

РОЗДІЛ 3

ДО ПИТАННЯ ВПЛИВІВ СЕРЕДОВИЩА ТА МЕРЕЖ ФУНКЦІОНУВАННЯ НА ПАРАМЕТРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

3.1. Математичне моделювання впливу середовища експлуатації засобів транспорту на розвиток пасажирських транспортних систем

Процеси прийняття рішень при експлуатації засобів транспорту в міжміських пасажирських перевезеннях знаходяться в середовищі невизначеності, що пов'язано із відсутністю інформації у повній мірі. Можна припустити, що у разі управління проектом із закупівлі транспортних засобів до факторів обсяг і ціну реалізованої продукції можна віднести об'єм перевезених пасажирів та тариф на перевезення, витрати на виробництво здебільш залежать від вартості паливо - мастильних матеріалів, вартість залучених ресурсів залежить від вартості транспортних засобів. Тому створення математичної моделі впливу середовища на розвиток експлуатації засобів транспорту при міжміських пасажирських перевезеннях є актуальним питанням.

Управління експлуатацією засобів транспорту при міжміських пасажирських перевезеннях включає в себе планування схеми маршрутів, щільності маршрутної мережі, містобудування, вибір марки транспортного засобу та розкладу руху. На вибір марки транспортного засобу, розкладу руху та встановлення схеми маршрутів впливають показники об'єму перевезень пасажирів. В

свою чергу об'єм перевезених пасажирів за період часу можна визначити, як кількість споживачів послуг з перевезень на пасажирських маршрутах у певний період часу при певній вартості отриманої послуги. Можна припустити, що існує залежність між обсягом виробництва, цінами і попитом. Суть цього припущення полягає в тому, що споживачі за інших рівних умов придбають тим більший обсяг товарів і послуг, чим нижчий загальний рівень цін, і навпаки. Тобто, між рівнем цін і реальним обсягом сукупного попиту існує обернена залежність.

З викладеного можна зробити припущення про існування впливу попиту на транспортні послуги з перевезення пасажирів на маршрутах загального користування на кількісні характеристики відображаючи закупівлю транспортних засобів. Проаналізуємо, як впливали коливання валютних курсів, середньо місячний дохід громадянина та ВВП на розвиток пасажирської транспортної системи України в частині придбання автобусів суб'єктами господарської діяльності, зареєстрованими в м. Харкові та Харківській області. Для можливості проведення даного аналізу було використано дані Державної служби статистики України [231] та Фінансовий портал міністерства фінансів України [232] й зведено їх в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Кількісні показники, що отримані з урядових сайтів

Рік	ВВП на душу населення, доларів — VVP, дол./чол.	Середньо місячний дохід громадянин України — SZP, грн.	Курс валют, KUR — 100\$/100грн.	Кількість придбаних автобусів за рік суб'єктами господарської діяльності	Кількість придбаних нових автобусів за рік — А'
1	2	3	4	5	6
2001	782	230	537,21	8	0

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
2002	871	311	532,66	19	7
2003	1046	376	533,27	89	22
2004	1370	426	531,92	91	22
2005	1825	590	512,47	97	55
2006	2304	806	505,00	174	84
2007	3065	1041	505,00	258	124
2008	3874	1351	526,72	285	147
2009	2529	1806	779,12	204	35
2010	2953	1906	793,56	230	34
2011	3559	2239	796,76	657	305
2012	3866	3026	799,10	503	129
2013	4030	3026	799,30	412	73
2014	3014	3265	2411,27	126	9

Запропоновано ввести середньозважений показник зміни кількості транспортних засобів – k_A , який визначається за залежністю:

$$k_A = \frac{A_1 - A_2}{A_2}, \quad (3.1)$$

де A_i – обсяг придбаних за рік автобусів, од.

Припустимо, що на коефіцієнти відносної зміни обсягів придбання автобусів $-k_A$ та відносної зміни обсягів придбання нових автобусів $-k_{A'}$, впливають фактори наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

**Вихідні данні для побудови функцій відносної зміни обсягів
придбання нових автобусів $-n_{A'}$**

З/П	$(VVP_2 - VVP_1) / VVP_1$ (x_1)	$(SZP_2 - SZP_1) / SZP_1$ (x_2)	$(KUR_1) / KUR_2$ (x_3)	$(A_2 - A_1) / A_1$ (x_4)	$(A_{нов.2} - A_{нов.1}) / A_{нов.1}$ ($n_{A'}$)
1	2	3	4	5	6
1	0,898	0,740	1,009	1,375	0,4
2	0,833	0,827	0,999	3,684	2,143
3	0,764	0,883	1,003	0,022	0,000
4	0,751	0,722	1,038	0,066	1,500
5	0,792	0,732	1,015	0,794	0,527
6	0,752	0,774	1,000	0,483	0,476
7	0,791	0,771	0,959	0,105	0,185
8	1,532	0,748	0,676	- 0,284	- 0,762
9	0,856	0,948	0,982	0,127	- 0,029
10	0,830	0,851	0,996	1,857	7,971
11	0,921	0,740	0,997	- 0,234	- 0,577
12	0,965	1,000	1,000	-0,181	- 0,434
13	0,000	0,000	0,000	- 1,000	- 1,000

Обробка отриманих даних (табл. 3.2) в програмі STATISTICA дозволила визначити наступне рівняння регресії:

$$n_A = 0,576 + 0,436x_1 - 0,01x_2 - 0,18x_3 + 0,509x_4. \quad (3.2)$$

Проведений кореляційний аналіз свідчить про не значимість фактору x_2 та x_3 , тому дані фактори було виключено з подальшого розгляду:

$$n_A = 0,76 + 0,605x_1 + 0,503k_{A'}. \quad (3.3)$$

При цьому коефіцієнт кореляції дорівнює 0,65, що свідчить про середній зв'язок між факторами.

Перевіримо адекватність отриманої лінійної моделі за допомогою критерію Фішера. Модель є адекватною, якщо виконується нерівність [233–234]:

$$F_p = \frac{S_{ad}^2}{S_y^2} \leq F_T, \quad (3.4)$$

де s_{ad}^2 – дисперсія адекватності;

s_y^2 – дисперсія відтворюваності.

$$F_p = \frac{0,75}{0,6} = 1,25.$$

Табличне значення критерію Фішера при 5% – ом рівні значущості, при числі ступенів свободи для дисперсії адекватності $K_{ad} = 11 - 2 - 1 = 8$ і числі ступенів свободи для дисперсії відтворюваності $K_y = n = 11$ становить $F_T = 2,95$.

Тобто: $F_p = 1,25 < F_T = 2,95$, що свідчить про адекватність отриманої моделі.

Отримана математична модель визначення коефіцієнта відносної зміни обсягів придбання нових автобусів n_A при зміні основних економічних характеристик середовища має наступний вигляд:

$$n_A = \frac{A_{нов2'} - A_{нов1'}}{A_{нов2'}} = 0,76 + 0,605 \frac{VVP_2 - VVP_{11}}{VVP_2} + 0,503 \frac{A_1 - A_2}{A_2}. \quad (3.5)$$

де VVP_1 – внутрішній валовий продукт на душу населення останнього

року, дол.;

VVP_2 – внутрішній валовий продукт на душу населення передостаннього

року, дол.;

A_1 та A_2 – кількість придбаних автобусів протягом останнього та передостаннього років відповідно, од.

Викладена у математичній моделі визначення коефіцієнта відносної зміни обсягів придбання нових автобусів n_A при зміні основних економічних характеристик середовища висвітлена у [262].

3.2 Вплив особливостей малюнку транспортної мережі на довжину їздки між її вузлами на прикладі транспортної мережі України

Забезпечення стабільного функціонування процесу експлуатації засобів транспорту при міжміських пасажирських перевезеннях можна вважати пріоритетним завданням для організаторів перевезень та перевізників. За умов забезпечення пасажирів можливістю у реалізації потреби з переміщення у найзручніший спосіб є основою для максимальної реалізації потенційної транспортної кореспонденції між вузлами транспортної мережі. До основних факторів, які впливають на фактичні показники обсягів перевезень пасажирів між вузлами транспортної мережі можна віднести: потенційну кореспонденцію, вартість проїзду, час їздки, час доби їздки, комфортність їздки, регулярність та частість їздки, соціальні та економічні характеристики розвитку населення у транспортних вузлах. Можна відзначити, що на фактичні показники обсягів перевезень пасажирів потрібно корегувати з урахування на характерні сезонні або добові коливання.

В свою чергу міжміська пасажирська маршрутна транспортна система для забезпечення своєї діяльності використовує грошові ресурси, які надходять від перевезень. Планомірне надходження грошового ресурсу для забезпечення стабільного функціонування та розвитку міжміських пасажирських маршрутних транспортних систем безперечно є важливо. При цьому, не менш важливим є розподіл грошових потоків між елементами транспортної системи в часі та кількості. За умов збалансованого руху фінансових потоків всередині системи, кількісної достатності даного ресурсу та його

зваженого використання елементами системи можливе планування й розвиток галузі в цілому.

В даному дослідженні розглянуто існуючу мережу автомобільних шляхів, якими утворено сучасну транспортну мережу. Розглянута дорожня мережа складається з понад 70 тис. дуг та вузлів, якими описано траси міжобласного, регіонального, міжнародного та обласного значень. Це забезпечило можливість у винайденні найкоротших варіантів сполучень вузлів мережі.

Одним з найбільш проблемних місць є підвищення якості параметрів функціонування транспорту. Здебільш, науковцями розглядались питання оптимізації розкладів руху, вибору рухомого складу та винайдення оптимальних маршрутів. Транспортні мережі є складовою транспортних систем й забезпечують можливість перевезення товарів і пасажирів між своїми вузлами. Разом із цим, властивості транспортної мережі впливають на загальні показники функціонування транспортного процесу, а саме: щільність й інтенсивність потоку транспортних засобів, швидкість сполучення, довжина їздки. Актуальним є й визначення впливу особливостей транспортної мережі на довжину їздки між її вузлами. Оцінки ефективності існуючої дорожньої мережі визначенням поняття коефіцієнту прямолінійності та його розрахунку для обраної мережі.

На даному етапі розвитку наукових підходів щодо визначення параметрів функціонування транспорту запропоновано багато різноманітних підходів. У роботі визначено, що доступність реалізації пасажирських транспортних кореспонденцій значно впливає на стан соціального та економічного розвитку суспільства. Математично описано залежність транспортних кореспонденцій на маршрутах з урахуванням соціальних складових. В роботі вирішене

питання моделювання системи міжміських пасажирських перевезень. В визначених роботах відстань їздки $-L_{ij}$ між i та j є фактором супротиву реалізації потенційна кореспонденція між містами i та j (H_{ij}).

Встановлено, що на даний час не достатньо вивчене питання визначення впливу параметрів дорожніх мереж на економічний та соціальний стан регіонів. Не в повній мірі висвітлено питання визначення якості рисунку дорожніх мереж й відповідності існуючих рисунків до оптимальних.

Для встановлення запропонованих сучасниками наукових підходів щодо визначення показників ефективності дорожніх мереж, впливу розвитку дорожньої мережі на соціальні та економічні показники запропоновано використовувати методи системного аналізу для вивчення сучасної наукової думки щодо теми дослідження. Визначити фактичний стан розвитку дорожніх мереж із застосуванням засобів геоінформаційних систем на прикладі України, бо дорожня мережа впливає на її щільність й зведений час поїздки середньої дальності.

Не викликає сумніву, що зведений час поїздки середньої дальності залежить від довжини поїздки середньої дальності, яка в свою чергу обумовлюється особливостями рисунку дорожньої мережі.

За даних умов справедливе ствердження, що оптимальним зведеним часом поїздки середньої дальності є мінімальний такий час. Мінімізацію зведеного часу поїздки середньої дальності можна забезпечити збільшенням швидкості їздки або зменшенням її дальності.

Проведемо розрахунок матриці найкоротших відстаней між обласними центрами України. Для цього використаємо програмне

забезпечення ArcGIS й моделі автомобільних та залізничних мереж України. Наступним етапом розрахуємо географічні відстані між обласними центрами України. Результати розрахунків зведено у табл. 3.3.

Швидкість їздки є кількісним відображенням комплексу взаємодії набору факторів серед яких технічні можливості транспортного засобу, дорожні характеристики кількість й характер зупинок і таке інше. Зменшення дальності їздки досягається визначенням найкоротшого з варіантів маршруту їздки. При плануванні варіантів схем маршрутів сучасні математичні підходи, здебільш, використовують теорію графів.

Таблиця 3.3

Матриця географічних та дійсних відстаней між вузлами транспортної мережі України.

№ транс. вузла	Відстань між транспортними вузлами в існуючій мережі, (км)						
	1	2	3	–	23	24	25
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,00	615,58	902,68	–	354,36	396,61	285,03
2	484	0,00	287,09	–	367,0	604,27	884,40
3	693	209	0,00	–	654,1	852,00	1171,5
–	–	–	–	–	–	–	–
23	258	241	446	–	0,00	363,9	636,07

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8
2	484	0,00	287,09	–	367,0	604,27	884,40
3	693	209	0,00	–	654,1	852,00	1171,5
–	–	–	–	–	–	–	–
23	258	241	446	–	0,00	363,98	636,07
24	318	429	603	–	236	0,00	657,26
25	217	673	879	–	467	522	0,00
№ транс. вузла	1	2	3	–	23	24	25
	Географічна відстань між транспортними вузлами мережі, (км)						

За отриманими результатами можна провести розрахунок коефіцієнту прямолінійності дослідженої дорожньої мережі.

$$k_{\text{ПРМЕР}} = 1 - \frac{L_{\text{geo}}}{L_{\text{мар min}}} \quad (3.6)$$

де $k_{\text{ПРМЕР}}$ – коефіцієнт прямолінійності дорожньої мережі;

$L_{\text{мар min}}$ – мінімальна довжина маршруту між вузлами мережі, км;

L_{geo} – географічна відстань між вузлами, км.

Проведено розрахунки показників коефіцієнту прямолінійності дорожньої мережі для кожного з вузлів дослідженої мережі, результати зведено в табл. 3.4

Таблиця 3.4

Розрахункові значення коефіцієнту прямолінійності дорожньої мережі $k_{ПРМЕР}$ для кожної пари вузлів

Значення коефіцієнту прямолінійності дорожньої мережі $k_{ПРМЕР}$														
№ тр. Вуз.	1	2	3	4	5	6	7	–	20	21	22	23	24	25
1	2	3	4	5	6	7		9	10	11	12	13	14	15
1	0,00	0,27	0,30	0,4	0,33	0,37		–	0,3	0,33	0,28	0,37	0,25	0,31
2	–	0,00	0,37	0,3	0,26	0,30		–	0,4	0,27	0,27	0,52	0,41	0,31
3	–	–	0,00	0,3	0,31	0,32		–	0,4	0,33	0,30	0,47	0,41	0,33
4	–	–	–	0,2	0,40	0,24		–	0,2	0,33	0,20	0,39	0,29	0,23
5	–	–	–	–	0,01	0,35		–	0,3	0,36	0,32	0,50	0,39	0,39
–	–	–	–	–	–	–		–	–	–	–	–	–	–
22	–	–	–	–	–	–		–	–	–	0,00	0,36	0,25	0,23
23	–	–	–	–	–	–		–	–	–	–	0,00	0,54	0,36
24	–	–	–	–	–	–		–	–	–	–	–	0,00	0,26
25	–	–	–	–	–	–		–	–	–	–	–	–	0,00
	1	2	3	4	5	6	7	–	20	21	22	23	24	25

З проведених розрахунків можна обчислити середнє значення коефіцієнту прямолінійності дорожньої мережі $k_{ПРМЕР}$ для кожного з вузлів. За результатами отриманих значень побудовано гістограму

наведену на рис. 3.1, в якій міста – обласні центри України відповідають транспортним вузлам дослідженої мережі.

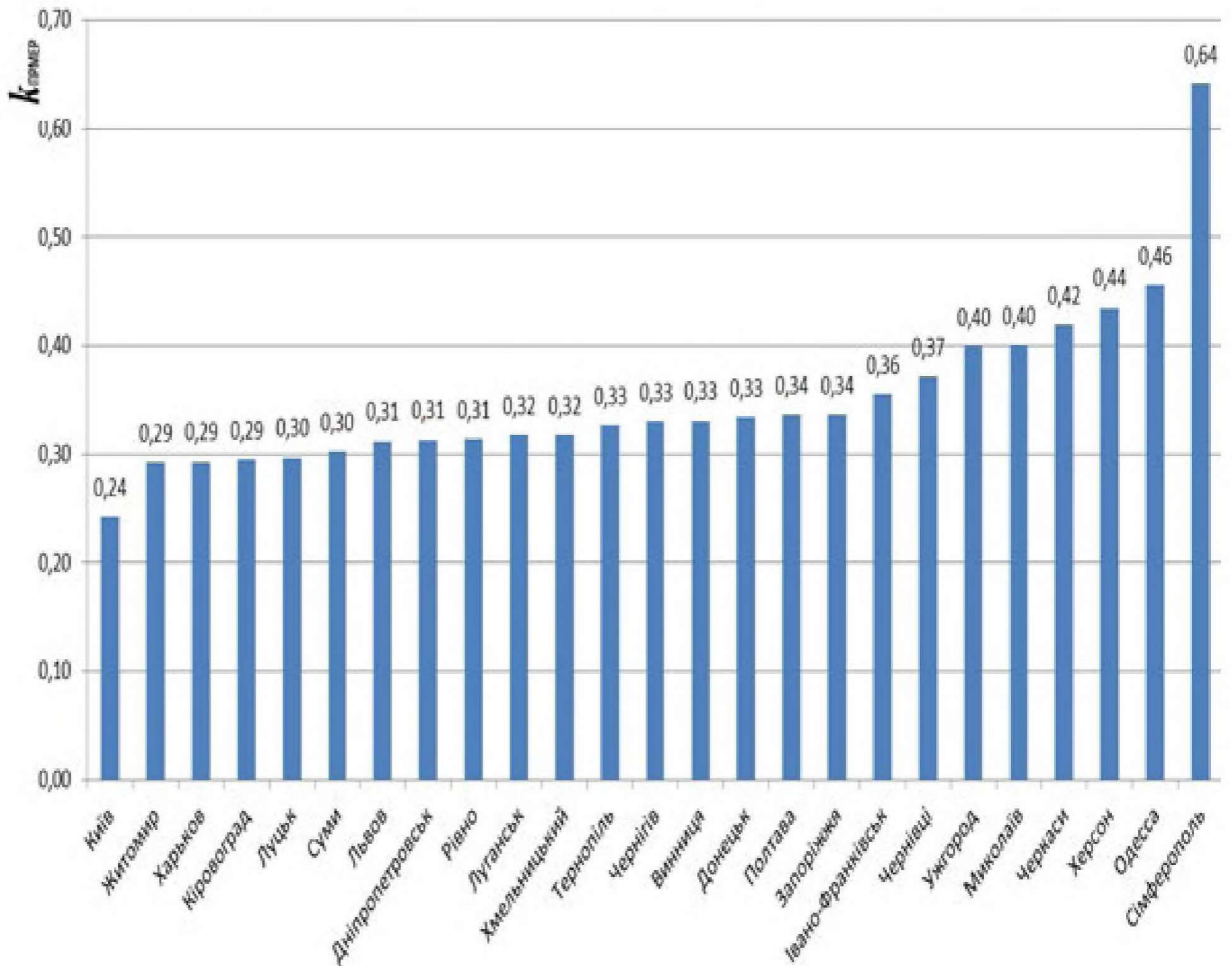


Рис. 3.1. Значення середнього коефіцієнту прямолінійності дорожньої мережі України

З рис. 3.1 можна зробити висновок, що перевезення в Херсон, Одесу чи Сімферополь здійснюються за маршрутами, які в середньому на 44%, 46% та 64% більші ніж можливі у разі наявності відповідної дорожньої мережі. Найбільш оптимальний рисунок дорожня мережа має по відношенню до Києва, Житомиру та Харкова, у даному випадку значення коефіцієнту прямолінійності дорожньої мережі $k_{ПРМЕР} = 0,24; 0,29$ та $0,29$

відповідно.

Аналогічно проведені розрахунки значення коефіцієнту прямолінійності дорожньої мережі $k_{ПРМЕР}$ для м. Харкова відносно інших обласних центрів країни. За отриманими результатами побудовано надану на рис. 3.2 діаграму. 1

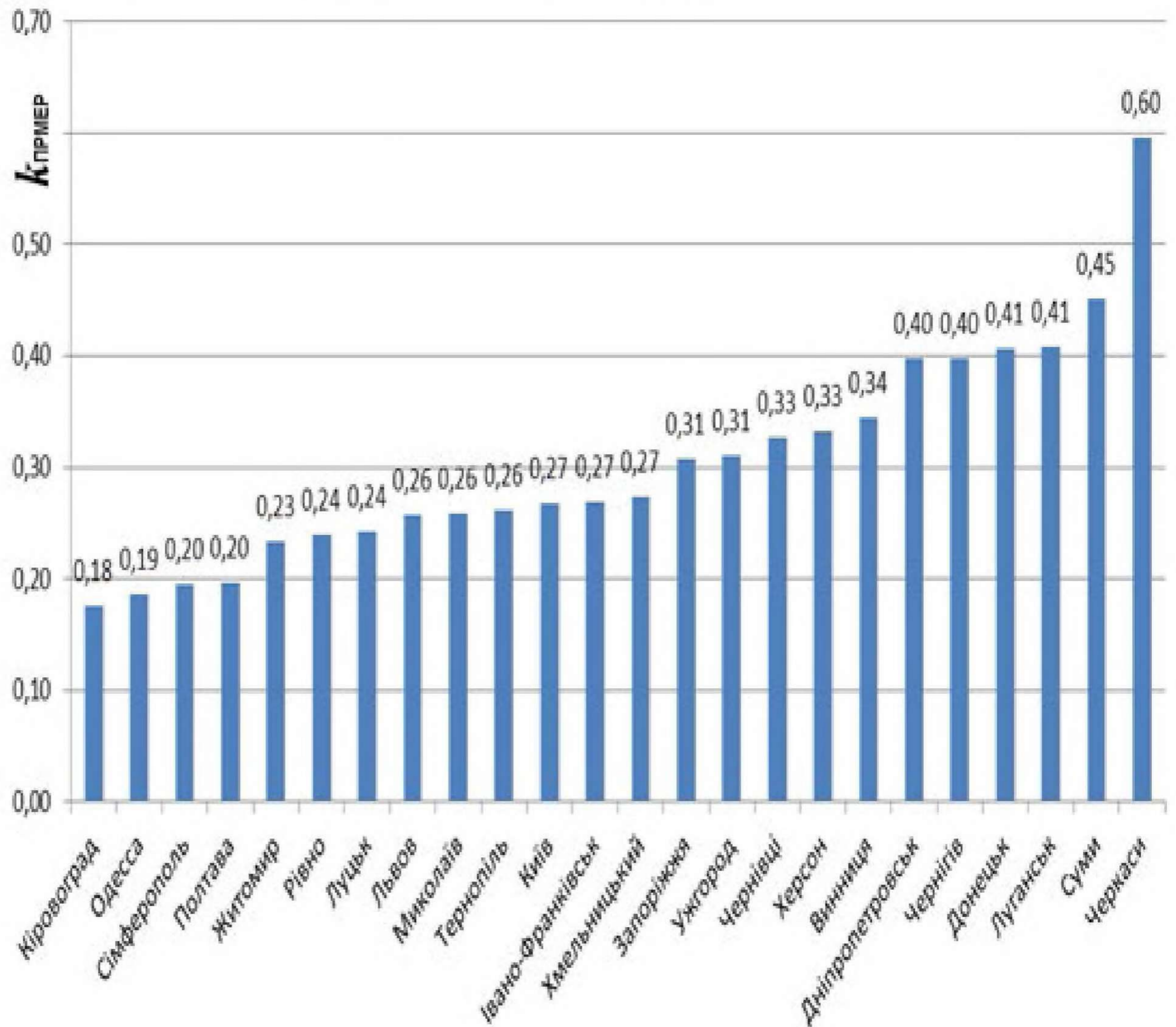


Рис. 3.2. Значення коефіцієнту прямолінійності дорожньої мережі $k_{ПРМЕР}$ для м. Харкова.

З рис. 3.2 можна зробити висновки, що в існуючій дорожній мережі України, можливо побудувати такі маршрути між містами Харків та Кіровоград, який на 18% довший ніж географічна

відстань між даними вузлами мережі. Одночасно із цим, досліджена дорожня мережа пропонує організацію сполучення між містами Харків та Черкаси із значенням коефіцієнту прямолінійності дорожньої мережі 0,6.

Серед сильних сторін даного дослідження можна віднести можливість застосування визначеного коефіцієнту прямолінійності дорожньої мережі при оцінці варіантів розміщення місць виготовлення продукції. Це забезпечить можливість у мінімізації транспортної складової в кінцевій вартості продукції, що матиме позитивні соціально – економічні наслідки.

До недоліків проведеного дослідження та отриманих результатів можна віднести незабезпечення врахування факту наявної в Україні мережу залізничних шляхів. Також, під час дослідження розглянуто найкоротші варіанти сполучення транспортних вузлів, що реалізовано із урахуванням можливості їздки по всіх автомобільних шляхах. Це призводить до встановлення найкоротших маршрутів, які не завжди є найшвидшими. Слід визначити, що впровадження отриманих результатів дослідження не нестиме додаткових фінансових навантажень на транспортні підприємства або пасажирів.

Точно розраховане значення коефіцієнту прямолінійності дорожньої мережі надає можливість забезпечити планування розвитку об'єктів інфраструктури транспорту для забезпечення потреб населення країни в задоволенні потреб транспортування в межах дослідженої системи. Одночасно мається можливість підвищення якості фінансових потоків виробництв за рахунок оптимізації розподілу ресурсів.

Є труднощі, пов'язані із застосуванням отриманих результатів дослідження. Це пов'язано із процесами оптимізації обраної моделі

дорожньої мережі введенням в неї додаткових дуг. Пропонується реалізація потреб з переміщення між вузлами мережі за найкоротшим з варіантів сполучення, що може призвести до користування дугами мережі із відносно низькою швидкістю сполучення. Це може призвести до збільшення загального часу їздки.

В роботі [263] визначено стан сучасного стану розвитку шляхів практичної реалізації впровадження змін у маршрутну мережу міжміського пасажирського транспорту, визначено проблемні питання й надано рекомендації щодо подальшого розвитку мереж. Роботою [264] визначено теоретичні основи впливу параметрів мереж сполучення громадського транспорту загального користування на характеристики таких пасажирських їздок. У роботі [265] визначено стан впливу оточуючого середовища на дорожні мережі, розкрито питання наявності зв'язку характеристик таких мереж із факторами середовища їхнього географічного знаходження. Результатами дослідження [265] є визначення щільності забудови, кількості мешканців й виробничі характеристики регіону в якості факторів, якими завдається основний вплив на параметри дорожніх мереж. В роботах [266–269] розглядались не лише фактори впливу на розвиток транспортних систем, а й вплив характеристик дорожніх мереж на задоволення попиту населення з пересування, розкрито питання взаємного впливу й визначення фактичних параметрів між факторами середовища функціонування мереж й самими мережами.

3.3 Моделювання полігонів максимальної пасажирської маршрутної транспортної доступності в процесі експлуатації засобів транспорту

Забезпечення стабільного функціонування процесу експлуатації засобів транспорту при міжміських пасажирських перевезеннях можна вважати пріоритетним завданням для організаторів перевезень та перевізників. За умов забезпечення пасажирів можливістю у реалізації потреби з переміщення у найзручніший спосіб є основою для максимальної реалізації потенційної транспортної кореспонденції між вузлами транспортної мережі. До основних факторів, які впливають на фактичні показники обсягів перевезень пасажирів між вузлами транспортної мережі можна віднести:

- потенційну кореспонденцію;
- вартість проїзду;
- час їздки;
- час доби їздки;
- комфортність їздки;
- регулярність та частість їздки;
- соціальні та економічні характеристики розвитку населення у транспортних вузлах.

Можна відзначити, що на фактичні показники обсягів перевезень пасажирів потрібно корегувати з урахування на характерні сезонні або добові коливання.

В свою чергу експлуатація засобів транспорту при міжміських пасажирських перевезеннях для забезпечення своєї діяльності використовує грошові ресурси, які надходять від

перевезень. Планомірне надходження грошового ресурсу для забезпечення стабільного функціонування та розвитку експлуатації засобів транспорту при міжміських пасажирських перевезеннях безперечно є важливим. При цьому, не менш важливим є розподіл грошових потоків між елементами транспортної системи в часі та кількості. За умов збалансованого руху фінансових потоків в середині системи, кількісної достатності даного ресурсу та його зваженого використання окремими елементами при експлуатації засобів транспорту при міжміських пасажирських перевезеннях можливе планування й розвиток галузі.

З викладеного, можна стверджувати, що актуальним є дослідження основи для розвитку міжміських пасажирських маршрутних транспортних систем, яка полягає у такій кореспонденції пасажирів надходження фінансового ресурсу, від якої є якісні характеристики.

В роботі розглянуто дорожню мережу на прикладі залізничних шляхів України, яка складається з понад 30 тис. дуг та вузлів. Модель дослідженої мережі побудовано із використанням засобів геоінформаційних технологій, цим забезпечується опис елементів мережі із географічною точністю. Одне з найбільш проблемних місць аналізу інженерних й зокрема транспортних мереж є визначення їхніх максимальних потенціальних експлуатаційних показників. Формалізація визначених параметрів обумовлює планування технічних показників потоків в мережі. Прогнозування параметрів функціонування транспорту в існуючій дорожній мережі з врахуванням змін основних характеристик транспортного процесу є актуальним питанням сучасності. Для цього передбачено вирішити наступні задачі:

1. Провести моделювання полігонів, що описують максимальні пасажирські маршрутні їздки для різних видів транспорту.

2. Визначити вплив швидкості руху та мережі на зміни полігонів транспортної доступності.

На даний час науковцями досліджуються питання моделювання пасажирських процесу експлуатації засобів транспорту при міжміських пасажирських перевезеннях. За результатами їхньої роботи було вирішено окремі завдання при розгляді не лише державних (регіональних), а й міських, між державних та міжконтинентальних маршрутних пасажирських транспортних систем.

Для встановлення наукових підходів щодо розрахунків пасажирських кореспонденцій між містами з урахуванням їх географічної розрахованості, соціальних та економічних показників використовувалися методи системного аналізу. За допомогою застосування методів комп'ютерного моделювання визначалися методи полігонів максимальної пасажирської маршрутної транспортної доступності для різних видів транспорту, які використовувалися для визначення параметрів технологічного процесу перевезення пасажирів.

Для проведення моделювання полігонів максимальної пасажирської маршрутної транспортної доступності для різних видів транспорту було використано географічну модель транспортної мережі України. У визначеній моделі мережі в якості транспортних вузлів обрано обласні центри, ланками обрано автомобільні шляхи державного й обласних значень та залізничні шляхи (рис. 3.3–3.4).



Рис. 3.3. Модель автомобільної транспортної мережі України

З рис. 3.3 можна визначити, що автомобільна та залізнична транспортні мережі відрізняються. Кількість ланок автомобільної мережі більша, це призводить до можливості побудови полігонів, що відрізняються між собою. Обрані моделі транспортних мереж задовольняють вимоги щодо достовірності даних із допустимим географічним відхиленням. Це забезпечує можливість використання обраної моделі у подальшому дослідженні. Для проведення моделювання полігонів максимальної пасажирської маршрутної транспортної доступності для різних видів транспорту використано програмне забезпечення ArcGIS (додаток Network Analyst).

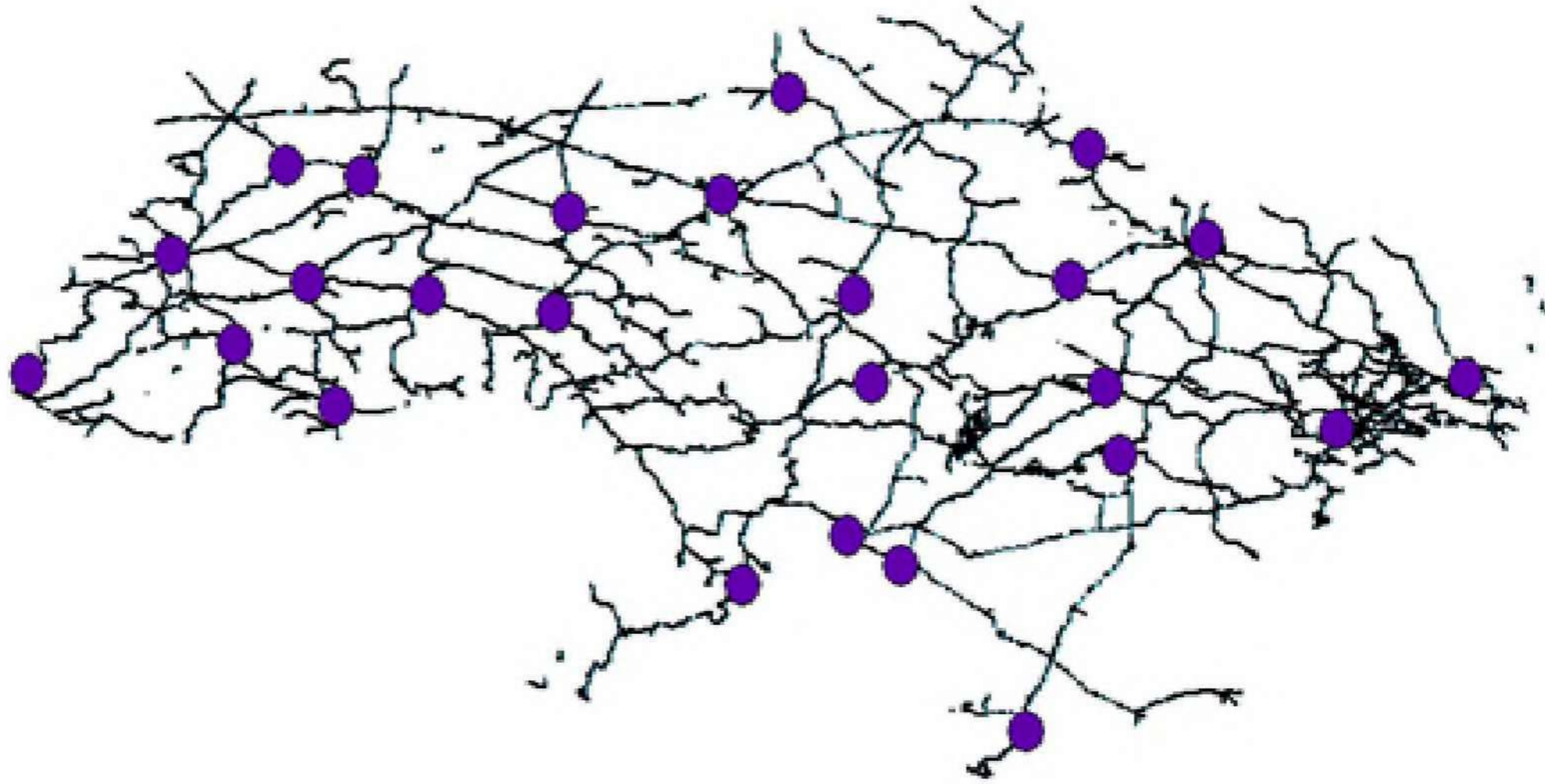


Рис. 3.4. Модель залізничної транспортної мережі України

Для транспортних вузлів побудовано полігони транспортної доступності із урахуванням певних умов функціонування перевізного процесу - середнього часу їздки та середньої швидкості їздки. На рис. 3.5, 3.6 наведено результати моделювання на прикладі полігону, побудованого відносно транспортного вузла, що відповідає місту Дніпро.

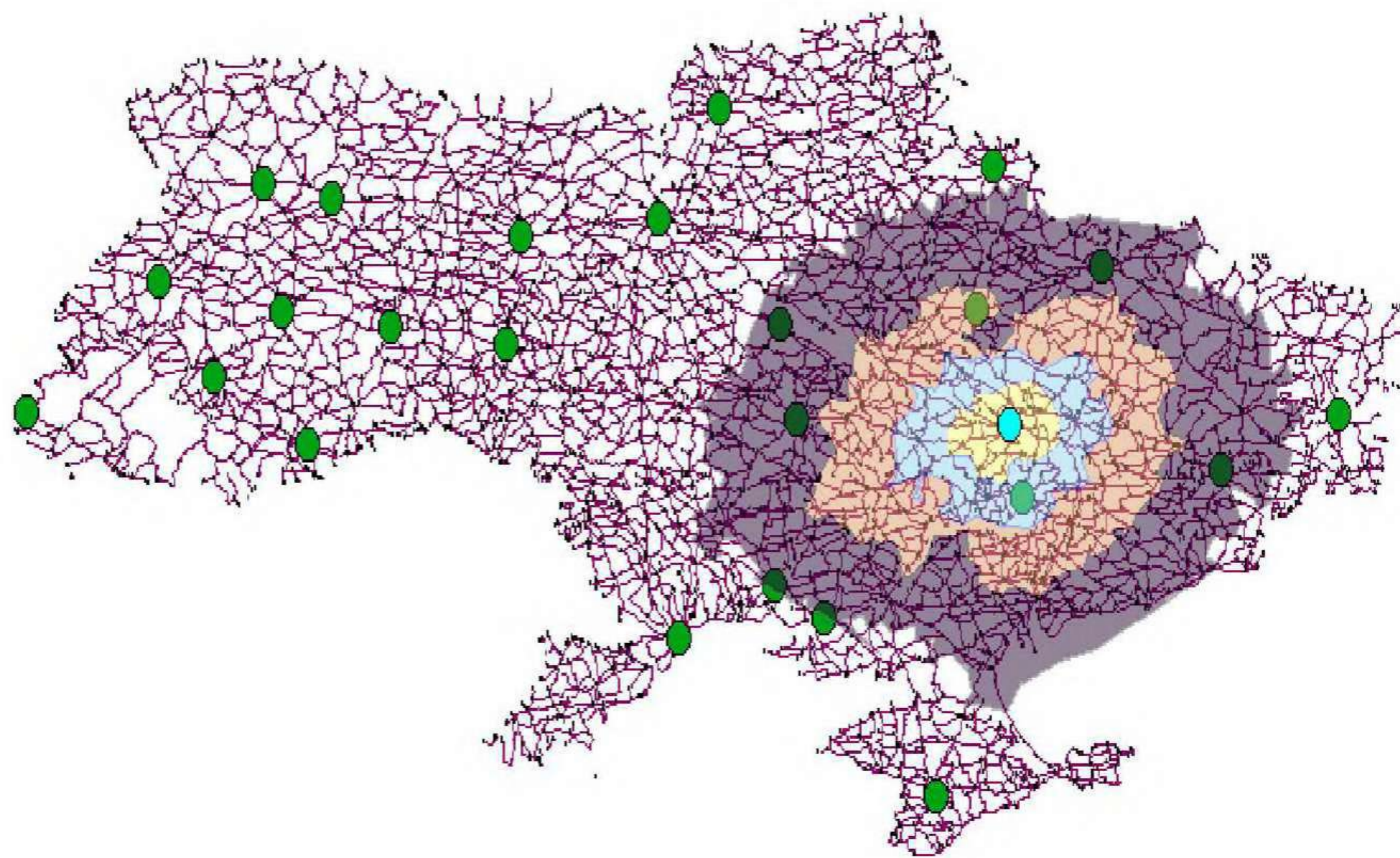


Рис. 3.5. Модель полігонів максимальної пасажирської маршрутної транспортної доступності на автомобільному транспорті при швидкості 46 км/год. й часі їздки 1,5; 3; 5 та 8 годин відповідно.

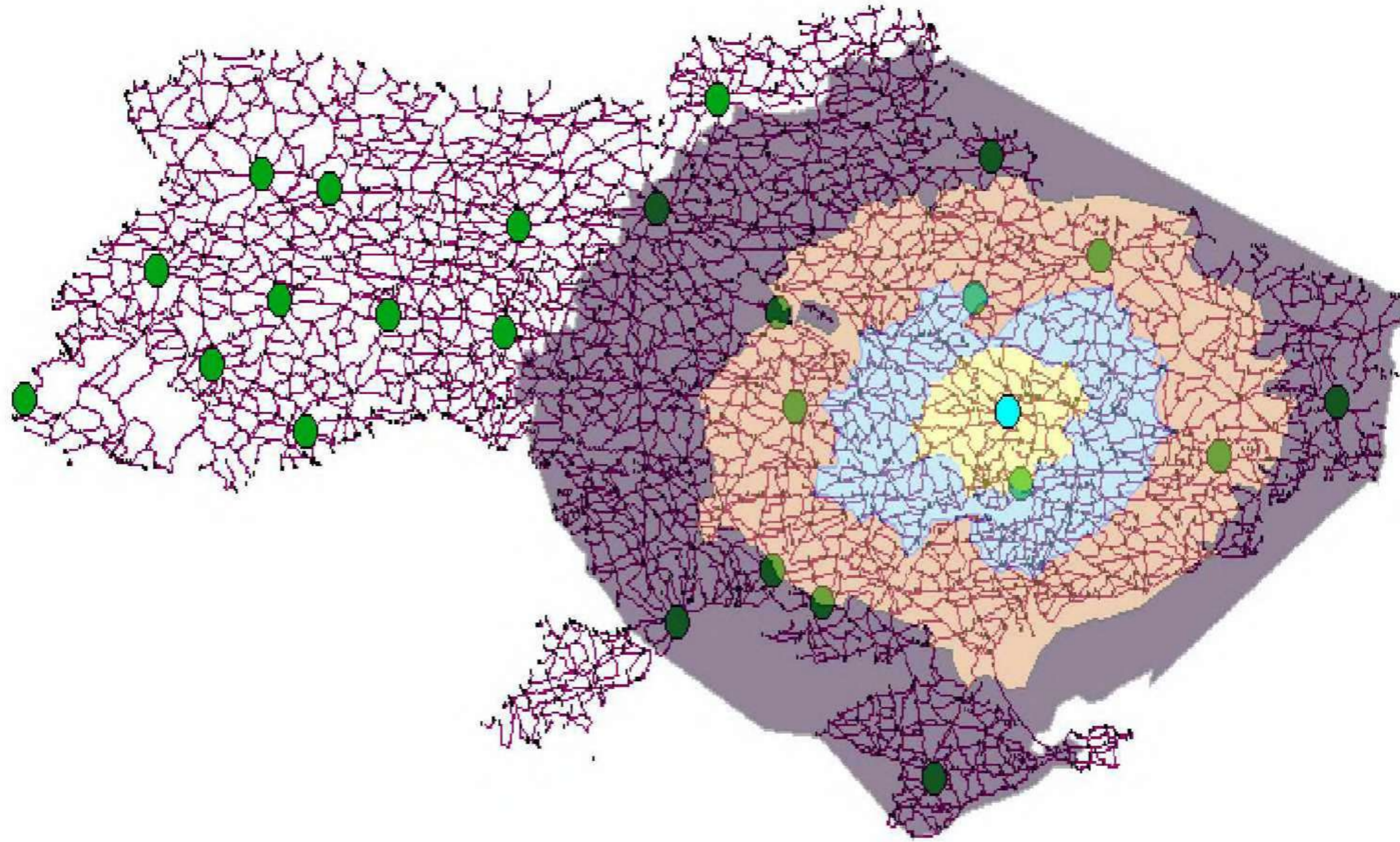


Рис. 3.6. Модель полігонів максимальної пасажирської маршрутної транспортної доступності на автомобільному транспорті при швидкості

73 км/год. й часі їздки 1,5; 3; 5 та 8 годин відповідно

Дніпро відповідає географічному центру України й забезпечить можливість побудови більших полігонів за площею полігонів, а як наслідок білу кількість розрахунків.

При моделюванні полігонів максимальної пасажирської маршрутної транспортної доступності транспортної системи для автомобільного транспорту обрано середнім часом їздки значення, що дорівнюють 1,5; 3; 5 та 8 годин, а середню швидкість сполучення – 46 км/год. та 73 км/год. Це відповідає існуючим швидкостям міжобласного автобусного сполучення в піддослідній системі. Побудовано моделі полігони максимальної пасажирської маршрутної транспортної доступності на автомобільному

транспорті для транспортних вузлів, яким відповідають такі обласні центри, як Луганськ, Одеса, Дніпро, Київ, Сімферополь.

Аналогічні моделі будуюмо для залізничного транспорту із урахуванням обмежень транспортної доступності 1,5; 3; 5 та 8 годин. При моделюванні використано наступні швидкісні обмеження, а саме: 31 км/год., 68 км/год. та 98 км/год. Це відповідає існуючим швидкостям міжобласного залізничного сполучення в піддослідній мережі. Результати моделювання наведено на рис. 3.7–3.9 на прикладі полігону побудованого відносно міста Дніпро.

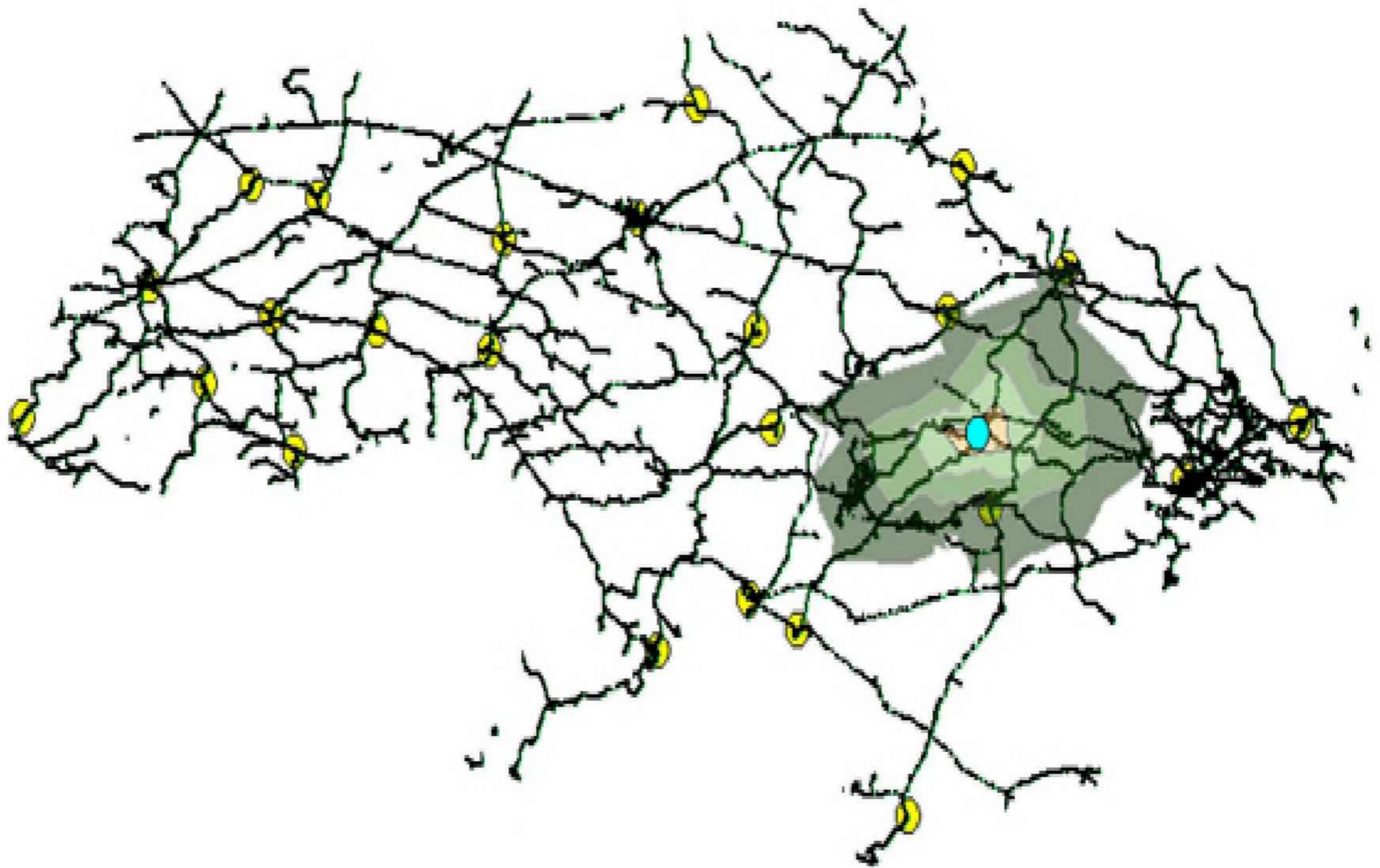


Рис. 3.7. Модель полігонів максимальної пасажирської маршрутної транспортної доступності на залізничному транспорті для визначених параметрів (31 км/ч, 1,5, 3, 5, 8 годин)

З рис. 3.7 встановлено, що при моделюванні маршрутної мережі для перевезень пасажирів відносно обраного транспортного

вузла можна забезпечити реалізацію пасажирських маршрутних транспортних кореспонденцій. Визначені кореспонденції мають можливість у реалізації між центром побудованого полігону та трьома іншими вузлами лише за умов їздки у термін до 8 годин.

На рис. 3.8 реалізовано моделювання полігонів з використанням моделі дорожньої мережі, яка на відміну від попередніх є поєднанням автомобільної та залізничної мереж.



Рис. 3.8. Модель полігонів максимальної пасажирської маршрутної транспортної доступності на залізничному транспорті для визначених параметрів (68 км/ч, 1,5, 3, 5, 8 годин)

З рис. 3.9 встановлено, що при моделюванні маршрутної мережі для перевезень пасажирів відносно обраного транспортного вузла можна забезпечити реалізацію пасажирських маршрутних транспортних кореспонденцій. При збереженні встановлених параметрів моделювання полігонів максимальної маршрутної

транспортної доступності пасажирами визначено, що в межах 1,5 годинної їздки полігон містить лише один вузол окрім центру побудови полігону. При розгляді полігону, що відповідає транспортній доступності при їзді в межах від 1,5 год. до 3 год. можна дістатись чотирьох транспортних вузлів. У разі організації маршрутних перевезень із визначенням середньої швидкості їздки у 98 км/год. та часом їздки від 3 год. до 5 год. з центру побудованого полігону можна дістатись до семи вузлів. Ще до шести вузлів можна дістатись за їздку від 5 год. до 8 год. Порівнюючи рис. 3.8 та рис. 3.9 можна стверджувати, що модель полігонів побудована, базуючись на мережу автомобільних шляхів, охоплює більшу кількість транспортних вузлів при середній швидкості сполучення більшій на 5 км/год.

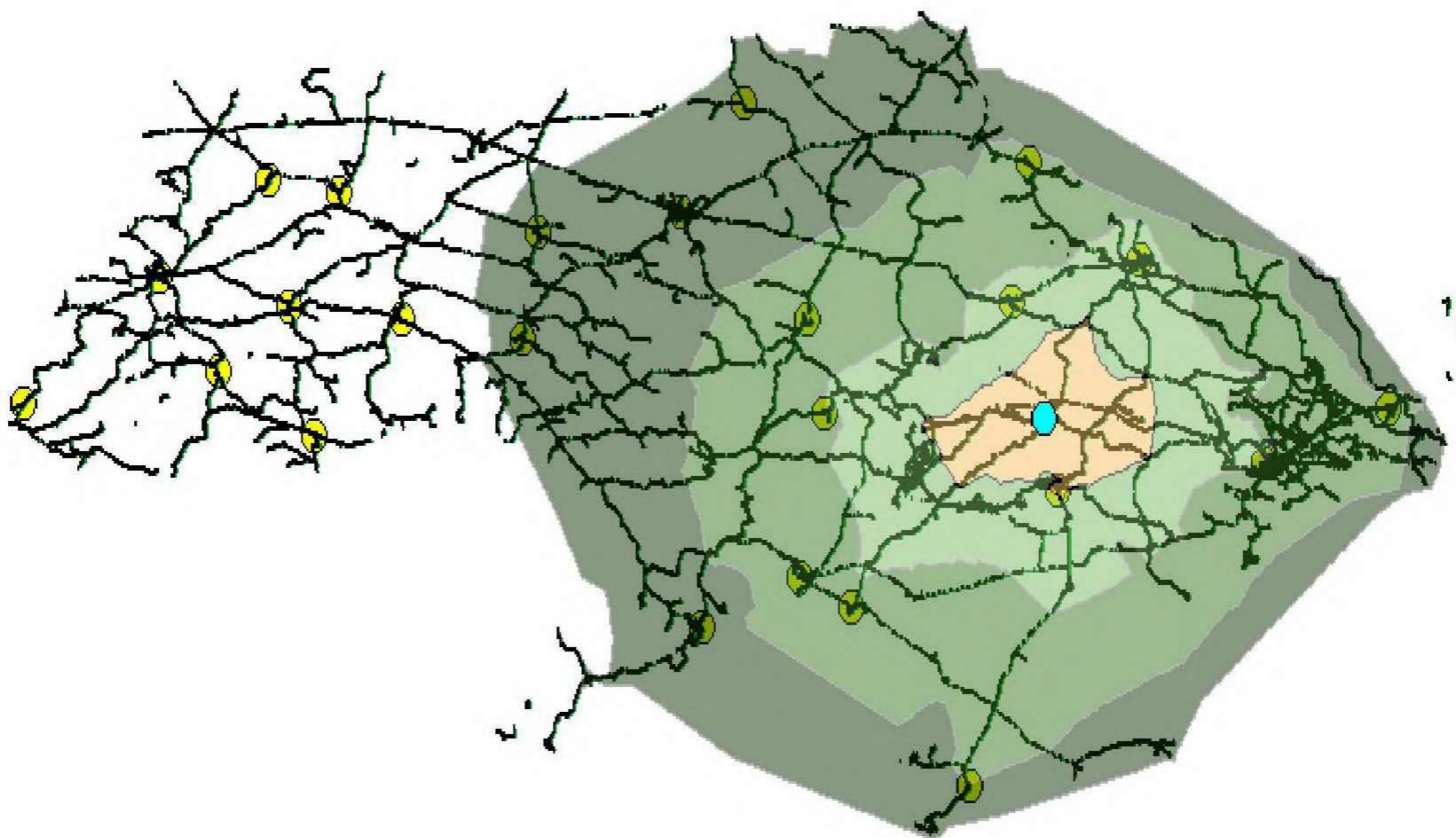


Рис. 3.9. Модель полігонів максимальної пасажирської маршрутної транспортної доступності на залізничному транспорті для визначених параметрів (98 км/ч, 1,5, 3, 5, 8 годин)

На рис. 3.10 висвітлено результати моделювання параметрів маршрутної доступності перевезень в обох дорожніх мережах одночасно. З'ясовано, що в межах 1,5 годинної їздки залізничний полігон зі швидкістю 68 км/ч не досягає будь-яких вузлів (міст) в обох мережах, а автомобільний полігон із такою ж самою швидкістю містить один вузел (місто). Полігон побудований на залізничних шляхах при їзді в межах від 1,5 год. до 3 год. містить один транспортний вузел, а автомобільний в даних умовах – два. При розгляді полігону, що відповідає транспортній доступності залізничними шляхами в межах їздки від 5 год. до 8 год., містить одинадцять транспортних вузлів, а автомобільний в даних умовах – тринадцять. Порівнюючи залізничну та автомобільну транспортні доступності можна стверджувати, що автомобільна транспортна доступність має більшу територію обслуговування ніж залізнична.

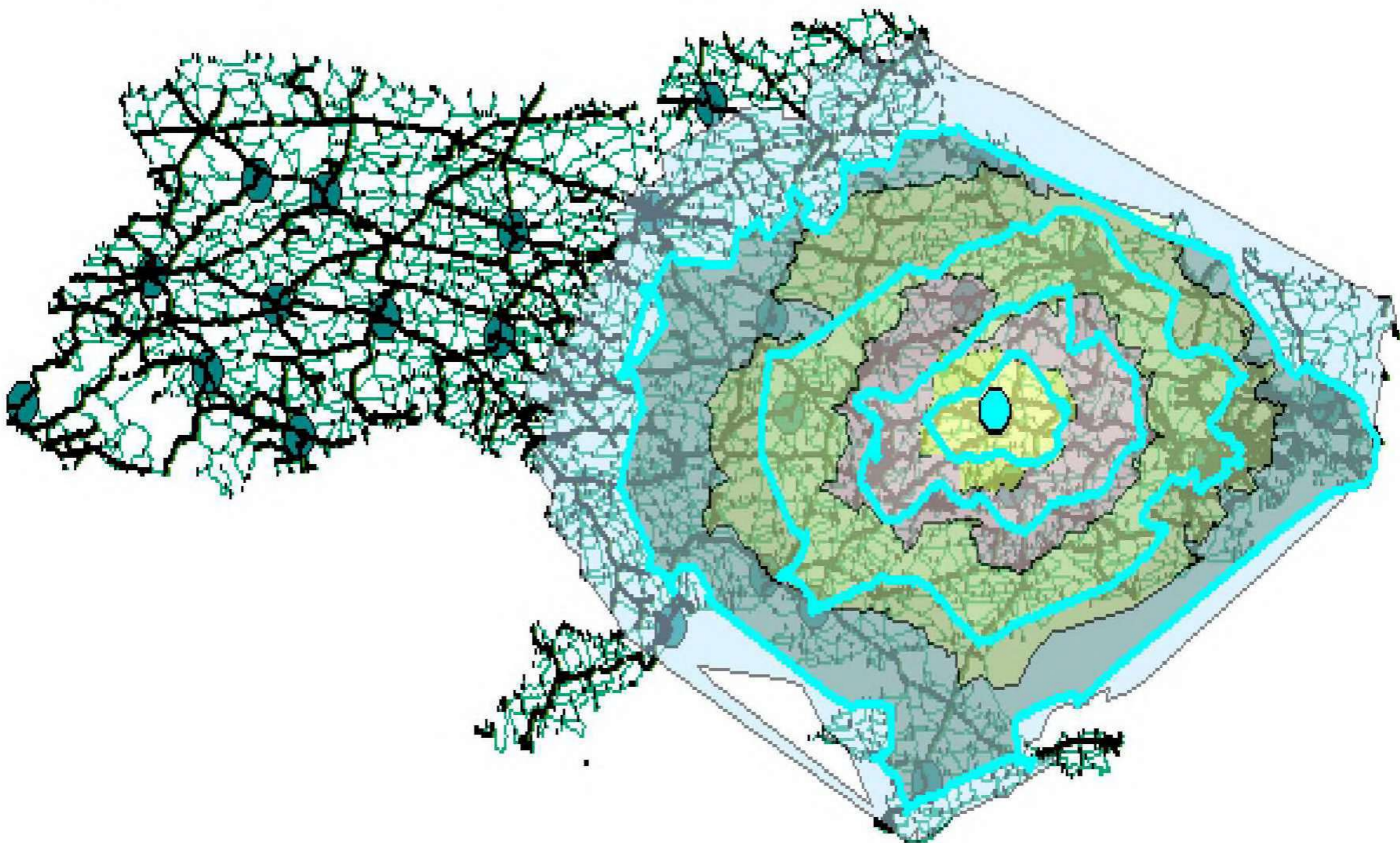


Рис. 3.10. Модель полігонів максимальної пасажирської маршрутної транспортної доступності в об'єднаній дорожній мережі

До сильних сторін проведеного дослідження [267, 269] можна віднести проведення моделювання отриманих полігонів із географічною точністю, отримання результатів одночасної експлуатації залізничної та автомобільної мережі. На відміну від раніш запропонованих підходів до вирішення задач планування показників транспортного процесу засобами мережевого аналізу, запропоновано комплексний підхід із застосуванням сучасних засобів інформаційних технологій.

До недоліків дослідження можна віднести не забезпечення врахування змін загального часу їздки при зміні мереж, якими здійснюється перевезення. Однак запропонованим підходом визначено, що можливе настання певних умов при яких максимальна транспортна доступність мережами збільшиться при використанні обох мереж однією їздкою. Не забезпечення врахування збільшення часу їздки при зміні мереж, може призведе зменшення середньої швидкості їздки. Це є підставою для зменшення визначеного в роботі полігону.

Одночасно, потрібно зауважити, що розглянуто у роботі питання відповідає основним положенням роботи [270] в частині використання однотипних транспортних засобів на всіх залізничних або автомобільних маршрутах.

Подальший розвиток запропонованого дослідження [271] можливо отримати у вирішенні питань планування витрат часового й енергетичного ресурсів використовуваних в процесі транспортування.

Негативними сторонами використання запропонованого засобу планування параметрів є не забезпечення врахування особливостей кожної з дуг дослідженої мережі. Можливо, що при визначенні

полігонів було застосовано для розрахунків швидкість руху нереальну для застосування на окремих ділянках залізничних та автомобільних шляхів. Це обумовлює вірогідність отримання розрахункових полігонів із нереальними характеристиками.

3.4 Моделювання пасажирських транспортних кореспонденцій в певних умовах експлуатації засобів транспорту між обласними центрами в Україні

Сучасні транспортні мережі потребують виважених рішень щодо їх розвитку, змін та адаптації до вимог середі функціонування цих мереж. Середовище функціонування транспортних мереж є техногенною, штучно створена для задоволення потреб людства з перевезення пасажирів або вантажів. Для досягнення транспортною системою стану, при якому вона має можливість вдовольнити потреби з перевезень, необхідно зважено приймати рішення щодо змін елементів самої транспортної мережі.

З впливом часу потребують перегляду й адаптації до сучасності всі елементи транспортних систем. Потрібно відзначити, що транспортні мережі мають в собі елементи, виробництво яких потребує значних витрат часового, фінансового та людського ресурсів. Місце пасажирських транспортних мереж у розвитку суспільства переоцінити неможливо. У зв'язку із цим рішення щодо реформування елементів транспортної системи мають прийматись опираючись на розрахунки проведені в умовах сучасності.

В питанні організації пасажирських перевезень пасажир являє собою основу всіх розрахунків. Відомо, що від обсягів й характеристик перевезень пасажирів залежить розклад руху,

кількість та тип транспортних засобів, схеми руху транспортних засобів. Для перевізника обсяги перевезень обумовлюють грошові потоки підприємства. Важливість встановлення обсягів перевезень для пасажирської транспортної системи є значною.

В даному дослідженні розглянуто міжміські пасажирські транспортні кореспонденції, які сформувались в існуючій системі. Одним з найбільш проблемних місць є дослідження фактичних значень сталих міжміських кореспонденцій, яке полягає в отриманні донині не визначених корегувальних коефіцієнтів, що використовуються в розрахунку потенційної кореспонденції між містами. Отримані знання надають змогу в застосуванні розглянутого методу розрахунків кореспонденції між містами по відношенню до ринку пасажирських перевезень в Україні.

Мета роботи полягала у моделюванні транспортних міжміських пасажирських кореспонденцій шляхом формалізації адекватної функції тяжіння. Визначення параметрів функції тяжіння призведе до можливості проведення розрахунків міжміських пасажирських кореспонденцій в межах дослідженої системи.

Для досягнення поставленої в дослідженні мети передбачалось вирішити наступні задачі:

- експериментально встановити пасажирські транспортні кореспонденції між містами з різною кількістю мешканців.
- провести порівняння отриманих теоретичних та експериментальних даних.

Питання щодо розрахунку транспортних кореспонденцій між населеними пунктами полягає у тому, що досі на достатньому рівні не досліджено закономірності параметрів пасажирських транспортних систем.

Для встановлення фактичних значень пасажиропотоків між містами в Україні було обрано інший спосіб, який полягає в отриманні відповідних кількісних показників з матеріалів обліку наданих пасажиром послуг з переміщення. До таких документів та матеріалів можна віднести відомості з системи продажу залізничних квитків ПАТ «Укрзалізниця» (Україна) [261]. На автомобільному транспорті в системі міжміських пасажирських перевезень передбачено станційне обслуговування пасажирів.

На рис. 3.11 зображено запропоновану модель транспортної мережі України з урахуванням трас міжобласного значення. В запропонованій моделі в якості транспортних вузлів було прийнято міста обласні центри, а дугами прийнято траси автомобільних доріг, якими забезпечується сполучення між містами.

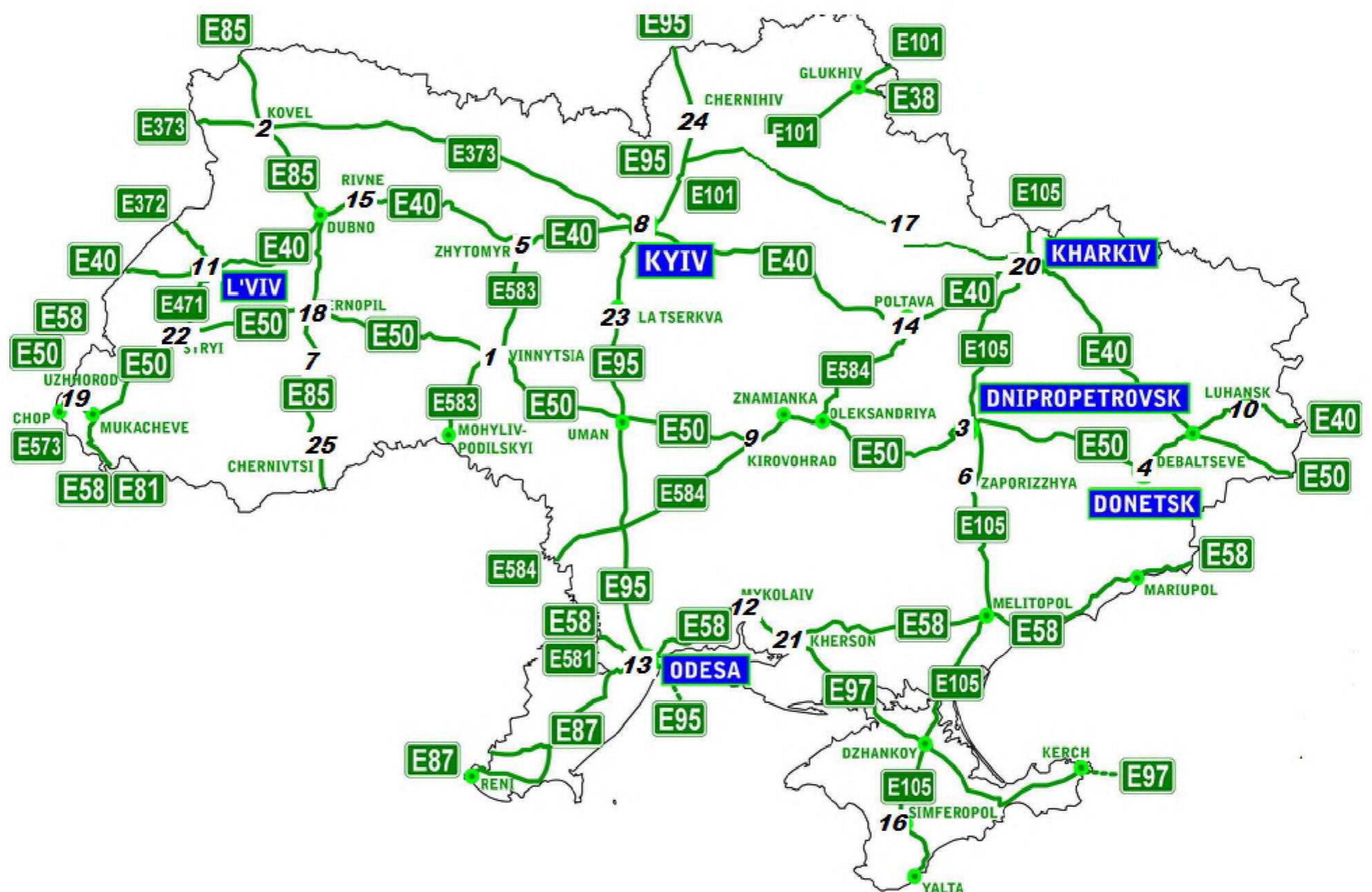


Рис. 3.11. Модель транспортної мережі України з урахуванням трас міжобласного значення.

З наведеної на рис. 3.11 моделі було отримано кількісні показники відстаней між обласними центрами та номери обласних центрів. Це забезпечило надало можливість розрахувати матрицю найкоротших відстаней.

В якості залежності для розрахунку кореспонденції пасажирів між містами від пункту i до пункт j було обрано залежність (2.81), яка у даному випадку набуває вигляду:

$$d_{ij} = \frac{a}{L_{ij}^x}, \quad (3.7)$$

де a –емпірична константа;

L_{ij} –відстань між містами i та j , км.;

x –калібрувальний коефіцієнт.

З урахуванням залежності (3.7) рівняння (2.78) набуває наступного вигляду:

$$H_{ij} = \left(\frac{a}{L_{ij}^x} \right) H_{vi} H_{nj}, \quad (3.8)$$

де L_{ij} – відстань між містами i та j , км.;;

x – калібрувальний коефіцієнт.

H_{vi} – кількість відправлень з i чи ємність району j за відправлення, пас.;

H_{nj} – кількість прибуттів у район j чи ємність району j по прибуттях, пас.

При проведенні розрахунків потенційної кореспонденції між містами за залежністю (2.81) було обрано наступні значення емпіричної константи $-a$: 1; 5, 35, 65, 95, 125 та 155. Значення калібрувального коефіцієнту x , в проведених розрахунках, приймали наступні кількісні показники: – 0,8; 1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 1,9 та 2,5.

Відповідно до обраних значень емпіричної константи та калібрувального коефіцієнту було проведено розрахунки потенційної кореспонденція між містами i та j для всіх можливих комбінацій між a та x .

Відповідність та оцінку значення розрахункової потенційної кореспонденції H_{ijm} між містами i та j до фактичного значення кореспонденції пасажирів отриманого за результатом проведеного дослідження здійснено за залежністю (3.9).

Отримане значення ε – відхилення отриманого розрахункового кількісного показника від фактичного у відсотках надає можливість в здійсненні аналізу якості використання комбінації значення емпіричної константи $-a$ та значення калібрувального коефіцієнту $-x$.

$$\varepsilon = \frac{|H_{ij} - H'_{ij}|}{H_{ij}} \cdot 100\%, \quad (3.9)$$

Отримані розрахункові значення H_{ij} – потенційної кореспонденції між містами i та j було зведено в табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Розрахункові значення потенційної кореспонденції між містами

№ з/п	№ транспортного вузла і	№ транспортного вузла j	H_{ij} при $a = 1, x = 1,0$, сот. доб.	H_{ij} при $a = 1, x = 1,4$, сот. доб.	...	H_{ij} при $a = 155, x = 1,6$, сот. доб.	H_{ij} при $a = 155, x = 1,8$, сот. доб.	H_{ij} при $a = 155, x = 1,9$, сот. доб.	H_{ij} при $a = 155, x = 2,5$, сот. доб.
1	8	22	19,31	17,77	...	16,83	15,79	15,23	11,57
2	8	15	71,07	66,98	...	63,99	60,46	58,52	45,52
...
27	22	14	134,6	4,04	...	11,15	9,34	8,53	4,86
28	22	8	11,83	136,0	...	132,8	135,32	136,55	143,47

Отримане значення $\varepsilon_{\text{сер}}$ демонструє середнє відхилення отриманих розрахункових кількісних показників від фактичних у відсотках при застосуванні певної комбінації значень емпіричної константи $-a$ та значення калібрувального коефіцієнту $-x$.

Результати розрахунків за залежністю (3.8) зведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Відхилення розрахункових значень потенційної кореспонденції між містами від фактичного отриманого за результатом проведеного дослідження у відсотках

№ з/п	№ транспортного вузла i	№ транспортного вузла j	ε при $a = 1, x = 0,8$	ε при $a = 1, x = 1,4$	...	ε при $a = 155, x = 1,6$	ε при $a = 155, x = 1,8$	ε при $a = 155, x = 1,9$	ε при $a = 155, x = 2,5$
1	8	22	0,26	0,09	...	0,03	0,03	0,07	0,29
2	8	15	0,04	0,04	...	0,00	0,06	0,09	0,29
...
27	22	14	0,33	0,02	...	0,02	0,02	0,03	0,05
28	22	8	0,23	0,30	...	0,32	0,53	0,85	0,47
$\varepsilon_{сер}$			0,17	0,24	...	0,11	0,10	0,15	0,41

Отримані результати розрахунків з табл. 3.6 надали можливість емпірично встановити параметри функції тяжіння, при яких розрахункові значення потенційної кореспонденції наближуються до фактичних. В дослідженому процесі надання

послуг з перевезень пасажирів між містами на маршрутах загального користування мають місце такі кореспонденції пасажирів, які можна розрахувати із застосуванням моделі, наведеної в рівнянні (3.8). За отриманими показниками відхилень розрахункових значень потенційної кореспонденції між містами від фактично отриманого за результатом проведеного дослідження визначено, що калібрувальний коефіцієнт x , в умовах дослідженої транспортної системи, для проведення відповідних розрахунків має приймати значення від 1,6 до 1,8.

Одночасно з розрахункових даних можна зробити висновок, що $\varepsilon_{\text{сер}}$ не залежить від кількісного показника a . Таке ствердження також підтверджується проілюстрованою поверхнею розподілу функції $\varepsilon_{\text{сер}}$.

Потрібно визначити, що обстеження не охопили частку пасажирів, які реалізують потреби в кореспонденції на персональному транспорті й авіаційному транспорті. За результатами обговорень визначено необхідність уточнення функції тяжіння d_{ij} між містами i та j з урахуванням економічного стану суспільства. Тобто провести дослідження з врахуванням у якості фактору опору не лише відстань, а й вартість проїзду у порівнянні із доходами громадян. Також мають бути підстави для проведення додаткових досліджень й їх подальшої обробки за для отримання функції прогнозування, із більшою якістю розрахунків. Проведені дослідження не містять відомостей щодо швидкості, часу та вартості проїзду.

З урахуванням наведеного отримані результати можна використовувати для проведення зазначених розрахунків кореспонденції пасажирів між містами в Україні. Попре все, отриманні результати є важливими для розуміння сучасних

процесів в галузі транспорту. Потрібно відзначити, що обраний фактор опору кореспонденції, а саме L , можна приймати як сильно корельований із часом та вартістю поїздки. Це призводить до врахування цих факторів в отриманій моделі функції тяжіння d_{ij} між містами i та j . Серед сильних сторін дослідження [272, 273] можна віднести доведення можливості застосування обраної гравітаційної моделі до системи міжміських пасажирських перевезень в Україні. Отримано нові відомості про донині не вивчені корегувальні коефіцієнти, які використовуються під час розрахунку кореспонденції пасажирів між містами і є індивідуальні для кожної транспортної системи. На користь даного ствердження свідчать сучасні наукові досягнення, викладені в розглянутій літературі. Саме з даних обставин в практичних умовах використання гравітаційних моделей для розрахунку показників функціонування системи не є можливим без попереднього винаходження згаданих коефіцієнтів. Використання отриманих даних відносно оптимальних значень винайдених параметрів значень складових функції тяжіння забезпечує можливість розрахунку якісних показників функціонування та планування параметрів розглянутої транспортної системи. З урахуванням наведеного отримано нові відомості про досліджену систему, в частині прогнозування кореспонденції між містами. Отримані результати можна використовувати для проведення зазначених розрахунків кореспонденції пасажирів між містами в Україні. Це вигідніше в порівнянні з аналогами завдяки:

- проведення аналізу фактичних показників не потребує залучення додаткових ресурсів;
- можливе збільшення продуктивності за рахунок оптимізації використання фінансових ресурсів підприємств для

забезпечення виробничого процесу із задоволення потреб населення з переміщення;

– зменшення зносу основних засобів виробництва.

До недоліків проведеного дослідження та отриманих результатів можна віднести незабезпечення врахування факту наявної пасажирської кореспонденції між містами, які реалізуються з використанням легкових транспортних засобів. Однак, слід зазначити, що метою роботи було визначено вивчення кореспонденції пасажирів, яка реалізується на маршрутах загального користування. Також, під час отримання даних щодо сталих кореспонденцій не було враховано коливання кореспонденцій пов'язані із сезонними змінами в рухливості населення. Разом із цим в роботі розраховано значення функції тяжіння, які забезпечують похибку розрахункових даних до дійсних в межах 10 %. Слід визначити, що впровадження в пасажирську транспортну систему отриманих результатів дослідження не нестиме додаткових фінансових навантажень на транспортні підприємства або пасажирів. Вплив факторів сезонних або тижневих коливань обсягів перевезень та напрямі руху пасажирів, також є актуальним питанням й розкрито в роботах [274–275].

Точно розраховане значення пасажирської міжміської транспортної кореспонденції на маршрутах загального користування надає можливість забезпечити планування взаємодії між системами різних видів транспорту. Для забезпечення потреб населення країни в задоволенні потреб її мешканців з пересування в межах дослідженої системи [276]. Одночасно мається можливість підвищення якості фінансових потоків виробництв за рахунок оптимізації розподілу ресурсів в часі по всій пасажирській системі [277, 278].

Є труднощі, пов'язані із застосуванням отриманих результатів дослідження. Це пов'язано із тим, що для застосування обраної моделі розрахунку потенційної кореспонденції мається потреба в визначенні кількості відправлень та кількості прибуття в пункти транспортної системи [279]. Можливе настання такого стану системи, при якому вона вимагатиме від транспортних підприємств надання більших об'ємів транспортних послуг. При цьому слід визначити доцільність використання гравітаційного моделювання при визначенні параметрів руху пішоходів в мережі [280], а також можна використати отримані в дослідженні [281] підходи для визначення параметрів маршрутів у часі.

В роботах [281–283] визначено, що використання гравітаційного моделювання є сучасним засобом прогнозування параметрів функціонування транспорту на прикладі міста й обумовлено доцільність такого моделювання в транспортних мережах. При цьому неодмінним є процес прийняття рішення доцільності уведення управлінських рішень про зміни параметрів маршрутних мереж з фінансових показників таких рішень [284–285]. Чим можливо уведення додаткових систем обмежень параметрів міжміських пасажирських транспортних систем або їх окремих параметрів. Визначені обмеження можливі, як лише в автомобільній або залізничній мережі так і в обох одночасно [286–287]

3.5 Висновки по розділу

1. Для формалізації параметрів експлуатації засобів транспорту можна використовувати відоме визначення коефіцієнту

не прямолінійності дорожньої мережі, що дозволило за його допомогою характеризувати якість рисунку й вплив дорожніх мереж на характеристики варіантів сполучень між її вузлами.

2. За результатами проведеного моделювання полігонів максимальної пасажирської маршрутної транспортної доступності для різних видів транспорту визначено, що на характеристики змодельованого набору полігонів впливає і обрана модель мережі і швидкість сполучення. Доведено, що при однаковій швидкості руху полігони побудовані в різних мережах відрізняються. Це зумовлено індивідуальними особливостями мереж експлуатації засобів транспорту, які у даному випадку описані рисунком й кількістю ланок мережі.

3. Проведене порівняння отриманих теоретичних та експериментальних даних. За результатами порівняння встановлено статичну похибку розрахунків. В проведеному дослідженні було встановлено раніш невідомі параметри функції тяжіння, що забезпечує можливість в визначення кореспонденції пасажирів.

4. Визначено вплив середовища та мереж на функціонування системи міжміських пасажирських перевезень. Встановлено значення калібрувального коефіцієнту для обраної гравітаційної моделі з розрахунку пасажирських транспортних кореспонденцій між транспортними вузлами, який, в умовах дослідженої транспортної системи, для проведення відповідних розрахунків приймає значення від 1,6 до 1,8.

Основні положення розділу опубліковані в працях [1–3, 7, 9–11, 13–18, 20–21, 24, 26–29, 32–33, 36–38 та 40 додатку А] автора.

РОЗДІЛ 4

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ В СИСТЕМІ МІЖМІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ЇЇ МОДЕЛЮВАННЯ

4.1 Формалізація алгоритму математичного моделювання процесу експлуатації засобів транспорту при виконанні задач міжміських пасажирських перевезень

Роль транспорту і його інфраструктури важко переоцінити в загальній системі економічних відносин будь – якого суспільства. Відносини між юридичними або фізичними особами, їх розвиток і багатогранність в значній мірі базується на інформаційних, матеріальних, фінансових і інших потоках. При цьому фізичні зміни місце знаходження людей мають велике значення. Для цього формуються і функціонують поширені системи пасажирських перевезень. Ці системи складаються з окремих підсистем різних видів транспорту, які сумісно працюють і конкурують на ринку послуг по пересуненню населення. Від того, наскільки ефективно та якісно функціонують ці системи, в значній мірі залежить надійність виробничих, культурних і інших процесів в суспільстві.

Слід відзначити, що пасажирські транспортні системи втілюють в собі виробничі потужності з їх інфраструктурою з однієї сторони і людей, пасажирів, з іншої. Якщо зацікавленість перших полягає в економічних інтересах, в отриманні максимальних прибутків, то інша сторона, а саме люди, зацікавлені в швидкій, зручній і дешевій транспортній послугі. Тобто, якщо перші намагаються отримати максимальні доходи від перевезень

при мінімумі витрат, що потребує підвищеної вартості проїздів, то люди бажають дешевої і надійної послуги. Це протиріччя на перший погляд гальмує взаємодію перевізників і пасажирів, а з іншого боку забезпечує боротьбу протилежностей, що є рушійною силою будь-якого розвитку.

На різних етапах розвитку пасажирського транспорту науковці і практики прямували до такого компромісу своїх прагнень, при якому процес перевезень забезпечував задоволення економічних інтересів перевізників з одного боку. А з другого боку процес перевезень був би доступним, надійним і відповідав купівельній спроможності людей. Пошук різних варіантів технологій взаємодії суспільства з транспортною галуззю постійно перебуває в етапі пошуку найкращих можливих методів організації перевезень. Цей процес перманентний, він ґрунтується на аналітичних, експериментальних і навіть інтуїтивних підходах. Тому будь-які дослідження стосовно поліпшення методів організації пасажирських перевезень є актуальними.

В даному дослідженні розглядаються міжміські пасажирські транспортні кореспонденції, які сформувались в існуючій системі. Одним з найбільш проблемних місць є дослідження фактичних значень сталих міжміських кореспонденцій, яке полягає в отриманні донині не визначених корегувальних коефіцієнтів, що використовуються в розрахунку потенційної кореспонденції між містами. Отримані знання надають змогу в застосуванні розглянутого методу розрахунків кореспонденції між містами по відношенню до ринку пасажирських перевезень в Україні. Технологічний аудит проводився на транспортній мережі шляхом збору статистичної інформації. Питання формалізації алгоритму

математичного моделювання транспортного процесу міжміських пасажирських перевезень є актуальним.

Для досягнення мети дослідження вирішено наступні задачі:

1. Сформульовано цільову функцію удосконалення міжміських пасажирських перевезень.

2. Математично описано складові цільової функції.

Можна стверджувати, що найкращою пасажирською транспортною системою є така система, яка забезпечує мінімальні витрати на перевезення, а саме:

$$\sum_{i=1}^n B_i \rightarrow \min, \quad (4.1)$$

де B_i – витрати i -го транспортного підприємства на перевезення пасажирів, грн..;

n - кількість транспортних підприємств, од.

При цьому визначалась умова, що всі пасажирі мають бути перевезенні своєчасно із установленим рівнем зручності, тобто:

$$\sum_{ij} H_{ij} \rightarrow const(\text{задоволені } i), \quad (4.2)$$

де H_{ij} – кореспонденції з будь-якого пункту відправлення i в будь-який пункт призначення j , пас.

Зручність поїздки здебільш була обумовлена тим, що заповнення салонів γ_i транспортних засобів в кожному окремому з них має не перевищувати припустимої величини γ_{max} :

$$\gamma_i \leq \gamma_{max}, \quad (4.3)$$

Оскільки ціна за проїзд визначалася купівельною спроможністю населення і іншими маркетинговими показниками, то доходи від перевезень приймались будь-якими. Такий підхід поклав на перевізників зобов'язання перевести всіх пасажирів з обумовленим рівнем зручності. При цьому, щоб досягти максимум прибутків, транспортні підприємства використовували такі технології, які забезпечували мінімум витрат на здійснення процесу перевезення.

Певний період в оцінці функціонування пасажирських транспортних систем панував підхід, при якому перед усім вважалося забезпечення максимальної соціальної складової. А саме, загальні витрати часу громадян на пересування мали бути мінімальними:

$$\sum_{ij} H_{ij} \cdot T_{nij} \rightarrow \min, \quad (4.4)$$

де H_{ij} – кореспонденції з будь-якого пункту відправлення i в будь-який пункт призначення j , пас.;

T_{nij} – визначений час руху з i в j , год.

Однак при цьому мали місце обмеження: провізні можливості транспортних засобів є обмеженими і постійними:

$$\sum_{i=1}^m A_i \cdot V_i \cdot T_{nij} \rightarrow \text{const}, \quad (4.5)$$

де A_i – кількість i -х транспортних засобів, од.;

V_i – експлуатаційна швидкість транспортних засобів, км/год.;

T_{nij} – період використання i – x транспортних засобів для задоволення всіх перевезень, год.

В сучасному періоді розвитку цивілізаційних відносин набуває підхід, що ґрунтується на ствердженні, що найкращою технологією перевезень пасажирів є така, яка при всіх існуючих обмеженнях мінімально стомлює пасажирів. Обґрунтована гіпотеза, що пасажир не зовсім точно визначає і звертає увагу на тривалість поїздки і її зручність. Його підсвідомість в деякій мірі поєднує в собі ці параметри. Пасажир втомлюється і ця втома і визначає для нього привабливість поїздки. Визначено, що більш тривала поїздка, але з більшими зручностями, більше приваблює пасажирів і їй віддається пріоритет.

В цьому випадку цільова функція має вигляд:

$$\sum_{ijk} H_{ij} (IFL)_{ijk} \rightarrow const, \quad (4.6)$$

де IFL_{ij} – рівняння транспортної втоми k –го пасажирів, що прямує з i в j .

При цьому накладаються обмеження, як і у попередніх випадках, а саме:

- перевізна можливість транспортних засобів стала і обмежена;
- всі пасажирів перевозяться своєчасно і з мінімальним коефіцієнтом використання пасажиромісткості γ ;
- ціноутворення, як і у попередніх випадках визначається маркетинговими параметрами.

При цьому, збільшення IFL_{ij} – рівняння транспортної втоми k – го пасажира, що прямує з i в j , знижує продуктивність його діяльності P_{ijk} на певний відсоток, тобто:

$$P_{ijk} = f(IFL)_{ijk}. \quad (4.7)$$

Врахування такої функціональної залежності дозволило трактувати наведену цільову функцію в більш поширеному вигляді:

$$\sum_{ijk} H_{ijk} \cdot P_{ijk} \rightarrow \min. \quad (4.8)$$

Наведена модель розрахунків транспортних кореспонденцій і шляхів сполучення пасажирів між будь-якими парами міст дозволяє визначити потоки пасажирів на сукупності маршрутів по ланцюгах їх формування.

Наведена сукупність наукових підходів до удосконаленої системи пасажирських перевезень дозволяє зробити висновок, що розгляд функціонування згаданої системи з різних соціальних і економічних позицій може бути поєднаний.

Порівняння натурних і теоретичних величин пасажиропотоків на ланцюгах транспортної мережі здійснювалось за критерієм відносної помилки $\varepsilon\varepsilon$.

$$\varepsilon\varepsilon = \frac{|F_p - F_H| \cdot 100\%}{F_H}, \quad (4.9)$$

де F_p та F_H – розрахунковий та натурний пасажиропотоки відповідно, пас/доб.

Для оцінки адекватності запропонованого наукового підходу проводились натурні виміри по маршрутних потоків пасажирів на ділянках трас маршрутів (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Співставлення діючих і розрахованих пасажиропотоків на ділянках транспортної мережі

Вид транспорту	Дуга мережі	Пасажиропотоки, пас/доб.		Різниця	$\Delta, \%$
		Натурні F_H	Розраховані F_P		
Залізничний	16–28	372	352	20	5,38
Залізничний	34–12	4212	4316	104	2,71
Залізничний	08–63	2068	1824	244	11,80
Залізничний	09–14	916	1020	104	11,36
Залізничний	07–79	3076	2988	88	2,86
...
Автомобільний	09–14	96	102	6	6,25
Автомобільний	07–79	412	436	24	5,83

Відносно маршрутів залізничного транспорту відносна помилка $\varepsilon_{\varepsilon_T}$ складала 5,83 %, маршрутів автомобільного транспорту $\varepsilon_{\varepsilon_{ав}}$ складала 4,18 %. При цьому на залізничному транспорті відносна помилка у швидкісних і звичайних маршрутах відрізнялась і потребує додаткових уточнень.

Цільова функція удосконалення міжміських пасажирських перевезень полягає в максимізації KO – корисності дії заданої системи, а саме:

$$KO = D_c - B_c \rightarrow \max, \quad (4.10)$$

де D_c – доходи системи, грн.;

B_c – витрати системи, грн.

В свою чергу доходи D_c системи – це:

$$B_v = \sum_{ijk} H_{ijk} \cdot (PR)_{ijk}, \quad (4.11)$$

де $(PR)_{ijk}$ – вартість проїзду з i в j k –го пасажира, грн.;

B_v – сумарна оплати за транспортну роботу з урахуванням бюджетних доплат, грн.

Витрати системи:

$$B_c = B_F + B_{II}, \quad (4.12)$$

де B_F – витрати транспортних підприємств, грн.;

B_{II} – недоотриманий дохід пасажирів в наслідок їх транспортної втоми, грн..

В свою чергу, витрати системи складаються з недоотриманого доходу сукупності пасажирів в наслідок їх транспортної втоми B_w , сумарної оплати за транспортну роботу з урахуванням бюджетних доплат B_v та витрат транспортних підприємств B_F .

$$B_c = B_w + B_v + B_F. \quad (4.13)$$

При цьому:

$$B_w = \sum_{ijk} H_{ijk} \cdot P_{ijk} \cdot ND_k, \quad (4.14)$$

де ND_k – частка національного доходу, яка припадає на k –го пасажира за добу, грн.

$$B_v = \sum_{ijk} H_{ijk} \cdot (PR)_{ijk}, \quad (4.15)$$

де PR – зведена вартість проїзду k –го пасажира з i в j з урахуванням бюджетних доплат, грн.

$$B_F = \sum_{ijk} H_{ijk} \cdot S_{ijk}, \quad (4.16)$$

де S_{ijk} – собівартість перевезень k –го пасажира з i в j , грн.

Відносно пасажирських транспортних технологій доходи системи це грошові витрати пасажирів за проїзд. Тобто витрати пасажирів – це і є доходи системи D_c .

$$D_c = B_v = \sum_{ijk} H_{ijk} \cdot (PR)_{ijk}. \quad (4.17)$$

В цілому:

$$KO = \left(\sum_{ijk} H_{ijk} \cdot S_{ijk} + \sum_{ijk} H_{ijk} \cdot P_{ijk} \cdot ND_k \right) \rightarrow \min. \quad (4.18)$$

Для визначення розміру транспортних кореспонденцій між містами ітерації і поглинання може використовуватись відомий принцип гравітаційних моделей. А саме:

$$H_{ijk} = \frac{H_{ni}^{x_1} \cdot H_{nj}^{x_2} \cdot k_j \cdot d_{ij}}{\sum_{i=1}^n H_{nj}^{x_2} \cdot k_j \cdot d_{ij}}, \quad (4.19)$$

де K_j – балансувальний коефіцієнт.

Функція тяжіння у гіперболічному вигляді може бути уточнена по залежності:

$$d_{ij} = \frac{1}{2\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x_{ij}^2}{(2\delta)^2}} \quad \text{або} \quad d_{ij} = \frac{1}{2\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x_{ij}'^2}{(2\delta)^2}}. \quad (4.20)$$

Для уточнення функції тяжіння між містами i та j можна використовувати натурні спостереження, при яких відносно міста відправлення i та прибуття j наступні параметри:

- кількість населення в містах i та j ;
- сумарна добова кількість мешканців, що виїжджають з i та прибувають в j за добу;
- відстань між i та j і в той же час термін пересування и i та j на мережі діючих маршрутів;
- розрахункова кількість H_{ij} за різними показниками x_3' та x_3'' ;
- кількість H_{ij} за добу за спостереженнями, які можна ґрунтувати на звітних показниках по продажу квитків.

Співставлення розрахункових H_{ij} та H_{ij} за спостереженнями по величині абсолютного та ймовірного відхилення можна зробити висновок стосовно доцільності використання показників x_3' та x_3'' в моделях визначення d_{ij} .

Для моделювання пасажиропотоків між містами i та j не достатньо знати кореспонденції між ними H_{ij} . Треба врахувати те, що вони можуть реалізовуватися різними маршрутами, різних видів

транспорту. При цьому пасажир вибирає той чи інший маршрут з урахуванням його привабливості. Функція привабливості маршруту Z відносно інших можливих маршрутів залежить від часу руху на цьому маршруті, вартості проїзду, та зручності перебування у салоні:

$$f_z = f((\tau_z; \tau_{cep}), (PR_z; PR_{cep}), (IFL'_z; IFL_{cep})) \quad (4.21)$$

де τ_z та τ_{cep} – відповідно час руху на маршруті Z та середній час руху на альтернативних маршрутах, год.;

PR_z та PR_{cep} – відповідно ціна за проїзд на маршруті Z та середня на альтернативних маршрутах, грн.;

IFL'_z та IFL_{cep} вимірюють як рівень втоми пасажирів на маршруті Z і середній на альтернативних маршрутах (інтерпретується коефіцієнтом заповнення салону) [288–290].

Разом з цим значення функції привабливості f_z та вага її складових залежить від їх співвідношень:

$$f_z = \frac{\tau_{cep} \cdot k_\tau \cdot PR_{cep} \cdot k_{PR} \cdot (IFL_{cep}) \cdot I_z \cdot k_{IFL}}{\tau_z \cdot PR_z \cdot (IFL'_z) \cdot I_z}, \quad (4.22)$$

де k_{PR} , k_{IFL} , k_τ – відповідно коефіцієнти, що враховують вагу відповідного параметру;

I_z – інтенсивність руху транспортних засобів на маршруті Z , авт./год.

Залежність 4.22 запропоновано вжити для визначення функції перерозподілу обсягів перевезень пасажирів на видах транспорту (FP), яка набуває наступного вигляду:

$$FP = \frac{\tau_{cep} \cdot k_{\tau} \cdot PR_{cep} \cdot k_{PR} \cdot (IFL_{cep}) \cdot I_z \cdot k_{IFL} \cdot \sum_{zm=1}^z PM_{zv}}{\tau_z \cdot PR_z \cdot (IFL'_z) \cdot I_z \cdot PM_{zv}}, \quad (4.23)$$

де PM_{zv} – кількість пасажиромісць на маршрутах виду транспорту V , од.;

I_z – інтенсивність руху транспортних засобів на маршруті Z , авт./год.

При цьому в залежності від того, в який період доби відбувається поїздка, в день чи в ночі, то і змінюються пріоритети. Наприклад, вдень має місце перевага k_{τ} , а вночі k_{IFL} . Значення цих коефіцієнтів залежить від стану суспільства, його купівельної спроможності, сезону, тощо і мають уточнювати спеціальними соціологічними дослідженнями. Будь-які транспортні кореспонденції H_{ij} розподіляються по альтернативним маршрутам. При цьому на маршруті Z тяжіє лише частка H_{ij} .

$$H_{ijz} = \frac{f_z \cdot I_z}{\sum_{z=1}^r f_z \cdot I_z} H_{ij}, \quad (4.24)$$

де r – кількість альтернативних маршрутів, од.,

I_z – інтенсивність руху транспортних засобів на маршруті Z , авт./год.

В цьому випадку:

$$H_{ijz} = \frac{\frac{\tau_{cep} \cdot k_{\tau} \cdot (PR)_{cep} \cdot k_{PR} \cdot (IFL_{cep}) \cdot k_{IFL} \cdot I_z}{\tau_z \cdot (PR)_z \cdot (IFL'_z)}}{\sum_{z=1}^r \left(\frac{\tau_{cep} \cdot k_{\tau} \cdot (PR)_{cep} \cdot k_{PR} \cdot (IFL_{cep}) \cdot k_{IFL} \cdot I_z}{\tau_z \cdot (PR)_z \cdot (IFL'_z)} \right)} H_{ij}, \quad (4.25)$$

Наведена кількість транспортних кореспонденцій на кожному маршруті Z H_{ijz} це лише розрахункова величина. Вона відображає попит і може бути реалізована при певній пропозиції. Тобто має бути такі пропозиції потужностей маршрутів при котрих ці кореспонденції можуть бути реалізовані. Будь-які значні відхилення від раціональної величини пропозиції або попиту можуть негативно позначитися на транспортному процесі. Це визначає доцільність моделювання функціонування маршрутів таким чином, щоб мати можливість визначати функціональний зв'язок між потребами в перевезенні H_{ij} та пропозицією на перевезення, які можуть бути представлені як провізні можливості.

Провізні можливості на маршруті HM_z здебільш виражаються формулою:

$$HM_z = \zeta_z \cdot A_z \cdot V_i \cdot T_{nij}, \quad (4.26)$$

де ζ_z – пасажировмісність транспортних засобів на маршруті Z , од.;

I_z – інтенсивність руху транспортних засобів на маршруті z , авт./год.;

V_i – експлуатаційна швидкість транспортних засобів, авт./год.;

T_{nij} – період використання i –х транспортних засобів для задоволення всіх перевезень, год.;

A_z – кількість транспортних засобів на маршруті Z , од.

Бажано, щоб можлива W_{zm} та потрібна транспортна робота W_{zp} на маршруті Z , відповідала перевізній можливості HM_z :

$$W_{zp} = \sum_{ij} H_{ijz} \cdot L_{ij} = \sum_{z=1}^r g_z \cdot A_z \cdot V_z \cdot T_p, \quad (4.27)$$

де L_{ij} – відстань між містами i та j , км;

T_p – період використання i –х транспортних засобів для задоволення всіх перевезень, год.;

H_{ij} – кореспонденції з будь-якого пункту відправлення i в будь-який пункт призначення j , пас.

В свою чергу транспортні кореспонденції H_{ij} можуть розподілятися між альтернативними маршрутами пропорційною їх альтернативної пропозиції, тобто:

$$H_{ijz} = \frac{H_{ij} \cdot g_z \cdot A_z \cdot V_z}{\sum_{z=1}^r g_z \cdot A_z \cdot V_z}. \quad (4.28)$$

З урахуванням впливу на H_{ijz} функцій тяжіння сукупностей маршрутів Z , що з'єднують i та j наведена функція набуває вигляд:

$$H_{ijz} = \frac{H_{ij} \cdot g_z \cdot A_z \cdot V_z \frac{\tau_{cep} \cdot k_\tau \cdot (PR)_{cep} \cdot k_{PR} \cdot (IFL_{cep}) \cdot k_{IFL}}{\tau_z (PR)_z \cdot (IFL')_z}}{\sum_{z=1}^r g_z \cdot A_z \cdot V_z \frac{\tau_{cep} \cdot k_\tau \cdot (PR)_{cep} \cdot k_{PR} \cdot (IFL_{cep}) \cdot k_{IFL}}{\tau_z \cdot (PR)_z \cdot (IFL')_z}}. \quad (4.29)$$

Разом з цим на маршрутах міжміського пасажирського сполучення існує декілька пунктів відправлення та прибуття пасажирів (рис. 4.1).

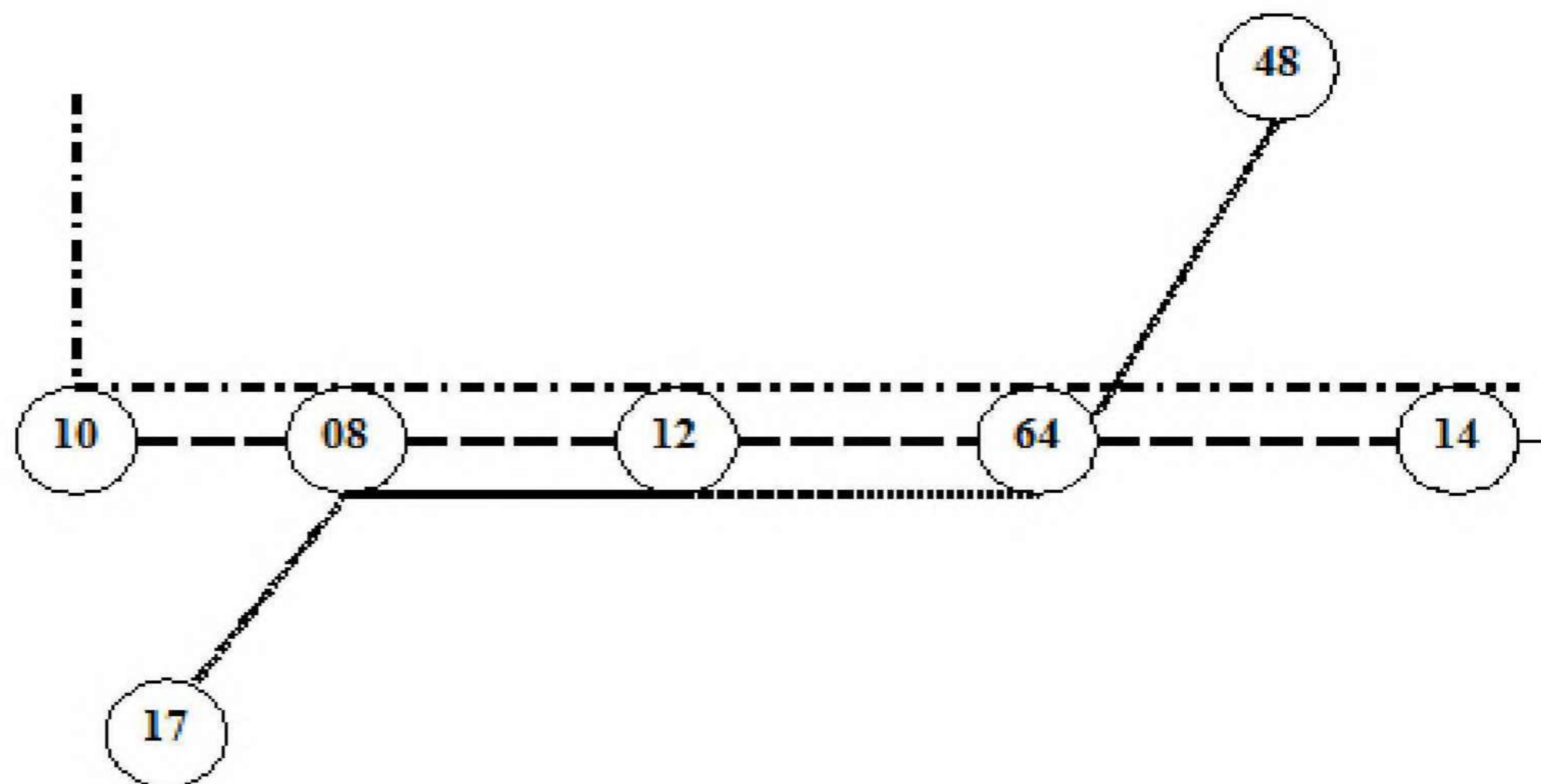


Рис.4.1. Фрагмент маршрутної мережі

Зрозуміло, що міста прибуття j або відправлення i пасажирів розташовані на транспортній мережі так, що маршрути дублюються частково або повністю. При цьому ринкові механізми будуть діяти таким чином, щоб попит і пропозиція на альтернативних маршрутах вирівнювались, тобто транспортна робота W_z запропонована на маршруті Z відповідає потенційно можливій W_{Mz} на цьому маршруті. Запропоновану транспортну роботу на маршруті Z можна представити як провізну можливість, тобто:

$$W_{3Z} = g_z \cdot A_z \cdot V_z \cdot T_c, \quad (4.30)$$

де T_c – час руху транспортних засобів на маршруті, год.

Можлива транспортна робота на маршруті залежить від H_{izjz} . В цьому випадку мають місце лише пари i та j , які мають місце на маршруті Z , що розглядається, а є лише ті кореспонденції H_{ij} , які припадають на маршрут Z .

Відповідність запропонованої та можливої транспортної роботи на сукупності маршрутів може бути якоюсь сталою константою ε . Тобто на будь-якому маршруті Z :

$$W_{MZ} = \sum_{iz;jz} H_{iz;jz} \cdot L_{iz;jz}, \quad (4.31)$$

Або

$$W_{MZ} = \sum_{iz;jz} \frac{H_{iz;jz} \cdot g_z \cdot A_z \cdot V_z \frac{\tau_{cep} \cdot k_\tau \cdot (PR)_{cep} \cdot k_{PR} \cdot (IFL_{cep}) \cdot k_{IFL}}{\tau_z \cdot (PR)_z \cdot (IFL')_z}}{\sum_{z=1}^r g_z \cdot A_z \cdot V_z \frac{\tau_{cep} \cdot k_\tau \cdot (PR)_{cep} \cdot k_{PR} \cdot (IFL_{cep}) \cdot k_{IFL}}{\tau_z \cdot (PR)_z \cdot (IFL')_z}} L_{iz;jz}. \quad (4.32)$$

Використовуючи гіпотезу, що співвідношення видів транспорту є сталою величиною, параметри маршрутів q_z ; A_z ; V_{ez} можна визначити із залежності:

$$\frac{W_{MZ}}{W_{3Z}} \rightarrow const = \varepsilon, \quad (4.33)$$

$$\frac{1}{g_z \cdot A_z \cdot V_z \cdot T_c} \left(\sum_{iz;jz} \frac{g_z \cdot A_z \cdot V_z \frac{\tau_{cep} \cdot k_\tau \cdot (PR)_{cep} \cdot k_{PR} \cdot (IFL_{cep}) \cdot k_{IFL}}{\tau_z \cdot (PR)_z \cdot (IFL')_z}}{\sum_{z=1}^r g_z \cdot A_z \cdot V_z \frac{\tau_{cep} \cdot k_\tau \cdot (PR)_{cep} \cdot k_{PR} \cdot (IFL_{cep}) \cdot k_{IFL}}{\tau_z \cdot (PR)_z \cdot (IFL')_z}} L_{iz;jz} \right) = \varepsilon. \quad (4.34)$$

Схема алгоритму моделювання функціонування системи міжміських пасажирських маршрутів з метою визначення їх

параметрів, що визначають тяжіння потенціальних пересувань між парами транспортних районів представлено на рис. 4.2.

Наведені послідовності моделювання, які представлені на рис. 4.2, дозволяють послідовно сформулювати масив маршрутів міжміського пасажирського транспорту з визначенням їх параметрів:

- траси маршруту;
- кількості і пасажиромісткості транспортних засобів;
- швидкості сполучення;
- пасажирські транспортні корисності, які обумовлюють по маршрутні об'єми перевезень, тощо.

математичний опис топологічної схеми маршрутів	
визначенн ємкості міст по відправленню і прибуттю пасажирів	
розрахунок матриці найкоротших відстаней по довжині і часу по дугах	
розрахунок масивів відстаней	
козрахунок матриці кореспонденції	
розрахунок транспортних пасажиропотоків	
формування бази маршрутів	
розрахунок інтегральних пасаметрів маршрутної системи	
розрахунок параметрів окремих маршрутів, що входять в загальний перелік мможливих маршрутів	
вибраковка маршрутів і перерахунок параметрів залишених маршрутів	
остаточні формування схеми маршрутів, обґрунтування висновків і рекомендацій	

Рис. 4.2. Схема алгоритму моделювання функціонування міжміської пасажирської транспортної системи.

Наступним кроком може бути перевірка параметрів функціонування транспортної мережі відносно загального часу руху пасажирів на мережі:

$$\sum_{iz,jz} H_{iz,jz} \cdot r_{ijz} \rightarrow \min. \quad (4.35)$$

Для цього можна скористатися тим, що попередні розрахунки містять в собі масив H_{ijz} , перелік маршрутів Z і час руху транспортних засобів по дугах маршрутної мережі. Поетапно, в діалоговому режимі, спираючись на проміжні розрахунки «вибраковку недоцільних маршрутів», можна зробити висновок про задоволення системи маршрутів міжміського пасажирського транспорту по мінімізації часу руху пасажирів. Аналогічний підхід можна застосувати для перевірки параметрів маршрутної мережі по мінімізації транспортної втоми пасажирів. Для цього достатньо використати параметри дії мережі у проміжних розрахунках.

Серед сильних сторін даного дослідження [271] можна віднести доведення можливості застосування обраної моделі до системи міжміських пасажирських перевезень в Україні. Отримано нові відомості про моделювання транспортних маршрутних систем з перевезення пасажирів між містами в межах дослідженої системи. На користь даного ствердження свідчать сучасні наукові досягнення, викладені в розглянутій літературі. Саме з даних обставин в практичних умовах використання моделей прогнозування параметрів функціонування системи є доцільним. Використання отриманих даних відносно оптимальних значень винайдених засобів забезпечує можливість забезпечення врахування якісних показників функціонування та планування

параметрів розглянутої транспортної системи. З урахуванням наведеного отримано нові відомості про досліджену систему, в частині планування показників функціонування параметрів функціонування транспортної системи з перевезення пасажирів на загальних маршрутах між містами. Отримані результати можна використовувати для проведення розрахунків з перевезень пасажирів між містами в Україні. Це вигідніше в порівнянні з аналогами завдяки:

- забезпеченню врахування соціально-економічних характеристик населення України;
- можливому збільшенню продуктивності за рахунок оптимізації використання маршрутної мережі;
- задоволенню економічних інтересів транспортної галузі виробництва.

До недоліків проведеного дослідження та отриманих результатів можна віднести незабезпечення врахування факту наявної пасажирської кореспонденції між містами, які реалізуються з використанням легкових транспортних засобів. Однак, слід зазначити, що метою роботи було визначено вивчення кореспонденції пасажирів, яка реалізується на маршрутах загального користування. Також, під час отримання даних щодо сталих кореспонденцій не було враховано коливання кореспонденцій пов'язані із сезонними змінами в рухливості населення. Разом із цим в роботі забезпечено врахування соціально-економічного стану пасажирів. Слід визначити, що впровадження в пасажирську транспортну систему отриманих результатів дослідження не нестиме додаткових фінансових навантажень на транспортні підприємства або пасажирів, чим враховано загальну ефективність роботи системи у цілому [291]

при використанні однотипних транспортних засобів в залізничній та автомобільній мережі [292].

Точно розраховане значення пасажирської міжміської транспортної кореспонденції на маршрутах загального користування надає можливість забезпечити планування взаємодії між системами різних видів транспорту. Для забезпечення потреб населення країни в задоволенні потреб її мешканців з пересування в межах дослідженої системи. Одночасно мається можливість підвищення якості фінансових потоків виробництв за рахунок оптимізації розподілу ресурсів в часі по всій пасажирській системі.

Є труднощі, пов'язані із застосуванням отриманих результатів дослідження. Це пов'язано із тим, що застосування одержаних результатів потребує модернізації існуючої інфраструктури транспорту. Можливе настання такого стану системи, при якому вона вимагатиме від транспортних підприємств надання більших об'ємів транспортних послуг.

4.2 Урахування факторів сезонності на параметри експлуатації засобів транспорту

Досліджено процес перевезення пасажирів на міжобласних маршрутах загального користування. Встановлено, що міжміські пасажирські транспортні кореспонденції мають коливання, які спостерігаються у часі. До таких коливань можна віднести описані багатьма дослідниками зміни обсягів або напрямів перевезень пасажирів протягом доби. Одночасно із викладеним відомо, що в системі міжміських пасажирських маршрутних перевезень можна спостерігати наявність процесів формування прогнозованих змін й при розгляді періоду перевезень протягом тижня. У даному випадку

спостерігається відповідна зміна в характеристиках обсягів й напрямів пасажирських кореспонденцій по днях тижня. Аналогічні коливання мають місце й при розгляді стану кореспонденцій при обранні досліджуваним періодом часу – рік.

Міжміські маршрутні пасажирські транспортні системи мають своєю метою функціонування якісне та безпечне задоволення потреб у переміщенні людей. Однією із вимог щодо якості обслуговування пасажирів можна вважати наявність стабільної схеми маршрутної мережі. Це призводить до необхідності врахування впливу середовища функціонування системи при організації її функціонування, із дотриманням обмежень.

У сучасних підходах до питань організації надання послуг з перевезень пасажирів визначається пріоритетність підвищення якості транспортних послуг, прийняття ґрунтовних рішень щодо змін елементів самої транспортної системи. До таких елементів міжміської маршрутної транспортної системи можна віднести розклад руху, кількість транспортних засобів, тип рухомого складу вартість перевезень та швидкість сполучення. Зміною визначених характеристик транспортного процесу можна корегувати систему міжміських маршрутних пасажирських перевезень.

Згідно визначеного підходу до системи застосовуватимуться заходи реагування на зміну вхідних параметрів із середовища її існування, які пов'язані із сезонними коливаннями попиту населення на транспортні послуги. Цим має забезпечитись процес управління системою міжміських маршрутних перевезень за для забезпечення потреб пасажирів у переміщенні із врахуванням коливань у їхніх кореспонденціях.

Враховуючи сезонні зміни вхідних у систему параметрів із середовища її функціонування визначено змінювати параметри

елементів транспортної системи. Це має призвести до забезпечення вихідного параметру із системи у такому прояві, при якому забезпечено додержання вимог щодо задоволення, побутових, виробничих та соціально-економічних потреб пасажирів у переміщенні.

Одночасно, прийняття управлінських рішень про зміну параметрів системи міжміських маршрутних перевезень впливатиме на результативність функціонування самої системи. Враховуючі потребу забезпечення вимог щодо збереження параметрів ефективності функціонування системи міжміських пасажирських перевезень. Таким чином отримується обмеження щодо прийняття управлінських рішень зі забезпеченням одночасності задоволення потреб пасажирів й збереження задовільного рівня функціонування протягом часу.

Одним з найбільш проблемних місць є дослідження фактичних значень міжміських кореспонденцій, яке полягає в отриманні донині не визначеному підході щодо обґрунтування сезонних змін параметрів елементів міжміської пасажирської транспортної системи. Отримані знання надають змогу в ґрунтовному застосуванні розглянутого методу розрахунків кореспонденції між містами з урахуванням характерних сезонних коливань попиту.

Мета дослідження полягала у моделюванні впливу фактору сезонності на міжміські пасажирські кореспонденції шляхом формалізації адекватної функції тяжіння. Формалізація параметрів складових функції тяжіння [293] призведе до можливості проведення розрахунків відповідних параметрів міжміських пасажирських кореспонденцій в межах дослідженої системи.

Для досягнення поставленої в роботі мети передбачається вирішити наступні задачі:

1. Встановити сезонні параметри складових функції тяжіння для пасажирських транспортних кореспонденцій між набором міст.

2. Порівняти отримані теоретичні та експериментальні дані.

Питання щодо розрахунку транспортних кореспонденцій між населеними пунктами полягає у тому, що досі на достатньому рівні не досліджено закономірності параметрів пасажирських транспортних систем.

Для встановлення фактичних значень пасажиропотоків між містами в Україні було обрано спосіб, який полягає в отриманні відповідних кількісних показників з матеріалів обліку наданих пасажиром послуг з переміщення. До таких документів та матеріалів можна віднести відомості з системи продажу автобусних та залізничних квитків.

В якості залежності для розрахунку кореспонденції пасажирів між містами від пункту i до пункт j було обрано залежність (2.198). В нашому випадку пропонується функцію тяжіння кореспонденції між містами розрахувати за наступною залежністю (2.200).

Для проведення розрахунків потенційної кореспонденції за залежністю (3.7) обрано значення емпіричної константи $-a$: 1; 5, 35, 65, 95, 125 та 155. Калібрувальний коефіцієнт x , в проведених розрахунках, приймав наступні кількісні показники: – 0,8; 1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 1,9 та 2,5. Проведено розрахунки потенційної кореспонденція між містами i та j для всіх можливих комбінацій між a та x . Відповідно до обраних значень емпіричної константи та калібрувального коефіцієнту було проведено розрахунки потенційної кореспонденція між містами i та j для всіх можливих комбінацій між a та x . На рис. 4.3 засобами геоінформаційних технологій [294, 295] зображено запропоновану модель

транспортної мережі України з урахуванням сполучень міжобласного значення.

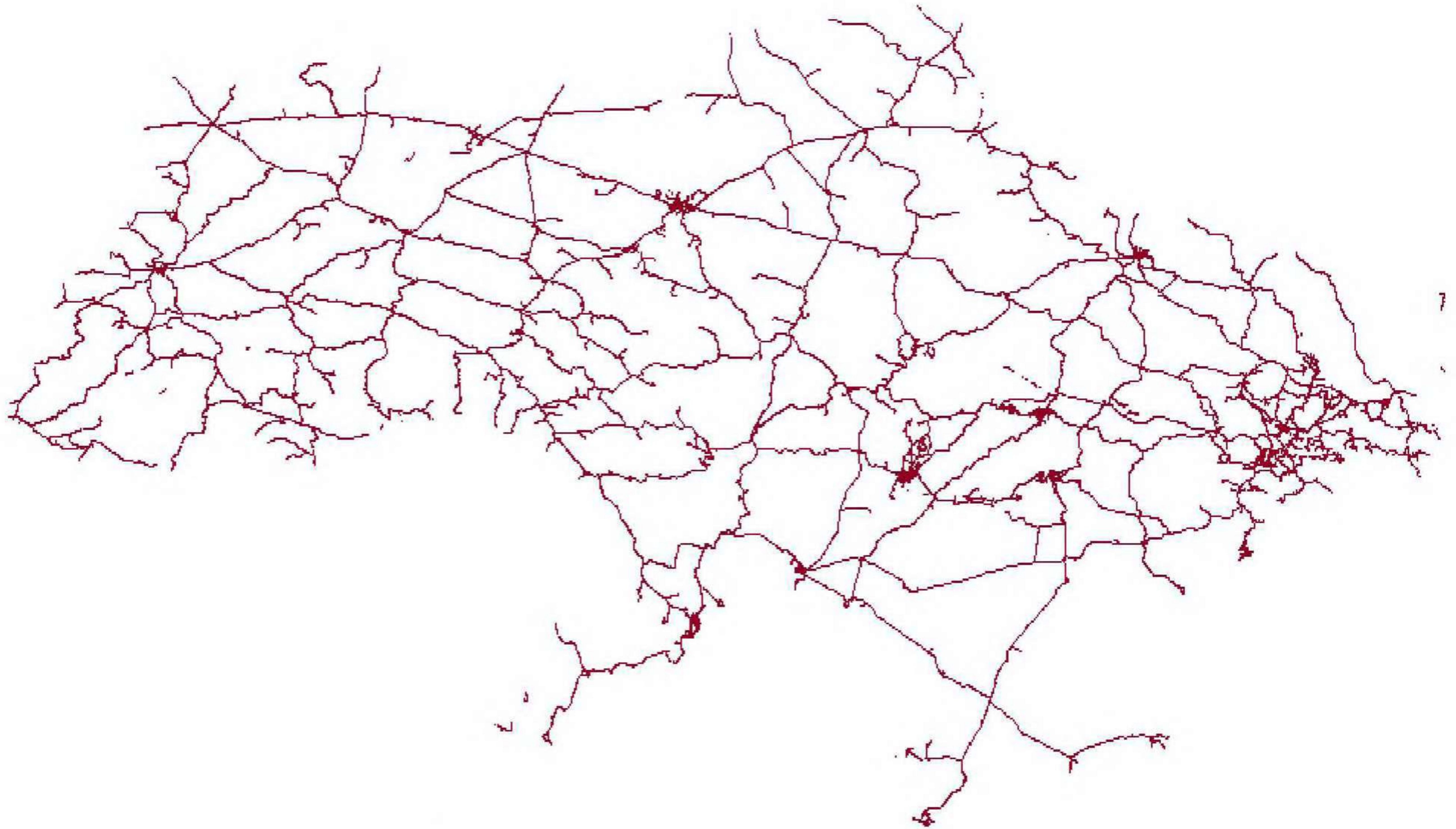


Рис. 4.3. Модель транспортної мережі України.

З отриманих даних фактичних кількісних показників потенційної кореспонденції між містами було 14 пар міст кореспонденцій між якими досліджувались. В свою чергу, кожен з обраних варіантів пар надавав відомості щодо кореспонденцій пасажирів між містами в обидва напрямки. В якості значень відстані між містами i та j – L_{ij} було прийнято попередньо розраховані значення з матриці найкоротших відстаней.

Отримані розрахункові значення H_{ij} – потенційної кореспонденції між містами i та j було зведено в табл. 4.2 Згоду між значеннями розрахункової потенційної кореспонденції H_{ij} між містами i та j до фактичного значення кореспонденції пасажирів отриманого за результатом проведеного дослідження здійснено за залежністю (3.8). Отримане значення ε – відхилення отриманого

розрахункового кількісного показника від фактичного у відсотках надає можливість в здійсненні аналізу якості використання комбінації значення емпіричної константи $-a$ та значення калібрувального коефіцієнту $-x$.

Отримане значення надає можливість провести оцінку відхилення отриманих розрахункових кількісних показників від фактичних у відсотках при застосуванні певної комбінації значень емпіричної константи $-a$ та значення калібрувального коефіцієнту $-x$. Отримані результати розрахунків надали можливість емпірично встановити параметри функції тяжіння для кореспонденцій пасажирів між містами в протягом літнього та зимового періодів, при яких розрахункові значення потенційної кореспонденції наближуються до фактичних.

При наявних у кожному розрахунку кількісних показниках a , x та $\epsilon_{\text{сер}}$ отримуємо можливість побудови поверхні залежності $\epsilon_{\text{сер}}$ від змінних a та x . Отриману поверхню наведено на рис. 4.4.

Таблиця 4.2

Розрахункові та фактичні значення потенційної кореспонденції між містами H_{ij} (тис. пас) в літній час перевезень.

№ з/п	№ транспортного вузла (міста) i	№ транспортного вузла (міста) j	Фактичні H_{ij}	H_{ij} при, $a=1$ Та $x= - 0,8$	H_{ij} при, $a=1, x=1,0$	...	H_{ij} при, $a=155, x=1,8$	H_{ij} при, $a=155,$ $x=1,9$	H_{ij} при, $a=155,$ $x=2,5$
1	2	3	4	5	6	...	7	8	9
1	8	22	18,90	24,23	22,7	...	18,63	17,97	13,66
2	8	15	74,53	79,21	83,8	...	71,34	69,05	53,71

Продовження таблиці 4.2

3	13	14	117,1	121,97	131,	...	114,6	111,2	87,12
4	13	8	38,39	23,97	39,7	...	41,89	41,78	38,92
5	13	15	38,86	26,39	48,1	...	54,45	54,90	55,40
6	13	22	51,27	81,73	35,8	...	19,01	17,34	9,50
7	14	8	589,6	553,13	634,	...	701,8	710,9	761,2
8	14	20	13,34	28,52	19,4	...	13,08	12,35	8,48
...
20	20	18	17,28	12,52	...	...	17,32	17,75	19,86
21	20	15	1,624	4,63	...	...	1,39	1,17	0,40
22	22	14	489,5	548,11	...	...	479,8	470,6	409,6
23	22	8	271,4	172,57	...	...	287,2	301,2	376,3
24	22	13	5,568	13,43	...	...	4,79	4,13	1,59
25	20	18	9,976	16,89	...	...	9,06	8,30	4,65
26	20	15	3,016	7,22	...	...	2,95	2,59	1,14
27	22	14	161,4	158,83	...	...	160,2	159,9	156,5
28	22	8	7,656	13,96	...	...	6,88	6,20	3,11

Таблиця 4.3

Відхилення розрахункових значень потенційної кореспонденції між містами в літній час від фактичного отриманого за результатом проведеного дослідження у відсотках

№ з/п	№ транспортног о вузла (міста) i	транспортног о вузла (міста) j	m_{ij} при $a=1$ та $x=0,8$	m_{ij} при $a=1$, $x=1,0$	...	m_{ij} при $a=155$, $x=1,6$	m_{ij} при $a=155$, $x=1,8$	m_{ij} при $a=155$, $x=1,9$	m_{ij} при $a=155$, $x=2,5$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8	22	0,28	0,21	...	0,05	0,01	0,05	0,28

Продовження таблиці 4.3

2	8	15	0,06	0,13	...	0,01	0,04	0,07	0,28
3	13	14	0,04	0,12	...	0,03	0,02	0,05	0,26
4	13	8	0,38	0,04	...	0,09	0,09	0,09	0,01
5	13	15	0,32	0,24	...	0,37	0,40	0,41	0,43
6	13	22	0,59	0,30	...	0,56	0,63	0,66	0,81
7	14	8	0,20	0,08	...	0,01	0,02	0,03	0,10
8	14	20	0,14	0,46	...	0,09	0,02	0,07	0,36
...
2	20	18	0,92	0,28	...	0,05	0,01	0,03	0,15
2	20	15	0,73	0,85	...	0,20	0,14	0,28	0,75
2	22	14	0,47	0,12	...	0,02	0,02	0,04	0,16
2	22	8	0,90	0,36	...	0,05	0,06	0,11	0,39
2	22	13	0,83	0,41	...	0,14	0,14	0,26	0,71
2	20	18	0,68	0,69	...	0,08	0,09	0,17	0,53
2	20	15	0,40	0,39	...	0,25	0,02	0,14	0,62
2	22	14	0,32	0,02	...	0,01	0,01	0,01	0,03
2	22	8	0,29	0,82	...	0,10	0,10	0,19	0,59
$\acute{\epsilon}_{\text{сер}}$			0,34	0,29	...	0,11	0,09	0,15	0,41

При наявних у кожному розрахунку кількісних показниках a , x та $\acute{\epsilon}_{\text{сер}}$ отримуємо можливість побудови поверхні залежності $\acute{\epsilon}_{\text{сер}}$ від змінних a та x . Отриману поверхню наведено на рис. 4.4.

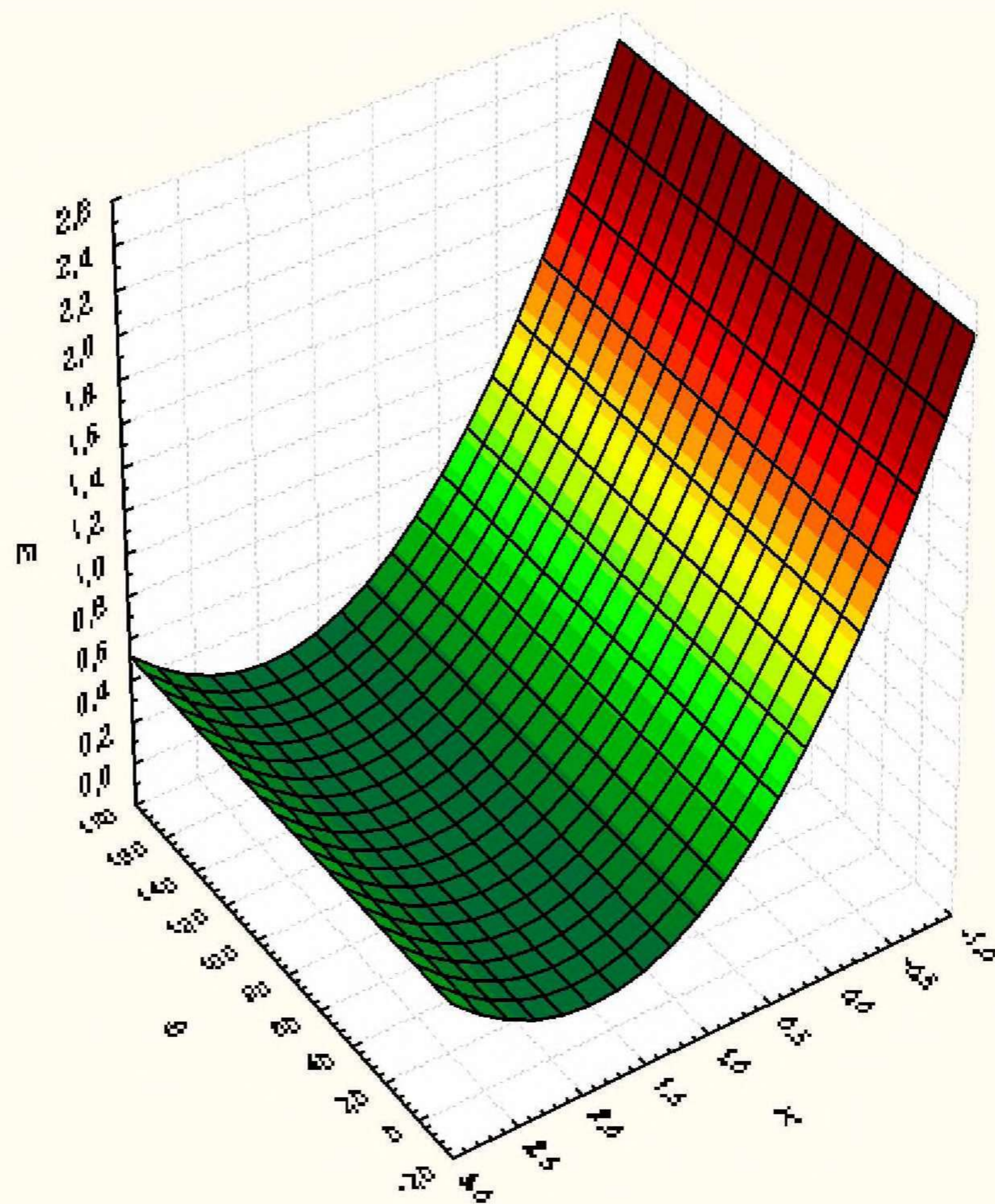


Рисунок 4.4. Поверхні залежності $\epsilon_{сер}$ у літній період перевезень від змінних значень емпіричної константи (a) та значення калібрувального коефіцієнту (x).

Проведемо аналогічні розрахунки для дослідженої системи з умови розгляду зимових міжміських пасажирських перевезень та відобразимо побудовану відповідну поверхню Поверхні залежності $\epsilon_{сер}$ від змінних a та x на рис. 4.5.

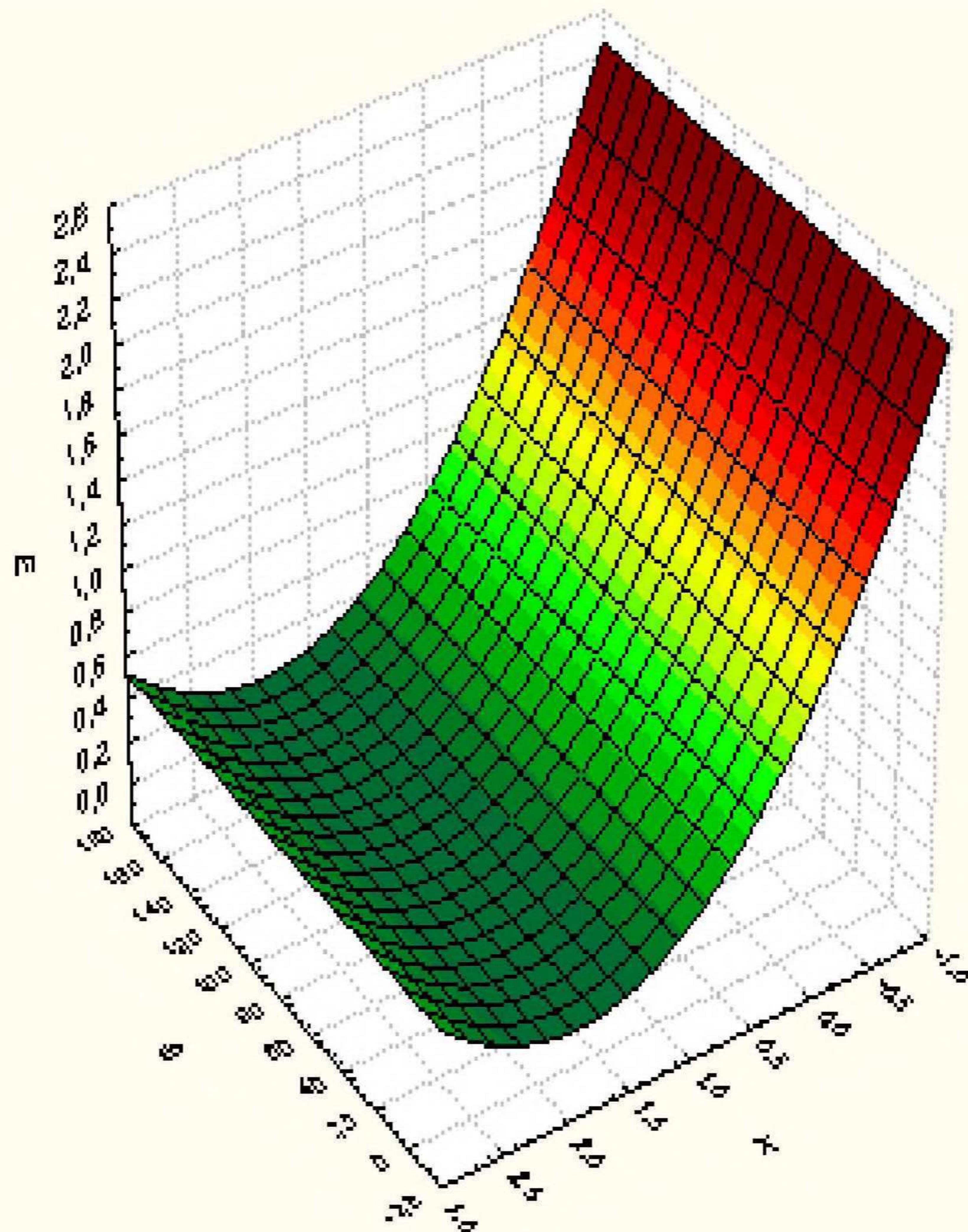


Рисунок 4.5. Поверхні залежності $\epsilon_{\text{сер}}$ у зимовий період перевезень від змінних значень емпіричної константи (a) та значення калібрувального коефіцієнту (x).

З отриманих результатів розрахунків встановлено, що $\epsilon_{\text{сер}}$ не суттєво залежить від зміни a .

Застосовані підходи [296–298] щодо моделювання міжміських пасажирських транспортних кореспонденцій свідчить про можливість їх застосування для дослідженої системи. В той же час

вони здебільш спираються на гравітаційну аналогію, мають спільні трактування і базуються на масивах кількостей відправлень та прибуття пасажирів по містах i та j з визначенням функції тяжіння між ними. При цьому від точності визначення зазначених масивів та винайдення кількісних показників їх калібрувальних коефіцієнтів залежить адекватність моделей в цілому.

Застосованим методом було досягнуто формалізації значення калібрувального коефіцієнту x в залежності (4.2.9) для розглянутої моделі із урахуванням сезонних коливань кореспонденцій між містами в зимовий та літній періоди, чим ураховано можливі обмеження на систему із використанням сучасних геоінформаційних технологій [299–301].

Функція тяжіння між містами i та j залежить від відстаней між парами міст L_{ij} в ступені 1,6 для літніх кореспонденцій та 1,8 для зимових. Тобто, при цьому відносне відхилення $\epsilon_{\text{сер}}$ розрахункового показника H_{ij} від фактичного становить від 9% до 11%. Така точність пасажирської транспортної кореспонденції H_{ij} може задовольнити потреби науки і практики для моделювання параметрів функціонування пасажирських транспортних систем для міжміського сполучення.

Показник відхилення розрахункових значень потенційної кореспонденції між містами від фактично отриманого за результатом проведеного дослідження забезпечив можливість оцінки можливості використання калібрувального коефіцієнту x для зимових та літніх кореспонденцій .

4.3 Висновки по розділу

1. Визначені методи кількісного розподілу кореспонденції між

видами транспорту при його експлуатації спираються на закономірності вибору способу пересування між маршрутами. При цьому визначення параметрів такого розподілу запропоновано здійснювати на основі комплексного підходу з урахуванням часу руху, вартості, заповнення салону тощо.

2. Сформульовано цільову функцію удосконалення міжміських пасажирських перевезень, яка на відміну від запропонованих іншими дослідниками забезпечує врахування соціально-економічного стану у суспільстві. Такий підхід базується на математичному описі сумісної діяльності не тільки маршрутів, а й їх впливі на суспільну діяльність, враховуючи транспортну втому.

3. Отримано послідовність і зміст досліджень раціональних параметрів міжміської пасажирської системи, які можуть використовуватися в аналогічних формалізаціях дії згаданої системи в розгляді процесів експлуатації засобів транспорту в міжнародних маршрутних систем. При цьому транспортні системи низки країн можуть модульно складати загальну систему території, що об'єднується по будь-якому принципу.

4. Запропонований науковий підхід до моделювання транспортної системи міжміського пасажирського транспорту спирається на сучасні досягнення науки і практики, враховує закономірності розподілу транспортних кореспонденцій між містами від особливостей експлуатації засобів транспорту транспортної мережі, функції тяжіння між містами, кількості мешканців і купівельної спроможності.

Основні положення розділу опубліковані в працях [4–6, 8, 12, 19, 22 – 23, 25, 30–31, 34–35 та 39 додатку А] автора.