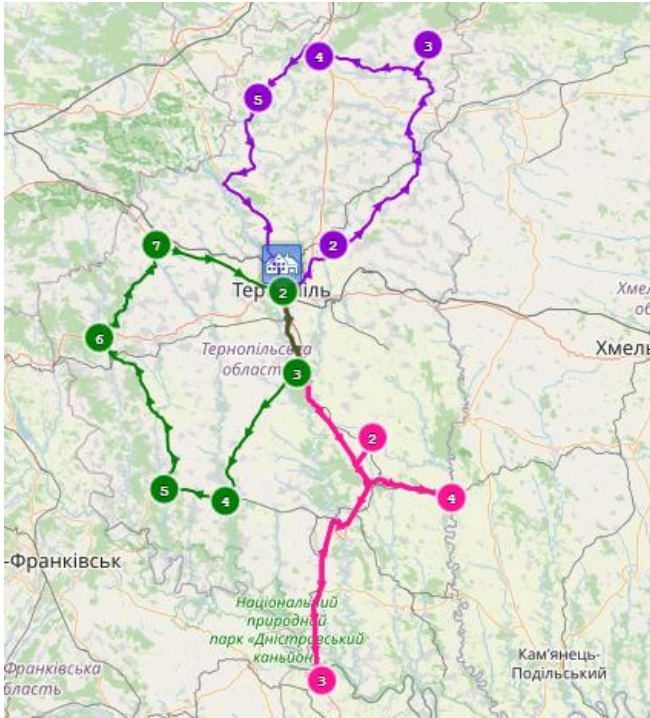


Рис. 10.6 «Шаблон маршруту»

При перевезенні вантажів дрібними партіями транспортні машини, прийнявши вантаж у одного відправника, повинні розвезти його кільком одержувачам, рухаючись послідовно від одного до іншого і залишаючи певну кількість вантажу у кожного з одержувачів. Задача полягає у визначенні таких маршрутів об'їзду заданих вантажних пунктів, які забезпечують мінімум пробігу рухомого складу за цими маршрутами.

Під час розрахунку маршрутів доставки враховується цілий ряд факторів: габарити, вантажопідйомність, тип автомобіля, тип замовлених товарів, їх вага, габаритні розміри, часові обмеження доставки товарів; категорійність доріг, напрямок руху, розмітка, обмеження швидкості тощо.

Розрахунок маршрутів може бути проведений для трьох типів маршрутів:

- витрати маршруту пропорційно за точками;
- з урахуванням тарифів км та год.;
- з урахуванням відстані до точки та групуванням заявок.

Програма автоматично обирає необхідну для розвозки товарів кількість авто, виконуючи більш оптимальне завантаження автомобіля. Це дає можливість скоротити автопарк або використовувати існуючий раціональніше.

Відповідно до вибраної формули розрахунку оптимального маршруту обираємо ту версію з найменшими затратами та більшої рентабельності

Оптимізації маршрутів провадиться шляхом об'єднання нераціональних точок маршруту до маршруту з найменшим пробігом та найбільшою вантажопід'ємністю автомобіля (рис. 10.7, рис. 10.8).



Рис. 10.7.Схема маршрутизації вантажних перевезень

Маршрутний лист №1 по автомобілю "MAN 8.180". Дата 04.05.2023

Автомобіль	Водитель	К-во точок	Вес, кг	Пробег, км	Выезд	Возвращение	Общее время маршрута	Общее время движения	Средняя скорость, км/ч	Телефон водителя
MAN 8.180	Слабоштан на вакансий	4	8000.00	492.20 км	08:00:00	12:51:00	4:51:01 сек	4:11:25 сек	40 км/ч	

№	Точка доставки	Адрес	Вес, кг	Пробег до точки, км	Время в пути до точки	Время приезда в точку	Время выезда из точки	Время в точке	Начало работы точки	Конец работы точки	Статус
1	Склад Тернопіль	Тернопіль, Тернопільська область	0.00	0.00 км	0:00	08:00	18:43	7:43 сек	08:00	20:00	
2	Вулик	вулиця 8 Ступи, 13, Вулик, Тернопільська область, Україна, 48400	2100.00	128.68 км	3:12 сек	18:58	21:40	2:52 сек	08:00	20:00	Опоздані: 1:14 сек
3	Монастирська	вулиця Тараса Шевченка, 18, Монастирська, Тернопільська область, Україна, 48300	1800.00	17.82 км	28 сек	22:11	00:21	2:10 сек	08:00	20:00	Опоздані: 4:12 сек
4	Бережанки	вулиця Ринки, 1, Бережанки, Тернопільська область, Україна, 47800	2200.00	80.98 км	1:15 сек	01:36	04:33	2:57 сек	08:00	20:00	Опоздані: 3:13 сек
5	Збазак	вулиця Червоная, 44, Збазак, Тернопільська область, Україна, 47300	700.00	77.38 км	1:55 сек	05:28	07:48	1:17 сек	08:00	20:00	Опоздані: 11:45 сек
6	Склад Тернопіль	Тернопіль, Тернопільська область	0.00	184.21 км	4:13 сек	12:21	12:51	30 сек	08:00	20:00	

Маршрутний лист №2 по автомобілю "MAN TGA ". Дата 04.05.2023

Автомобіль	Водитель	К-во точок	Вес, кг	Пробег, км	Выезд	Возвращение	Общее время маршрута	Общее время движения	Средняя скорость, км/ч	Телефон водителя
MAN TGA	Слабоштан на вакансий	4	6500.00	527.38 км	08:00:00	18:30:00	1:27:30 сек	1:13:18 сек	42 км/ч	

№	Точка доставки	Адрес	Вес, кг	Пробег до точки, км	Время в пути до точки	Время приезда в точку	Время выезда из точки	Время в точке	Начало работы точки	Конец работы точки	Статус
1	Склад Тернопіль	Тернопіль, Тернопільська область	0.00	0.00 км	0:00	08:00	18:50	7:50 сек	08:00	20:00	
2	Гуртківці	вулиця Шевченка, 25, Гуртківці, Тернопільська область, Україна, 48201	800.00	76.28 км	1:52 сек	17:42	19:05	2:13 сек	08:00	20:00	
3	Почаїв	Почаїв, Почаївський район, Тернопільська область, Україна, 47000	1900.00	145.82 км	3:13 сек	22:43	01:20	2:17 сек	08:00	20:00	Опоздані: 5:20 сек
4	Кременець	вулиця Прото, Кременець, Тернопільська область, Україна, 47000	2100.00	24.38 км	38 сек	01:56	34:48	2:50 сек	08:00	20:00	Опоздані: 8:48 сек
5	Шумськ	вулиця, Шумський район, Тернопільська область, Україна, 47000	1600.00	38.78 км	55 сек	05:41	38:11	2:10 сек	08:00	20:00	Опоздані: 12:11 сек
6	Склад Тернопіль	Тернопіль, Тернопільська область	0.00	248.08 км	9:17 сек	14:18	18:30	38 сек	08:00	20:00	

Рис. 10.8. Маршрутний лист

Після визначення типів і кількості автомобілів по кожному маршруту, отримуємо умовний парк рухомого складу для виконання всього обсягу перевезень.

Робота умовного парку рухомого складу оцінюється системою техніко-експлуатаційних та економічних показників, які характеризують кількість і якість виконаної роботи.

*Загальні вказівки до виконання лабораторної роботи.*

1. Перевізний маршрут студент може обрати самостійно, або видається викладачем.
2. Здійснити нанесення характерних точок маршруту.
3. Здійснити вибір рухомого складу.
4. Провести оптимізацію маршруту.
5. Розрахувати техніко-експлуатаційні показники.
6. Оформити і захистити звіт.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Kadiyali L. R. Traffic Engineering and Transportation Planning. Khanna Publishers, New Delhi, 1997. P. 248.

Pillac V.; Guéret C. H.; Medaglia A. L. An event-driven optimization framework for dynamic vehicle routing. Decis. Supp. Syst. 2012, 54. P. 414–423.

Multimodal Traffic Simulation Software. PTV Group : веб-сайт. URL : <https://www.ptvgroup.com/ru/resheniya/produkty/visum/>  
PTV Vissim. PTV Planung Transport Verkehr AG. 2021. P. 37.

R. Malhotra, D. K. Jain. Operations research. URL : <http://ecoursesonline.iasri.res.in/mod/resource/view.php?id=90011>

Rob Van Nes, Rudi Hamerslag, Ben H. Immers. Design of Public Transport Networks. Transportation research record. 2012. P. 74–83.

Stefano Pallottino, Maria Grazia Scutella. Shortest path algorithms in transportation models: classical and innovative aspects. Equilibrium and Advanced Transportation Modelling. 1998. P 245–281. [https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5757-9\\_11](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5757-9_11)

Visum – State-of-the-Art Travel Demand Modeling. URL : <https://company.intertraffic.com/Image/Download?docid=2050&dl>

Wedad Alhoula. Shortest Path Algorithms for Dynamic Transportation Networks. 2019. P. 123. URL : <https://www.scitepress.org/papers/2016/58070/58070.pdf>

Z. Zhang, W. Jigang and X. Duan. Practical algorithm for shortest path on transportation network. *International Conference on Computer and Information Application*. Tianjin, China, 2010, P.48–51, doi: 10.1109/ICCIA.2010.6141534.

Вітлінський В. В., Великоіваненко Г. І. Моделювання економіки. Київ : КНЕУ, 2005. 306 с.

Вовк В. М., Зомчак Л. М. Оптимізаційні методи і моделі. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2014. 360 с.

PTV Vissum. PTV AG, Karlsruhe, 2020. 18 P.

Хмарна система управління транспортом. Ant-Logistics : веб-сайт. URL : <https://ant-logistics.com/>