

УДК 656.013

# ОЦІНКА ТОЧНОСТІ МЕТОДИКИ РОЗПОДІЛУ ТРАНСПОРТНИХ РЕСУРСІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД РІВНЯ ДИСКРЕТИЗАЦІЇ ВХІДНИХ ДАНИХ

**В.О. Вдовиченко**

Кандидат технічних наук, доцент\*

Контактний тел.: (057) 707-37-20

E-mail: vval@mail.ru

**Н.В. Потаман**

Кандидат технічних наук, доцент\*

Контактний тел.: (057) 707-37-20

E-mail: potamankharkov@mail.ru

**О.П. Калініченко**

Кандидат технічних наук, доцент\*

Контактний тел.: (057) 707-37-20

E-mail: andros\_777@mail.ru

**О.В. Павленко**

Кандидат технічних наук, доцент\*

Контактний тел.: (057) 707-37-20

E-mail: ttpov@mail.ru

\*Кафедра транспортних технологій

Харківський національний автомобільно-дорожній  
університет

вул. Петровського, 25, м. Харків, Україна, 61001

*Сформовано методика, яка призначена для аналізу взаємозв'язку точності рекомендацій в залежності від рівня дискретизації істотно різних показників при виконанні процедури динамічного розподілу транспортних ресурсів. Перевірено методика розподілу транспортних ресурсів з використанням динамічного програмування. Практична реалізація розробленої методики доводить зв'язок точності розрахунків від рівня дискретизації в задачі динамічного розподілу транспортних ресурсів*

*Ключові слова: розподіл транспортних ресурсів, методика, динамічне програмування, рівень дискретизації, транспортні ресурси*

*Сформирована методика, предназначенная для анализа взаимосвязи точности рекомендаций в зависимости от уровня дискретизации разных показателей при выполнении процедуры динамического распределения транспортных ресурсов. Проверена методика распределения транспортных ресурсов с использованием динамического программирования. Практическая реализация разработанной методики доказывает связь точности расчетов от уровня дискретизации в задаче динамического распределения транспортных ресурсов*

*Ключевые слова: распределение транспортных ресурсов, методика, динамическое программирование, уровень дискретизации, транспортные ресурсы*

## 1. Вступ

Автотранспортні підприємства на вітчизняному ринку транспортно-експедиційного обслуговування проходять процес уніфікації власного комплексу послуг. Увага звертається на послуги, які більш повно відповідають потребам клієнтів з урахуванням їх платоспроможності та технологічних можливостей окремого підприємства. В результаті доволі велика кількість перевізників переходять від багатофункціональної номенклатури послуг до невеликого, однак найбільш доцільного їх переліку. Фактично відбувається плавне розшарування транспортного ринку на окремі спеціалізовані ніші.

Поява підприємств, які займаються обслуговуванням клієнтів зі схожими вимогами призводить до необхідності формалізації процесу розподілу транспортних ресурсів. Так як зміна техніко-логістичних параметрів в часі має динамічну складову, доцільним можна вважати використання математичного апарату динамічного програмування та функції Белмана зокрема. Однак при розробці методики розподілу транс-

портних ресурсів та її прикладному використанні [1, 2] було виділено низку проблемних питань.

Найбільшої уваги заслуговує проблема пошуку зв'язку рівня дискретизації вхідних даних та точності розрахунків. Високе значення рівня збільшує складність прогнозування, викликає неможливість аналізу сезонної складової призводячи до незначного збільшення загального економічного ефекту. І, навпаки, менше за необхідне значення рівня викликає суттєве зменшення економічного ефекту при незначному спрощенні прогнозування.

Істотно різноманітність вхідних даних, відсутність їх формалізованого взаємозв'язку та неможливість повного попереднього аналізу призводить до необхідності побудови методики, яка дозволить дослідити зв'язок рівня дискретизації та точності розрахунків.

## 2. Аналіз публікацій

Постановка задачі розподілу транспортних ресурсів як задачі динамічного програмування та викори-

стання саме функції Белмана [3] для пошуку оптимального рішення призводить до необхідності аналізу та згортання багатьох природно різних показників. При цьому рівень дискретизації безпосередньо впливає на точність підсумкових даних. Від нього залежить і складність розрахунків і розмір робіт по прогнозуванню показників.

Проблема дискретизації в задачах прогнозування підіймалась достатньо давно. В роботі [4] доводиться, що існує чіткий зв'язок між точністю прогнозування та рівнем дискретизації. При цьому особливий наголос робиться на необхідність пошуку сезонної складової коливань попиту на послуги. Саме сезонна складова, за думкою авторів, частіше викликає негативний вплив на адекватність результатів прогнозів. Необхідним вважається пошук кількості границь сезонних переходів з ціллю виявлення рівня дискретизації – він не повинен бути меншим за отримане значення.

Недоліком роботи можна вважати відсутність можливості відстеження загальної динаміки розвитку клієнта з рівномірними (без сезонних змін обсягами продаж).

В класичних методиках прогнозування з використанням поліномів [5] існує єдиний підхід до пошуку рівня дискретизації. В них пропонується проводити попередній аналіз інформації за допомогою виявлення параметрів вхідної сукупності. Частіше в ролі цих параметрів виступають: середньоквадратичне відхилення, модуль відхилення та відносне відхилення.

До основних недоліків методик можна віднести однопараметричність прогнозування та неможливість визначення рівня дискретизації при декількох показниках.

Основною ціллю роботи є формування методики призначеної для аналізу взаємозв'язку точності рекомендацій в залежності від рівня дискретизації істотно різних показників при виконанні процедури динамічного розподілу транспортних ресурсів.

### 3. Постановка задачі

Необхідність порівняння результатів моделювання динамічного розподілу транспортних ресурсів призводять до необхідності формалізації підходу щодо спрощення процедури прогнозування. Через тестовий характер дослідження раціональним є прогнозування окремих рядів даних з наступним їх розподілом на місяці з урахуванням середнього вкладу кожного місяця в прогнозні данні.

В математичному вигляді процедура виглядає наступним чином.

Для  $s_i$  клієнту прогнозний обсяг перевезень на  $t_j$  період часу  $j = 1, 2, \dots, m$  дорівнює

$$q^*(s_i, t_j) = \frac{\Delta(s_i, t_j)}{100} \cdot Q^*(s_i, T_K), \quad (1)$$

де  $q^*(s_i, t_j)$  - прогнозний обсяг перевезень для  $s_i$  клієнта на  $t_j$  період часу, т;  $\Delta(s_i, t_j)$  - доля обсягів для періоду  $t_j$ , яку одержано аналізом попередніх значень розподілів обсягів за попередній (більший) період  $T_K$

для клієнту  $s_i, \%$ ;  $Q^*(s_i, T_K)$  - прогнозний обсяг перевезень для  $s_i$  клієнта на більший період часу  $(T_K)t_j$ , т;  $K$  - рівень дискретизації, од.

Доля клієнта в формуванні обсягу перевезень визначається за залежністю

$$\Delta(s_i, t_j) = \frac{q(s_i, t_j)}{Q(s_i, T_K)} \cdot 100\%, \quad (2)$$

де  $q(s_i, t_j)$  - середній обсяг перевезень за період часу  $t_j$  за попередній період для клієнта  $s_i$ , т;  $Q(s_i, T_K)$  - середній обсяг перевезень за період часу  $T_K$  за попередній період для клієнта  $s_i$ , т.

Для оцінки якості запропонованих рішень рекомендовано використовувати наступні показники:

- розмір фактичної похибки по прибутку

$$\omega_F = |F - F_K^*|, \quad (3)$$

де  $F$  - прибуток при максимальному рівні дискретизації, грн;  $F^*K$  - прибуток при  $K$  - тому рівні дискретизації, грн.

- розмір відносної похибки по прибутку

$$\omega_V = \frac{|F - F_K^*|}{F} \cdot 100\%. \quad (4)$$

- розмір фактичної похибки по обсягам перевезення

$$\rho_F = \left| \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p(s_i, t_j) \cdot a(s_i, t_j) - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_K^*(s_i, t_j) \cdot a_K^*(s_i, t_j) \right|, \quad (5)$$

де  $p(s_i, t_j), p_K^*(s_i, t_j)$  - провізні можливості автомобілів відповідно при максимальному та  $K$  - тому рівні дискретизації, т;  $a(s_i, t_j), a_K^*(s_i, t_j)$  - кількість закріплених автомобілів відповідно при максимальному та  $K$  - тому рівні дискретизації, од.

- розмір відносної похибки по обсягам перевезення

$$\rho_V = \frac{\left| \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p(s_i, t_j) \cdot a(s_i, t_j) - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_K^*(s_i, t_j) \cdot a_K^*(s_i, t_j) \right|}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p(s_i, t_j) \cdot a(s_i, t_j)} \cdot 100\%. \quad (6)$$

Описані чотири показники оцінки розміру прогнозних груп дозволяють повною мірою описати взаємозв'язок точності розрахунків та рівня дискретизації вхідних параметрів.

### 4. Рішення задачі

Моделювання виконується з використанням попередньо проаналізованих даних, приведених в роботі [2].

Значення рівня дискретизації обирається відповідно: один період (для наданого прикладу - пів року), два періоди (для наданого прикладу - квартал) та шість періодів (для наданого прикладу - місяць). Вхідні данні для моделювання наведені в табл. 1 - 2.

**Таблиця 1**

Прогнозні данні обсягів перевезення

Місяць	Прогнозний обсяг перевезення на наступний період, т/міс.								
	Рівень дискретизації, од.								
	1			2			6		
	Номер клієнта			Номер клієнта			Номер клієнта		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	138	80	73	151	71	68	143	50	83
2	118	55	70	129	49	65	140	62	55
3	116	80	73	127	71	68	123	80	63
4	134	98	86	121	106	91	135	112	100
5	112	92	80	102	100	85	95	82	40
6	115	82	70	104	89	74	97	102	110

**Таблиця 4**

Показники оцінки точності результатів моделювання

Показники	Рівень дискретизації, од.		
	1	2	6
1. Прибуток, грн.	7201,88	7200,39	7168,13
2. Обсяги перевезення, т	1410	1402	1404
2. Рівень фактичної похибки по прибутку, грн	33,75	32,26	0,00
3. Рівень відносної похибки прибутку, %	0,05%	0,04%	0,00%
4. Розмір фактичної похибки по обсягам перевезення, т	6	2	0
5. Розмір відносної похибки по обсягам перевезення, %	0,04%	0,01%	0,00%

**Таблиця 2**

Прогнозні данні прибутків на одну тону перевезеного вантажу

Місяць	Прогнозний обсяг прибутку на наступний період, грн/т.								
	Рівень дискретизації, од.								
	1			2			6		
	Номер клієнта			Номер клієнта			Номер клієнта		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	4,94	5,05	5,03	4,63	4,61	4,97	4,90	5,09	5,95
2	5,01	5,22	5,07	4,70	4,76	5,01	4,70	4,39	4,38
3	5,04	5,09	5,41	4,73	4,65	5,35	4,42	4,54	4,97
4	5,50	5,44	4,76	5,85	5,90	4,81	5,52	5,97	4,84
5	4,85	5,01	5,43	5,16	5,44	5,50	5,32	5,37	5,55
6	5,11	5,17	4,71	5,44	5,61	4,76	5,60	5,61	4,68

Провізні можливості для окремих клієнтів (для прикладу) не залежать від місяців року та відповідно складають: 38 т/міс., 41 т/міс., та 45 т/міс. Результати моделювання наведені в табл. 3.

**5. Висновки**

Практична реалізація розробленої методики доводить зв'язок точності розрахунків від рівня дискретизації в задачі динамічного розподілу транспортних ресурсів. Разом з тим величина похибки є доволі незначною. Так, відносна похибка за прибутком при використанні прогнозування на рік на відміну від помісячної складає 0,05 - 0,04% на загальну суму. Розмір відносної похибки по обсягам є ще меншим та дорівнює 0,01 - 0,04%. Це свідчить про відсутність необхідності збільшення складності процесу прогнозування та можливості використання спрощеної процедури пошуку прогнозних значень. Додатково доведено, що поквартальне прогнозування не є раціональним.

Подальшого аналізу вимагає зв'язок між точністю розрахунків та характеристиками сукупностей, а саме: відносним значенням середньоквадратичного відхилення, та відносним значенням модулю відхилення.

**Таблиця 3**

Результати моделювання

Місяці	Рівень дискретизації, од.											
	1			2			6					
	Кількість автомобілів			Прибуток Обсяги			Кількість автомобілів			Прибуток Обсяги		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	3	2	1	1193,51 239	4	1	1	1111,79 237	3	1	2	1261,14 238
2	3	1	2	1140,06 225	3	1	2	1056,61 220	3	2	1	1005,08 221
3	3	2	1	1225,21 239	3	2	1	1110,12 230	3	2	1	1090,73 239
4	3	2	1	1287,28 241	3	2	1	1376,15 241	3	2	1	1336,62 241
5	2	2	2	1213,82 238	2	2	2	1305,74 243	3	2	1	1167,74 217
6	2	2	2	1142,00 228	3	2	1	1239,98 231	2	2	2	1306,82 248
Сума				7201,88 1410	Сума			7200,39 1402	Сума			7168,13 1404

## Література

1. Павленко, О.В. Розподіл транспортних потужностей як задача динамічного програмування [Текст] / Вдовиченко В.О., Калініченко О.П., Павленко О.В. – Х.: Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2009, - вып. 6/4 (42). - С. 30-33.
2. Вдовиченко, В.О. Оцінка ефективності закріплення автомобілів за постійними замовниками [Текст] / Вдовиченко В.О., Калініченко О.П., Павленко О.В. – Х.: Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2010, - вып. 6/3 (48). - С. 31-34.
3. Кузин, Л.Т. Основы кибернетики. Том 1. Математические основы кибернетики [Текст] / Кузин Л.Т. – М.: Учеб. пособие для студентов втузов. «Энергия», 1973. - С. 316 - 332.
4. Гаджинский, А.М. Логистические решения в области складирования [Текст] / Гаджинский А.М. - М.: «IV Московский международный логистический форум», 2002. - С. 36 - 61.
5. Новиков, Ф.А. Дискретная математика для программистов [Текст] / Новиков Ф.А. Санкт-Петербург: «Питер», 2006. - 364 с.

**Abstract**

*The task of distribution of transport resources as a problem of dynamic programming is considered, and, Bellman's function is offered to search the optimum solution that results in analyzing a lot of indicators. Discretization level directly influences the final data accuracy. To estimate the offered solutions quality the indicators such as the degree of actual errors on profits and on transportation volume as well as the degree of relative error on profits and on transportation volume are used. The methodology to analyze the interrelation of recommendations accuracy and different indicators discretization under dynamic transport resources distribution is created. Practical realization of the developed methodology proves calculations accuracy dependence on discretization level in the problem of dynamic transport resources distribution. The value of discretization level is chosen respectively: one period (for the provided example is half a year), two periods (for the provided example is a quarter) and six periods (for the provided example is a month). At the same time the degree of an error is rather insignificant. So, the relative error on profit using an annual forecasting as opposed to monthly one makes 0.05 – 0.04 % of the total sum. The degree of a relative error on volume is much smaller and equal to 0.01-0.04%. It testifies there is no need to complicate forecasting process and it also gives proof of using the simplified procedure of forecast values search. In addition, the quarterly forecasting is proved not to be rational*

**Keywords:** transport resources distribution, the methodology, dynamic programming, discretization level, transport resources

**У статті розглянуто зміну психофізіологічних особливостей водія при русі на автомобільних дорогах у гірській місцевості. Проведені дослідження дають можливість визначити вплив висотної поясності автомобільної дороги на функціональний стан водія**

**Ключові слова:** режими руху автомобіля, висотна поясність, індекс напруження, надійність роботи водія

**В статье рассмотрены изменения психофизиологических особенностей водителя при движении на автомобильных дорогах в горной местности. Проведенные исследования дают возможность определить влияние высотной поясности автомобильной дороги на функциональное состояние водителя**

**Ключевые слова:** режимы движения автомобиля, высотная поясность, индекс напряжения, надежность работы водителя

УДК 656.13

## ВПЛИВ ВИСОТНОЇ ПОЯСНОСТІ НА СТАН ВОДІЯ ПРИ РУСІ У ГІРСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ

М.М. Жук

Кандидат технічних наук, доцент\*

Контактний тел.: 067-33-258-03

М.В. Бойків

Асистент\*

Контактний тел.: 098-760-65-58

E-mail: bojktiv.mykola@gmail.com

\*Кафедра «Транспортні технології»

Національний Університет «Львівська політехніка»  
вул. Степана Бандери, 12, м. Львів, Україна, 79013**1. Вступ**

Автомобільна дорога у гірській місцевості характеризується обмеженою видимістю, малими радіусами

кривих у плані та профілі, частою зміною висотної поясності. Також зі зміною висоти проходження автомобільної дороги змінюється атмосферний тиск, кліматичні та метеорологічні умови. Саме ці показни-