

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ЕКОНОМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра маркетингу, комерційної діяльності  
та економічної теорії**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до практичних занять та самостійної роботи**

**з дисципліни**

***«ПРОГНОЗУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ»***

**Харків – 2023**

Методичні вказівки затверджено та рекомендовано до друку на засіданні кафедри маркетингу, комерційної діяльності та економічної теорії 26 грудня 2022 р., протокол № 9

Згідно з навчальним планом зі спеціальності «Маркетинг» при вивченні дисципліни «Прогнозування транспортних послуг» здобувачі вищої освіти всіх форм навчання виконують завдання за практичними заняттями, метою яких є закріплення теоретичних положень і отримання практичних навичок з прогнозування транспортних послуг.

Методичні вказівки рекомендовано для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня навчання спеціальності 075 «Маркетинг» ОП «Маркетинг» усіх форм навчання.

Укладачі:

професори Ю. Є. Калабухін,

О. І. Зоріна,

доц. Н. М. Каменева

Рецензент

проф. О. Г. Кірдіна

## З М І С Т

Вступ.....	4
Практичне заняття 1. Показники транспортних послуг залізничного транспорту.....	4
Практичне заняття 2. Прогнозування показників діяльності підприємства.....	12
Практичне заняття 3. Згладжування методом простої ковзної та прогнозування на основі тренду показників часового ряду.....	24
Практичне заняття 4. Прогнозування методом екстраполяції середніх темпів.....	34
Практичне заняття 5. Розробка прогнозу за допомогою методу найменших квадратів.....	38
Практичне заняття 6. Прості методи екстраполяції тенденції.....	43
Практичне заняття 7. Прогнозування методом експертних оцінок.....	46
Практичне заняття 8. Прогнозування методом «Дельфі».....	47
Список літератури .....	52
Додаток А. Приклад оформлення контрольної роботи .....	53

## ВСТУП

Згідно з навчальним планом зі спеціальності «Маркетинг» при вивченні дисципліни «Прогнозування транспортних послуг» здобувачі вищої освіти всіх форм навчання виконують завдання за практичними заняттями, метою яких є закріплення теоретичних положень і отримання практичних навичок з прогнозування транспортних послуг.

Здобувачі вищої освіти денної форми навчання виконують завдання за практичними заняттями відповідно до варіантів, які надає викладач на практичних заняттях з дисципліни, здобувачі заочної форми навчання виконують завдання за практичними заняттями за передбаченими для них варіантами, оформлюють їх відповідно до встановлених вимог. Результати виконання завдань кожного практичного заняття оформлюються здобувачем та надаються викладачу на перевірку.

Після перевірки викладачем завдань кожного практичного заняття здобувач допускається до його захисту після виправлення всіх зауважень.

### **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 1. Показники транспортних послуг залізничного транспорту**

#### ***Основні поняття до завдання 1.1 та 1.3***

**Вантажообіг  $\sum Q_l$  (пасажирообіг  $\sum A_l$ )** – робота залізниці, яка визначається як добуток кількості перевезених тонн вантажу  $\sum Q$  (пасажирів  $\sum A$ ) на відповідну відстань їх перевезення  $L$  і визначається за формулами:

- вантажообіг

$$\sum Ql = \sum_{i=1}^{i=n} (Q_i \times L_i), \quad (1.1)$$

де  $Q_i$  – кількість перевезених тонн вантажу за  $i$ -им напрямком, т;

$L_i$  – відстань, на яку перевозиться вантаж  $i$ -им напрямком, км;

- пасажирообіг

$$\sum Al = \sum_{i=1}^{i=n} (A_i \times L_i), \quad (1.2)$$

де  $A_i$  – кількість перевезених пасажирів за  $i$ -им напрямком, т;

$L_i$  – відстань, на яку перевозиться пасажир  $i$ -им напрямком, км.

**Вантажообіг тонно-кілометри брутто**  $\sum Ql_{\text{брутто}}$  – кількісний показник, що складається з вантажообігу перевезених тонн вантажу  $\sum Ql_{\text{нетто}}$  (тонно-кілометри нетто) і вантажообігу тари вагонів  $\sum q_{\text{тари}}$  (тонно-кілометри тари) і визначається за формулами:

- вантажообіг нетто

$$\sum Ql_{\text{нетто}} = \sum Q_{\text{нетто}} \times L, \quad (1.3)$$

де  $Q_{\text{нетто}}$  – кількість перевезених тонн вантажу нетто, т нетто;

$L$  – відстань, на яку перевозиться вантаж, км;

- вантажообіг тари

$$\sum q_{\text{тари}} l_{\text{тари}} = \sum q_{\text{тари}} \times L, \quad (1.4)$$

де  $q_{\text{тари}}$  – маса тари вагонів, в якій перевозиться вантаж, т тари;

- вантажообіг брутто

$$\sum Q l_{\text{брутто}} = \sum Q l_{\text{нетто}} + \sum q l_{\text{тари}}. \quad (1.5)$$

**Приведений вантажообіг** визначається за формулою

$$\sum Q l_{\text{прив}} = \sum Q l + \alpha_{\text{прив}} \times \sum A l, \quad (1.6)$$

де  $\alpha_{\text{прив}}$  – коефіцієнт приведення пасажирообігу до вантажообігу, дорівнює 2.

**Середня дальність перевезень вантажу та пасажирів** – визначається відповідно, діленням вантажообігу на кількість перевезеного вантажу та діленням пасажирообігу на кількість перевезених пасажирів за формулами:

- вантажів

$$l_{\text{вант}}^{\text{сер}} = \frac{\sum Q l}{\sum Q}; \quad (1.7)$$

- пасажирів

$$l_{\text{паса}}^{\text{сер}} = \frac{\sum A l}{\sum A}. \quad (1.8)$$

## Завдання 1.1

Визначити вантажообіг на ділянці А-В, яка складається з двох перегонів: А-Б і Б-В (рисунок 1), км. Обсяги перевезень, тис. т, наведені в таблиці 1.1.

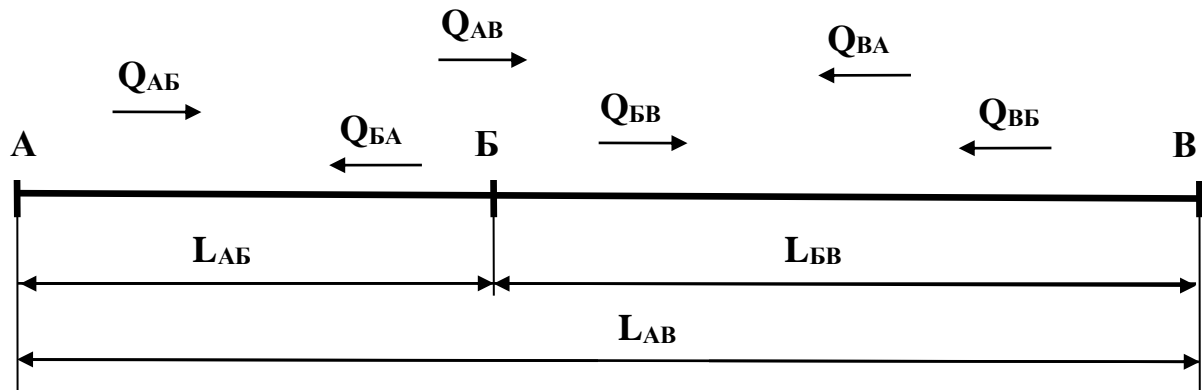


Рисунок 1 – Схема вантажних перевезень на ділянці

Таблиця 1.1 – Вихідні дані до завдання 1.1

Варіант	А-Б, км	Б-В, км	Станція відправлення	Станція призначення		
				А	Б	В
1	2	3	4	5	6	7
0	400	300	А	-	-	200
			Б	150	-	-
			В	250	100	-
1	200	350	А	-	100	-
			Б	200	-	-
			В	-	150	-
2	250	450	А	-	180	-
			Б	200	-	150
			В	-	200	-
3	190	400	А	-	220	-
			Б	-	-	140
			В	180	100	-
4	180	420	А	-	220	-
			Б			175
			В	-	210	-
5	500	100	А	-	-	-
			Б	-	-	120
			В	245	200	-

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7
6	140	425	А	-	180	-
			Б	120	-	230
			В	160	-	-
7	125	380	А	-	160	225
			Б	240	-	-
			В	-	220	-
8	450	260	А	-	100	110
			Б	260	-	-
			В	-	170	-
9	390	175	А	-	115	-
			Б	130	-	260
			В	235	-	-

**Завдання 1.2**

Визначити вантажообіг нетто  $\sum Ql_{\text{нетто}}$  (тонно-кілометрів нетто) і брутто  $\sum Ql_{\text{брутто}}$  (тонно-кілометрів брутто), а також їх співвідношення, якщо відомо, що маса вантажу  $Q$  перевозиться на відстань  $L$ , км; маса тари вагонів  $q_T$  (тис. т), в яких цей вантаж перевозиться, наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Вихідні дані до завдання 1.2

Варіант	Відстань $L$ , на яку перевозиться вантаж, км	Маса тари вагонів $q_T$ , тис. т	Маса вантажу $Q$ , який перевозиться, тис. т
0	350	10	40
1	300	10,5	35,5
2	290	9,5	41
3	340	9,8	41,5
4	360	10,2	39,6
5	370	10,3	38,5
6	310	9,9	39
7	330	10,4	40,5
8	345	9,6	36,4
9	355	10,6	37



### Завдання 1.3

Визначити кількість перевезених залізницею вантажів і пасажирів, середню дальність їх перевезень, вантажообіг, пасажирообіг, приведений вантажообіг за вихідними даними таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Вихідні дані до завдання 1.3

Варіант	Вантажні перевезення			Пасажирські перевезення		
	вид сполучення	середня відстань, км	тис. т	вид сполучення	середня відстань, км	тис. т
1	2	3	4	5	6	7
0	Місцеве	110	12000	Пряме	680	2800
	Ввезення	90	6000	Місцеве	215	3700
	Вивезення	50	2000	Приміське	25	5600
	Транзит	400	4000			
1	Місцеве	115	12100	Пряме	650	2800
	Ввезення	95	7000	Місцеве	200	3000
	Вивезення	55	3000	Приміське	30	6000
	Транзит	410	5000			
2	Місцеве	120	12200	Пряме	640	3000
	Ввезення	100	6500	Місцеве	210	3500
	Вивезення	60	2500	Приміське	35	6200
	Транзит	405	4500			
3	Місцеве	125	11500	Пряме	680	3100
	Ввезення	105	5800	Місцеве	190	3800
	Вивезення	65	2300	Приміське	40	6300
	Транзит	415	4200			
4	Місцеве	90	12200	Пряме	620	3150
	Ввезення	110	11300	Місцеве	240	3950
	Вивезення	50	6500	Приміське	30	6200
	Транзит	400	3200			
5	Місцеве	120	12700	Пряме	700	2900
	Ввезення	90	6700	Місцеве	200	3900
	Вивезення	60	2700	Приміське	40	5700
	Транзит	420	4700			
6	Місцеве	100	12900	Пряме	720	2800
	Ввезення	80	6900	Місцеве	250	3700
	Вивезення	40	2900	Приміське	50	5600
	Транзит	390	4900			

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5	6	7
7	Місцеве	110	13000	Пряме	680	3000
	Ввезення	100	7000	Місцеве	215	3900
	Вивезення	60	3000	Приміське	25	6500
	Транзит	400	4200			
8	Місцеве	115	15000	Пряме	720	2700
	Ввезення	105	5800	Місцеве	200	3900
	Вивезення	55	2100	Приміське	40	6000
	Транзит	405	4300			
9	Місцеве	90	11900	Пряме	690	3200
	Ввезення	80	5900	Місцеве	230	4300
	Вивезення	70	2900	Приміське	45	7000
	Транзит	40	4200			

**Основні поняття до завдання 1.4 та 1.5**

**Специфічні кількісні показники роботи залізниць:**

- **ввезення**  $\sum Q_{\text{вв}}$  – обсяг перевезень вантажу, що надійшов ззовні, і розвантаженого в межах заданої залізниці, т;
- **вивезення**  $\sum Q_{\text{вив}}$  – кількість вантажу, завантаженого на заданій залізниці і вивезеного за її межі, т.
- **місцеве сполучення**  $\sum Q_{\text{м}}$  – перевезення вантажу, завантаженого і розвантаженого в межах розглянутого полігону мережі залізниці;
- **транзитні перевезення**  $\sum Q_{\text{тр}}$  – перевезення здійснюються по полігону мережі залізниці без навантаження і вивантаження.

**Узагальнені кількісні показники роботи залізниць:**

- **приймання вантажу**  $\sum Q_{\text{пр}}$  – кількість вантажу, що надійшов ззовні на заданий полігон мережі залізниці, дорівнює сумі ввезення й транзиту, т;
- **здавання вантажу**  $\sum Q_{\text{зд}}$  – кількість вантажу, що транспортується за межі території заданого полігону мережі залізниці, дорівнює сумі вивезення й транзиту, т;

- **відправлення вантажів**  $\sum Q_{\text{відпр}}$  залізницею, дорівнює сумі вивезення й місцевого сполучення;

- **прибуття (вивантаження) вантажів**  $\sum Q_{\text{приб}}$  дорівнює сумі ввезення й місцевого сполучення.

Формули для розрахунку:

- **приймання вантажу:**  $\sum Q_{\text{пр}} = \sum Q_{\text{вв}} + \sum Q_{\text{тр}}$ ; (1.9)

- **здавання вантажу:**  $\sum Q_{\text{зд}} = \sum Q_{\text{вив}} + \sum Q_{\text{тр}}$ ; (1.10)

- **відправлення вантажу:**  $\sum Q_{\text{відпр}} = \sum Q_{\text{вив}} + \sum Q_{\text{м}}$ ; (1.11)

- **прибуття вантажу:**  $\sum Q_{\text{приб}} = \sum Q_{\text{вв}} + \sum Q_{\text{м}}$ . (1.12)

#### Завдання 1.4

За даними таблиці 1.4 визначити розміри приймання, здавання, прибуття і відправлення вантажів залізницею.

Таблиця 1.4 – Вихідні дані до завдання 1.4

Варіант	Обсяг перевезень за видами сполучення, млн. т			
	Ввезення	Вивезення	Місьцеве	Транзит
0	40	18	80	50
1	41	19	81	51
2	42	20	82	52
3	43	21	83	53
4	44	22	84	54
5	45	23	85	55
6	46	24	86	56
7	47	25	87	57
8	48	26	88	58
9	49	27	89	59

#### Завдання 1.5

За даними таблиці 1.5 встановити розміри вивезення і транзиту залізницею.

Таблиця 1.5 – Вихідні дані до завдання 1.5

Варіант	Кількість вантажу, млн. т				
	місьцеве сполучення $\sum Q_m$	приймання $\sum Q_{пр}$	здавання $\sum Q_{зд}$	відправлення $\sum Q_{відпр}$	прибуття $\sum Q_{приб}$
0	30	90	80	40	50
1	31	91	81	41	51
2	32	92	82	42	52
3	33	93	83	43	53
4	34	94	84	44	54
5	35	95	85	45	55
6	36	96	86	46	56
7	37	97	87	47	57
8	38	98	88	48	58
9	39	99	89	49	59

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 2. Прогнозування показників діяльності підприємства**

### **Завдання 2.1**

Доходи від пасажирських перевезень на популярному влітку маршруті складають 350 тис. грн на місяць. Прогнозоване зниження середньої кількості пасажирів за місяцями наведено у таблиці 2.1. Розрахувати річні доходи від пасажирських перевезень за досліджуваним маршрутом.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані до завдання 2.1

Варіант	Прогнозоване зниження середньої кількості пасажирів за місяцями, %		
	вересень-листопад	грудень-березень	квітень-травень
0	12	27	11
1	15	21	19
2	17	22	18
3	11	23	17
4	14	24	16
5	10	25	15
6	9	26	14
7	13	27	13
8	16	28	12
9	18	20	10

### Формули для розрахунку

Доходи від перевезення пасажирів популярним влітку маршрутом за місяць визначаються за формулою

$$D_{\text{літн.м}} = D_{1 \text{ пас.}} \times \chi_{\text{пас.л.м}}, \quad (2.1)$$

де  $D_{1 \text{ пас.}}$  – доходи від перевезення 1 пасажирів, грн;

$\chi_{\text{пас.л.м}}$  – кількість пасажирів, що перевезено за місяць в літній період, тис. пас.

Доходи від перевезення пасажирів маршрутом за місяць  $t$  визначаються за формулою

$$D_t = D_{1 \text{ пас.}} \times \chi_t, \quad (2.2)$$

де  $\chi_t$  – прогнозована кількість пасажирів за місяць  $t$ .

Прогнозоване зменшення кількості пасажирів за місяць  $t$  визначається за формулою

$$Ч_t = Ч_{\text{пас.л.м}} - \Delta Ч_t, \quad (2.3)$$

де  $\Delta Ч_t$  – зміна середньої кількості пасажирів за місяць  $t$  відносно літнього періоду перевезень.

Зміна середньої кількості пасажирів за місяць  $t$  відносно літнього періоду перевезень визначається за формулою

$$\Delta Ч_t = Ч_{\text{пас.л.м}} \times \frac{\%_t}{100}, \quad (2.4)$$

де  $\%_t$  – прогнозоване зниження середньої кількості пасажирів за місяць  $t$  відносно літнього періоду перевезень, %.

## **Завдання 2.2**

Підприємство за квартал одержало дохід від реалізації своєї продукції на суму, яку наведено в таблиці 2.2, його витрати наведено також. Прогноз ситуації на ринку функціонування підприємства орієнтує на можливе зниження попиту споживачів та зниження обсягу виробництва і доходу на 8,5 %.

Оцінити прогнозну величину прибутку підприємства. Оцінити, при якому зниженні обсягу діяльності (не змінюючи ціни реалізації і структуру витрат) підприємство повністю може позбавитися прибутку.

Таблиця 2.2 – Вихідні дані до завдання 2.2

Варіант	Дохід, тис. грн	Витрати, тис. грн	
		змінні	постійні
0	354	178	143
1	364	183	148
2	374	188	153
3	384	193	158
4	394	198	163
5	404	203	168
6	414	208	173
7	424	213	178
8	434	218	183
9	444	223	188

Формули для розрахунку

Прибуток підприємства за період визначається за формулою

$$\Pi = Д - В, \quad (2.5)$$

де  $Д$  – дохід від реалізації своєї продукції за період, тис. грн;

$В$  – витрати на виробництво та реалізацію продукції за період, тис. грн.

Прибуток підприємства після зниження попиту споживачів і зниження обсягу виробництва визначається за формулою

$$\Pi_{\text{зн}} = Д_{\text{зн}} - В_{\text{знж}}, \quad (2.6)$$

де  $Д_{\text{зн}}$  – дохід підприємства після зниження попиту споживачів, тис. грн;

$В_{\text{знж}}$  – витрати підприємства після зниження обсягу виробництва, тис. грн.

Дохід підприємства після зниження попиту споживачів визначається за формулою

$$D_{\text{зн}} = D - \Delta D_{\text{зн.п}}, \quad (2.7)$$

де  $\Delta D_{\text{зн.п}}$  – зміна доходу підприємства від зміни попиту споживачів на продукцію, тис. грн.

Витрати підприємства після зниження обсягу виробництва визначаються за формулою

$$B_{\text{знж}} = B - \Delta B_{\text{зн.в}}, \quad (2.8)$$

де  $\Delta B_{\text{зн.в}}$  – зміна витрат підприємства від зміни обсягу виробництва продукції, тис. грн.

Залежність доходу підприємства від попиту споживачів на продукцію визначається за формулою

$$D = C \times N_{\text{п}}, \quad (2.9)$$

де  $C$  – ціна реалізації одиниці продукції, грн;

$N_{\text{п}}$  – попит споживача на продукцію, тис. грн.

Витрати на виробництво та реалізацію продукції за період визначаються за формулою

$$B = B_{\text{зм}} + B_{\text{п}}. \quad (2.10)$$

де  $B_{\text{зм}}$  – змінні витрати підприємства, тис. грн;

$B_{\text{п}}$  – постійні витрати підприємства, тис. грн.



Змінні витрати залежать від обсягу виробництва продукції і визначаються за формулою

$$V_{\text{зм}} = b_{\text{зм}} \times N_{\text{в}}, \quad (2.11)$$

де  $b_{\text{зм}}$  – змінні витрати в одиниці продукції, грн;

$N_{\text{в}}$  – обсяг виробництва продукції за період, тис. од.

### Завдання 2.3

Чисельність усього персоналу промислового підприємства на кінець базисного року та обсяг виробництва наведено в таблиці 2.3. На підприємстві прогнозується зростання обсягу виробництва на наступний рік. Розрахуйте прогнозну величину чисельності персоналу на наступний рік при незмінній продуктивності праці і при підвищенні продуктивності праці за рахунок упровадження заходів.

Таблиця 2.3 – Вихідні дані до завдання 2.3

Варіант	Чисельність персоналу, люд	Обсяг виробництва, тис. шт. виробів	Прогноз на наступний рік	
			зростання обсягу виробництва, %	підвищення продуктивності праці за рахунок упровадження заходів, %
0	287	345	6,7	2,5
1	288	350	6,1	2,0
2	289	360	6,2	2,1
3	290	370	6,3	2,2
4	291	380	6,4	2,3
5	293	390	6,5	2,4
6	294	400	6,6	2,5
7	295	390	6,7	2,6
8	296	380	6,8	2,7
9	297	370	6,9	2,8

Формули для розрахунку

Продуктивність праці визначається за формулою

$$П_{\text{пр}} = \frac{N}{\text{Ч}}. \quad (2.12)$$

Обсяг виробництва на наступний рік за умови зростання визначається за формулою

$$N_{\text{зр}} = N + \Delta N, \quad (2.13)$$

де  $\Delta N$  – зміна обсягу виробництва, тис. шт.

Зміна обсягу виробництва визначається за формулою

$$\Delta N_{\text{зр}} = N \times \frac{\%_{\text{в}}}{100}, \quad (2.14)$$

де  $\%_{\text{в}}$  – зростання обсягу виробництва на наступний рік, %.

Прогнозна величина чисельності персоналу на наступний рік при незмінній продуктивності праці визначається за формулою

$$\text{Ч}_{\text{пр}} = \frac{N_{\text{зр}}}{П_{\text{пр}}} = \frac{N + \Delta N_{\text{зр}}}{П_{\text{пр}}} = \frac{N}{П_{\text{пр}}} + \frac{\Delta N_{\text{зр}}}{П_{\text{пр}}}. \quad (2.15)$$

#### **Завдання 2.4**

У таблиці 2.4 наведено показники використання локомотивів. Визначити середньодобову продуктивність локомотива. Як вона зміниться,

якщо в наступному році прогнозується збільшення середньої маси поїзда на 5 %, а середньодобового пробігу – на 3 %?

Таблиця 2.4 – Вихідні дані до завдання 2.4

Варіант	Середня маса поїзда брутто, т	Середньодобовий пробіг локомотива, км	Коефіцієнт допоміжного лінійного пробігу
0	2900	500	0,15
1	3000	400	0,18
2	2800	600	0,17
3	2750	625	0,16
4	2950	475	0,19
5	3100	375	0,13
6	2850	550	0,14
7	2980	490	0,12
8	3050	390	0,11
9	2890	460	0,1

Формули для розрахунку

Середньодобова продуктивність локомотива визначається за формулою

$$P_{\text{л}} = Q_{\text{л}} \times S_{\text{л}} \times (1 - \beta), \quad (2.16)$$

де  $Q_{\text{л}}$  – середня маса поїзда брутто, т брутто;

$S_{\text{л}}$  – середньодобовий пробіг локомотива, км;

$\beta$  – коефіцієнт допоміжного лінійного пробігу.

### Завдання 2.5

Визначити експлуатаційні витрати поточного року для ремонту (ПР-3, ПР-2, ПР-1) та обслуговування (ТО-2) електровозів у локомотивному депо (таблиця 2.5).

Розрахуйте прогнозу величину річних експлуатаційних витрат для ремонту електровозів в локомотивному депо в наступному році, якщо прогнозується зменшення норми витрат на матеріали за рахунок застосування передових методів ремонту деталей та вузлів на ремонті ПР-3 на 3 %; на ремонті ПР-2 – на 4 %; на ремонті ПР-1 – на 5 %;?

Таблиця 2.5 – Вихідні дані до завдання 2.5

Варіант	Тип локомотива	Вид ремонту	Кількість ремонту електровозів за рік	Базова норма витрат на матеріали на одиницю ремонту електровоза, грн
1	2	3	4	5
0	ВЛ80	ПР-3	7	299000
		ПР-2	10	121000
		ПР-1	260	18500
	ЧС-2	ТО-2	1560	440
1	ВЛ80	ПР-3	8	300000
		ПР-2	11	120000
		ПР-1	270	18000
	ЧС-2	ТО-2	1580	490
2	ВЛ80	ПР-3	9	200000
		ПР-2	12	100000
		ПР-1	280	15500
	ЧС-2	ТО-2	1600	500
3	ВЛ80	ПР-3	5	350000
		ПР-2	13	150000
		ПР-1	560	20500
	ЧС-2	ТО-2	1620	640
4	ВЛ80	ПР-3	35	299000
		ПР-2	10	121000
		ПР-1	290	18500
	ЧС-2	ТО-2	1560	440
5	ВЛ80	ПР-3	33	400000
		ПР-2	14	180000
		ПР-1	300	19500
	ЧС-2	ТО-2	1400	540

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5
6	ВЛ80	ПР-3	36	350000
		ПР-2	15	150000
		ПР-1	290	20500
	ЧС-2	ТО-2	1500	640
7	ВЛ80	ПР-3	31	299000
		ПР-2	14	121000
		ПР-1	280	18500
	ЧС-2	ТО-2	1460	440
8	ВЛ80	ПР-3	30	200000
		ПР-2	13	100000
		ПР-1	270	15500
	ЧС-2	ТО-2	1480	500
9	ВЛ-80	ПР-3	36	300000
		ПР-2	12	120000
		ПР-1	260	18000
	ЧС-2	ТО-2	1450	300000

Формули для розрахунку

Витрати на матеріали за видами ремонту визначаються за формулою

$$B = \sum_{i=1}^{i=M} B_i = \sum_{i=1}^{i=M} (M_i \times H_i), \quad (2.17)$$

де  $B_i$  – витрати на матеріали для  $i$ -го виду ремонту, грн;

$M_i$  – кількість ремонтів за видами;

$H_i$  – норма витрат на матеріали на одиницю  $i$ -го виду ремонту, грн.

### Завдання 2.6

Визначити експлуатаційні витрати поточного року на паливо та електроенергію на тягу поїздів (таблиця 2.6).

Розрахуйте прогнозну величину річних експлуатаційних витрат на паливо та електроенергію на тягу поїздів, якщо прогнозується зменшення норм витрати палива та електроенергії за рахунок більш раціонального режиму ведення поїздів відповідно до таблиці вихідних даних. Ціна 1 т умовного палива 30000 грн, 1 кВт·год електроенергії – 2,0 грн.

Таблиця 2.6 – Вихідні дані до завдання 2.6

Варіант	Вид тяги	Вид руху	Річний обсяг роботи, млрд ткм брутто	Базова норма витрати на 10 тис. ткм брутто	Прогнозне зниження норми витрати, %
1	2	3	4	5	6
0	тепловозна	Вантажний	18	46 кг ум. палива	2
		Пасажирський	2	53 кг ум. палива	3
		Господарчий	0,1	60 кг ум. палива	4
1	електрична	Вантажний	18	123 кВт·год	3
		Пасажирський (без електропоїздів)	2	148 кВт·год	4
		Пасажирський (в електропоїздах)	0,4	241 кВт·год	2
2	тепловозна	Вантажний	16	45 кг ум. палива	3
		Пасажирський	3	52 кг ум. палива	4
		Господарчий	0,5	63 кг ум. палива	5
3	електрична	Вантажний	17	120 кВт·год	4
		Пасажирський (без електропоїздів)	5	146 кВт·год	5
		Пасажирський (в електропоїздах)	0,4	245 кВт·год	3
4	тепловозна	Вантажний	19	45 кг ум. палива	1
		Пасажирський	4	50 кг ум. палива	2
		Господарчий	0,2	65 кг ум. палива	3

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6
5	електрична	Вантажний	20	120 кВт·год	2
		Пасажирський (без електропоїздів)	5	140 кВт·год	3
		Пасажирський (в електропоїздах)	0,3	249 кВт·год	1
6	тепловозна	Вантажний	18	46 кг ум. палива	3
		Пасажирський	2	53 кг ум. палива	4
		Господарчий	0,1	60 кг ум. палива	5
7	електрична	Вантажний	18	123 кВт·год	4
		Пасажирський (без електропоїздів)	2	148 кВт·год	5
		Пасажирський (в електропоїздах)	0,4	241 кВт·год	3
8	тепловозна	Вантажний	16	46 кг ум. палива	1
		Пасажирський	3	53 кг ум. палива	2
		Господарчий	0,5	60 кг ум. палива	3
9	електрична	Вантажний	17	123 кВт·год	2
		Пасажирський (без електропоїздів)	5	148 кВт·год	3
		Пасажирський (в електропоїздах)	0,4	241 кВт·год	1

Формули для розрахунку

Річні експлуатаційні витрати поточного року на паливо на тягу поїздів за видами руху визначаються за формулою

$$B_i = \frac{\sum QL_i \times b_i \times C_{\text{п}}}{10000 \times 1000} \quad (2.18)$$

Річні експлуатаційні витрати поточного року на електроенергію на тягу поїздів за видами руху визначаються за формулою

$$B_i = \frac{\sum QL_i \times a_i \times C_e}{10000}, \quad (2.19)$$

де  $\sum QL_i$  – річний обсяг роботи за  $i$ -им видом руху, млрд ткм брутто;

$b_i, a_i$  – базова норма витрати відповідно, палива та електроенергії на тягу поїздів за  $i$ -им видом руху на 10 тис. ткм брутто;

$C_p, C_e$  – ціна відповідно, за 1 т умовного палива та 1 кВт·год електроенергії, грн.

### **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 3. Згладжування методом простої ковзної та прогнозування на основі тренду показників часового ряду**

**Завдання 3.1.** Загальні положення згладжування методом простої ковзної середньої

Згладжування – це спосіб, який забезпечує швидке реагування прогнозу на всі події, що відбуваються протягом періоду протяжності базової лінії.

Одним з емпіричних методів є метод ковзної середньої. Цей метод полягає у заміні абсолютних рівнів низки динаміки їх середніми арифметичними значеннями за певні інтервали. Вибираються ці інтервали способом ковзання – поступово виключаються з інтервалу перші рівні і включаються наступні.

Проста ковзна середня – приклад розрахунку за трьома точками:



$$\bar{y}_t = \frac{y_{t-1} + y_t + y_{t+1}}{3} . \quad (3.1)$$

Ковзна середня зважена – приклад розрахунку за трьома точками:

$$\bar{y}_t = \frac{y_{t-1} + 2 \times y_t + y_{t+1}}{4} . \quad (3.2)$$

Недоліки методу:

- 1) перші та останні рівні ряду губляться (не згладжуються);
- 2) метод застосовується лише для рядів, які мають лінійну тенденцію.

ПРИКЛАД 1. Виконати згладжування ряду динаміки триквартальної ковзної середньої.

Рішення

t	Абсолютне значення у	Розрахунок за формулою простої ковзної	Згладжене значення $y_s$
1	1065	-	-
2	851	(1065 + 851 + 531)/3	815,67
3	531	(851 + 531 + 922)/3	768
4	922	(531 + 922 + 1095)/3	849,33
5	1095	(922 + 1095 + 986)/3	1001
6	986	(1095 + 986 + 822)/3	967,67
7	822	(986 + 822 + 1137)/3	981,67
8	1137	(822 + 1137 + 1301)/3	1086,67
9	1301	(1137 + 1301 + 1038)/3	1158,67
10	1038	(1301 + 1038 + 780)/3	1039,67
11	780	(1038 + 780 + 1435)/3	1084,33
12	1435	(780 + 1435 + 1593)/3	1269,33
13	1593	(1435 + 1593 + 1658)/3	1562
14	1658	(1593 + 1658 + 1363)/3	1538
15	1363	(1658 + 1363 + 1737)/3	1586
16	1737	(1363 + 1737 + 1719)/3	1606,33
17	1719	(1737 + 1719 + 1521)/3	1659
18	1521	(1719 + 1521 + 1049)/3	1429,67
19	1049	(1521 + 1049 + 1790)/3	1453,33
20	1790	(1049 + 1790 + 2016)/3	1618,33
21	2016	-	-

ПРИКЛАД 2. Виконати згладжування низки динаміки трирічної ковзної середньої. Зобразити фактичний та вирівняний ряди графічно. Зробити висновки.

### Рішення

t	Абсолютне значення у	Розрахунок за формулою простої ковзної	Згладжене значення $u_s$
1994	800	-	-
1995	864	$(800 + 864 + 970)/3$	878
1996	970	$(864 + 970 + 1006)/3$	946,67
1997	1006	$(970 + 1006 + 1035)/3$	1003,67
1998	1035	$(1006 + 1035 + 1174)/3$	1071,67
1999	1174	$(1035 + 1174 + 1287)/3$	1165,33
2000	1287	$(1174 + 1287 + 1341)/3$	1267,33
2001	1341	$(1287 + 1341 + 1475)/3$	1367,67
2002	1475	$(1341 + 1475 + 1539)/3$	1451,67
2003	1539	$(1475 + 1539 + 1712)/3$	1575,33
2004	1712	-	-

Графічне зображення згладжування методом простої ковзної середньої наведено на рисунку 3.1.

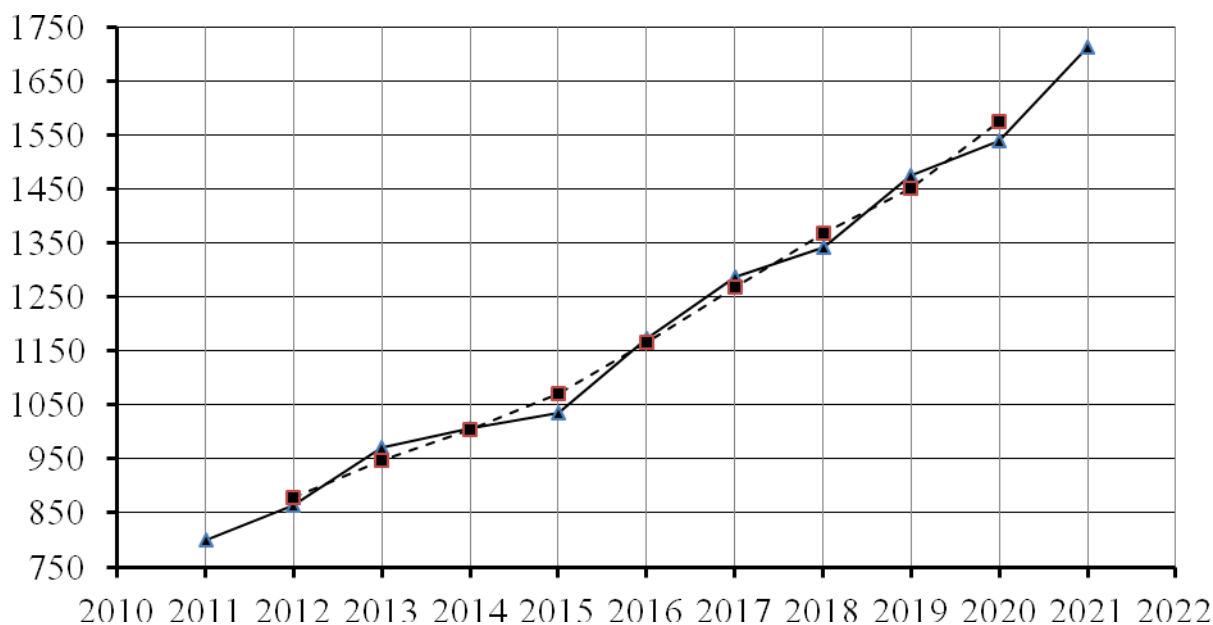


Рис. 3.1 – Графічне зображення згладжування методом простої ковзної середньої

### Завдання 3.1.1

Виконати згладжування низки динаміки трирічної ковзної середньої.  
Зобразити фактичний та вирівняний ряди графічно.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані до завдання 3.1.1 (для варіантів 0-4)

Рік	Пасажирообіг за варіантами, млн пас.км				
	0	1	2	3	4
2004	52243	52760	53277	53795	54312
2005	53182	53708	54235	54761	55288
2006	53762	54294	54827	55359	55891
2007	53620	54151	54682	55213	55744
2008	53586	54117	54647	55178	55708
2009	48811	49294	49777	50260	50744
2010	50742	51245	51747	52250	52752
2011	51074	51580	52086	52592	53097
2012	49695	50187	50679	51171	51663
2013	49365	49853	50342	50831	51320
2014	37436	37806	38177	38547	38918
2015	36273	36632	36991	37350	37709
2016	37734	38107	38481	38855	39228
2017	28281	28561	28841	29121	29401
2018	28901	29187	29473	29759	30046
2019	28640	28923	29207	29490	29774

Таблиця 3.2 – Вихідні дані до завдання 3.1.1 (для варіантів 5-9)

Рік	Вантажообіг за варіантами, млн ткм				
	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6
2004	236327	238667	241007	243346	245686
2005	226219	228459	230699	232939	235179
2006	243218	245626	248034	250442	252850
2007	265130	267755	270380	273005	275630
2008	259576	262146	264716	267286	269856
2009	198150	200112	202074	204036	205998
2010	220272	222453	224634	226815	228996
2011	246304	248743	251182	253620	256059
2012	240100	242477	244854	247231	249608
2013	226678	228923	231167	233411	235656

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6
2014	213345	215458	217570	219682	221795
2015	197005	198955	200906	202857	204807
2016	189433	191309	193184	195060	196935
2017	193833	195752	197672	199591	201510
2018	188208	190071	191934	193798	195661
2019	183663	185482	187300	189118	190937

### Завдання 3.1.2

Із застосуванням табличного редактора Excel знайти середню дальність перевезення вантажів (для варіантів 0-4) та пасажирів (для варіантів 5-9) і виконати згладжування низки динаміки трирічної ковзної середньої цих показників. Зобразити фактичний та вирівняний ряди цих показників графічно.

Для варіантів 0-4 визначається середня дальність перевезення вантажів у рік  $t$  періоду за формулою

$$L_t = \frac{\sum QL_t}{\sum Q_t}, \quad (3.3)$$

де  $\sum QL_t$  – вантажообіг у рік  $t$  періоду, млн ткм, (для варіантів 0-4 прийняти за даними таблиці 3.2 так: для варіанта 0 приймаються значення варіанту 5 таблиці 3.2; для варіанта 1 приймаються значення варіанту 6 таблиці 3.2; для варіанта 2 приймаються значення варіанту 7 таблиці 3.2; для варіанта 3 приймаються значення варіанту 8 таблиці 3.2; для варіанта 4 приймаються значення варіанту 9 таблиці 3.2);

$\sum Q_t$  – кількість перевезених вантажів у рік  $t$  періоду, тис. т (прийняти за даними таблиці 3.3).

Таблиця 3.3 – Вихідні дані до завдання 3.1.2 (для варіантів 0-4)

Рік	Перевезено вантажів за варіантами, тис. т				
	0	1	2	3	4
2004	411593	407710	403827	399944	396061
2005	402722	398923	395124	391325	387525
2006	422037	418056	414074	410093	406111
2007	440865	436706	432547	428388	424229
2008	423660	419664	415667	411670	407673
2009	341555	338333	335111	331888	328666
2010	379447	375868	372288	368708	365128
2011	412038	408151	404264	400377	396490
2012	400788	397007	393226	389445	385664
2013	399957	396184	392411	388638	384865
2014	347706	344426	341146	337866	334585
2015	311959	309016	306073	303130	300187
2016	309631	306710	303789	300868	297947
2017	293926	291153	288380	285608	282835
2018	283697	281021	278345	275668	272992
2019	278392	275765	273139	270513	267886

Результати розрахунку оформити за формою таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Таблиця результатів розрахунку (для варіантів 0-4)

Рік	Фактичні значення		Середня дальність перевезення вантажів, км	
	Вантажообіг, млн ткм	Перевезено вантажів, тис. т	Розрахункова	Згладжена
2004				
...				
2019				

Для варіантів 5-9 визначається середня дальність перевезення пасажирів у рік  $t$  періоду за формулою

$$L_t = \frac{\sum AL_t}{\sum A_t}, \quad (3.4)$$

де  $\sum AL_t$  – пасажирообіг у рік  $t$  періоду, млн пас. км (для варіантів 5-9 прийняти за даними таблиці 3.1 так: для варіанта 5 приймаються значення

варіанту 0 таблиці 3.1; для варіанта 6 приймаються значення варіанту 1 таблиці 3.1; для варіанта 7 приймаються значення варіанту 2 таблиці 3.1; для варіанта 8 приймаються значення варіанту 3 таблиці 3.1; для варіанта 9 приймаються значення варіанту 4 таблиці 3.1), млн пас. км;

$\sum A_t$  – кількість перевезених пасажирів у рік  $t$  періоду, тис. пас. (прийняти за даними таблиці 3.5).

Таблиця 3.5 – Вихідні дані до завдання 3.1.2 (для варіантів 5-9)

Рік	Відправлено пасажирів за варіантами, тис. пас.				
	5	6	7	8	9
2004	479361	503329	523462	539166	549949
2005	472300	495915	515751	531224	541848
2006	475342	499109	519073	534646	545339
2007	473919	497615	517520	533046	543707
2008	472194	495803	515635	531105	541727
2009	451533	474110	493074	507867	518024
2010	451540	474117	493081	507874	518031
2011	452663	475296	494308	509137	519320
2012	443515	465691	484318	498848	508825
2013	441167	463225	481754	496207	506131
2014	422461	443584	461327	475167	484670
2015	419482	440456	458074	471816	481253
2016	417193	438053	455575	469242	478627
2017	167613	175994	183034	188525	192295
2018	164538	172765	179675	185066	188767
2019	160232	168244	174974	180223	183828

Результати розрахунку оформити за формою таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Таблиця результатів розрахунку (для варіантів 5-9)

Рік	Фактичні значення		Середня дальність перевезення пасажирів, км	
	Пасажиरोобіг, млн пас.км	Відправлено пасажирів, тис. пас.	Розрахункова	Згладжена
2004				
...				
2019				

**Завдання 3.2.** Загальні положення прогнозування на основі тренду показників часового ряду

**Тренд** (від англ. *Trend* – *тенденція*) – загальна тенденція при різнонаправленому русі, визначена загальною спрямованістю змін показників часового ряду. Графіки можуть описуватись різними рівняннями – лінійними, логарифмічними, степеневими і т. д. Фактичний тип графіка встановлюють за графічним зображенням даних часового ряду, шляхом усереднення його показників, на основі статистичної перевірки гіпотези про сталість параметрів графіка.

Найбільш поширеним способом моделювання тенденції часового ряду є побудова аналітичної функції, що характеризує залежність рівнів ряду від часу, тобто тренда. Цей спосіб називається аналітичним вирівнюванням часового ряду. Для побудови трендів найчастіше застосовують такі функції:

- лінійний тренд:

$$\hat{y}_t = a + b \times t; \quad (3.5)$$

- гіпербола:

$$\hat{y}_t = a + \frac{b}{t}; \quad (3.6)$$

- експоненціальний тренд:

$$\hat{y}_t = e^{a+b \times t}; \quad (3.7)$$

- степенева функція:

$$\hat{y}_t = a \times t^b; \quad (3.8)$$

- парабола другого і більш високих порядків:

$$\hat{y}_t = a + b_1 \times t + b_2 \times t^2 + b_3 \times t^3 + \dots + b_k \times t^k. \quad (3.9)$$

ПРИКЛАД. Визначити лінійний тренд показників часового ряду, який надано у таблиці 3.7, та надати прогноз на наступний за останнім рік. Зобразити фактичний ряд, тренд показників та прогнозне значення показника графічно.

Таблиця 3.7 – Таблиця показників часового ряду

t	1	2	3	4	5	6	7
Y <sub>t</sub>	80	90	92	83	94	99	92

Лінійний тренд має вигляд:

$$\hat{y}_t = a + b \times t \quad (3.10)$$

Знайдемо коефіцієнти a та b у табличній формі за допомогою методу найменших квадратів (таблиця 3.8).

Таблиця 3.8 – Таблиця визначення коефіцієнтів лінійного тренду

t	Y <sub>t</sub>	t <sub>x</sub> = t - t <sub>cp</sub>	t <sub>x</sub> <sup>2</sup>	t <sub>x</sub> × Y <sub>t</sub>	$\hat{y}_t = a + b \times t_x$
1	80	-3	9	-240	84
2	90	-2	4	-180	86
3	92	-1	1	-92	88
t <sub>cp</sub> = 4	83	0	0	0	90
5	94	1	1	94	92
6	99	2	4	198	94
7	92	3	9	276	96
Сума	630	0	28	56	

Коефіцієнт a визначається за формулою

$$a = \frac{\sum Y_t}{\sum t} \quad (3.11)$$

і складає



$$a = \frac{630}{7} = 90. \quad (3.12)$$

Коефіцієнт  $b$  визначається за формулою

$$b = \frac{\sum(t \times Y_t)}{\sum t^2} \quad (3.13)$$

і складає

$$b = \frac{56}{28} = 2. \quad (3.14)$$

Визначаємо

$$t_x = t - t_{cp} = 8 - 4 = 4. \quad (3.15)$$

Прогноз показника на наступний за останнім рік складе

$$\hat{y}_8 = 90 + 2 \times 4 = 98. \quad (3.16)$$

Представимо графічно результат, який отримано, на рисунку 3.2.

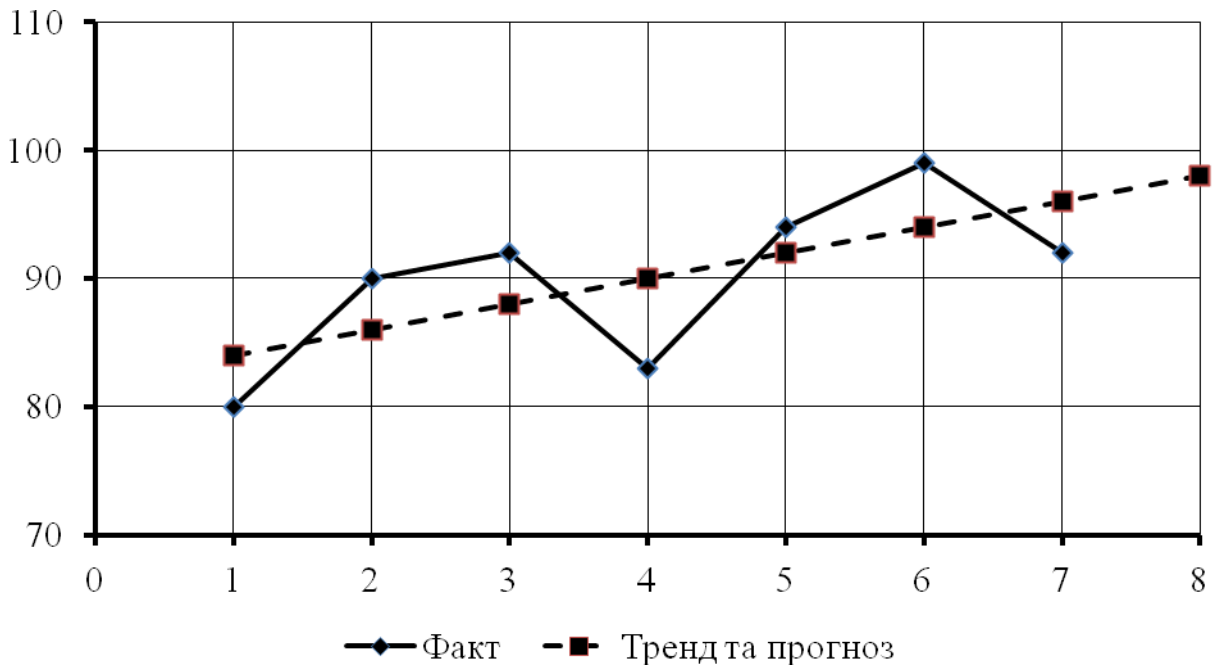


Рисунок 3.2 – Графічне зображення фактичного ряду, тренду показників та прогнозного значення показника

### Завдання 3.2.1

Визначити лінійний тренд показників часового ряду, який надано у таблиці 3.4, та надати прогноз на наступний за останнім рік. Зобразити фактичний ряд, тренд показників та прогнозне значення показника графічно.

Таблиця 3.9 – Вихідні дані до завдання 3.2.1

t	Фактичні значення показника $Y_t$									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	82	90	66	57	85	78	87	88	75	89
2	90	99	72	63	94	86	95	96	83	98
3	91	100	73	64	95	86	96	97	84	99
4	83	91	66	58	86	79	88	89	76	90
5	94	103	75	66	98	89	100	101	86	102
6	97	107	78	68	101	92	103	104	89	106
7	92	101	74	64	96	87	98	98	85	100
8	89	98	71	62	93	85	94	95	82	97
9	90	99	72	63	94	86	95	96	83	98

### ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 4. Прогнозування методом екстраполяції середніх темпів

#### Завдання 4.1

Розрахувати прогнозну чисельність пасажирів приміських перевезень на N-му напрямку залізниць України на період 2022 – 2024 рр. Розрахунки виконати методом екстраполяції середніх темпів. Урахувати, що з 2022 р. у результаті стабілізації економіки, підвищення життєвого рівня та будівництва котеджів у приміській зоні середньорічний темп зростання 1,5 %.

Результати розрахунку звести у таблицю і зобразити графічно.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані до завдання 4.1

Роки	Варіанти (остання цифра шифру)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Чисельність пасажирів приміських перевезень, тис. осіб										
2017	5400	1620	2516	2507	4358	2584	2516	5330	1112	2140
2018	5925	1692	2920	2886	1674	3027	2837	5774	1007	3027
2019	6130	2270	3052	3466	2442	3373	2672	6337	1417	2764
2020	6280	3200	3540	4478	4178	4497	3628	7884	2512	4160
2021	6150	3100	4200	4575	3337	5337	3335	7794	3089	4540

Методичні вказівки до завдання

Середній темп зміни фактичних значень часового ряду  $\bar{T}$  визначається за формулою

$$\bar{T} = \sqrt[n-1]{\frac{Y_n}{Y_1}}, \quad (4.1)$$

де  $Y_n$  – кінцеве значення фактичного часового ряду;

$Y_1$  – значення фактичного часового ряду, прийняте за базу (початкове значення);

$n$  – кількість значень фактичного часового ряду;

$n - 1$  – кількість інтервалів фактичного часового ряду.

Після визначення середнього темпу зміни часового ряду  $\bar{T}$  будується теоретична крива розвитку об'єкту. Прогнозоване значення  $Y_{n-1}$  знаходиться множенням кінцевого значення фактичного ряду на показник середнього темпу  $\bar{T}$ , зведений у степінь  $r$ , що відповідає кількості часових інтервалів (кроків) періоду випередження,

$$\bar{Y}_{n+r} = Y_n \times \bar{T}^r, \quad (4.2)$$

де  $\bar{Y}_{n+r}$  – прогнозоване значення розвитку об'єкту;

$r$  – кількість часових інтервалів періоду випередження.

ПРИКЛАД. Визначаємо середній темп зміни фактичних значень часового ряду

$$\bar{T} = \sqrt[n-1]{\frac{Y_n}{Y_1}} = \sqrt[5-1]{\frac{6150}{5400}} = \sqrt[4]{1,1389} = 1,033. \quad (4.3)$$

Підставивши значення отримаємо, що чисельність пасажирів у 2017 р. становила:

$$\bar{Y}_{n+r} = Y_n \times \bar{T}^r = 5400 \times 1,033 = 5578,4, \quad (4.4)$$

у 2018 р.:

$$\bar{Y}_{n+r} = Y_n \times \bar{T}^r = 5400 \times 1,033^2 = 5762,8 \quad (4.5)$$

і т. п.

Результати розрахунків подано в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Результати розрахунків

Роки	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Чисельність пасажирів, тис. осіб	5578,4	5762,8	5953,2	6150	6353,2	6661,7	6881,8	7109,2

Враховуючи, що з 2022 р. темп зростання кількості приміських поїздок збільшився на 1,5 %, то розрахунок для 2022 р. такий:

$$\bar{Y}_{n+r} = Y_n \times \bar{T}^r = 5400 \times 1,033^6 \times \left(1 + \frac{1,5}{100}\right) = 6661,7. \quad (4.6)$$

Відповідно для 2023 р. та 2024 р.

$$\bar{Y}_{n+r} = Y_n \times \bar{T}^r = 5400 \times 1,033^7 \times \left(1 + \frac{1,5}{100}\right) = 6881,8; \quad (4.7)$$

$$\bar{Y}_{n+r} = Y_n \times \bar{T}^r = 5400 \times 1,033^6 \times \left(1 + \frac{1,5}{100}\right) = 7109,2. \quad (4.8)$$

Наведемо графіки на рисунку 4.1.

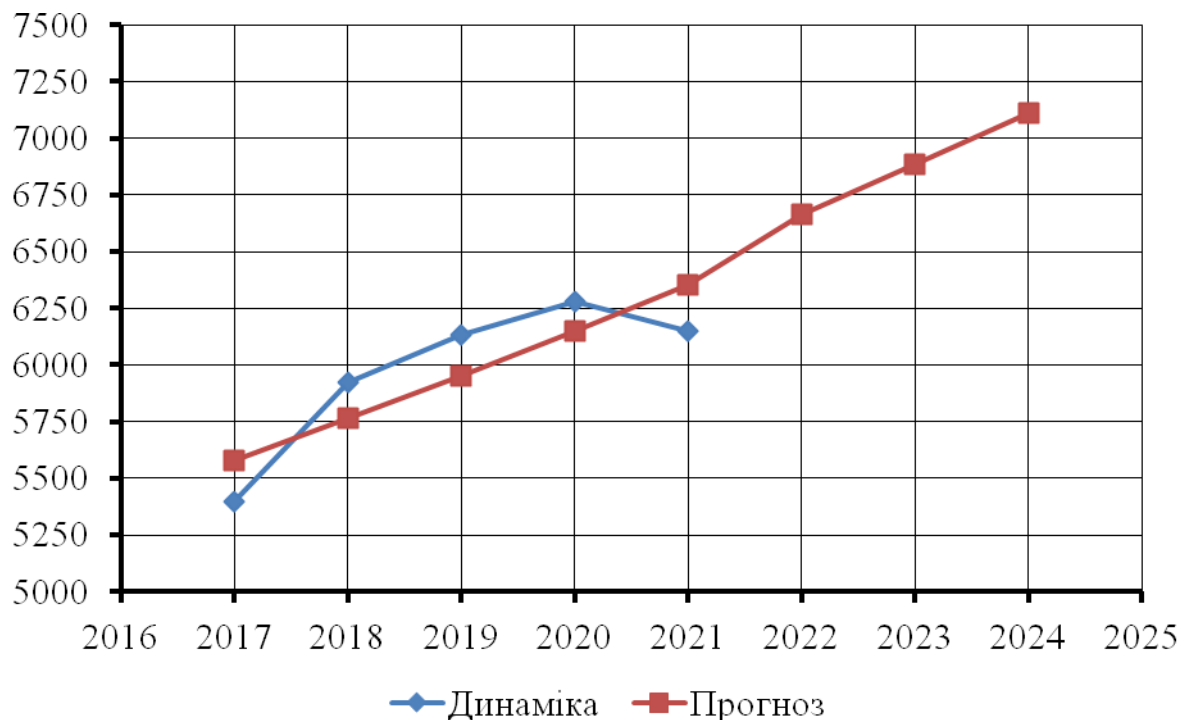


Рисунок 4.1 – Динаміка та прогнозна оцінка чисельності пасажирів приміських перевезень

#### Завдання 4.2 (для самостійного опрацювання)

За методом екстраполяції середніх темпів дати прогнозну оцінку кількості відправлених вагонів зі станції на 2024 рр.

Таблиця 4.3 – Вихідні дані до завдання 4.2

Роки	Варіанти (остання цифра шифру)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Кількість відправлених вагонів									
2017	2544	1587	1182	1090	875	767	698	501	1141	510
2018	2232	1444	1066	1021	781	667	650	440	1042	463
2019	2023	1223	904	879	658	553	581	362	892	383
2020	1804	953	790	808	549	478	511	251	764	275
2021	1642	840	743	674	489	440	496	184	699	215

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 5. Розробка прогнозу за допомогою методу найменших квадратів**

### **Загальні положення**

Сутність методу найменших квадратів складається в мінімізації суми квадратичних відхилень між величинами, що спостерігаються, та їх розрахунковими значеннями. Розрахункові величини знаходяться за підібраним рівнянням – рівнянням регресії. Чим менша відстань між фактичними значеннями та розрахунковими, тим більш точніше прогноз, який побудовано на основі рівняння регресії.

Робоча формула методу найменших квадратів

$$Y_{t+1} = a \times X + b, \quad (5.1)$$

де  $Y_{t+1}$  – показник, який прогнозується;

$t+1$  – прогнозний період;

$a$  та  $b$  – коефіцієнти;

$X$  – умовне позначення часу.

Розрахунок коефіцієнтів  $a$  та  $b$  здійснюється за формулами

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_{\phi} \times X) - \frac{\sum_{i=1}^n X \times \sum_{i=1}^n Y_{\phi}}{n}}{\sum_{i=1}^n X^2 - \frac{\sum_{i=1}^n X^2}{n}}; \quad (5.2)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n Y_{\phi}}{n} - \frac{a \times \sum_{i=1}^n X}{n}, \quad (5.3)$$

де  $Y_{\phi}$  – фактичні значення ряду динаміки;

$n$  – число рівнів часового ряду.

*Слід зазначити, що правильно встановити тип кривої, тобто тип аналітичної залежності від часу – одна із самих складних задач передпрогнозного аналізу.*

Підбір виду функції, що описує тренд, параметри якої визначаються методом найменших квадратів, здійснюється в більшості випадків емпірично, шляхом побудови ряду функцій та порівняння їх між собою за величиною середньоквадратичної похибки, яка визначається за формулою

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_{\phi} - Y_p)^2}{n - p - 1}}, \quad (5.4)$$

де  $Y_{\phi}$  – фактичні значення ряду динаміки;

$Y_p$  – розрахункові (згладжені) значення ряду динаміки;

$n$  – кількість рівнів часового ряду;

$p$  – кількість параметрів, які визначаються у формулах, що описують тренд (тенденцію розвитку).

Недоліки методу найменших квадратів:

- при спробі описати економічне явище, що вивчається, за допомогою математичного рівняння, прогноз буде точний для невеликого

періоду часу і рівняння регресії слід перераховувати з надходженням нової інформації;

- складність підбору рівняння регресії, яке можна вирішити під час використання типових комп'ютерних програм.

ПРИКЛАД. На основі даних таблиці 5.1, що характеризують рівень безробіття в регіоні, зробити прогноз рівень безробіття на листопад, грудень, січень місяці, використовуючи метод найменших квадратів.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані до прикладу

Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень
2,99	2,66	2,63	2,56	2,40	2,22	1,97	1,72	1,56	1,42

Для рішення складемо таблицю, в якій будемо виконувати необхідні розрахунки.

Таблиця 5.2 – Результати розрахунків

Місяці	Рівень безробіття $Y_{\phi}$ , %	Умовне позначення часу, X	$Y_{\phi} \times X$	$X^2$	$Y_p = -0,17 \times X + 3,15$	$ Y_{\phi} - Y_p  / Y_{\phi} \times 100$
Січень	2,99	1	2,99	1	2,99	0,1459
Лютий	2,66	2	5,32	4	2,81	5,7872
Березень	2,63	3	7,89	9	2,64	0,4655
Квітень	2,56	4	10,24	16	2,47	3,4943
Травень	2,40	5	12	25	2,30	4,2146
Червень	2,22	6	13,32	36	2,13	4,1824
Липень	1,97	7	13,79	49	1,96	0,7383
Серпень	1,72	8	13,76	64	1,78	3,7068
Вересень	1,56	9	14,04	81	1,61	3,3372
Жовтень	1,42	10	14,2	100	1,44	1,4341
Всього	22,13	55	107,55	385	-	27,51
Прогноз листопад	1,27	11	-	-	-	-
Прогноз грудень	1,10	12	-	-	-	-
Прогноз січень	0,93	13	-	-	-	-



Визначаємо коефіцієнти а та b:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_{\phi} \times X) - \frac{\sum_{i=1}^n X \times \sum_{i=1}^n Y_{\phi}}{n}}{\sum_{i=1}^n X^2 - \frac{\sum_{i=1}^n X^2}{n}} = \frac{107,55 - \frac{55 \times 22,13}{10}}{385 - \frac{55^2}{10}} = -0,17, \quad (5.5)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n Y_{\phi}}{n} - \frac{a \times \sum_{i=1}^n X}{n} = \frac{22,13}{10} - \frac{(-0,17) \times 55}{10} = 3,15. \quad (5.6)$$

Робоча формула методу найменших квадратів

$$Y_{t+1} = a \times X + b = -0,17 \times X + 3,15. \quad (5.7)$$

Визначаємо прогнозні значення:

$$Y_{\text{листопад}} = -0,17 \times 11 + 3,15 = 1,27, \quad (5.8)$$

$$Y_{\text{грудень}} = -0,17 \times 12 + 3,15 = 1,10, \quad (5.9)$$

$$Y_{\text{січень}} = -0,17 \times 13 + 3,15 = 0,93. \quad (5.10)$$

Визначаємо середньоквадратичну похибку

$$\varepsilon = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n \frac{|Y_{\phi} - Y_p|_{\phi}}{Y_{\phi}} \times 100 = \frac{1}{10} \times 27,51 = 2,75\%. \quad (5.11)$$

$\varepsilon = 2,751 \% < 10 \%$  – точність прогнозу висока.

### Завдання

За методом найменших квадратів дати прогнозну оцінку пасажирообігу (для варіантів 0-4) та вантажообігу (для варіантів 5-9) на 3 наступних роки.

Як вихідні дані часового ряду використати згладжені показники пасажирообігу та вантажообігу, що було визначено у завданні практичного заняття 3.

Результати прогнозування оцінити за допомогою середньоквадратичної похибки.

Прогнозування виконати у формі таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Таблиця результатів прогнозування

Рік	Згладжені значення показника	X	$Y_{\phi} \times X$	$X^2$	$Y_p$	$\frac{ Y_{\phi} - Y_p  \times 100}{Y_{\phi}}$
2005						
2006						
2007						
2008						
2009						
2010						
2011						
2012						
2013						
2014						
2015						
2016						
2017						
2018						
Всього						
Прогноз 2019			-	-	-	-
Прогноз 2020			-	-	-	-
Прогноз 2021			-	-	-	-

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 6. Прості методи екстраполяції тенденції

### Завдання

Методичні вказівки

Позначимо:

$Y_0$  – початкове значення рівня динамічного ряду;

$Y_n$  – кінцеве значення рівня динамічного ряду;

$y_i$  – умовно прийнятий ( $i$ -тий) рівень динамічного ряду;

$n$  – кількість елементів динамічного ряду.

Наведемо основні аналітичні показники динамічного ряду, які використовуються в прогнозуванні:

а) абсолютний приріст:

1) ланцюговий

$$\Delta y_i = y_i - y_{i-1}; \quad (6.1)$$

2) базисний

$$\Delta y_i = y_i - Y_0; \quad (6.2)$$

б) середній абсолютний приріст

$$\bar{\Delta} y_i = \frac{Y_n - Y_0}{n - 1}; \quad (6.3)$$

в) коефіцієнт зростання:

1) ланцюговий

$$\hat{k}_{pi} = \frac{y_i}{y_{i-1}}; \quad (6.4)$$

2) базисний

$$k_{Pi} = \frac{Y_i}{Y_0}; \quad (6.5)$$

3) за весь період

$$k_{Pn} = \frac{Y_n}{Y_0}; \quad (6.6)$$

4) середньорічний

$$k_{Pcp} = \left[ \frac{Y_n}{Y_0} \right]^{\frac{1}{n-1}}; \quad (6.7)$$

г) коефіцієнт приросту

$$k_{пр} = k_P - 1; \quad (6.8)$$

д) середній коефіцієнт приросту

$$\bar{k}_{пр} = k_P - 1. \quad (6.9)$$

**Правило.** Добуток ланцюгових коефіцієнтів зростання дорівнює базисному коефіцієнту зростання за весь період, тобто:

$$\hat{k}_{P1} \times \hat{k}_{P2} \times \hat{k}_{P3} \times \dots \times \hat{k}_{Pn} = k_{Pn}. \quad (6.10)$$

На основі наведених аналітичних показників, які застосовуються для оцінювання динамічних рядів, можна знайти залежності, що можуть бути використані для побудови прогнозів:

$$Y_{n+T} = Y_n + \bar{\Delta y} \times T; \quad (6.11)$$

$$Y_{n+T} = Y_n \times \bar{k}_P^T, \quad (6.12)$$

де  $y$  – позначаються прогнозні значення показника.

## Завдання

За даними за шість років визначити аналітичні показники рядів динаміки і на їх основі побудувати прогноз на наступні п'ять років. За методом «прогноз екс-пост» оцінити якість прогнозів, порівнявши їх результати за фактичними даними. За кращим методом побудувати прогноз обсягів перевезень пасажирів на Південній залізниці на наступні п'ять років.

Дані про динаміку обсягів перевезень пасажирів наведено в таблиці вихідних даних.

Таблиця вихідних даних

№ ро- ку	Варіанти															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	9,2	9,4	9,3	9,1	9,2	9,2	9,3	9,6	9,5	9,2	9,4	9,5	9,1	9,1	9,0	9,5
2	10,1	9,6	9,4	9,2	9,3	9,2	9,5	9,9	9,8	9,6	9,9	9,8	9,5	9,3	9,2	9,8
3	10,2	9,8	9,4	9,3	9,5	9,5	9,7	10,5	9,9	10,3	10,5	9,9	9,8	9,7	9,4	9,9
4	10,5	10	9,6	9,4	9,5	9,8	9,9	10,5	10,3	10,6	10,6	10,1	9,9	9,8	9,6	10,3
5	10,6	10,2	9,7	9,5	9,6	9,9	10,1	10,8	10,5	10,6	10,9	10,6	10,2	9,9	9,8	10,5
6	10,6	10,4	9,9	9,6	9,9	10,2	10,3	11,6	10,5	10,8	10,9	10,8	10,6	10,2	9,9	10,5
7	10,7	10,5	10,2	9,7	10,2	10,4	10,5	11,8	10,6	11,3	11,3	11,0	10,8	10,6	10,1	10,6
8	10,9	10,5	10,3	9,8	10,3	10,4	10,7	11,9	10,7	11,9	11,5	11,5	10,9	10,7	10,3	10,7
9	11,0	10,8	10,3	9,9	10,4	10,6	10,9	12,2	10,9	12,3	11,9	11,7	11,5	10,9	10,5	10,9
10	11,1	10,9	10,5	10,0	10,6	10,8	10,9	12,3	11,3	12,4	12,3	11,9	11,8	11,6	10,7	11,3
11	11,3	11,1	10,9	10,0	11,0	11,4	11,5	12,6	11,5	12,6	12,6	12,5	12,6	11,9	10,9	11,5

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 7. Прогнозування методом експертних оцінок

### Завдання

За даними відповідей 10-ти експертів щодо відносної важливості 10-ти факторів, які наведено в таблиці 7.1:

- 1) сформуувати матрицю балів і матрицю рангів;
- 2) визначити кількісні показники анкетного опитування;
- 3) оцінити ступінь узгодженості думок експертів;
- 4) перевірити коефіцієнт конкордації на статистичну істотність;
- 5) зробити висновки за результатами дослідження.

Таблиця 7.1 – Результати опитування експертів щодо відносної важливості окремих факторів

Напрямок	Кількість балів за експертами									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	50	80	70	60	60	70	60	50	60	70
2	70	70	80	70	60	70	60	50	50	50
3	50	60	40	60	70	60	60	60	40	50
4	80	80	90	100	100	90	80	90	80	90
5	100	100	90	80	90	100	90	90	90	100
6	50	50	60	70	60	70	50	70	70	60
7	40	70	60	60	50	60	50	70	70	60
8	80	60	50	60	50	70	70	60	50	50
9	90	80	100	100	80	90	100	100	90	100
10	70	80	70	80	80	80	90	100	80	100

Кількість експертів, що приймали участь в опитуванні, – 10 осіб. Вихідні дані для розрахунку для кожного студента наведено в таблиці 7.2 та визначаються згідно з порядковим номером прізвища в журналі групи. Вказані цифри визначають номер стовпчику з таблиці 7.1, що відповідає кожному з експертів.

Таблиця 7.2 – Вихідні дані для розрахунку

Номер здобувача	Варіант для розрахунку	Номер здобувача	Варіант для розрахунку	Номер здобувача	Варіант для розрахунку
1	1, 3, 5, 7, 9	6	3, 4, 6, 8, 10	11	2, 4, 6, 7, 9
2	2, 4, 6, 8, 10	7	2, 3, 5, 6, 8	12	2, 3, 6, 8, 10
3	1, 2, 3, 7, 8	8	4, 5, 6, 7, 8	13	3, 1, 4, 5, 2
4	2, 5, 7, 8, 10	9	2, 5, 8, 9, 10	14	4, 3, 2, 7, 5
5	1, 3, 5, 6, 8	10	1, 2, 4, 7, 8	15	7, 4, 3, 5, 6

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 8. Прогнозування методом «Дельфі»**

### **Завдання**

За варіантами таблиці 8.1 з використанням методу «Дельфі» спрогнозувати ефективність транспортного обслуговування промислового підприємства за такими можливими способами:

- 1) транспортне обслуговування власним транспортом промислового підприємства;
- 2) транспортне обслуговування засобами АТ «Укрзалізниця»;
- 3) транспортне обслуговування засобами Міжгалузевого підприємства промислового залізничного транспорту «Київ-Дніпровське МППЗТ»;
- 4) транспортне обслуговування засобами транспортного цеху прилеглого металургійного комбінату.

Таблиця 8.1 – Варіанти індивідуальних завдань на розрахунок

Експерт	Бали оцінки способу транспортного обслуговування з номерами $x_1... x_4$															
	Варіант 1				Варіант 2				Варіант 3				Варіант 4			
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
1	9	6	8	10	6	5	8	9	6	8	4	8	7	6	8	4
2	8	8	7	9	8	9	9	8	6	8	5	4	6	8	10	8
3	9	5	7	10	10	9	8	9	8	7	8	7	7	8	6	8
4	7	5	6	8	6	8	9	7	7	7	6	8	6	7	8	7
5	8	6	7	9	9	9	7	7	8	6	6	6	8	10	7	7
6	9	5	8	9	8	7	5	7	9	7	7	8	6	8	4	8
7	9	7	8	9	9	6	7	6	7	6	8	10	8	6	8	10
8	9	6	8	9	7	6	8	7	5	9	10	7	8	8	7	7
Експерт	Варіант 5				Варіант 6				Варіант 7				Варіант 8			
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
1	5	7	6	7	6	8	9	7	7	7	6	8	6	8	8	6
2	6	8	9	7	7	7	6	8	6	8	9	7	7	6	6	6
3	6	8	7	7	7	5	6	7	6	7	6	8	8	6	6	7
4	7	8	8	8	8	6	7	6	7	6	8	10	6	7	7	7
5	7	7	7	7	6	5	6	8	9	7	7	7	6	7	8	8
6	8	6	8	9	7	7	7	5	6	6	8	6	6	8	10	8
7	7	8	6	7	7	8	5	6	7	5	8	6	8	7	9	7
8	6	7	7	6	7	6	6	7	7	5	8	7	8	6	6	6
Експерт	Варіант 9				Варіант 10				Варіант 11				Варіант 12			
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
1	8	8	7	8	6	7	6	7	6	8	10	6	7	7	7	8
2	8	8	6	7	6	7	6	7	8	6	8	6	7	6	7	6
3	5	7	7	7	8	6	7	6	7	6	8	10	6	7	7	7
4	7	7	6	8	6	7	6	8	6	8	6	7	6	7	6	8
5	6	6	7	6	8	5	5	8	8	8	8	6	7	6	7	6
6	8	6	7	6	7	6	8	10	6	7	7	8	8	6	7	6
7	9	7	8	8	6	7	6	7	8	8	6	7	6	7	8	9
8	9	5	6	7	6	5	5	7	8	6	7	6	7	8	6	7
Експерт	Варіант 13				Варіант 14				Варіант 15				Варіант 16			
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
1	9	8	6	8	6	9	8	7	5	7	9	9	7	9	8	7
2	8	9	8	7	5	7	9	7	7	8	6	7	6	7	6	8
3	7	6	5	8	7	8	6	8	6	9	8	7	5	7	9	8
4	7	7	8	6	7	6	7	6	8	10	6	7	7	7	5	5
5	8	6	8	8	8	8	6	8	9	8	7	5	7	9	9	8
6	8	9	8	7	5	7	6	7	8	6	7	6	7	6	8	10
7	7	8	6	7	6	7	6	8	6	5	9	8	7	5	6	7
8	6	9	8	7	5	7	9	9	9	8	7	5	7	9	5	5



Шляхом опитування восьми експертів серед представлених чотирьох способів транспортного обслуговування промислового підприємства був виявлений найбільш перспективний спосіб.

При розрахунках прийняти наступні позначення:  $r = 4$  – число оцінюваних факторів;  $n = 8$  – кількість експертів;  $a_{ij}$  – оцінка (ранг) у балах  $i$ -го фактора, дана  $j$ -м експертом згідно з таблицею матриці рангів.

Результати оформити за формою таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 – Матриця рангів з оцінки способів транспортного обслуговування

№ експерта	Спосіб транспортного обслуговування, який оцінюється			
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
1	2	3	4	5
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
1	2	3	4	5
$\rangle a_{ij}$				
Показники	$\rangle \rangle a_{ij}$			
$M_i$				
$\omega_i$				

#### Методичні вказівки

**Метод «Дельфі»** є найпоширенішим серед евристичних методів прогнозування. У ньому використовуються процедури опитування експертів, статистична обробка результатів експертиз і не потрібне проведення спеціального експерименту.

Для обрахування думок експертів попередньо розробляються анкети опитувань, у яких всі можливі варіанти відповідей закодовані для подальшої обробки на ЕОМ.

Експерти виставляють оцінки за 10-бальною, іноді 100-бальною системою. Оцінка у 10 балів дається найефективнішому факторові; нижча оцінка дається найменш ефективному факторові.

Результати опитування заносяться у зведену таблицю 8.3 – матрицю рангів.

В таблиці прийнято позначення:  $r$  – кількість оцінюваних факторів;  $n$  – кількість експертів;  $a_{ij}$  – оцінка (ранг) у балах  $i$ -го фактора, дана  $j$ -м експертом.

Обробка табличних даних робиться в такому порядку. Підсумувавши числові значення у кожному стовпчику, обчислюють суму балів  $i$ -го фактора, а потім його середньостатистичну оцінку.

Таблиця 8.3 – Матриця рангів за даними опитувань

№ експерта	Фактори, які оцінюються					
	1	2	...	$i$	...	$r$
1	$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1i}$	...	$a_{1r}$
2	$a_{21}$	$a_{22}$	...	$a_{2i}$	...	$a_{2r}$
...	...		...	...	...	...
$j$	$a_{j1}$	$a_{j2}$	...	$a_{ji}$	...	$a_{jr}$
...	...		...	...	...	...
$n$	$a_{n1}$	$a_{n2}$	...	$a_{ni}$	...	$a_{nr}$

Середньостатистична оцінка визначається за формулою

$$M_i = \frac{1}{n} \times \sum_{j=1}^n a_{ji}, \quad (8.1)$$

і середнє квадратичне відхилення

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (a_{ji} - M_i)^2}{n - 1}}. \quad (8.2)$$

Коефіцієнт вагомості  $i$ -го фактора визначається за формулою

$$\omega_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ji}}{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^n a_{ji}}, \quad (8.3)$$

де

$$\sum_{i=1}^r \omega_i = 1. \quad (8.4)$$

Показник  $\omega_i$  характеризує частку суми балів, отриманих  $i$ -м фактором у загальній сумі балів. За ним проводиться ранжирування: чим більше значення  $\omega_i$ , тим ефективніший і вагоміший фактор.

Погодженість думок експертів перевіряється за допомогою коефіцієнта конкордації  $W$  за співвідношенням

$$W = \frac{12 \times S}{n^2 \times (r^3 - r)}, \quad (8.5)$$

де значення  $S$  визначається за формулою

$$S = \sum_{i=1}^r \left[ \sum_{j=1}^n a_{ji} - \frac{1}{r} \times \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^n a_{ji} \right]^2. \quad (8.6)$$

При повному збігу думок експертів  $W = 1,0$ , а при повній розбіжності  $W = 0$ . При близькості коефіцієнта конкордації до нуля тобто  $W = 0,05...0,10$  варто зробити висновок про те, що склад експертів підібраний невдало. У той же час при  $W$ , близькому до одиниці, коли  $W > 0,9$ , може виявитися, що експертиза була проведена формально без належного вивчення вихідних даних. В обох випадках експертизу повторюють.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Основи економічного і соціального прогнозування: навч. посіб. / С. І. Балака, Л. А. Балака, О. І. Зоріна та ін. Харків: ХарДАЗТ, 2001.

2 Зоріна О. І., Нескуба Т. В., Мкртичян О. М. Прогнозування транспортних послуг: конспект лекцій з дисципліни. Харків: УкрДУЗТ, 2020. 53 с.

3 Світлична Т. І., Дріль Н. В. Прогнозування: конспект лекцій. Харків: ХНАМГ, 2010. 112 с.

4 Юрченко М. Є. Прогнозування та аналіз часових рядів: методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи. Чернігів: ЧНТУ, 2018. 88 с.

5 Буденко С. Ф. Прогнозування інтуїтивними методами. Мелітополь: Таврійський державний агротехнологічний університет, 2016. 13 с.

## ДОДАТОК А

### Приклад оформлення контрольної роботи

Таблиця Д.1 – Варіант індивідуального завдання на розрахунок

№ експерта	Спосіб транспортного обслуговування, який оцінюється			
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
1	9	6	8	10
2	8	8	7	9
3	9	6	7	10
4	7	5	6	8
5	9	6	7	7
6	9	8	8	9
7	9	8	8	9
8	9	6	8	9

Таблиця Д.2 – Матриця рангів з оцінки способів транспортного обслуговування

№ експерта	Спосіб транспортного обслуговування, який оцінюється			
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
1	9	6	8	10
2	8	8	7	9
3	9	6	7	10
4	7	5	6	8
5	9	6	7	7
6	9	8	8	9
7	9	8	8	9
8	9	6	8	9
$\sum a_{ij}$	<b>69</b>	<b>53</b>	<b>59</b>	<b>71</b>
Показники	<b>252</b>			
$M_i$	<b>8,63</b>	<b>6,63</b>	<b>7,36</b>	<b>8,86</b>
$\omega_i$	<b>0,274</b>	<b>0,210</b>	<b>0,234</b>	<b>0,282</b>

Аналіз отриманих даних показує, що найбільшу ефективність мають транспортне обслуговування власним транспортом промислового підприємства та транспортне обслуговування засобами прилеглого металургійного комбінату, найменш ефективним є транспортне обслуговування засобами АТ «Укрзалізниця». Коефіцієнт конкордації дорівнює  $W = 0,675$ , що свідчить про погодженість думок експертів і вдалому їх підборі.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до практичних занять та самостійної роботи  
з дисципліни  
*«ПРОГНОЗУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ»*

Відповідальний за випуск Зоріна О. І.

---

Підписано до друку 07.02.2023 р.  
Умовн. друк. арк. 2,0. Тираж . Замовлення № .  
Видавець та виготовлювач Український державний університет залізничного  
транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха,7.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.