

Тема 5. Основні характеристики і параметри транспортного вузла

План

1. Основні характеристики процесів взаємодії 1
2. Параметри, які визначають характер транспортних процесів..... 2
3. Часові характеристики..... 3
4. Експлуатаційна надійність транспортного вузла..... 5

1. Основні характеристики процесів взаємодії

Для вивчення процесів взаємодії різних видів транспорту велике значення має правильне розуміння їхньої сутності. *Всі процеси взаємодії розділяються на детерміновані, стохастичні та їхні комбінації.*

Процес, у якому визначальні величини змінюються за цілком певними закономірностями, а результат транспортного процесу є заздалегідь відомим або залежить від дій людини, називається *детермінованим*. Наприклад, прибуття пасажирських поїздів на станцію, рух поїздів метрополітену, рух за графіком та ін.

Процес, у якому зміна визначальних величин відбувається випадково, а умови, у яких він протікає, можуть містити елемент невизначеності (тобто невідомо заздалегідь), називається *стохастичним*. Найбільш простим при вивченні стохастичних процесів є випадок, коли характер зміни визначальних змінних заданий функцією розподілу, отриманої на основі обробки статистичних даних. Наприклад, процеси прибуття вантажних поїздів на сортувальну станцію: їхня довжина, вага, час ходу та ін. заданий функцією нормального розподілу.

Більшість процесів вивчається при імовірнісно-визначеному характері вихідної інформації, використовуючи імовірнісно-статистичний підхід. Останнім часом він широко застосовується при визначенні технічного оснащення пунктів взаємодії (розрахунок числа причалів, перевантажувальних механізмів та ін.), плануванні роботи станцій, депо й інших елементів, у статистичному моделюванні режимів роботи транспортного вузла (підсистем або елементів).

У складних випадках отримати закон розподілу визначальних змінних параметрів неможливо із-за відсутності відповідних даних для побудови ряду, який має статистичну стійкість.

Транспортні процеси у вузлах можуть класифікуватися залежно від швидкостей протікання на: повільного протікання, середньої швидкості й швидкого протікання.

До швидкого протікання відносяться такі, оптимізація яких може здійснюватися за допомогою системи оперативного планування та керування (наприклад, для міського пасажирського транспорту – вихід певної кількості тролейбусів і автобусів).

Процеси середньої швидкості включають два часових горизонти:

1) річний та сезонний для планів роботи транспортного вузла на рік або сезон;

2) місячний та тижневий.

Процеси, що протікають повільно, мають три часових горизонти:

1) *прогнозування розвитку транспортних вузлів на майбутнє (20-30 років).* Цей горизонт найважливіший і разом з тим самий невизначений. Прогнозування транспортних процесів на такий часовий горизонт вимагає урахування в першу чергу соціальних факторів, тому що перспективний розвиток транспортних вузлів неможливо без урахування характеру розвитку міст, розміщення населення й промисловості;

2) *планування на строк 5-15 років;*

3) *планування й проектування, що передбачають розвиток транспортного вузла на 2-5 років;*

Оптимізація процесів, що протікають повільно, здійснюється за допомогою системи довгострокового прогнозування та планування, яка містить:

- розробку методів переходу від сучасних закономірностей протікання транспортних процесів до перспективних з урахуванням впливу науково-технічного прогресу;

- шляхи подальшого розвитку структури транспортних вузлів, що включають розширення сфери застосування різних видів швидкісного пасажирського транспорту, встановлення раціональних меж використання різних видів транспорту у вузлах різної складності, розробку перспективних технологій роботи і нових конструктивних рішень, оптимізацію розміщення і розвитку пристроїв та ін.;

- розробку централізованих систем управління (автоматизованих) транспортними вузлами.

Повернутися до плану

2. Параметри, які визначають характер транспортних процесів

Для визначення впливу способів взаємодії на режими функціонування ТВ, що забезпечують максимальну ефективність та найкращі кількісні результати, необхідно встановити загальні параметри вузла.

Із аналізу загальної схеми ТВ випливає, що для опису процесів взаємодії можна встановити три групи параметрів:

1. *Параметри транспортного вузла, до яких відносяться:*

- число взаємодіючих видів транспорту у вузлі;
- число типових технологічних ланцюгів, які виконують окремі підсистеми: технологічні ланцюги для обслуговуванню вантажних потоків; для доставки вантажів від складу (цеху) виробників безпосередньо до складів (цехів) споживачів; для доставки вантажів з перевалкою між різними видами транспорту, які взаємодіють у вузлі; технологічні ланцюги по ремонту, відстою і контролю технічного стану рухомого складу та ін.

2. *Параметри елементів:*

- переробна і пропускна здатність;
- потужність його шляхового розвитку.

3. *Параметри вхідних та вихідних транспортних потоків*, які при розрахунках вузлів необхідно виділити в окрему групу. До основних параметрів транспортних потоків відносяться: тимчасова нерівномірність (викликається внутрішньо добовими, сезонними та іншими коливаннями об'ємів виробництва); просторова нерівномірність; інтенсивність потоків; функція розподілу інтервалів між моментами надходження двох транспортних одиниць; система пріоритетів; регулярність транспортного потоку та ін.

У транспортному вузлі забезпечується:

- потрібна пропускна і переробна здатності транспортних об'єктів і шляхів сполучення по кожному виду транспорту і для вузла в цілому;
- раціональний розподіл обсягів вантажних і пасажирських перевезень між окремими видами транспорту;
- оптимальне розміщення основних пристроїв різних видів транспорту і раціональна організація передачі між ними вантажів і пасажирів з найменшими витратами коштів і з найбільшими зручностями для пасажирів;
- забезпечення надійного і зручного зв'язку різних видів транспорту з промисловими підприємствами та міськими районами;
- організація роботи за суміщеним контактним графіком і єдиним технологічним процесом, заснованим на взаємодії наявних у вузлі видів транспорту.

Повернутися до плану

3. Часові характеристики

Часові характеристики роботи транспортного вузла характеризують раціональність використання його елементів за часом та тривалістю обслуговування транспортних потоків i -ї категорії. До них відносяться:

t_{Π}^i – середній час перебування потоку i -ї категорії в транспортному вузлі (підсистемі, елементі);

$t_{\text{ТЕХ}}^i$ – середній час, який витрачається безпосередньо на обробку потоку i -ї категорії;

$t_{\text{ОЧ}}^i$ – середній час очікування початку обробки.

$$t_{\Pi}^i = t_{\text{ТЕХ}}^i + t_{\text{ОЧ}}^i$$

Важливим показником є *коефіцієнт затримки обслуговування потоку*, який вказує, у скільки разів час перебування одиниці потоку i -ї категорії в транспортному вузлі більше часу обслуговування:

$$k_3^i = \frac{t_{\Pi}^i}{t_{\text{ТЕХ}}^i} \quad (1)$$

Коефіцієнт затримки обслуговування місцевого потоку у вузлі визначається за формулою:

$$k_3^M = 1 + \frac{\sum t_{OЧ}}{\sum t_{ТЕХ}}, \quad (2)$$

де $\sum t_{OЧ}$ – загальна тривалість міжопераційних простоїв при обробці місцевого потоку; $\sum t_{ТЕХ}$ – середній час безпосереднього обслуговування.

Приклад. Визначити коефіцієнт затримки обслуговування транзитного потоку з переробкою у вузлі при наступних вихідних даних: тривалість міжопераційних простоїв при обробці місцевого потоку дорівнює 11,2 год., а середній час безпосереднього обслуговування – 9,6 год.

Рішення. За формулою (7.2) отримаємо

$$k_3^M = 1 + \frac{11,2}{9,6} = 2,16$$

Значний коефіцієнт затримки обслуговування у вузлі говорить про необхідність удосконалення режимів взаємодії при обслуговуванні місцевого потоку з використанням наявних ресурсів.

В табл. 1 приведені значення коефіцієнту затримки та простою вагонів для ряду транспортних вузлів.

Таблиця 1 – Значення коефіцієнта затримки та простою вагонів для ряду транспортних вузлів.

Назва вузла	Середній час простою, год.		Коефіцієнт затримки обслуговування
	від моменту прибуття до моменту початку вантажних робіт	після закінчення вантажних операцій до відправлення з вузла	
А	15,8	21,3	2,77
Б	18,6	11,6	2,18
В	13,8	13,2	2,12
Г	11,2	5,1	1,83
Д	16,4	18,3	2,16
Е	13,7	9,6	1,99
Ж	17,8	20,2	2,23
З	14,3	8,1	2,16

Зниження коефіцієнту затримки обслуговування вантажного потоку, який знаходиться в межах від 1,8 до 2,8, в результаті вдосконалення режимів взаємодії – одна з найважливіших задач, розв'язання якої дозволить значно скоротити оборот вагону. Для вдосконалення режимів взаємодії різних видів транспорту у вузлі необхідно:

- планувати і погоджувати підхід транспортних одиниць до транспортного вузла;
- скорочувати нерівномірність надходження транспортних потоків;
- удосконалювати взаємодію станцій з під'їзними шляхами;
- розробляти і здійснювати програми довгострокового розвитку технічного оснащення вузла;
- підвищувати рівень механізації й автоматизації основних циклів обробки транспортних засобів.

Повернутися до плану

4. Експлуатаційна надійність транспортного вузла

На сучасному етапі розвитку ТВ особливе значення набувають проблеми експлуатаційної надійності транспортного вузла (підсистеми, елемента). Низька надійність веде до великих матеріальних втрат.

В сучасній теорії надійності прийнято розрізняти *якісну та кількісну сторони*:

- *якісна сторона експлуатаційної надійності* – здатність транспортного вузла (підсистеми, елемента) виконувати функції по обслуговуванню транспортних потоків із збереженням експлуатаційних показників в заданих межах на протязі потрібного проміжку часу;
- *кількісна сторона* – здатність транспортного вузла (підсистеми, елемента) зберігати кількісні показники надійності, які вимірюють ступінь прояву здатності та залежать від конкретного виду виконаних транспортним вузлом функцій і особливостей його експлуатації.

Визначення експлуатаційної надійності транспортного вузла (підсистеми, елемента) базується на сукупності наступних понять: відмова – часткова або повна втрата роботоздатності елементом, підсистемою, вузлом; середній час безвідмовної роботи; середній час відновлення; ймовірність безвідмовної роботи та ін.

В якості показника надійності транспортного вузла (підсистеми, а в окремих випадках і елемента) доцільно використовувати *коефіцієнт зниження ефективності функціонування вузла (підсистеми і елемента)*:

$$k_E = \frac{E}{E_o} \text{ при } (k_E \geq 1), \quad (3)$$

де E – витрати на функціонування вузла (підсистеми); E_o – витрати на функціонування вузла (підсистеми) при ймовірності безвідмовної роботи.

Приклад 1. Витрати на функціонування однієї з підсистем транспортного вузла $E=292000$ грн. При повній ліквідації затримок транспортних засобів можемо отримати ефект у 96000 грн. Визначити коефіцієнт зниження ефективності підсистеми через низьку експлуатаційну здатність її роботи.

Рішення. Порахувавши $E=292000-96000=196000$ грн., визначимо коефіцієнт зниження ефективності функціонування за формулою (3):

$$k_E = \frac{292000}{196000} = 1,48.$$

При малому значенні k_E відмови елементів слабо впливають на ефективність вузла. Тому, засоби підвищення їх надійності можуть виявитись недоцільними, так як не виправдовують капітальних витрат. При великому значенні k_E реконструктивні засоби необхідні, особливо у відношенні елементів, відмови яких надають найбільший вплив на ефективність вузла або підсистеми.

Імовірність безвідмовної роботи ТВ (підсистеми, елементу) за час t

$$P(t) = \frac{N_o - N_3}{N_o}, \quad (4)$$

де N_o – загальне число транспортних одиниць, які обслуговуються за час t ; N_3 – середня кількість затриманих транспортних одиниць.

Імовірність відмови за той самий час

$$g(t) = 1 - P(t). \quad (5)$$

Експлуатаційна надійність аналізується в основному за допомогою статистичних методів, основу яких складає обробка експериментальних даних, які отримуємо в процесі експлуатації вузла.

Приклад 2. Визначити імовірність безвідмовної роботи та імовірність відмови за період експлуатації вузла (60 діб) відповідно даних табл. 2.

Таблиця 2 – Експериментальні дані, які отримані в процесі експлуатації вузла (60 діб)

Показники	Кількість
Число затриманих транспортних одиниць, N_3	1060
Загальне число прийнятих транспортних засобів, N_o	7640

Імовірність безвідмовної роботи (протягом 60 діб):

$$P(t) = \frac{7640 - 1060}{7640} = 0,86.$$

Імовірність відмови за цей період

$$g(t) = 1 - 0,86 = 0,14.$$

Суть статистичних методів оцінки показників надійності полягає в тому, що на підставі початкових статистичних даних, згідно спеціально розроблених способів, можна оцінити дійсні значення цих показників із заданою точністю і довірчою імовірністю α . Вибір величини довірчої

імовірності залежить від мети дослідження, проте у більшості практичних розрахунків імовірність 0,95 або 0,90 є достатньою.

Межі довірчого інтервалу обчислюються по формулам:

$$\omega_H = \frac{\omega}{r_1}, \quad \omega_B = \frac{\omega}{r_2} \quad (5)$$

де ω_H , ω_B – відповідно нижня і верхня межі довірчого інтервалу; ω – параметр потоку відмов; r_1 , r_2 – коефіцієнти межі довірчого інтервалу, що визначаються по табл. 3.

Приклад 3. Визначити довірчі інтервали для середньодобового числа періодів безвідмовної роботи елемента транспортного вузла, використовуючи дані попереднього прикладу: кількість затриманих транспортних засобів (ТЗ) – $N_3 = 1060$ од.; загальна кількість обслуговуваних ТЗ – $N_O = 7640$ од., а також прийнявши, що контрольний час $\Delta t = 1$ доба; загальна тривалість роботи $m = 60$ діб; загальна кількість періодів безвідмовної роботи $n_{БВ} = 292$.

Таблиця. 3 – Вихідні дані для розрахунків

Загальна кількість періодів безвідмовної роботи, $n_{БВ}$	$\alpha=0,99$		$\alpha=0,95$		$\alpha=0,90$	
	r_1	r_2	r_1	r_2	r_1	r_2
1	100,0	0,15	19,5	0,21	9,50	0,26
2	13,5	0,24	5,63	0,32	3,77	0,38
3	6,88	0,30	3,66	0,39	2,73	0,45
4	4,85	0,35	2,93	0,44	2,29	0,50
5	3,91	0,38	2,54	0,48	2,05	0,54
6	3,36	0,41	2,29	0,51	1,90	0,57
8	2,75	0,46	2,01	0,55	1,72	0,62
10	2,42	0,50	1,83	0,59	1,61	0,65
15	2,01	0,56	1,62	0,65	1,46	0,70
20	1,84	0,60	1,51	0,69	1,37	0,74
25	1,68	0,64	1,44	0,72	1,33	0,76
30	1,60	0,66	1,39	0,74	1,29	0,78
40	1,50	0,70	1,32	0,77	1,24	0,84
50	1,43	0,73	1,28	0,79	1,21	0,83
60	1,38	0,75	1,25	0,81	1,19	0,84
80	1,32	0,78	1,21	0,83	1,16	0,86
100	1,28	0,80	1,19	0,85	1,14	0,88
150	1,22	0,83	1,15	0,87	1,12	0,90
200	1,19	0,85	1,13	0,89	1,10	0,91
250	1,17	0,86	1,11	0,90	1,09	0,92
<u>300</u>	1,15	0,88	1,10	0,91	<u>1,08</u>	<u>0,93</u>
400	1,13	0,89	1,09	0,92	1,07	0,94
500	1,11	0,90	1,08	0,93	1,06	0,94

Загальна кількість періодів безвідмовної роботи, $n_{БВ}$	$\alpha=0,99$		$\alpha=0,95$		$\alpha=0,90$	
	r_1	r_2	r_1	r_2	r_1	r_2
600	1,15	0,91	1,07	0,94	1,05	0,95
800	1,00	0,92	1,06	0,94	1,05	0,96
1000	1,08	0,93	1,05	0,95	1,04	0,96

Розв'язання: Середньодобове число періодів безвідмовної роботи

$$\omega = \frac{292}{60} \approx 5$$

Межі, в яких знаходиться дійсна величина параметра потоку періодів безвідмовної роботи при довірчій ймовірності $\alpha = 0,9$, складають:

$$\omega_H = \frac{5}{1,08} = 4,62 \quad \omega_B = \frac{5}{0,93} = 5,37$$

Універсальною оцінкою роботи транспортного вузла є його економічна ефективність, оцінюється витратами на розробку проектних рішень, їх реалізацію та експлуатацію введених в дію об'єктів.

Повернутися до плану