

1. РЕЗУЛЬТАТИ АПРОБАЦІЇ МЕТОДИКИ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ТРАНСПОРТУ ДЛЯ МІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ

Запропонована методика вибору оптимальної структури транспорту, описана у другому розділі, була апробована на прикладі терміналу «Річковий порт» міста і найбільш пасажиронапружених маршрутах міста та області.

1.1. Опис транспортного вузла «Річковий порт»

Річковий порт являє собою великий транспортний термінал, де взаємодіють річковий і наземний види транспорту і відбуваються масові пересадки пасажирів.

Річковий транспорт виконує перевезення в місті А і інші населені пункти на лівому березі річки, що є центрами тяжіння. Характер роботи транспорту - цілорічний. Лінії обслуговують теплоходи місткістю 242 чол.

На момент дослідження наземний міський пасажирський транспорт був представлений автобусами, тролейбусами і маршрутними таксі. Тролейбусний маршрут №16, який з'єднує річковий і залізничний вокзали, відкритий порівняно недавно - в 1996 році, проте тролейбус вже завоював популярність у пасажирів, як найбільш зручний і регулярний вид транспорту. На маршруті працюють машини ЗиУ-682Г-012 загальною пасажиромісткістю 118 чол., Повністю задовольняють вимогам до міського рухомого складу.

Автобуси здійснюють перевезення на маршруті №23 «Річковий порт - Гарнізонний універмаг». На маршруті використовувалися автобуси великого класу ЛіАЗ-677 місткістю 80 чол., Які відрізняються в даний час поганим технічним станом. У минулому автобус був єдиним видом транспорту, який обслуговує даний термінал, але він поступово витиснутий тролейбусним транспортом і маршрутними таксі.

Маршрутні таксі - «наймолодший» вид транспорту в річковому порту. Існує маршрут №5, що повністю дублює автобусний маршрут; а також маршрут №67 «Речпорт - Спартановка»; №41 до «Речпорт - вул. Хіросіми », що діє в літній

період; №18а «Речпорт - 7 вітрів»; №100 «Речпорт - Парк Хаус»; №98 «Речпорт - Лікарняний комплекс»; №65 «Речпорт - ДК Кірова». Для перевезення використовуються автомобілі марки ГАЕ-322132, що забезпечують відносну комфортність і високу швидкість повідомлення.

Крім того, що річпорт є великим пересадочних пунктом, він являє собою ще й місце масового культурного відпочинку як городян, так і мешканців приміської зони. На території річкового вокзалу розташований Центральний концертний зал, а також безліч літніх кафе, клубів. Присутні тут і офіси волгоградських фірм. Таким чином, річковий порт є не тільки проміжним, але і кінцевим пунктом поїздок пасажирів.

Наведена вище характеристика дозволяє зробити попередній висновок про те, що в структурі поїздок пасажирів присутні як трудові, так і ділові, і культурно-побутові (дачні) поїздки. Причому останні займають особливе становище в силу наявності дачних річкових маршрутів, особливо в літній період.

Щоб забезпечити безперебійну узгоджену роботу транспорту, необхідно виявити характер зміни пасажиропотоків і їх структуру, попит на різні види транспорту.

Згідно визначення, даного раніше в розділі 2, термінал повинен мати такими функціями: зручний доступ і посадка пасажирів в рухомий склад, оптимізація використання різних видів транспорту і формування пасажиропотоків. Можна з упевненістю сказати, що в пересадочному порту «Річковий порт» в найбільшій мірі реалізується функція

формування пасажиропотоків, в той час як перші дві функції реалізуються в досить незначною мірою. Крім того, в даному пересадочному пункті, здійснюється взаємодія річкового і наземного транспорту.

З точки зору розподілу терміналів на групи, річковий порт можна віднести до другої групи (див. Рис. 3.1), тобто до спеціалізованих терміналів, що орієнтуються переважно на вид транспорту з високими провізними можливостями. В якості такого виступає річковий транспорт.

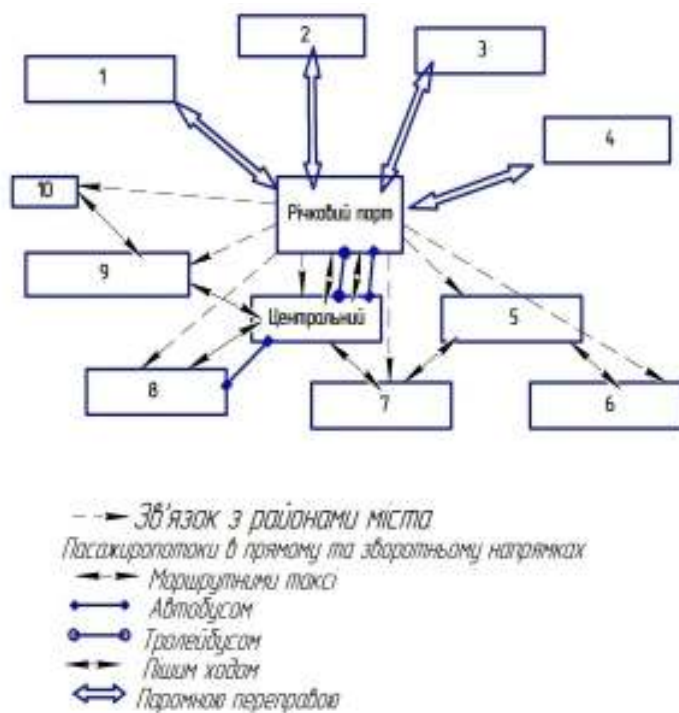


Рис.3.1. Схема пасажирського терміналу

Якщо розглядати тип даного терміналу, то з трьох запропонованих типів найбільш підходить другий тип, а саме термінал, де зустрічається (закінчується) одна транспортна мережа і починається інша. Тоді, визначальною функцією роботи цього терміналу буде перевезення пасажирів зовнішнім транспортом (в даному випадку річковим), а підпорядкованість - перевезення пасажирів внутрішнім транспортом (тобто наземним).

Таким чином, в річковому порту необхідно звернути увагу на організацію руху транспорту і на оптимізацію використання різних видів транспорту. Реалізувати це допоможе алгоритм визначення необхідної кількості рухомого складу, приведений в розділі 2.

Аналогічні розрахунки були зроблені і для маршрутної мережі міста, яка представляє собою велику і розгалужену мережу загальною протяжністю близько 200 км.

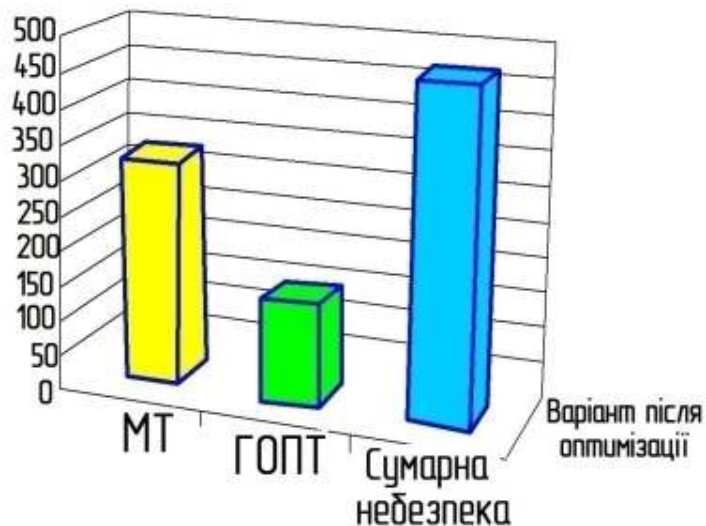


Рис.3.2. Порівняльний аналіз умовної небезпеки транспортних засобів (після оптимізації)

Проведений аналіз показав, що прийняті рішення по оптимізації структури транспорту з точки зору екології і безпеки руху правильні. Також була проведена перевірка на оптимальність структури транспорту з точки зору споживача послуг (див. Рис. 3.3-3.5.).

Таким чином, вийшли наступні коефіцієнти:

КЕкВолжанін 1,0966,

КбдВолжанін-10,6437;

КПерВолжанін ~ ®, 8764,

КостВолжанін 0,852.

Як видно, коефіцієнт оптимізації структури транспорту на маршруті зріс на 1,8% причому за рахунок збільшення коефіцієнта задоволеності попиту на перевезення.

Якщо використовувати в терміналі «Річковий порт» 3 автобуси (замість 1) типу Волжанін, тоді необхідно провести перевірку структури транспорту.

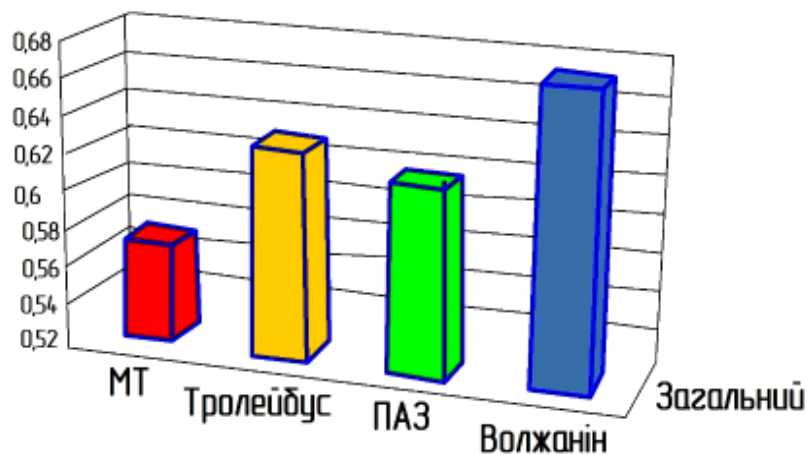


Рис.3.3. Порівняння (Кпер) після оптимізації

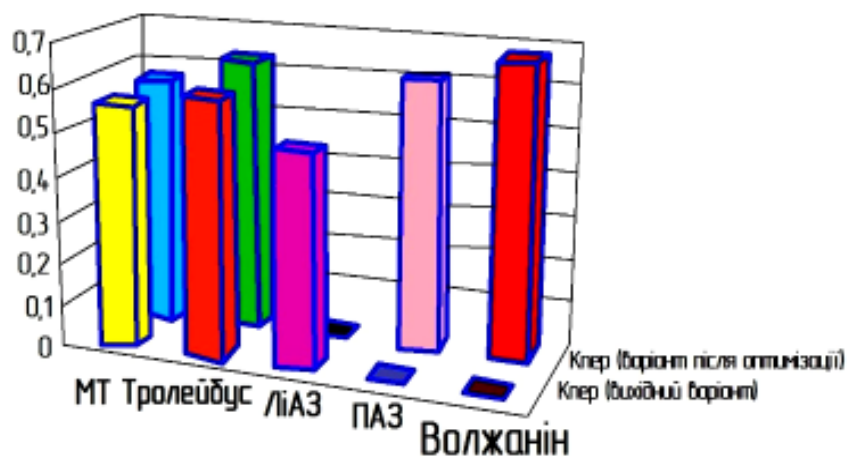


Рис.3.4. Порівняльний аналіз варіантів

Рисунок наочно показує, що рівень задоволеності попиту на перевезення у автобусів типу ПАЗ і Волжанин значно високі, а введення цих типів автобусів на лінію дозволяє підняти рівень задоволеності попиту по всіх його складових (див. Рис. 3.5.) пасажиропотік.

Таким чином, можна зробити висновок, що запропонована методика визначення структури транспорту дозволяє оптимально підібрати тип і кількість рухомого складу в будь-якій точці вулично-дорожньої мережі.



Рис.3.5. Аналіз складових (Кпер) після оптимізації

Після визначення оптимальної структури транспорту на будь-якому маршруті необхідно провести перевірку для терміналу. Проведені раніше обчислення наочно ілюструються наступними малюнками (рис. 3.6. і 3.7):



Рис.3.6. Існуюча структура транспорту, яка обслуговує термінал

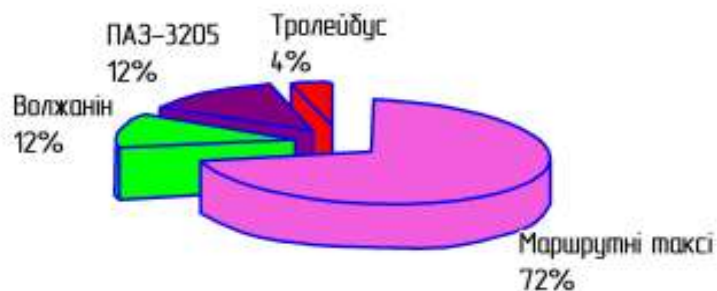


Рис.3.7. Запропонована структура транспорту, яка обслуговує термінал

Отже, можна реально говорити про поліпшення процесу міських пасажирських перевезень, з цільовою функцією транспортного обслуговування населення, при обмеженнях по екологічній безпеці перевізного процесу та безпеці дорожнього руху (рис. 3.8.)



Рис.3.8. Порівняльний аналіз двох варіантів



Рис.3.9. Порівняльний аналіз структур транспорту

Також, з метою оптимізації, був проведений аналіз перевезень на найбільш пасажіронапряжених маршрутах. Були отримані наступні результати.

Застосування розробленої методики для оптимізації структури транспорту, що обслуговує термінал «Річковий порт» міста і основні міські маршрути дозволило визначити оптимальну структуру транспорту для цих об'єктів.

У пасажирському терміналі «Річковий порт» рекомендовано скоротити число маршрутних таксі на 63%; замінити автобус ЛіАЗ-677 на більш перспективний автобус типу Волжанин; ввести укорочені маршрути протяжністю до 2,5 км, на яких рекомендовано працювати автобусам типу ПАЗ-3205. Це дозволить знизити викиди СО на 68%, СН на 7%; умовна небезпека по конфліктним точкам знизиться на 50%; задоволеність попиту на перевезення зросте на 64%.

В місті на ряді основних пасажиронапружених маршрутах рекомендовано змінити структуру транспорту шляхом скорочення числа маршрутних таксі на 41%; введення автобусів великого класу типу «МАН», «Сканія»; зниження числа легкових автомобілів таксі на 65%. Запропоновані рекомендації дозволять поліпшити екологічну обстановку шляхом скорочення викидів СО на 54%, СН на 13%; знизити умовну небезпеку по конфліктним точкам на 44%; збільшити задоволеність попиту на 56%.

3.2 Розрахунок матриці кореспонденцій і матриці найкоротших відстаней

Маршрути перевезень пасажирів призначаються за умовою максимально безпересадкового сполучення і мінімального часу поїздки пасажирів. Призначення маршрутів засноване на комбінаторному аналізі.

Вихідними даними для призначення маршрутів є результати розрахунків матриці найкоротших відстаней, матриці кореспонденцій та епюри пасажиропотоків. Існують такі обмеження при складанні маршрутів:

- кількість маршрутів на мережі повинна становити від 4 до 8;
- на одній ділянці призначається до 3 маршрутів в залежності від значення пасажиропотоку;
- маршрут проходить не менше, ніж через 3–4 транспортні райони;

➤ довжина маршруту повинна бути не більше 15 км.

Так як через одну ділянку може проходити до 3 маршрутів, слід розрахувати діапазони, в межах яких призначається певна кількість маршрутів. Для цього необхідно різницю між максимальним і мінімальним значеннями пасажиропотоку поділити на 3:

$$\Delta = \frac{Q_{ij}^{\max} - Q_{ij}^{\min}}{3}$$

На ділянках з пасажиропотоком орієнтовно призначається:

- від Q_{ij}^{\min} до $Q_{ij}^{\min} + \Delta - 1$ маршрут;
- від $Q_{ij}^{\min} + \Delta$ до $Q_{ij}^{\max} - \Delta - 2$ маршрути;
- від $Q_{ij}^{\max} - \Delta$ до від $Q_{ij}^{\max} - 3$ маршрути.

Згідно з приведеними рекомендаціями слід призначити маршрути перевезень пасажирів та зобразити їх на транспортній мережі міста (рис.3.10.).

Відповідно до складених маршрутів розраховується коефіцієнт пересаджування:

$$k_{nep} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n H_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n H_{ij}^{nep}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n H_{ij}}$$

де $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n H_{ij}$ – сумарна кількість пасажирів, які переміщуються між транспортними районами ($i \neq j$);

$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n H_{ij}^{nep}$ – сумарна кількість пасажирів, які переміщуються між транспортними районами з пересаджуванням.

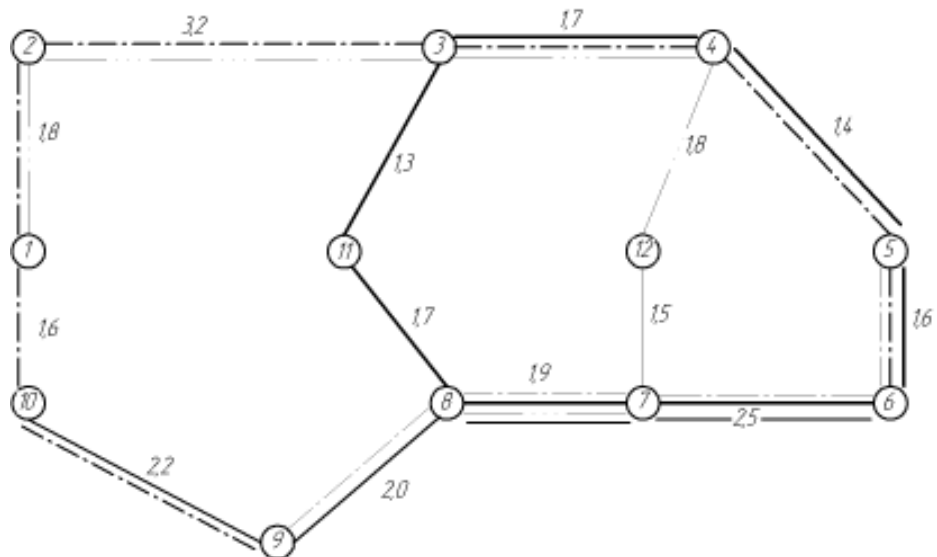


Рис.3.10. Орієнтовна кількість маршрутів на ділянках транспортної мережі

Сумарна кількість пасажирів, що їдуть з пересаджуваннями, визначається за допомогою аналізу побудованої маршрутної мережі на можливість безпересадкового сполучення між транспортними районами. Для цього слід побудувати таблицю оцінки безпересадкового сполучення між всіма транспортними районами, де знаком «+» відмічається можливість безпересадкового сполучення між ТР, а знаком «-» її відсутність.

Для визначення кількості пасажирів, що їдуть з пересаджуваннями, слід знайти в таблиці райони, які не сполучаються між собою жодним з призначених маршрутів, та порахувати суму кореспонденцій між цими районами в прямому та зворотному напрямках. Значення коефіцієнта пересаджування не повинно перевищувати 1,1, інакше слід переглянути призначені маршрути.

Для кожного з призначених маршрутів визначаю коефіцієнт ефективності за формулою:

$$K_E = \frac{\sum_1^n N_{ij} \cdot l_{ij}}{2 \cdot N_{ij}^{\max} \cdot l_M},$$

де N_{ij} – пасажиропотік на ij -му перегоні маршруту, пас.;

l_{ij} – довжина ij -го перегону, км;

N_{ij}^{\max} – пасажиропотік на найбільш завантаженому перегоні маршруту (у прямому чи зворотньому напрямку), пас.;

l_m – довжина маршруту, км;

n – кількість перегонів на маршруті в обох напрямках.

Маршрути, що мають $K_E < 0,45$, необхідно переглядати.

Для кожного маршруту будуємо епюри пасажиропотоку.

Епюри пасажиропотоків на отриманих маршрутах:

Маршрут №1

		700	837	
		61	167	
	636	69	161	547
	153	87	69	87
	130	130	87	161
	141	141	141	87
	212	212	212	212
9	10	2	1	5
	57	57	57	57
	29	26	26	26
	41	29	139	139
	141	15	29	114
	268	41	15	336
		21	110	
		189	376	

$$K_E = \frac{6259,2}{2 \cdot 837 \cdot 6,6} = 0,57$$

					3634				
Маршрут №2				3607	141	3633			
				119	88	212			
				121	69	141			
			3500	124	61	130	3115		
			317	120	85	129	114		
			125	107	121	88	139		

			142	158	124	69	83		
			156	125	120	61	141		
		2649	160	142	107	85	130	2353	
		246	150	156	158	124	129	109	
		207	215	160	142	120	69	78	
		82	207	150	156	107	61	139	
		93	82	215	160	158	85	83	
		102	93	82	150	156	120	130	
		123	102	93	215	160	107	129	
	1612	121	123	102	93	150	158	61	1467
	140	203	121	123	102	215	160	85	149
	168	168	203	121	123	102	150	107	78
	118	118	118	203	121	123	215	158	83
	91	91	91	91	203	121	123	150	129
	116	116	116	116	116	203	121	215	85
	172	172	172	172	172	172	203	121	158
	222	222	222	222	222	222	222	203	215
	218	218	218	218	218	218	218	218	203
	367	367	367	367	367	367	367	367	367
4	8	7	6	10	9	5	1	2	3
	174	174	174	174	174	174	174	174	174
	80	43	43	43	43	43	43	43	43
	53	80	58	58	58	58	58	58	58
	54	19	80	39	39	39	39	39	39
	136	53	19	80	36	36	36	36	36
	99	13	31	19	80	52	52	52	52
	221	54	53	31	19	80	124	124	124
	295	14	13	20	31	19	80	153	153
	312	136	22	53	20	31	19	80	192
	1424	49	54	13	20	20	31	19	871
		99	14	22	53	20	20	31	
		40	28	15	13	40	20	20	
		221	136	54	22	53	40	20	
		175	49	14	15	13	161	40	
		295	95	28	15	22	53	161	
		193	99	21	54	15	13	166	
		1658	40	136	14	15	22	1216	
			78	49	28	28	15		

			221	95	21	54	15		
			175	76	25	14	28		
			340	99	136	28	86		
			1822	40	49	21	1129		
				78	95	25			
				69	76	57			
				1326	152	957			
					1288				

$$K_E = \frac{42972,1}{2 \cdot 3634 \cdot 10,8} = 0,55$$

Для кожного маршруту на схемі транспортної мережі будує епюру пасажиропотоків у масштабі (АГМ).

По складених маршрутах розраховую коефіцієнт пересадності:

$$k_{пер} = \frac{\sum_1^n N_{кор} + \sum_1^n N_{пер}}{\sum_1^n N_{кор}}$$

де $\sum_1^n N_{кор}$ - сумарне число кореспонденцій, пас.;

$\sum_1^n N_{пер}$ - сумарна кількість пасажирів, що їдуть з пересадженнями.

Значення $k_{пер}$ не повинне перевищувати 1,1. У противному випадку переглядаються отримані маршрути. В нашому випадку $k_{пер} = 1$.

3.2.1 Вибір рухомого складу

Відповідно до значення пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту (у прямому чи зворотньому напрямку) вибираю рухомий склад, місткість якого задовольняє потреби перевезень.

Пасажиromісткість автобуса вибираю відповідно до значення максимального пасажиропотоку таблиці 1.1.

Таблиця 3.1.

Залежність місткості автобуса пасажиропотоку

Пасажиропотік у годину пік в одному напрямку, пас. (N^{\max}_{ij})	200–1000	1000–1800	1800–2600	2600–3800	3800 і більше
Місткість автобуса (к-ть місць для провозу пасажирів сидячих і проїзду стоячих), пас.	40	65	80	110	180

3.3. Розрахунок основних техніко-експлуатаційних показників роботи автобусів

Розрахунок основних техніко-експлуатаційних показників роботи автобусів (ТЕП) виконується для складених маршрутів. Далі приведені формули, за якими необхідно проводити розрахунки. У пояснювальній записці наводжу приклад розрахунку ТЕП для маршруту №1, для інших маршрутів результати розрахунків зводжу у таблицю 3.2.

До основних показників, які необхідно розрахувати, відносяться:

1. Довжина маршруту L_M , км:

$$L_M = \sum l_{ij},$$

де $\sum l_{ij}$ – сумарна довжина всіх перегонів, що входять у маршрут, км;

Приклад розрахунку для маршруту №1:

$$L_M = 0,8 + 1,6 + 1,5 + 1,2 + 1,5 = 6,6 \text{ км}$$

2. Час зворотнього рейсу, $t_{об}$, год:

$$t_{об} = \left(\frac{L_M}{V_T} + n \cdot t_{пз} + t_{кз} \right) \cdot 2,$$

де V_T – технічна швидкість руху автобусів, км/год. Для розрахунків приймаємо $V_T = 24$ км/год;

n – кількість проміжних зупинок, од.;

$t_{пз}$ – час на проміжну зупинку, хв. Для розрахунків приймаємо $t_{пз} = 1$ хв. = 0,017 год.;

$t_{кз}$ – час на кінцеву зупинку, хв. Для розрахунків приймаємо $t_{кз} = 5$ хв. = 0,083 год.;

Приклад розрахунку для маршруту №1:

$$t_{об} = \left(\frac{6,6}{24} + 3 \cdot 0,017 + 0,083 \right) \cdot 2 = 0,82 \text{ год.}$$

3. Фактичний пасажирообіг на маршруті $P_{фк}$, паскм:

$$P_{фк} = \sum_1^n N_{ij} \cdot l_{ij},$$

де $P_{фк}$ – фактичний пасажирообіг на k -му маршруті, паскм:

Приклад розрахунку для маршруту №1:

$$P_{фк} = 0,8 \cdot (636 + 268) + 3,1 \cdot (700 + 189) + 1,2 \cdot (837 + 376) + 1,5 \cdot (547 + 336) = 6259,2 \text{ паскм}$$

4. Інтервал руху автобусів

$$I = \min \{ I_{max}, I_M \}$$

де I_{max} – максимально припустимий інтервал руху, хв. $I_{max} = 15$ хв.

$$I_M = \frac{g}{N_{ij}^{max}}$$

Приклад розрахунку для маршруту №1:

$$I_M^{ник} = \frac{40}{837} = 0,048200.$$

5. Кількість необхідних автобусів на маршруті

$$A_M = \frac{t_{об}}{I},$$

Приклад розрахунку для маршруту №1:

$$A_M = \frac{0,82}{0,048} = 17 авто$$

6. Можливий пасажирообіг на маршруті

$$P_с = 2 \cdot L_M \cdot A_M \cdot g_n,$$

де $P_с$ – можливий пасажирообіг на маршруті, пас. км.;

A_M – кількість автомобілів, що працюють на маршруті, од.;

g_n – номінальна місткість автобуса, пас.

Приклад розрахунку для маршруту №1:

$$P_с = 2 \cdot 6,6 \cdot 17 \cdot 40 = 8976 \text{ паскм}$$

7. Динамічний коефіцієнт пасажировмісності

$$\gamma_d = \frac{P_\phi}{P_с}$$

Приклад розрахунку для маршруту №1:

$$\gamma_a = \frac{6259,2}{8976} = 0,7$$

Всі отримані розрахунки звести в підсумкову таблицю 3.2.

Таблиця 3.2.

Характеристики маршрутів

Маршрут	Довжина, км	Кількість проміжних зупинок	Час обороту, хв	Інтервал, хв	Максимальний пасажиропотік на перегоні	Фактичний P_{Φ} , пас. км	Можливе P_e , пас. км	Динамічний коефіцієнт пасажировмісності	Коефіцієнт ефективності	Кількість автобусів на маршруті у годину пік
1) 9–10–11–2–1–5	6,6	3	0,82	0,048	837	6259,2	8976	0,7	0,57	17
2) 4–8–7–6–10–9–5–1–2–3	10,8	9	1,37	0,03	3634	42972,1	109296	0,4	0,55	46

3.4 Графоаналітичний розрахунок режимів роботи на маршруті

Графоаналітичний розрахунок полягає в аналітичному обчисленні кількості випусків транспортних засобів на маршрут та розподілі часу початку та кінця роботи ТЗ і водіїв.

Графоаналітичний розрахунок виробляється для одного маршруту, що призначає викладач. Обраним маршрутом являється маршрут №1.

Графоаналітичний розрахунок включає в себе кілька етапів.

На першому етапі визначаю значення пасажиропотоку на максимально завантаженому перегоні маршруту в щогодини доби по формулі:

$$N_t = N_{\max} \cdot k_{Ht}$$

де N_t - пасажиропотік у годину t , пас./год.;

N_{\max} – максимальний пасажиропотік, пас./год.;

k_{Ht} – коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоку по годинам доби (таблиця

3.1).

Приклад розрахунку для маршруту з 5–6 години доби:

$$N_t = 837 \cdot 0,3 = 251 \text{ пас./год.}$$

На підставі значень пасажиропотоку по кожній годині доби визначаю необхідну кількість автобусів A_t по формулі:

$$A_t = \frac{N_t \cdot t_{об}}{q_H}$$

де A_t - кількість автобусів необхідна в t годину;

$t_{об}$ – час обороту автобуса на маршруті;

q_H – максимальна пасажировмісність автобуса, пас.

Приклад розрахунку для маршруту з 5–6 години доби:

$$A_t = \frac{251 \cdot 0,82}{40} = 5 \text{ авто}$$

Мінімальна кількість автобусів, що повинна працювати на маршруті визначаю по формулі:

$$A_{\min} = \frac{t_{об}}{J_{\max}},$$

де J_{\max} - максимально припустимий інтервал руху, хв.

Для розрахунків приймаємо $J_{\max} = 15 \text{ хв} = 0,25 \text{ год.}$

$$A_{\min} = \frac{0,82}{0,25} = 4 \text{ авто}$$

Максимально можлива кількість автобусів, що може працювати на маршруті з урахуванням коефіцієнта дефіциту k_{δ} , визначається по формулі:

$$A_{\text{деф}} = A^{\text{нік}}_M \cdot k_{\delta}$$

де $A^{\text{нік}}_M$ - кількість автобусів на маршруті у годину пік, од;

k_{δ} – коефіцієнт дефіциту = 0,9–1.

Коефіцієнт дефіциту приймаю – 1.

$$A_{\text{деф}} = 17 \cdot 1 = 17 \text{ авто}$$

Будую діаграму залежності N_t і A_t по годинах доби. Для цього по осі ординат відкладаю значення N_t (A_t), а по осі абсцис години доби.

При визначенні режимів роботи автобусів і водіїв у курсовому проекті варто керуватися тим, що режим роботи, як для водіїв, так і для автобусів складається з кількості годин роботи відповідно автобусів і водіїв, тривалості відпочинку перерв і відстоїв.

Прийняті режими роботи водіїв:

1. Однозмінний режим

- сумарна кількість годин роботи від 6 до 9 годин,
- час перерви від 0,5 до 2 години,
- перша перерва не пізніше ніж через 4 години після початку роботи.

2. Прерваний режим:

- сумарна кількість годин роботи від 8 до 10 годин;
- час відстою від 3 до 5 годин;
- час безперервної роботи не більш 5 годин.

Режими роботи автобусів відповідають годинами роботи водіїв.

Графоаналітичний розрахунок складається в аналітичному обчисленні кількості випусків транспортних засобів, що працюють по однозмінному і двозмінному режимам роботи і графічному розподілі часу початку і кінця роботи транспортних засобів і водіїв.

На підставі розрахованої кількості автобусів, які необхідні для роботи на маршруті по годинам доби і існуючих режимів роботи автобусів і водіїв складаю графік роботи автобусів і водіїв.

Для виконання графоаналітичного розрахунку необхідно по осі абсцис відкласти години доби, а по осі ординат кількість автобусів, що працюють на маршруті. У даному графоаналітичному розрахунку 1–4 випуски працюють по двозмінному режимі, інші по перерваному режиму роботи. Максимальна кількість автобусів, працюючих на маршруті – 17, мінімальна кількість автобусів – 4. Варто враховувати, що можуть виникати ситуації, коли у визначену годинну доби необхідна кількість автобусів не відповідає існуючим режимам роботи автобусів і водіїв, тому допускається ставити додаткові години роботи.

Після закінчення розрахунку необхідно оцінити ефективність графоаналітичного розрахунку, тобто розрахувати коефіцієнт ефективності побудови по формулі:

$$k_{\text{эф}} = \frac{AЧ_{\text{потр}}}{AЧ_{\text{побуд}}} \geq 0,9 ,$$

де $AЧ_{\text{потр}}$ – сумарна кількість авто-годин, які потрібні, год.;

$AЧ_{\text{побуд}}$ – сумарна кількість авто-годин, отриманих при побудові, год.

Значення коефіцієнта ефективності графоаналітичного розрахунку повинне бути не менш 0,91.

$$k_{\text{эф}} = \frac{162}{170} = 0,95$$

3.4.1. Стрічковий графік руху автобусів

Для визначення конкретного режиму роботи руху автобусів на маршруті складаю розклад. Так як в годину доби працює визначена кількість автобусів, необхідно попередньо визначити інтервал руху автобусів по годинам доби по формулі:

$$J_t = \frac{t_{об}}{A_t},$$

де J_t – інтервал руху автобусів на маршруті в період часу t , хв;

A_t – кількість автобусів, що працюють на маршруті в період часу t , відповідно до графоаналітичного розрахунку, од.

Результати розрахунків варто занести в таблицю 2.2.

Приклад розрахунку для маршруту з 5–6 години доби:

$$J_t = \frac{50}{5} = 10 \text{ хв}.$$

Для наочного відображення розкладу руху автобусів на маршруті будує «стрічковий» графік. Для його побудови по осі абсцис відкладаю поточний час роботи автобусів відповідно до обраного масштабу. По осі ординат відкладається безрозмірний у фізичному змісті відрізок, який дорівнює довжині маршруту, з верхнього кінця відрізка проводжу рівнобіжну пряму осі абсцис. Вісь абсцис і рівнобіжну їй пряму розбиваю відповідно до обраного масштабу на час оберту. Початок першого оберту по осі абсцис з'єдную похилою лінією з кінцем першого оберту по прямій, рівнобіжної прямої осі абсцис. Похилу пряму розбиваю на кількість відрізків рівних кількості автобусів, що працюють у даний період часу і проводжу рівнобіжні прямі осі абсцис. Далі відповідно до графоаналітичного розрахунку проставляю випуски, що працюють у даний період часу. Наступну

похилу лінію розбиваю на відрізки, кількість яких дорівнює кількості рухливих одиниць, що працюють у розглянутий період часу і т.д.

Користуючись даною методикою, одержую послідовність і час відправлення автобусів з кінцевих зупинок маршруту, відповідно до розрахованого інтервалу руху, часу перерв, відстоїв і перезміни автобусів. Для того щоб визначити конкретний час виходу з кінцевого пункту того або іншого випуску, досить опустити на вісь абсцис перпендикуляр із крапки перетинання похилої прямої і відрізка необхідного випуску.

3.5. Розробка розкладу руху автобусів

У роботі розклад складається відповідно графіку роботи автобусів і водіїв і стрічкового графіку руху автобусів.

Для кожного випуску відповідно до стрічкового графіка визначається час виїзду з кінцевих зупинок у кожному оборотному рейсі. Час відправлення з першої кінцевої зупинки визначається на підставі стрічкового графіка, що відповідає початку тимчасового відрізка для обраного випуску. Час відправлення з другої кінцевої зупинки відповідає часу рейса автобуса (половині часу оберту), що відкладаю по осі абсцис стрічкового графіка. Також у таблицю заносу час початку перерв і відстоїв.

На підставі розробленого розкладу визначаю час заїзду (виїзду) автобусів у (з) АТП (табл. 3.3), з урахуванням нульового пробігу, рівного 10 хвилинам, отримані результати заносу в таблицю 3.3.

$$T_{\text{виїзду}} = T_{\text{від КЗ1}} - 0^{10}$$

де $T_{\text{відКЗ1}}$ – час відправлення з першої кінцевої зупинки першого оборотного рейсу, год.

Приклад розрахунку для випуску №1:

$$T_{\text{виїзду}} = 5^{40} - 0^{10} = 5^{30}, \text{ год.}$$

$$T_{\text{заїзду}} = T_{\text{прибКЗ1}} + 0^{10}, \text{ год.}$$

де $T_{\text{прибКЗ1}}$ – час прибуття на першу кінцеву зупинку після виконаного останнього обороту, год.

Таблиця 3.3

Розклад руху

1 випуск		2 випуск		3 випуск		4 випуск		5 випуск		6 випуск		7 випуск		8 випуск		9 випуск	
КЗ1	КЗ2	КЗ1	КЗ2	КЗ1	КЗ2	КЗ1	КЗ2	КЗ1	КЗ2	КЗ1	КЗ2	КЗ1	КЗ2	КЗ1	КЗ2	КЗ1	КЗ2
5:0	5:2	5:1	5:3	5:3	5:5	5:4	5:0	5:2	5:4	6:3	6:5	6:2	6:4	6:2	6:4	6:1	6:0
0	0	2	2	6	6	8	8	4	4	0	0	5	5	0	0	5	5
6:3	7:5	6:4	7:0	6:5	7:2	6:5	7:2	6:4	7:1	7:3	8:0	7:3	8:0	7:2	7:5	7:2	7:5
5	5	0	0	5	5	0	0	5	5	6	6	2	2	8	8	4	4
7:4	8:0	7:4	7:1	7:5	8:2	7:5	8:2	7:4	8:1	8:4	9:1	8:4	9:1	8:3	9:0	8:3	9:0
0	0	4	4	6	4	2	2	8	8	5	5	0	0	5	5	0	0
8:5	9:1	8:3	П	8:5	П	8:5	П	8:5	9:2	9:4	В	9:4	В	9:3	В	9:3	В
0	0	4	—	6	—	2	—	5	5	5	—	0	—	5	—	0	—
9:3	П	9:2	9:4	9:3	10:	9:4	10:	9:5	В	13:	13:	13:	13:	13:	13:	14:	14:
0	—	2	2	0	00	5	15	5	—	15	45	07	37	00	30	00	30
10:	10:	10:	10:	10:	11:	10:	11:	12:	12:	14:	14:	14:	14:	14:	14:	15:	Р
12	32	24	54	36	06	48	18	00	30	19	49	13	43	06	36	00	—
11:	11:	11:	11:	11:	12:	11:	12:	13:	13:	15:	15:	15:	Р	15:	Р	162	16:
00	20	15	45	30	00	45	15	22	52	26	56	20	—	06	—	:0	50
12:	12:	12:	12:	12:	13:	12:	13:	14:	14:	16:	17:	16:	17:	16:	16:	17:	17:
12	32	24	54	36	06	48	18	26	56	35	05	30	00	25	55	25	55
13:	13:	13:	14:	13:	14:	13:	14:	15:	К	17:	18:	17:	18:	17:	17:	18:	19:
30	50	37	07	45	15	53	23	06	—	37	07	33	03	29	59	39	09
14:	14:	14:	15:	14:	15:	14:	15:	—	—	18:	К	18:	19:	18:	19:	19:	К
32	52	40	10	46	16	53	23	—	—	17	—	53	03	45	15	29	—
15:	15:	15:	16:	15:	16:	15:	16:	—	—	—	—	19:	К	19:	К	—	—
33	53	39	09	46	16	53	23	—	—	—	—	33	—	25	—	—	—
16:	17:	16:	17:	16:	17:	16:	17:	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	00	45	15	50	20	55	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17:	18:	17:	18:	17:	18:	17:	18:	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
41	01	45	15	50	20	55	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

18: 21	П —	18: 45	П —	18: 50	П —	18: 55	П —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19: 00	19: 20	19: 07	19: 37	19: 15	19: 45	19: 22	19: 52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20: 00	20: 20	20: 12	20: 42	20: 24	20: 54	20: 36	21: 06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21: 00	21: 20	21: 15	21: 45	21: 30	22: 00	21: 45	22: 15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22: 00	22: 20	22: 15	22: 45	22: 30	23: 00	22: 45	23: 15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22: 40	К —	23: 05	К —	23: 10	К —	23: 25	К —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Приклад розрахунку для випуску №1:

$$T_{\text{заїзду}} = 22^{46} + 0^{10} = 22^{56}, \text{ год.}$$

Таблиця 3.4.

Час заїзду (виїзду) автобусів у (з) АТП

Випуск	Виїзд, год	Заїзд, год
1	5^{30}	22^{56}
2	5^{20}	23^{09}
3	5^{10}	23^{12}
4	5^{00}	23^{25}
5	4^{50}	16^{15}
6	6^{18}	18^{28}
7	6^{14}	18^{25}
8	6^{10}	18^{22}
9	6^{06}	20^{15}
10	6^{02}	20^{10}
11	5^{58}	20^{05}
12	5^{54}	20^{00}
13	5^{50}	21^{06}
14	5^{40}	21^{00}
15	6^{50}	20^{54}

16	6^{46}	19^{58}
17	6^{42}	21^{56}

На підставі розкладу визначаю час в наряді T_n (табл. 3.3.) кожного випуску:

$$T_n = T_{\text{заїзду}} - T_{\text{виїзду}} - T_{\text{обїда(відстою)}}$$

де $T_{\text{заїзду}}$ - час заїзду автобуса в АТП;

$T_{\text{виїзду}}$ – час виїзду автобуса з АТП;

$T_{\text{обїд(відстою)}}$ – час обїду або відстою.

Приклад розрахунку для випуску №1:

$$T_n = 22^{56} - 5^{30} - 0^{03} - 0^{00} = 17^{23}, \text{ год.}$$

$$T_{\text{н водїя}} = T_{\text{н автобуса}} + T_{\text{пїдгот.}}, \text{ год.}$$

де $T_{\text{пїдгот.}}$ – час на пїдготовчї роботи. $T_{\text{пїдгот.}} = 0^{18}$ хв.

Приклад розрахунку для випуску №1:

- Перша змїна: $T_{\text{н водїя}} = 14^{38} - 5^{30} - 0^{03} + 0^{18} = 9^{23}$, год.
- Друга змїна: $T_{\text{н водїя}} = 22^{56} - 14^{40} - 0^{00} + 0^{18} = 8^{34}$, год.

3.6. Експериментальне визначення параметрїв транспортногo процесу

Для того щоб визначити оптимальну структуру рухомогo складу для будь-якої точки УДС необхідно зїбрати масив даних, який забезпечить функціонування алгоритму, запропонованогo у другогому роздїлі.

Таким масивом даних будуть:

- початковї умови для роботи пасажирського терміналу;
- дорожньо-клїматичнї умови експлуатації автомобїля;
- результати анкетування пасажирїв;
- результати натурногo обстеження пасажиропотокїв;

- функція залежності швидкості повідомлення від факторів, що впливають на безпеку дорожнього руху;
- функція залежності витрати палива від швидкості повідомлення і коефіцієнта складності маршруту;
- питомі викиди шкідливих речовин (на основі функції витрати палива);
- гранично допустимі викиди шкідливих речовин;
- фактори, що впливають на організацію і безпеку дорожнього руху в пасажирському терміналі.

3.6.1. Визначення законів розподілу транспортного процесу

Знання закономірності явищ дозволяє дати прогноз розглянутого явища і на основі цього заздалегідь ввести необхідні поправки, тобто оптимізувати перебіг процесу. Закони розподілу відображають фізичну сутність даних явищ.

Елементами транспортного процесу є час обороту і час простою на кінцевій зупинці. Значення цих величин можуть змінюватися в залежності від дорожніх умов, пасажіронапряженності, дисципліни водіїв і т.п. У зв'язку з цим змінюється і час поїздки пасажира.

Для визначення законів розподілу транспортного процесу були проведені обстеження на терміналі «Річковий порт» міста А і на ряді маршрутів міста Б.

Термінал «Річковий порт» обслуговують автобус №23, тролейбус №16 і ряд маршрутних таксі.

Для дослідження часу обороту автобуса №23 було зафіксовано $N = 50$ спостережень, максимальне значення дорівнює 87 хв., Мінімальне - 59 хв.

Отже, за критерієм Пірсона гіпотеза про приналежність до логарифмічно нормального закону підтверджується.

Час обороту визначається великим числом різних обставин, не пов'язаних між собою: швидкістю руху, часом простою на проміжних і кінцевих зупинках, числом зупинок. Як відомо, швидкість руху підпорядковується нормальному закону. Однак, для часу обороту в даному прикладі отриманий логарифмічески

нормальний закон. Він має місце тоді, коли не сама випадкова величина, а її логарифм розподілений за законом Гаусса. Відмітною ознакою логарифмічески нормального закону є те, що його крива розподілу має дуже круту ліву і пологі праву гілку, великі значення часу обороту зустрічаються рідше.

Автобус і тролейбус рухаються за розкладом. Середнє квадратичне відхилення показує розкид випадкових величин навколо середнього значення, і тому по ньому можна судити про регулярність руху транспорту. Так, найбільшою регулярністю володіє вид транспорту - тролейбус, розкид часу якого виявився мінімальним. Значення ж часу обороту автобуса варіюється в великих межах, що вказує на відхилення в розкладі.

Час простою тролейбуса на кінцевій зупинці також підпорядковується логарифмічно нормальному закону. Було зафіксовано $N = 50$.

Простий на кінцевих зупинках у маршрутних таксі підпорядковується показовому закону, і менші значення часу спостерігаються частіше. Це пов'язано з тим, що маршрутки не дотримуються розкладу і відправляються в рейс у міру заповнення салону, а випадки тривалого відстою пов'язані з очікуванням прибуття теплохода.

Автобус і тролейбус мають маршрутне розклад з нормуванням часу простою на кінцевому пункті. Розкид значень випадкових величин щодо середнього оцінює відхилення від розкладу під впливом різних факторів. Отримане середньоквадратичне відхилення часу простою автобусів більше, ніж у тролейбусів, і це говорить про меншу регулярності руху автобусів.

Аналогічна перевірка законів розподілу транспортного процесу для маршрутних таксі була проведена в місті А і виявила, що час обороту маршрутних таксі і час простою на кінцевих зупинках

підкоряються логарифміческому і показовому законам розподілу випадкової величини відповідно.

3.6.2. Експертна оцінка якості перевезень

З метою виявлення інтересів і переваг пасажирів були проведені анкетні опитування. Форма анкети, використовуваної при опитуванні пасажирів, представлена в таблиці. Опитування пасажирів проводився методом випадкового вибору респондентів.

Пасажири, будучи споживачами транспортних послуг, відрізняються один від одного за потребами, можливостями. Це необхідно враховувати при організації роботи транспорту.

У структурі пасажиропотоку більше чверті пасажирів становлять люди похилого віку старше 60 років. Для них дуже важливо, щоб транспорт ходив регулярно, з меншими інтервалами, можливо мінімальні втрати часу на очікування, а також можливість мати в салоні сидяче місце. Як правило, люди похилого віку мають пільги на проїзд, і тому користуються переважно громадським транспортом.

Приблизно 2/3 від загального пасажиропотоку становить працездатне населення, з них 44% - працюючі, 16% - учні. Ці категорії населення здійснюють трудові поїздки, створюючи години пік в будні дні. Це обумовлює підвищений інтерес до проблеми транспортного обслуговування в ці години. Особливу увагу необхідно приділяти скороченню витрат часу на поїздку і зниження наповнення транспортного засобу.

Більше половини від загального числа поїздок, що здійснюються через річковий порт в весняно-літній період, складають культурно-побутові поїздки. З огляду на особливості річкових маршрутів, можна сказати, що це в основному дачні поїздки, що здійснюються з важким багажем. У зв'язку з цим зростає потреба в транспортних послугах, пред'являються особливі вимоги до рухомого складу, зростає потреба в підвищенні регулярності руху транспорту.

Як видно, в будні дні приблизно однакова частка пасажирів добирається до річкового порту пішим ходом протягом всього дня - близько 65%. Не сильно змінюються і частки кожного виду транспорту в обсязі перевезень. Однак на

маршрутні таксі спостерігається мінімальний попит в ранкові години. Основний контингент переправляються в цей час за Волгу - це пенсіонери, які користуються громадським транспортом. З 11 до 13 годин спостерігається максимум частки перевезень маршрутними таксі, яка наближається до частки тролейбуса, так як саме в ці години збільшуються інтервали руху громадського транспорту. До 18-19 години попит на послуги і того, і іншого виду транспорту падає. Автобус займає останнє місце за відсотком перевезених пасажирів протягом усього дня.

У потоці відбувають пасажирів в ранкові години спостерігається максимальний попит на транспортні послуги всіх видів. Це час переважання трудових поїздок, коли люди поспішають на роботу, навчання. Після 9 годин транспортна активність знижується і досягає свого мінімуму в період з 13 до 14 годин. В цей час люди не поспішають і йдуть пішки. До вечора знову відбувається збільшення попиту на перевезення, на маршрутні таксі - з 16 годин, на тролейбус - з 17-ї години. У ці години пасажирів повертаються з роботи, з дачних ділянок, як правило з важким багажем, з певним рівнем втоми, тому зростає потреба в послугах транспорту.

У вихідні дні з 7 до 8 години ранку також невелика частка маршрутних таксі з тих же причин, що і в будні дні. Потім частка прибувають в річковий порт на транспорті зростає і залишається значною і практично незмінною до 13 годин. Це пояснюється бажанням міського населення встигнути переправитися за місто в першій половині дня. Після 13 годин попит у наступних до річкового порту людей на транспорт падає, і у вечірні години стає максимальним - більше 90% пасажирів до річкового порту добирається пішим ходом.

У відбувають пасажирів попит на транспортні послуги також має максимум вранці, однак, не такий виражений, як в будні. В іншому ж, характер зміни попиту той же самий, що і в будні дні. Увечері пасажирська активність зростає, це час повернення з відпочинку, з дачних ділянок.

В цілому ж спостерігається той факт, що відсоток людей, що йдуть пішки, більше в потоці прибувають в річковий порт, ніж в потоці відбувають. Це можна пояснити, по-перше, особливостями ландшафту прибережної зони: шлях від

річкового порту до центру міста необхідно долати в гору, і тому багато хто воліє підніматися на транспорті, особливо це стосується людей похилого віку. Спуск до річкового вокзалу подолати набагато легше. По-друге, впливає фактор часу. Шлях до річкового порту від основних пересадочних пунктів (центральный ринок, магазин «Сучасник») займає 10-15 хвилин. Автобус же ходить з великими інтервалами, без чіткого розкладу. Тролейбус №16 у свою чергу по шляху в річковий порт робить заїзд на «Дитячий центр». Тому виграшу часу при використанні транспорту не відбувається. І наостанок.

Багато з пасажирів, які прямують в місто, також добираються до центру самостійно, не використовуючи транспорт. Причин цьому може бути декілька. По-перше, - це відсутність будь-якого транспорту і невизначеність моменту його прибуття. У такому випадку люди вважають за краще не втрачати часу на його очікування і йдуть пішою дорогою, роблячи посадку на транспорт в центрі міста. По-друге, це можна пояснити бажанням заощадити. Так надходять, як правило, молоді люди, які не мають проїзних квитків і пільг на проїзд. Третьою причиною є бажання пройтися пішки навіть при наявності транспорту. У цьому випадку важливу роль відіграють погодні умови і відсутність важкого багажу. Люди похилого віку, як правило, вважають за краще користуватися транспортом.

З метою отримання експериментальних даних, необхідних для оцінки не тільки індивідуальних властивостей автомобіля, але і всіх учасників транспортного процесу в терміналі, що знаходяться в реальних умовах експлуатації і отримання необхідних характеристик для розробленого алгоритму, була складена програма випробувань.

Виходячи з необхідності оцінки екологічної складової експлуатації транспортних засобів і перевезень пасажирів, оцінки безпеки дорожнього руху необхідно вивчити фактори, що впливають на витрату палива і безпеку дорожнього руху. Для проведення експериментальних досліджень по визначенню фактичних витрат палива автомобілів і безпеки руху в умовах експлуатації сформувався спеціальний комплекс вимірювальної апаратури: діагностичний прилад Р1азЬ-сканер з програмним забезпеченням «Мотор-Тестер»;

Програма «Мотор-Тестер» і діагностичний прилад РкеБ-сканер призначені для діагностики двигунів внутрішнього згорання автомобілів, оснащених системами електронного управління уприскуванням палива. Вони дозволяють:

- відображати в динаміці всі контрольовані параметри електронного блоку управління, переглядати як в цифровому, так і в графічному вигляді до семи параметрів одночасно;
- управляти виконавчими механізмами двигуна в процесі відображення цікавлять параметрів;

проводити випробування для визначення частоти обертання колінчастого вала, механічних втрат, швидкості прогріву двигуна, поточної витрати палива, середньої витрати палива за поїздку, загальної витрати палива за поїздку, швидкості автомобіля, індикації числа з'явилися помилок, перегляд кодів помилок, видалення кодів несправностей з пам'яті контролера вприскування палива і інші, в залежності від типу електронного блоку управління.

Допустима похибка приладу РІІ-сканер становить $\pm 0,5\%$. Його підключення здійснюється в спеціальний діагностичний роз'єм, що знаходиться як правило під рульовою колонкою.

Ноутбук використовувався для прийому, обробки та зберігання інформації, що надходить з приладу РІІ-сканер.

Прилад «Іскра-М» дозволяє визначати швидкості руху автомобілів, перебуваючи як в транспортному потоці, так і в стаціонарному положенні. Допустима похибка приладу складає $\pm 1,5\%$. «Іскра-М» може встановлюватися як в автомобілі, так і на вулиці, з харчуванням або від акумулятора автомобіля, або від власного періодично заряджає акумулятор.

Під час проведення випробувань фіксувалися такі параметри:

- довжина маршруту;
- час обороту;
- кількість транспортних одиниць на маршруті;
- кількість світлофорів на маршруті;
- число лівих поворотів; кількість обладнаних зупинок на маршруті;

- кількість позапланових зупинок (тобто зупинок поза спеціально обладнаних місць) для посадки-висадки пасажирів;
- кількість планових зупинок для посадки-висадки пасажирів в спеціально обладнаних місцях;
- кількість зупинок на червоний сигнал світлофора; число скоєних лівих поворотів;
- кількість зупинок з причин організації дорожнього руху;
- кількість влучень транспортного засобу в «пробку»;
- число скоєних перебудувань автомобілем, тобто зміна смуг руху;
- дорожні умови (поздовжній ухил дороги, помехонасищеність маршруту, інтенсивність руху);
- швидкість руху на перегонах.

Крім цього, за допомогою діагностичного приладу ПлазЪ-сканер визначалися частота обертання колінчастого вала, швидкість прогрівання двигуна, поточний витрати палива, середній витрати палива за поїздку, загальний витрати палива за поїздку.

Об'єктом дослідження в плануванні експерименту є використовуваний в кібернетиці «чорний ящик», входи в який є чинники, відповідні способам впливу на об'єкт, а виходи - параметри процесу, при цьому зв'язок між входами і виходами можна отримати у вигляді рівнянь регресії.

Для отримання рівнянь регресії необхідно визначити експлуатаційні фактори, що впливають на техніко-економічні показники автомобіля. Бажано врахувати вплив найбільшого числа факторів, фіксований набір яких визначає одне з можливих станів «чорного ящика». Одночасно це є умова проведення одного з можливих дослідів. З ростом числа факторів різко зростає і число необхідних дослідів, для визначення якого досить число рівнів факторів звести в ступінь числа факторів.

При вирішенні завдань, поставлених в даній роботі, досліджувався вплив тринадцяти факторів: кількість планових і позапланових зупинок на один кілометр маршруту, кількість лівих поворотів і світлофорів на один кілометр

маршруту, кількість зупинок з причин організації дорожнього руху на один кілометр маршруту, число перебудовань між смугами руху і виїзд на зустрічну смугу руху на один кілометр маршруту, коефіцієнта зчеплення, коефіцієнта опору коченню, дисперсії ухилу поздовжнього профілю, помехона сищєнності маршруту, завантаження автомобіля, інтенсивності руху. Однак, рівняння регресії з тринадцятьма експлуатаційними чинниками буде досить громіздким, і тому, необхідно скоротити кількість варійованих факторів.

Величина коефіцієнта опору коченню на міських дорогах з асфальтобетонним покриттям майже не змінюється. Зміна коефіцієнта опору коченню практично не впливає на швидкість повідомлення. Отже, для розглянутих умов руху можна прийняти постійними коефіцієнт зчеплення і коефіцієнт опору коченню.

Скоротивши кількість варійованих факторів до п'яти, в даній роботі досліджувався вплив наступних факторів: кількості вповільнень на один кілометр шляху (X_1); завантаження автомобіля (x_2); дисперсії ухилу поздовжнього профілю (x_3); помехонасищєнності маршруту (x_4); інтенсивності руху (X_5). Ці фактори задовольняють основним вимогам, що пред'являються до них [3], а саме: керованість, однозначність, сумісність і незалежність.

Вибір виду функції відгуку, тобто ступеня полінома, визначається метою проведеного аналізу. Найбільш простим є апроксимація функції відгуку лінійної залежністю. В даному випадку для адекватного опису поверхні відгуку використовується поліном другого порядку.

Перевірка показала, що отримані рівняння регресії адекватні експерименту. Був розрахований і коефіцієнт множинної кореляції, який служить показником сили зв'язку для множинної регресії. Для залежності, коефіцієнт множинної кореляції склав 0,835, для залежності - 0,82, для залежності - 0,816.

Отримані значення коефіцієнтів множинної кореляції говорять про наявність тісного зв'язку в рівнянні швидкості повідомлення, коефіцієнта складності маршруту і залежності витрати палива на маршруті від обумовлених факторів.

3.7. Висновки по розділу

Результати експериментальних досліджень дозволили апроксимувати швидкість повідомлення у вигляді рівняння регресії, як функцію, залежну від наступних факторів: число вповільнень на один кілометр шляху; завантаження автомобіля; дисперсія ухилу поздовжнього профілю; помехонасищеність маршруту; інтенсивність дорожнього руху.

Встановлено, що швидкості повідомлення підкоряються нормальному закону розподілу з наступними характеристиками, що лежать в межах: $K_c = 23,03 \dots 24,32$ км / год; $\sigma = 1,91 \dots 2,71$; $\mu = 8 \dots 11,7\%$; $\lambda = 4,37 \dots 8,69$. Найбільший вплив на швидкість повідомлення надає число вповільнень на один кілометр шляху. В середньому, відбувається близько 4,2 вповільнень на один кілометр. Збільшення числа вповільнень на 10% знижує швидкість сполучення в середньому на 6%.

Інтенсивність руху (300 автомобілів на годину і вище) надає видиме вплив на швидкість повідомлення. Збільшення інтенсивності руху на 5% веде до зниження швидкості повідомлення в середньому на 2%.

Збільшення завантаження автомобіля в основному впливає на швидкість повідомлення маршрутних таксі. Ефект виникає за рахунок заповнення салону. Так, збільшення завантаження транспортного засобу на 15% дозволяє підняти швидкість повідомлення на 7%.

Отримана регресійна залежність дозволяє розрахувати коефіцієнт складності маршруту та виявляти закономірність витрати палива на ньому, що визначає і екологічну складову перевезень.

Отримано рівняння залежності величини пасажиропотоків в залежності від часу доби, години доби та дня тижня