МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ ІНСТИТУТ
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ
„ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання
лабораторних робіт з дисципліни
„ПРОГНОЗУВАННЯ”
(для студентів спеціальності 7.050201 “Менеджмент
організацій”
усіх форм навчання)

Затверджено на засіданні
навчально - методичної комісії
факультету „Економіка і управління”
Протокол № 7 від 15.04.09 р.

Затверджено на засіданні
кафедри
“Менеджмент організацій”
Протокол № 15 від 04.04.09 р.

Горлівка - 2009

УДК 338 (071)

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни „Прогнозування” (для студентів спеціальності 7.050201 “Менеджмент організацій” усіх форм навчання) / Укладачі: С.В. Коверга, О.Г. Курган, Ю.В. Гришина. – Горлівка: АДІ ДВНЗ „ДонНТУ”, 2009. - 47с.

Методичні вказівки містять організаційно-методичні рекомендації стосовно виконання студентами лабораторних робіт з дисципліни „Прогнозування”, а також тематичний план дисципліни, перелік контрольних питань до МРК 1 та МРК 2, перелік рекомендованої літератури, необхідної як для виконання лабораторних робіт, так і для підготовки студента до заліку з курсу.

Укладачі: Коверга С.В., доц., к.е.н.
Курган О.Г., ас.
Гришина Ю.В., ас.

Відповідальний за випуск: Деречинський Ю.Н., доц., к.е.н.

Рецензент : Полуянова О.І., доц., к.е.н.

ЗМІСТ

		с.
Вступ		4
1	Тематичний зміст дисципліни «Прогнозування»	6
2	Лабораторна робота №1 «Екстраполяція тренду»	7
3	Лабораторна робота №2 «Прогнозування методом експоненціального згладжування»	14
4	Лабораторна робота №3 «Експертні методи прогнозування»	22
5	Перелік питань до дисципліни «Прогнозування»	42
Перелік рекомендованої літератури		44

ВСТУП

Закономірності прогнозування почали з'ясовувати лише впродовж останніх десятиліть. Цей факт пояснюється слабкою потребою в минулому практичної економіки в прогнозах, які б відображали реакцію об'єкта на управління. Постійний соціально-економічний розвиток суспільства потребує невпинного ускладнення процедури управління. За ринкових умов прогнозування стає одним із вирішальних наукових чинників формулювання стратегії й тактики суспільного розвитку. Соціально-економічні прогнози необхідні для визначення можливих цілей розвитку суспільства, забезпечення досягнення їх, сприяють зростанню економічних ресурсів для здійснення найімовірніших та економічно ефективних варіантів довготермінових, середньотермінових і поточних програм, обґрунтуванню основних напрямів економічної й технічної політики, вможливлюють передбачення наслідків рішень і заходів, що їх вживають у кожен поточний момент, тому знання дисципліни необхідно для плодотворної творчої діяльності сучасного фахівця-бакалавра з менеджменту за спеціальністю «Менеджмент організацій».

Дисципліна складається з таких розділів:

1 Зміст, предмет, методи та завдання прогнозування.
2 Економічне прогнозування та планування в системі управління виробництвом.
3 Організація стратегічного планування на підприємстві.
4 Соціально – економічне прогнозування.
5 Прогнозування соціального розвитку.

Мета викладання дисципліни полягає в забезпеченні майбутніх бакалаврів з менеджменту загальними теоретичними та практичними знаннями, уміннями і навичками прогнозування соціально – економічних процесів, необхідних для успішної трудової діяльності.

Основними завданнями вивчення дисципліни є:

1) вивчення поняття і складові елементи процесу прогнозування і планування;
2) засвоєння основних методів та правил складання прогнозів, їх видів;
3) дослідження методологічних основ статистичного моделювання і прогнозування;
4) розвиток у студентів навиків і уміння використовувати методи аналізу і прогнозування на макро- та мікрорівні.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

- *знати*:

1) методи прогнозування, класифікацію прогнозів;
2) особливості соціального та економічного прогнозування;
3) взаємозв'язок прогнозування та соціально-економічного планування;

- *мати навички*:
  1) проводити екстраполяцію тренда на основі аналітичних показників рядів динаміки;
  2) здійснювати прогнозування методом експоненціального згладжування;
  3) застосовувати на практиці засоби неформальних методів прогнозування.

Перелік дисциплін, необхідних для вивчення даної дисципліни

Базою курсу «Прогнозування» є наступні основні дисципліни: «Статистика», «Лінійне програмування», «Макроекономіка», «Регіоналістика», «Економіка підприємства», «Основи наукових досліджень», «Фінансовий аналіз».

ТЕМАТИЧНИЙ ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ «ПРОГНОЗУВАННЯ»

Тема №1 Зміст, предмет, методи та завдання прогнозування

Зміст, предмет, методи та завдання прогнозування. Методологія економічного планування та прогнозування. Основні принципи та функції прогнозування.

Тема №2 Економічне прогнозування та планування в системі управління виробництвом

Класифікація прогнозів та їх коротка характеристика. Сутність прогнозування в системі управління виробництвом. Місце прогнозування серед функцій управління соціально - економічними процесами. Сутність планування, його завдання та функції. Принципи планування.

Тема№3 Організація стратегічного планування на підприємстві. Організація внутрішньофірмового планування. Система планів підприємства. Сутність стратегічного управління підприємством. Процес стратегічного планування. Формування стратегій. Процес стратегічного планування та його логіка.

Тема№4 Соціально – економічне прогнозування

Зміст прогнозування соціально – економічних процесів. Предмет, цілі та завдання соціально – економічного прогнозування. Основні функції управління соціально – економічними процесами. Система індикаторів стійкого розвитку.

Тема№5 Прогнозування соціального розвитку

Прогнозування рівня життя населення. Прогнозування науково – технічного прогресу. Прогнозування темпів росту, структури та ефективності виробництва

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Тема: «Екстраполяція тренду»

Ціль роботи: навчитися використовувати метод екстраполяції тренду для побудови лінійної моделі; оцінити адекватність побудованої моделі та щільність зв'язку між результуючим показником (функцією) і факторіальною ознакою (аргументом).

Теоретичні відомості

Для аналізу тенденції на основі економічних рядів і побудови прогнозу закономірностей, що склалися в передісторії, широко використовується залежність, звана рівнянням тренду:

$$y = f(t) + \xi_t, \tag{1.1}$$

де $f(t)$ – детерміновані (невипадкові) компоненти процесу (явища);

ξ_t – статистична (випадкова) компонента процесу.

У даній роботі розглядатимуться стохастичні (імовірнісні) події.

Якщо у функціональній залежності кожному значенню аргументу відповідає єдине значення функції, то в стохастичних закономірностях значенню аргументу відповідає не одна функція, а декілька, тобто розподіл цих значень.

У стохастичних залежностях зв'язки не жорсткі і виявляються не у кожному конкретному випадку, а лише в масі. Це пов'язано з тим, що в стохастичній залежності, яка найчастіше має місце в реальному житті, з цілої низки причин не можуть бути враховані всі аргументи (чинники). Тому рівняння, засноване на стохастичній закономірності, складається з 2-х частин:

- детерміновані, які формуються під впливом врахованих чинників;
- випадкові, які виникають в результаті впливу випадкових неврахованих чинників.

Тренд, який зазвичай називають часовим трендом, відображає тенденцію зміни явища (процесу, об'єкта) в майбутньому.

Тренд описує фактичну усереднену для передісторії класичну тенденцію процесу в часі, а також її зовнішні прояви. Результат при цьому зв'язується виключно з часом. Допускається, що за допомогою чинника *t* можна виразити вплив всіх основних чинників.

Аналітичне вирівнювання тренду недостатньо розглянутий метод прогнозування. Екстраполяція тренду може використовуватися лише в тому випадку, якщо розвиток явища достатньо добре описується побудованим рівнянням за цієї умови.

При дотриманні цих умов екстраполяція проводиться шляхом підстановки в рівняння тренду значення незалежної змінної *t*, яка відповідає величині горизонту прогнозування:

$$y'_{t+p} = f(t_{n+p}), \tag{1.2}$$

де *p* – величина горизонту прогнозування (тобто періоду, на який складається прогноз).

У рівнянні (1.1) випадкова компонента необхідна для визначення уточнених характеристик прогнозу в майбутньому.

Рівняння тренду може бути описане широким спектром залежностей, у тому числі і лінійною:

$$y = a_0 + a_1 \cdot t \tag{1.3}$$

Для використання тренду як інструменту прогнозування необхідно чисельно оцінити параметри (коефіцієнти) рівняння a_0 і a_1.

Параметри рівняння визначаються за допомогою найменших квадратів:

$$\Sigma(y_t - y'_t)^2 = min \tag{1.4}$$

де y_t – фактичне значення функції;

y'_t – розрахункове значення функції, яке визначається на підставі підібраного рівняння.

Для лінійного рівняння залежність (1.4) має наступний вигляд:

$$\Sigma(y_t - a_0 - a_1 t)^2 = min \tag{1.5}$$

У рівнянні (1.5) змінні y_t и t є відомими величинами, а параметри рівняння (a_0, a_1) – невідомими. Для їх визначення прирівнюють до нуля похідні вирази (1.5) по кожному конкретному початковому параметру окремо.

Після відповідних перетворень отримуємо систему нормального рівняння, яка для лінійного рівняння має вигляд:

$$\begin{cases} \Sigma y_t = a_0 n + a_1 \Sigma t \\ \Sigma y_t t = a_0 \Sigma t + a_1 \Sigma t^2 \end{cases} \quad (1.6)$$

Якість рівнянь оцінюється за системою показників (характеристик). Найбільш істотним показником для оцінки кожного рівняння є коефіцієнт парної кореляції – для лінійного рівняння і парно-кореляційного рівняння – для всіх нелінійних рівнянь. Вони відображають щільність зв'язку між результуючим показником (функцією) і факторіальною ознакою (аргументом).

Коефіцієнт парної кореляції розраховується за формулою (1.7):

$$r = \frac{n\Sigma y_t - \Sigma y \Sigma t}{\sqrt{(n\Sigma t^2 - (\Sigma t)^2)(n\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2)}} \quad (1.7)$$

Про тісноту зв'язку роблять висновок по таких значеннях показника:

r ≤ 0,5 – зв'язок слабкий,

від 0,5 до 0,7 – зв'язок середній,

більше, ніж 0,7 – зв'язок сильний.

Окрім тісноти зв'язку для оцінки адекватності служать наступні показники:

1. Середня помилка апроксимації:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{n} \Sigma \frac{\left| y_t - y_t' \right|}{y_t} \cdot 100 \quad (1.8)$$

2. Середньоквадратичне відхилення між фактичними і розрахунковими значеннями функції:

а) абсолютне:

$$\sigma_{абс} = \sqrt{\frac{\Sigma(y_t - y'_t)^2}{(n-1)}} \qquad (1.9)$$

б) відносне:

$$\sigma_{від} = \sqrt{\frac{\left(\left(y_t - y'_t\right) \Big/ y_t\right)^2}{(n-1)}} \cdot 100 \qquad (1.10)$$

3. Середнє відхилення між фактичним і розрахунковим значенням функції:

$$\overline{\Delta}_{абс} = \Sigma \frac{\left|y_t - y'_t\right|}{n} \qquad (1.11)$$

Чим менше значення показників, що розраховуються за формулами (1.8 – 1.11), тим вище якість підібраного рівняння.

Граничний рівень встановлює дослідник, спираючись на власні знання, а також особливість аналізованих даних, оскільки науково обґрунтованих рекомендацій з цих питань немає.

Приклад розрахунку

У таблиці 1.1 на підставі даних про випуск продукції за 10 років представлений порядок розрахунку параметрів і статистичних характеристик для лінійних рівнянь відповідно до приведених формул.

Підставивши отримані в таблиці 1.1 проміжні розрахункові дані у відповідні розрахункові формули, розрахуємо необхідні величини:

Параметри рівняння (a_0, a_1) розрахуємо на основі системи рівнянь (формула 1.6):

$$\begin{cases} 445 = 10\ a_0 + 55\ a_1 \\ 2907 = 55\ a_0 + 385\ a_1 \end{cases}$$

Вирішивши систему рівнянь, отримаємо:

$$a_0 = 13{,}8\ ;\ a_1 = 5{,}6$$

Таблиця 1.1 – Дані про динаміку випуску продукції підприємством і розрахунку проміжних показників для визначення параметрів і статистичних характеристик рівняння

Рік, t	Обсяг випуску продукції, тис. т., y_t	$y_t \cdot t$	t^2	y_t^2	Обсяг випуску продукції, розрахований на основі рівняння y_t'	$\lvert y_t - y_t' \rvert$	$(y_t - y_t')^2$	$\frac{\lvert y_t - y_t' \rvert}{y_t}$	$(\frac{\lvert y_t - y_t' \rvert}{y_t})^2$
1	20	20	1	400	19,4	0,6	0,36	0,03	0,0009
2	25	50	4	625	25	0	0	0	0
3	31	93	9	961	30,6	0,4	0,16	0,013	0,0002
4	31	124	16	961	36,2	5,2	27,04	0,168	0,0282
5	40	200	25	1600	41,8	1,8	3,24	0,045	0,0020
6	56	336	36	3136	47,4	8,6	73,96	0,154	0,0237
7	52	364	49	2704	53,0	1,0	1,0	0,019	0,0004
8	60	480	64	3600	58,6	1,4	1,96	0,023	0,0005
9	60	540	81	3600	64,2	4,2	17,64	0,07	0,0049
10	70	700	100	4900	69,8	0,2	0,04	0,003	0
Σ 55	445	2907	385	22487		23,4	125,4	0,525	0,0608

Коефіцієнт лінійної парної кореляції дорівнює (формула 1.7):

$$r = \frac{10 \cdot 2907 - 55 \cdot 445}{\sqrt{(10 \cdot 385 - 55^2)(10 \cdot 22487 - 445^2)}} = 0{,}976$$

Обсяг випуску продукції, розрахований на основі рівняння, отримаємо, якщо в рівняння підставити послідовно за кожен рік значення аргументу (часу *t*).

На основі розрахованих параметрів рівняння (a_0, a_1) лінійне рівняння можна записати таким чином (формула 1.3):

$$y'_t = 13{,}8 + 5{,}6\,t$$

Підставивши у вказане рівняння значення *t* за перший рік (*t*=1), набудемо розрахункового значення обсягу випуску продукції за перший рік.

$y'_1 = 13{,}8 + 5{,}6 \cdot 1 = 19{,}4$ тис. т.

За другий рік ($t = 2$)

$y'_2 = 13{,}8 + 5{,}6 \cdot 2 = 25$ тис. т.

і т.д. до $t = 10$.

Середня помилка апроксимації (формула 1.8) складає:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{10} \cdot 0{,}525 \cdot 100 = 5{,}25\%$$

Загальноприйняте, що якщо έ ≤ 10%, то побудоване рівняння характеризується високим рівнем адекватності реальному процесу.

Середньоквадратичне відхилення між фактичними і розрахунковими значеннями функції:

а) абсолютне (формула 1.9):

$$\sigma_{абс} = \sqrt{\frac{125{,}4}{(10-1)}} = 3{,}7$$

б) відносне (формула 1.10):

$$\sigma_{від} = \sqrt{\frac{0{,}0608}{10-1}} \cdot 100 = 8{,}22\%$$

Середнє відхилення між фактичними і розрахунковими значеннями функції:

а) абсолютне (формула 1.11):

$$\overline{\Delta}_{абс} = \frac{|23{,}4|}{10} = 2{,}34$$

б) відносне визначається, як наголошувалося раніше, аналогічно середній помилці апроксимації і складає відповідно 5,25%.

Побудоване рівняння характеризується високими і надійними характеристиками.

Порядок виконання роботи.

На підставі наведеного прикладу розрахунку провести екстраполяцію тренду, перевірити щільність зв'язку між показниками і адекватність розрахованого рівняння.

В таблиці 1.2; 1.3; 1.4 відповідно до навчальної групи замінити показник обсягу випуску продукції y_t шляхом збільшення даних за кожним роком на величину, що відповідає обліковому номеру студента.

За отриманими результатами представити висновки.

Завдання для групи А

Таблиця 1.2 – Обсяг випуску продукції по роках

Рік, t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Обсяг випуску продукції, тис. т., y_t	20	25	31	31	40	56	52	60	70	70

Завдання для групи Б

Таблиця 1.3 – Обсяг випуску продукції по роках

Рік, t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Обсяг випуску продукції, тис. т., y_t	20	25	31	31	40	56	52	60	70	70	73

Завдання для групи В

Таблиця 1.4 – Обсяг випуску продукції по роках

Рік, t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Обсяг випуску продукції, тис. т., y_t	20	25	31	31	40	56	52	60	70	70	73	77

Контрольні питання

1. Пояснити сутність методу екстраполяції тренду на основі аналітичних рядів динаміки.
2. Охарактеризувати принцип побудови лінійної залежності при побудові тренду.
3. Перелічити параметри оцінки адекватності побудованої моделі.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Тема: «Прогнозування методом експоненціального згладжування»

Ціль роботи: Опанувати методику побудови прогнозу методом експоненціального згладжування. Навчитися розраховувати експоненціальні середні, довірчий інтервал прогнозу, помилку прогнозу.

Теоретичні відомості

Методи простої екстраполяції динамічних рядів і методи, що ґрунтуються на допущенні збереження тенденцій, що склалися в «передісторії» і в прогнозованому періоді, найбільш поширені. Якби середні коефіцієнта зростання і параметри рівняння тренду залишалися незмінними для різних проміжків часу, узятих з одного і того ж періоду, то названі методи прогнозування в зв'язку з простотою їх використання були б бездоганні.

Проте, значення параметрів рівняння визначається кількістю періодів «передісторії». Для точності прогнозу необхідне виконання умови стабільності процесу, а для багатьох економічних процесів характерні як стабільні, так і стрибкоподібні зміни, що істотним чином відбивається на величині параметрів рівняння, розрахованих для різних періодів, і, отже, на результаті прогнозу. Крім того, при використанні в прогнозуванні рівняння тренду всі рівні ряду однаковою мірою впливають на параметри рівняння і, таким чином, однаковою мірою визначають і рівень прогнозованих показників.

Вказані недоліки призвели до необхідності розробки адаптивних методів прогнозування. Сутність цих методів полягає в тому, що здійснюється постійна адаптація прогнозу до нової інформації, тобто прогнози стають більш чутливими до нових даних.

В той же час адаптивні методи прогнозування передбачають різну цінність рівнів динамічного ряду, що є основою для побудови прогнозу.

По мірі віддалення від кінця динамічного ряду рівні ряду динаміки роблять все менший вплив на результати прогнозу. Отже, результати прогнозу головним чином залежать від рівнів ряду, які щонайближче знаходяться до початку прогнозного періоду, тобто пізніших і більш віддалених в часі спостережень.

Одним з методів адаптивного прогнозування виступає метод експоненціального згладжування.

Сутність цього методу полягає в тому, що кожен елемент (рівень) часового ряду згладжується за допомогою зваженої ковзаючої середньої, причому її вага зменшується по мірі віддалення від кінця ряду.

Виведена Брауном рекурентна формула для визначення експоненціальної середньої має наступний вигляд:

$$S_t^{[k]}(y) = \alpha S_t^{[k-1]}(y) + (1-\alpha) S_{t-1}^{[k]}(y), \qquad (2.1)$$

де α – параметр згладжування ($0<\alpha<1$);

$S_t^{[k]}(y)$ – експоненціальна середня k – го порядку в точці t.

Виходячи з рекурентної формули (2.1) для всіх показників динамічного ряду, починаючи з другого елементу «передісторії», отримують формули експоненціальних середніх:

$$\begin{array}{c} S_t^{[1]}(y) = \alpha y_t + (1-\alpha) S_{t-1}^{[1]}(y), \\ S_t^{[2]}(y) = \alpha S_t^{[1]}(y) + (1-\alpha) S_{t-1}^{[2]}(Y), \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ S_t^{[k]}(y) = \alpha S_t^{[k-1]}(y) + (1-\alpha) S_{t-1}^{[k]}, \\ t = (2 \div k) \end{array} \qquad (2.2)$$

Розрахункові формули

Розрахункові формули розглянуті для випадку: часовий тренд описується лінійним рівнянням.

Лінійне рівняння:

$$\hat{Y} = a_0 + a_1 t \qquad (2.3)$$

Експоненціальні середні розраховуються за формулами:

$$\begin{array}{c} S_t^{[1]}(y) = \alpha y_t + (1-\alpha) S_{t-1}^{[1]}(y), \\ S_t^{[2]}(y) = \alpha S_t^{[1]}(y) + (1-\alpha) S_{t-1}^{[2]} \end{array} \qquad (2.4)$$

Оскільки згідно з формулами (2.4) неможливо розрахувати S_{t-1}^{1} та S_{t-1}^{2} при t=1, то для 1-го елементу, тобто t=1, визначаються початкові умови за формулою:

$$S_1^{[1]}(y) = a_0 - \frac{1-\alpha}{\alpha} a_1, \qquad S_1^{[2]}(y) = a_0 - \frac{2(1-\alpha)}{\alpha} a_1 \tag{2.5}$$

У формулах (2.5) a_0 та a_1 відповідають коефіцієнтам рівняння часового тренду, яке було отримано методом найменших квадратів.

Для вираження коефіцієнтів рівнянь тренду (2.3) через експоненціальні середні, використовується система рівнянь, що зв'язує оцінки коефіцієнтів $\hat{a}_0$ та $\hat{a}_1$ з вказаними експоненціальними середніми:

$$S_1^{[1]}(y) = \hat{a}_0 - \frac{1-\alpha}{\alpha} \hat{a}_1, \qquad S_1^{[2]}(y) = \hat{a}_0 - \frac{2(1-\alpha)}{\alpha} \hat{a}_1 \tag{2.6}$$

Розрахувавши систему рівнянь відносно $\hat{a}_0$ и $\hat{a}_1$, одержимо:

$$\hat{a}_0 = 2S_t^{[1]}(y) - S_t^{[2]}(y), \qquad \hat{a}_1 = \frac{\alpha}{1-\alpha}\left[S_t^{[1]}(y) - S_t^{[2]}(y)\right]. \tag{2.7}$$

Прогноз розраховується за формулою:

$$\hat{\hat{y}}_{t+p} = \hat{a}_0 + p \cdot \hat{a}_1, \tag{2.8}$$

де p – величина горизонту прогнозу.

Помилка прогнозу розраховується за формулою:

$$\sigma\hat{\hat{y}}_{t+1} = \sigma_{\varepsilon_t} \sqrt{\frac{\alpha}{(2-\alpha)^3}\left[1 + 4(1-\alpha) + 5(1-\alpha)^2 + 2\alpha(4-3\alpha)p + 2\alpha^2 p^2\right]} \tag{2.9}$$

$$\sigma_{\varepsilon_t} = \sqrt{\frac{\left|\sum\left(\varepsilon_t - \bar{\varepsilon}\right)\right|}{k-1}}, \qquad \bar{\varepsilon} = \frac{\sum\left|\varepsilon_t\right|}{k-1}, \qquad \varepsilon_t = y_t - \hat{y}_t.$$

Розрахунок довірчого інтервалу для прогнозу:

$$\hat{y}_t^{в(н)} = \hat{y} \pm \lhd' t \tag{2.10}$$

$$\lhd' t = t_T D_{зал} \sqrt{\frac{\left(t_{k+p} - \bar{t}\right)^2}{k\left|\left(\frac{\sum t^2}{k} - t^2\right)\right|} + \frac{1}{k} + 1}, \tag{2.11}$$

де t_T – табличне значення t – критерію Ст'юдента.

$$D_{зал} = \sqrt{\frac{\sum\left(y_t - \hat{y}_t\right)^2}{k-2}} \tag{2.12}$$

При побудові прогнозу методом експоненціального згладжування однією з проблем є вибір оптимального значення параметра згладжування. Точного методу для вибору величини α немає. Р.Г. Браун рекомендує наступну формулу для розрахунку α.

$$\alpha = \frac{2}{m+1}, \tag{2.13}$$

де m – число рівнів, що входять в інтервал прогнозування.

Приклад розрахунку

Для ілюстрації використання методу експоненціального згладжування в прогнозуванні використовуємо дані, представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Виробництво продукції на одного працівника

t	Виробництво продукції на 1	t	Виробництво продукції

	чол., т (у)		на 1 чол., т (у)
1	20	7	52
2	25	8	60
3	31	9	70
4	31	10	70
5	40	11	73
6	56	12	-

Всі розрахунки для побудови прогнозної моделі проводяться на основі даних за 11 років ($t = 1 \div k$); прогноз – на основі даних $t = 12 \div n$ ($k = 11$; $n=16$; $p = n - k = 16 - 11 = 5$).

У таблиці 2.2 представлені значення параметрів і статистичних характеристик рівняння, отриманого на основі методу найменших квадратів і розрахунків за формулами (1.6 – 1.11).

Таблиця 2.2 – Параметри і статистичні характеристики лінійного рівняння

Параметри і статистичні характеристики	Рівняння $\hat{Y} = a_0 + a_1 t$
1. Параметри рівняння	
1.1 a_0	13,4999
1.2 a_1	5,75
2. Характеристики рівнянь	
2.1 Коефіцієнт кореляції	0,981
2.2 Середня помилка апроксимації	5,44
2.3 Середнє абсолютне відхилення	2,59
2.4 Середнє відносне відхилення, %	5,44
2.5 Середнє квадратичне відхилення між фактичними і розрахунковими показниками: а) абсолютне б) відносне, %	 3,75 8,07

Оскільки прогноз буде проводитись на 5 років, визначимо параметр α.

$$\alpha = \frac{2}{5+1} = 0,33 \approx 0,35$$

За формулою (2.6) розрахуємо початкові умови:

$$S_1^{[1]}(y) = 13{,}4999 - \frac{1-0{,}35}{0{,}35} \cdot 5{,}75 = 2{,}8213,$$

$$S_1^{[2]}(y) = 13{,}4999 - \frac{2(1-0{,}35)}{0{,}35} \cdot 5{,}75 = -7{,}8572.$$

За формулою (2.2) розрахуємо експоненціальні середні для всіх $t = 2 \div 11$

$$S_2^{[1]}(y) = 0{,}35 \cdot 25 + (1-0{,}35) \cdot 2{,}8213 = 10{,}5838,$$

$$S_2^{[2]}(y) = 0{,}35 \cdot 10{,}5838 + (1-0{,}35) \cdot (-7{,}8572) = -1{,}4029.$$

тощо, до здобуття даних по експоненціальних середніх $S_{11}^{[1]}$ та $S_{11}^{[2]}$.

За формулою (2.7) знайдемо коефіцієнти $\hat{a}_0$ та $\hat{a}_1$

$t = 1$

$$\hat{a}_0 = 2 \cdot 2{,}8213 - (-7{,}8572) = 13{,}4999,$$

$$\hat{a}_1 = \frac{0{,}35}{1-0{,}35}[2{,}8213 - (-7{,}8572)] = 5{,}75.$$

тощо до $t=11$.

Згладжений вирівняний динамічний ряд в «передісторії», отриманий за допомогою експоненціального згладжування, розраховується за формулою (2.8) при $\boldsymbol{p} = 1$ та $t = (2 \div k)$. При побудові прогнозу за формулою (2.8) значення $\hat{a}_0$ та $\hat{a}_1$ приймаються за рівнем $t = k$ і постійні для всього горизонту прогнозу ($\boldsymbol{k}$ +1, $\boldsymbol{k}$ +2, $\boldsymbol{k}$ +3, тощо). Таким чином, у формулі змінюється лише величина p, яка послідовно набуває значень 1; 2; 3; 4; і так далі залежно від величини горизонту прогнозу.

Звідси, за формулою (2.8), прогнозні значення дорівнюють:

$$\hat{\hat{y}}_{k+1} = 50{,}2905 + 1 \cdot 12{,}3343 = 62{,}6248,$$

$$\hat{\hat{y}}_{k+2} = 50{,}2905 + 2 \cdot 12{,}3343 = 74{,}9591,$$

$$\hat{\hat{y}}_{k+3} = 50{,}2905 + 3 \cdot 12{,}3343 = 87{,}2934,$$

$$\hat{\hat{y}}_{k+4} = 50{,}2905 + 4 \cdot 12{,}3343 = 99{,}6277,$$

$$\hat{\hat{y}}_{k+5} = 50{,}2905 + 5 \cdot 12{,}3343 = 111{,}962.$$

Значення $\hat{a}_0$ и $\hat{a}_1$ для $t = k = 11$ містяться в таблиці 2.3.

У таблицях 2.3; 2.4представлені результати розрахунків за допомогою методу експоненціального згладжування на підставі лінійного рівняння $\hat{Y} = a_0 + a_1 t$.

Таблиця 2.3 – Послідовне вирівнювання даних «передісторії» динамічного ряду за методом експоненціального згладжування на основі рівняння $\hat{Y} = a_0 + a_1 t$

T	Експоненціальні середні		Оцінка коефіцієнтів		Факт y_t	Згладжений показник $\hat{y}_t$	Відхилення $y_t - \hat{y}_t$
	$S_t^{[1]}(y)$	$S_t^{[2]}(y)$	$\hat{a}_o$	$\hat{a}_1$			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2,8213	-7,8572	13,4999	5,7500	20	19,2499	0,7501
2	10,5839	-1,4028	22,5706	6,4544	25	24,9999	0,0001
3	12,6839	-0,6678	26,0356	7,1894	31	30,7499	0,2501
4	12,6839	-0,6678	26,0356	7,1894	31	36,4999	-5,4999
5	15,8339	0,4348	31,2330	8,2918	40	42,2499	-2,2499
6	21,4339	2,3948	40,4730	10,2518	56	47,9999	8,0001
7	20,0339	1,9048	38,1630	9,7618	52	53,7499	-1,7499
8	22,8339	2,8848	42,7830	10,7418	60	59,4999	0,5001
9	26,3339	4,1098	48,5580	11,9668	70	65,2499	4,7501
10	26,3339	4,1098	48,5580	11,9668	70	70,9999	-0,9999
11	27,3839	4,4773	50,2905	12,3343	73	76,7499	-3,7499

Таблиця 2.4 – Прогноз виробництва продукції на одного працівника за методом експоненціального згладжування

Період	Прогноз, т	Довірчий інтервал, т		Помилка прогнозу, т
		Верхній	Нижній	
1	62,6248	67,021	58,229	1,399
2	74,9591	79,317	70,601	1,625
3	87,2934	91,636	82,951	1,856
4	99,6277	103,963	95,292	2,090
5	111,962	116,295	107,629	2,326

Порядок виконання роботи.

Для виконання роботи розрахунковою базою є дані і результати розрахунків лабораторної роботи № 1.

В ході лабораторної роботи розраховуються наступні показники:

- параметр α;
- експоненціальні середні;
- коефіцієнти $\hat{a}_0$ и $\hat{a}_1$;
- прогноз;
- довірчий інтервал;
- помилка прогнозу.

Контрольні питання

1. Охарактеризувати основні переваги експоненціального згладжування як метода прогнозування.
2. Пояснити відміну в розрахунках експоненціальних середніх для першого року та для наступних років.
3. Пояснити принцип побудови прогнозу за методом експоненціального згладжування.
4. Пояснити принцип розрахунку помилки прогнозу.
5. Охарактеризувати сутність поняття «довірчий інтервал прогнозу» та пояснити принципи його розрахунку.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

Тема: «Експертні методи прогнозування».

Ціль роботи: Навчитися на практиці застосовувати неформальні методи прогнозування. Вміти проводити процедуру обробки даних анкет опитування експертів, оцінювати узгодженість експертної групи.

Теоретичні відомості.

Питання, які є в опитувальних анкетах, можуть бути орієнтовані на оцінку часу та ймовірності настання різних подій, визначення кількісних значень параметрів й показників, оцінку питомої ваги різних варіантів рішень, оцінку відносної важливості параметрів , факторів, напрямків розвитку.

При оцінці часу здійснення певної події або визначення кількісних значень показників та параметрів в якості узагальнюючих характеристик даних експертного опитування використовуються мода та медіана.

Приклад визначення узагальнюючих характеристик.

Групі експертів було задане запитання про час здійснення певної події. Після проведення четвертого туру опитування отримані наступні результати (табл. 3.1)

Таблиця 3.1 – Інтервальний ряд розподілу часу здійснення події

Час здійснення події, x	Кількість експертів, що відповіли на анкету (частота) f	Накопичувальні (кумулятивні) частоти відповідей експертів, f'
До 3	5	5
3-5	7	12
5-7	15	27
7-9	25	52
9-11	20	72
11-13	15	87
13-15	10	97
Більше 15	3	100
Разом	100	-

Кумулятивна частота визначається послідовним накопичуванням первинних частот. Для визначення кумулятивних частот можна скористатися такими залежностями:

$$f_1' = f_1;$$

$$f_i' = f_{i-1}' + f_i \quad \text{, для } (i > 1) \tag{3.1}$$

$$\sum f_i = f_n'$$

Мода та медіана – це різновиди середніх величин, які називаються умовно структурними середніми.

Мода – це величина ознаки, яка найчастіше зустрічається в вибірковій сукупності.

Медіана умовно ділить ряд розподілу на дві рівні частини.

Мода в інтервальному варіаційному ряді обчислюється за формулою:

$$M_0 = x_{Mo} + i_{Mo} \frac{(f_{Mo} - f_{M_{0-1}})}{(f_{M_0} - f_{M_{0-1}}) + (f_{M_0} - f_{M_{0+1}})}, \tag{3.2}$$

де x_{M_0} - мінімальне значення ознаки модального інтервалу (модальним вважається інтервал з найбільшою частотою);

i_{M_0} - розмір модального інтервалу;

f_{M_0}, $f_{M_{0-1}}$, $f_{M_{0+1}}$ - відповідно значення частот модального інтервалу, інтервалів, які передують та йдуть за модальним.

В нашому прикладі модальний інтервал – це 7-9, тому що для нього характерна найбільша частота (f =25).

Звідси, з урахуванням даних таблиці 3.1

$$M_0 = 7 + 2\frac{(25-15)}{(25-15)+(25-20)} = 8{,}3$$

Отже, найбільше число експертів передбачає настання події орієнтовно через 8 років.

Медіана в інтервальному варіаційному ряді обчислюється за формулою:

$$M_e = x_{Me} + i_{Me} \frac{\frac{\sum f}{2} - S_{Me-1}}{f_{Me}}, \quad (3.3)$$

де x_{Me} - мінімальне значення медіанного інтервалу (медіанним вважається інтервал, в якому кумулятивна сума частот дорівнює або перевищує половину суми частот, тобто $f_i' \geq \sum 1 \div 2$);

i_{Me} - розмір медіанного інтервалу;

$\sum f$ - сума частот (кількість експертів);

S_{Me-1} - сума кумулятивних частот в інтервалі, який передує медіанному;

f_{Me} - частота медіанного інтервалу.

Відповідно з даними таблиці 3.1 медіанний інтервал складає 7-9, тобто співпадає з модальним інтервалом.

Якщо підставити відповідні дані до формули (3.2), отримаємо:

$$M_e = 7 + 2\frac{\frac{100}{2} - 27}{25} = 8{,}8$$

В економічному прогнозуванні широке розповсюдження отримала оцінка порівняльної важливості окремих факторів (параметрів, напрямків). Оцінка експертом відносної важливості факторів здійснюється, як правило, шляхом присвоєння деякої кількісної оцінки, наприклад, за 100-бальною системою. Експерт надає кожному фактору (параметру, напрямку) кількість балів в межах від 0 до 100. Нуль присвоюється в тому випадку, якщо фактор, на думку експерта, не має суттєвого значення; 100 балів тому фактору, який має найбільш важливе вирішальне значення. Експерт може надати однакову кількість балів декільком факторам, якщо на його думку вони в рівному ступені суттєві. При обробці матеріалів колективної експертної оцінки відносної ваги факторів (параметрів, напрямків) доцільно використовувати метод рангової кореляції. Тому дані, отримані в балах, відповідним чином ранжують по мірі зменшення та отримують оцінки рангів.

Порядковий номер, що визначає місце кожного фактора в сукупності, називається рангом. Зазвичай ранги відповідають числам натурального ряду 1,2,3,…*n,* де *n* – кількість ранжованих факторів. Ранг, рівний 1 присвоюється найбільш важливому фактору; ранг, з

максимальним числом *n*- найменш важливому фактору. Якщо експерт присвоює однакову кількість балів декільком факторів, то їм присвоюються стандартизовані ранги. Стандартизований ранг – це частка від ділення суми місць, зайнятих факторами з однаковими рангами, на загальну кількість таких альтернатив.

Приклад розрахунку рангів.

Припустимо, що експерт поставив напрямкам дослідження такі бали: 100, 90, 90, 90; 80, 60, 50, 50, 40.

Використовуючи правила визначення стандартизованих рангів, отримаємо такі їх значення: 1; 3; 3; 3; 5; 6 7,5; 7,5; 9, де 3 = (2+3+4):3; 7,5 = (7+8):2

Введемо такі умовні позначення вихідних даних:

m – кількість експертів, що взяли участь в колективній експертній оцінці;

1,2,3,…,*j*,…, *m* – можливі номери експертів;

n – кількість напрямків досліджень, що запропоновані до оцінки;

1,2,3,…,*j*,…, *n* – можливі номери напрямків досліджень;

m_j - кількість експертів, що оцінили *j*-й напрямок;

m_{100j} - кількість максимально можливих оцінок (100 балів), отриманих *j*-м напрямком дослідження;

C_{ij} - оцінка відносної ваги (в балах), даних *i*-м експертом *j*-му напрямку досліджень.

Всі бальні оцінки експертів, що приймають значення від 0 до 100, можна розмістити в окрему матрицю (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Матриця балів

Експерти / Напрямки	1	2	3	….	*m*
1	C_{11}	C_{12}	C_{13}	….	C_{1m}
2	C_{21}	C_{22}	C_{23}	….	C_{2m}
3	C_{31}	C_{32}	C_{33}	….	C_{3m}
….	….	….	….	….	….
n	C_{n1}	C_{n2}	C_{n3}	….	C_{nm}

Таблицю балів необхідно перетворювати в таблицю (матрицю) рангів методом, викладеним вище, тобто елементи матриці балів C_{ij} перетворюються в елементи матриці рангів R_{ij} . R_{ij} - це ранг оцінки *i*-м експертом *j*-го напрямку, див. табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Матриця рангів

Експерти / Напрямки	1	2	3	….	*m*
1	R_{11}	R_{12}	R_{13}	….	R_{1m}
2	R_{21}	R_{22}	R_{23}	….	R_{2m}
3	R_{31}	R_{32}	R_{33}	….	R_{3m}
….	….	….	….	….	….
n	R_{n1}	R_{n2}	R_{n3}	….	R_{nm}

При обробці результатів експертних оцінок щодо відносної важливості напрямків визначається ряд статистичних характеристик, на основі яких оцінюється кожний напрямок (параметр, фактор).

Приклад процедури обробки даних анкет опитування

Є такі дані про результати оцінки десяти напрямків, поданих чотирма експертами.

1-й експерт

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

2-й експерт

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

3-й експерт

Напрямок	Кількість балів
1	90
2	80
3	100
4	70
5	50
6	60
7	40
8	30
9	20
10	10

4-й експерт

Напрямок	Кількість балів
1	80
2	100
3	90
4	70
5	60
6	50
7	50
8	40
9	0
10	20

На основі даних опитування сформована таблиця балів (табл.3.3)

Таблиця 3.3 – Матриця балів оцінки напрямку розвитку

Напрямки (фактори, параметри)	Експерти			
	1	2	3	4
1	100	100	90	80
2	90	90	80	100
3	90	90	100	90
4	90	90	70	70
5	70	70	50	60
6	80	80	60	50
7	50	50	40	50
8	50	50	30	40
9	40	40	20	0
10	60	60	10	20

Матрицю балів перетворюємо в матрицю рангів (табл. 3.4)

Таблиця 3.4 – Матриця рангів оцінки напрямку розвитку

Напрямки (фактори, параметри)	Експерти			
	1	2	3	4
1	1	1,5	2	3
2	3	1,5	3	1
3	3	4	1	2
4	3	5	4	4
5	6	3	6	5
6	5	7	5	6,5
7	8,5	7	7	6,5
8	8,5	7	8	8
9	10	9,5	9	10
10	7	9,5	10	9

Сума рангів, призначених експертом *j*-му напрямку досліджень, визначається за формулою:

$$S_j = \sum_{i=}^{m} R_{ij} \,, \tag{3.4}$$

Для першого напрямку сума рангів дорівнює:

S_1= 1+1,5+2+3=7,5

Для першого напрямку сума рангів дорівнює:

S_2= 3+1,5+3+1=8 ,5

Аналогічно визначається для усіх напрямків. Очевидно, чим менша сума рангів, тим важливіший певний напрямок.

Середній ранг для кожного напрямку дорівнює:

$$\overline{S}_j = \frac{\sum_{i=1}^{m} R_{ij}}{m} = \frac{S_j}{m}, \tag{3.5}$$

Для першого напрямку середній ранг дорівнює:

$$\overline{S}_1 = \frac{7,5}{4} = 1,875$$

Для другого напрямку середній ранг дорівнює:

$$\overline{S}_2 = \frac{8,5}{4} = 2,125$$

При порівнянні важливості різних напрямків по S_j найбільш важливим слід вважати напрямок, що характеризується найменшим значенням середньої величини рангу.

Поряд з середніми рангами для кожного напрямку визначається середня величина в балах:

$$M_j = \sum_{i=1}^{m} \frac{C_{ij}}{m_j}. \quad (3.6)$$

Середнє значення (M_j) може приймати значення від 0 до 100 залежно від того, яку оцінку відповідно з важливістю дали експерти тому чи іншому напрямку.

Середнє значення (в балах) для першого напрямку дорівнює:

$$M_1 = \frac{100+100+90+80}{4} = 92{,}5 \text{ бала.}$$

Аналогічно визначаються середні значення й для інших напрямків.

Чим більше значення M_j, тим більше, на думку експертів, важливість розвитку *j*-го напрямку.

При оцінці важливості окремих напрямків обчислюється показник частоти максимально можливих оцінок, що визначається за формулою:

$$K_{100j} = \frac{m_{100j}}{m_j}. \quad (3.7)$$

Для першого напрямку K_{100j} дорівнює:

$$K_{100_1} = \frac{2}{4} = 0{,}5$$

Для другого та третього напрямків K_{100j} дорівнює:

$$K_{100_3} = \frac{1}{4} = 0{,}25$$

Для всіх інших семи напрямків K_{100j} = 0

Крім абсолютних величин оцінки важливості напрямку при обробці даних анкет опитування застосовуються також відносні показники. Для цього індивідуальні показники спочатку нормуються, а потім обчислюються середньозважені величини. Нормування – це перехід від абсолютних величин до відносних.

Середня вага кожного напрямку (нормована оцінка) розраховується за формулою:

$$W_j = \frac{\sum_{i=1}^{m} W_{ij}}{\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} W_{ij}}, \qquad \begin{cases} w_{ij} = \dfrac{C_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} C_{ij}} \end{cases} \tag{3.8}$$

За даними табл. 3.3 проводимо розрахунок.

$W_{1.1}$=100(100+90+90+90+70+80+50+50+40+60)=0,139

$W_{2.1}$=90(100+90+90+90+70+80+50+50+40+60)=0,125

$W_{3.1}$=90(100+90+90+90+70+80+50+50+50+40)=0,125

Аналогічно визначаються $W_{i.j}$ для кожного напрямку та для кожного експерта.

В табл. 3.5 наведені дані відносних показників по кожному напрямку з урахуванням думки окремих експертів

Оскільки сума відносних значень, поставлених кожним експертом всім напрямкам, дорівнює 1, то $\sum_{J=1}^{N}\cdot\sum_{I=1}^{M} W_{IJ}$ по суті дорівнює кількості експертів, що беруть участь в експертизі.

Тому:

W_1 = (0,139+0,139+0,164+0,143):4 = 0,146

W_2 = (0,125+0,139+0,145+0,179):4 = 0,147

Таблиця 3.5 – Матриця відносного значення напрямків (факторів, параметрів)

Напрямки (фактори, параметри)	Експерти			
	1	2	3	4
1	0,139	0,139	0,164	0,143
2	0,125	0,139	0,145	0,179
3	0,125	0,111	0,182	0,161
4	0,125	0,097	0,127	0,125
5	0,097	0,125	0,091	0,107
6	0,111	0,083	0,109	0,089
7	0,069	0,083	0,073	0,089
8	0,069	0,083	0,05	0,071
9	0,056	0,069	0,036	0,000
10	0,083	0,069	0,018	0,036

Аналогічно обчислюються середні відносні значення по всіх напрямках.

На основі матриці рангів будується матриця переваги, суть якої полягає в тому, щоб оцінити, скільки експертів надають перевагу даному напрямку порівняно з іншими, або, іншими словами, матриця переваг визначає число випадків, коли напрямок j, визначається як більш важливий за напрямок Z.

Матриця переваг, показники якої обчислені на основі даних матриці рангів (табл. 3.3), наведена в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 - Матриця переваг

Напрямки (фактори, параметри)	Напрямки (фактори, параметри)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	-	2	2	4	4	4	4	4	4	4
2	1	-	2	3	4	4	4	4	4	4
3	2	1	-	3	3	4	4	4	4	4
4	0	0	0	-	3	4	4	4	4	4
5	0	0	1	1	-	2	4	4	4	4
6	0	0	0	0	2	-	2	3	4	4
7	0	0	0	0	0	0	-	2	4	3
8	0	0	0	0	0	0	0	-	4	3
9	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1
10	0	0	0	0	0	0	1	1	2	-

Методика побудови матриці переваг.

Для визначення елемента 1.2 (клітинка на перетині 1-го рядка та 2-го стовпця) матриці переваги аналізуються рядки 1 та 2 матриці рангів таблиці 3.3 і визначається, скільки разів ранги першого напряму вищі, в порівнянні з рангами другого напрямку, або, іншими словами, скільки разів елементи першого рядка менші елементів другого рядка.

Для розрахунку елемента 1.3 порівнюються рядки 1 та 3 матриці рангів, а потім виконуються ті ж дії, що і раніше, тощо.

Для розрахунків елементів матриці переваг 2.1, 2.3, 2.4 порівнюються елементи матриці рангів 2-го рядка послідовно з 1-им, 3-м, 4-м рядками. Подальші дії аналогічні розрахункам першого рядка матриці переваг.

Таким чином обчислюються всі рядки матриці переваг.

Оскільки оцінки, поставлені кожним експертом окремим напрямкам, різняться, як правило, значно, доцільно обчислювати розмах, використовуючи для цього залежність:

$$L_j = C_{j\max} - C_{j\min}, \tag{3.9}$$

де L - розмах оцінок в балах, даних j-му напрямку;

$C_{j\max}, C_{j\min}$ - відповідно максимальна та мінімальна оцінки, поставлені j-му напрямку окремим експертом.

Активність експертів по кожному напрямку обчислюється за допомогою коефіцієнта активності:

$$Каэ_j = \frac{m_j}{m}, \tag{3.10}$$

де $Каэ_j$ - коефіцієнт активності експертів по j-му напрямку;

m_j - кількість експертів, що оцінили j-й напрямок;

m- загальна кількість експертів.

В таблиці 3.1 наведені показники, що відображають порівняльну важливість напрямків, обчислених за формулами (3.1-3.7).

Оцінка показників відносної важливості напрямків, що містяться в таблиці 3.5, свідчать про те, що група експертів віддала перевагу в основному першому та другому напрямкам і менш схильна вважати доцільним 10 та особливо 9 напрямок. Разом з тим, як показує величина розмаху, за виключенням 5, 9 та 10 напрямків особливого розмаху в оцінках експертів не спостерігається. За значенням показника адаптивності експертів можна судити, з одного боку, про компетентність експертів, а з іншого боку, що всі напрямки досить обгрунтовані, оскільки, за виключенням 9 напрямку, всі експерти дали запропонованим напрямкам оцінку. Показники частоти максимально можливих оцінок свідчать про те, що тільки для трьох напрямків експерти призначили 100-бальну оцінку, з них для перших двох напрямків двічі, для третього – один раз.

Таким чином, організатори експертизи повинні з перших двох, а можливо навіть з перших трьох напрямків шляхом співставлення та додаткових оцінок вибрати найбільш важливий напрямок.

Оцінка ступеня узгодженості думок експертів.

Оцінка відносної важливості напрямків (факторів, параметрів) не обмежується обробкою даних опитувальних анкет.

Не менш важливі питання для наукового обгрунтування прогнозу має оцінка показника ступеня узгодженості думок експертів за допомогою системи показників.

Для узагальненої міри узгодженості думок по всім напрямкам (факторам, параметрам) використовується коефіцієнт конкордації:

$$Ккон = \frac{\sum_{j=1}^{n} d_j^2}{\frac{1}{12}\left[m^2\left(n^3 - n\right) - m\sum_{i-1}^{m} T_i \right]},$$

$$d_j = S_j - \frac{\sum_{j=1}^{n} S_j}{n}, \qquad (3.11)$$

$$S_j = \sum_{i=1}^{m} R_{ij},$$

$$T_i = \sum_{l=1}^{L}\left(t_l^3 - t_l\right),$$

де L – кількість груп зв´язаних (однакових) рангів;

t_l - кількість зв´язаних рангів в кожній групі.

За даними таблиці 3.3 L=6(3;3;3); (8,5;8,5); (1,5;1,5); (7;7;7); (9,5;9,5);(6,5;6,5).

Звідси t_{l1}=3; t_{l2}=2; t_{l3}=3; t_{l4}=2; t_{l5}=2; t_{l6}=2.

Для визначення коефіцієнта конкордації використовуємо дані табл. 3.3. Проміжні розрахунки представлені в табл. 3.7.

Обчислимо результати проміжних розрахунків, підставляючи в форму коефіцієнта конкордації:

Коефіцієнт конкордації приймає значення від 0 до 1. Чим більше значення коефіцієнта конкордації, тим вище ступінь узгодженості думок експертів.

Статистична істотність коефіцієнта конкордації перевіряється за критерієм Пірсона (χ^2) :

$$\chi_p^2 = \frac{\sum_{j=1}^{n} d^2}{\frac{1}{12}\left[mn\cdot(n+1) - \frac{1}{n-1}\cdot\sum_{i=1}^{m} T_i\right]}, \qquad (3.12)$$

$$\sum_{i=1}^{m} T_i = (3^3-3)+(2^3-2)+(2^3-2)+(3^3-3)+(2^3-2)+(2^3-2) = 72$$

$$Ккон = \frac{1172{,}5}{\frac{1}{12}\left[4^2(10^3-10)-4\cdot 72\right]} = 0{,}95$$

Таблиця 3.7 – Визначення середньої суми рангів та квадратів відхилень суми рангів від середньої суми

Напрямки (фактори, параметри)	Експерти				Сума рангі в S_j	Відхилення суми від середньої суми, d_j	d_j^2
	1	2	3	4			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1,5	2	3	7,5	-14,5	210,25
2	3	1,5	3	1	8,5	-13,5	182,25
3	3	4	1	2	10,0	-12,0	144,00
4	3	5	4	4	16,0	-6,0	36,00
5	6	3	6	5	20,0	-2,0	4,00
6	5	7	5	6,5	23,5	1,5	2,25
7	8,5	7	7	6,5	29,0	7,0	49,00
8	8,5	7	8	8	31,5	9,5	90,25
9	10	9,5	9	10	38,5	16,5	272,25
10	7	9,5	10	9	35,5	13,5	182,25
Разом:	-	-	-	-	220,0	-	1172,5
в середньому	-	-	-	-	22,0	-	

На основі даних, що розраховані вище:

$$\chi_p^2 = \frac{1172{,}5}{\frac{1}{12}\left[4\cdot 10\cdot(10+1) - \frac{1}{10-1}72\right]} = 32{,}569$$

Розраховане значення χ_p^2 співставляється з табличним значенням χ_T^2 для $n-1$ ступеня свободи та довірчої ймовірності (P = 0,95

або $P = 0,99$). Якщо $\chi_p^2 > \chi_T^2$, то коефіцієнт конкордації істотний, якщо ж $\chi_p^2 < \chi_T^2$, то необхідно збільшити кількість експертів. Для наведеного прикладу при 10 – 1 ступенів свободи та при $P = 0,95$ χ_T^2=16,92, а для P = 0,99 χ_T^2 = 21,67.

В обох випадках $\chi_p^2 > \chi_T^2$, отже коефіцієнт конкордації статистично істотний.

При оцінці узгодженості думок експертів важливо визначити, в якій мірі кожний експерт впливає на узагальнену узгодженість групи. Для цього послідовно з розрахунків послідовно виключається один експерт та обчислюється коефіцієнт конкордації без врахування думок виключеного експерта.

В таблиці 3.8 наведені коефіцієнти конкордації, що розраховані без врахування думок одного з експертів.

Таблиця 3.8 Коефіцієнт конкордації, обчислений шляхом послідовного виключення одного з експертів

Виключається експерт	Значення	
	коефіцієнта конкордації	істотності коефіцієнта конкордації (χ^2)
0	0,905	32,569
1	0,929	25,082
2	0,930	25,104
3	0,908	24,522
4	0,894	24,136

Отже, виключення першого чи другого експерта сприятливо впливає на узгодженість думок експертів. Навпаки, виключення 4-го експерта знижує загальну узгодженість всієї групи, а виключення 3-го експерта практично не впливає на зміну показника узгодженості експертів.

Виключати з розрахунків окремих експертів, що мають оригінальну точку зору, необхідно з великою обережністю. В процесі багатотурової експертизи можливі випадки, коли такі експерти привернуть на свій бік значну частину групи.

Розкид думок експертів, рівень якого по суті відображає узгодженість думок, оцінюється, окрім коефіцієнта конкордації, за допомогою інших статистичних показників, в тому числі:

а) дисперсія оцінок, даних *j*-му напрямку

$$\sigma_j^2 = \frac{1}{m_j - 1}\sum_{i=1}^{m}(C_{ij} - M_j)^2 \qquad (3.13)$$

M_j визначається за формулою (3.3), а їх значення наведені в таблиці 3.9.

Розрахуємо дисперсію оцінок по 1-му напрямку (M_j)=92,5

$$\sigma_j^2 = \frac{1}{4-1}\left[(100-92{,}5)^2 + (100-92{,}5)^2 + (90-92{,}5)^2 + (80-92{,}5)^2\right] = 91{,}667$$

б) коефіцієнт варіації думок, даних *j*-му напрямку:

$$\gamma_j = \frac{\sigma_j}{M_j}\cdot 100\%,$$

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m}\left(C_{ij} - M_j\right)^2}{m_j - 1}}. \qquad (3.14)$$

Для першого напрямку коефіцієнт варіації оцінок складе:

$$\gamma_j = \frac{\sqrt{91{,}667}}{92{,}5}\cdot 100\% = 10{,}35\%;$$

в) загальна дисперсія оцінок:

$$\sigma_0^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}\left(M_j - M\right)^2,$$

де … $$M = \frac{\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m}C_{ij}}{\sum_{j=1}^{n}m_j} \qquad (3.15)$$

г) загальна дисперсія рангів:

$$\sigma_p^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}\left(\bar{S}_j - \bar{S}\right)^2,$$

де

$$\bar{S} = \frac{\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m}R_{ij}}{\sum_{j=1}^{n}m_j} \qquad (3.16)$$

Таблиця 3.9 – Показники порівняльної важливості напрямків

Найменування показників	Умовні позначення	Напрямок (фактори, параметри)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Сума рангів	S_j	7,5	8,5	10,0	16,0	20,0	23,5	29,0	31,5	38,5	35,5
2. Середній ранг	$\bar{S}_j$	1,875	2,125	2,500	4,000	5,000	5,875	7,250	7,875	9,625	8,875
3. Середнє значення в балах	$\bar{\mu}_j$	92,500	92,50	90,00	75,00	67,50	62,500	50,00	45,00	36,667	35,00
4. Частота максимально можливих оцінок	$K_{100\,j}$	0,50	0,50	0,25	0	0	0	0	0	0	0
5. Середня вага (нормована оцінка)	W_j	0,146	0,147	0,145	0,119	0,105	0,098	0,079	0,070	0,040	0,052
6. Розмах	L_j	20	20	20	20	40	30	20	30	50	50
7. Коефіцієнт активності експертів	$K_{ae\,j}$	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,750	1,00

Загальна дисперсія оцінок та рангів відображає узагальнену характеристику узгодженості думок експертів по всіх напрямках, в той час як показники, які розраховані в п.п. а), б) – тільки по окремих напрямках.

В таблиці 3.10 наведені результати розрахунків дисперсії оцінок та коефіцієнтів варіації оцінок по всіх напрямках, обчислених аналогічно першому напрямку.

Для визначення загальної дисперсії можна скористатися даними табл. 3.9 п.1 та п.2.

$$\bar{S} = \frac{7{,}5 + 8{,}5 + 10{,}0 + 16{,}0 + 20{,}0 + 23{,}5 + 29{,}0 + 31{,}5 + 38{,}5 + 35{,}5}{10 + 10 + 10 + 9} = \frac{220}{39} = 5{,}641$$

Таблиця 3.10 – Показники узгодженості думок експертів по певних напрямках

Показники	Ум. позн.	Напрямок (фактори, параметри)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Дисперсія оцінки	δ_j	91,667	91,667	66,667	100,000	291,667	158,333	66,667	166,667	603,704	466,667
Коефіцієнт варіації оцінок, %	V_j	10,35	10,35	9,07	11,33	25,30	20,13	16,33	28,69	67,01	68,01

Оскільки 4-й експерт не оцінив 9-й напрямок, то для останнього M_j = 10-1= 9)

$$\sigma_p^0 = \frac{1}{10-1}\left[(1{,}875-5{,}641)^2 + (2{,}125-5{,}641)^2 + (2{,}500-5{,}641)^2 + (4{,}000-5{,}641)^2 + (5{,}000-5{,}641)^2 + \right.$$
$$\left.(5{,}875-5{,}641)^2 + (7{,}250-5{,}641)^2 + (7{,}875-5{,}641)^2 + (9{,}625-5{,}641)^2 + (8{,}875-5{,}641)^2\ \right] = 8{,}164$$

Аналогічно визначається загальна дисперсія оцінок в балах, тільки замість величин рангів використовуються відповідні величини балів.

По використаним в прикладі даним $\sigma_0^2 = 509{,}091$. Наведена вище система показників відображає ступінь узгодженості в загальному або окремих випадках.

Завдання.

В ході виконання лабораторної роботи розраховуються наступні показники:

- мода та медіана;
- побудувати матрицю балів;
- побудувати матрицю рангів;
- середня величина в балах;
- показник частоти максимально можливих оцінок;
- середня вага кожного напрямку (нормована оцінка);
- матриця переваг;
- коефіцієнт конкордації;
- критерій Персона;
- коефіцієнти конкордації, що розраховані без врахування думок одного з експертів;
- дисперсія оцінок, даних *j*-му напрямку;
- коефіцієнт варіації думок, даних *j*-му напрямку;
- загальна дисперсія оцінок;
- загальна дисперсія рангів.

В таблиці 3.1 збільшується кількість експертів в інтервалі 7-9 , та зменшується в інтервалі 9-11 на величину, що відповідає останній цифрі номера залікової книжки студента.

Таблиця 3.1 – Інтервальний ряд розподілу часу здійснення події

Час здійснення події, x	Кількість експертів, що відповіли на анкету (частота) f	Накопичувальні (кумулятивні) частоти відповідей експертів, f'
До 3	5	5
3-5	7	12
5-7	15	27
7-9	25	52
9-11	20	72
11-13	15	87
13-15	10	97
Більше 15	3	100
Разом	100	-

Завдання для гр. А.

В таблиці до кількості балів додається величина, що відповідає останній цифрі номера залікової книжки студента.

1-й експерт

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

Завдання для гр. Б.

В таблиці до кількості балів додається величина, що відповідає останній цифрі номера залікової книжки студента.

2-й експерт

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

Завдання для гр. В.

В таблиці до кількості балів додається величина, що відповідає останній цифрі номера залікової книжки студента.

3-й експерт

Напрямок	Кількість балів
1	90
2	80
3	100
4	70
5	50
6	60
7	40
8	30
9	20
10	10

Контрольні питання.

1. Дати визначення поняттям «мода» та «медіана».
2. Пояснити, як будується матриця рангів.
3. Охарактеризувати сутність показника максимально можливих оцінок.
4. Охарактеризувати показники, що характеризують оцінку ступеня узгодженості думок експертів.

5 ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ З ДИСЦИПЛІНИ «ПРОГНОЗУВАННЯ»

Перелік типових завдань до 1 модульно-рейтингового контролю знань студентів

1. Розкрити сутність понять «Прогноз», «Прогностика», «Передбачення».
2. Охарактеризувати зміст понять «План», «Планування», їх взаємозв'язок та відмінність.
3. Предмет економічного прогнозування.
4. Основні напрямки удосконалення методології економічного прогнозування.
5. Перелічити підходи до вивчення явищ об'єктивної реальності в прогнозуванні.
6. Розкрити сутність історичного підходу в прогнозуванні.
7. Розкрити сутність комплексного та системного підходу в прогнозуванні.
8. Розкрити сутність структурного та системно-структурного підходу в прогнозуванні.
9. Онтологічний аспект дослідження майбутнього.
10. Логічний аспект дослідження майбутнього.
11. Гнесеологічний аспект дослідження майбутнього.
12. Перелічити класифікаційні ознаки прогнозування.
13. Розкрити сутність інтуїтивних методів прогнозування.
14. Колективні експертні оцінки в прогнозуванні.
15. Перелічити формалізовані методи прогнозування.
16. Розкрити сутність законів динамічного типу в прогнозуванні.
17. Розкрити сутність законів статистичного типу в прогнозуванні.
18. Перелічити принципи прогнозування.
19. Основні функції економічного прогнозування.
20. Стадія наукового аналізу «ретроспекція».
21. Стадія наукового аналізу «діагноз».
22. Стадія наукового аналізу «проспекція».
23. Цільова функція прогнозу.
24. Класифікація прогнозів за масштабом.
25. Класифікація прогнозів за горизонтом дослідження.
26. Сутність дослідницького та нормативного прогнозу.
27. Взаємозв'язок дослідницького та нормативного прогнозування.
28. Теоретико – вивчаючий та управлінський аспект прогнозування.

29. Місце прогнозування серед функцій управління соціально-економічними процесами (схема).
30. Розкрити сутність підготовчого блоку прогнозування.
31. Розкрити сутність виконавчого блоку прогнозування.

Перелік типових завдань до 2 модульно-рейтингового контролю знань студентів

1. Значення планування.
2. Завдання планування.
3. Функції планування.
4. Перелічити основні принципи планування.
5. Розкрити сутність принципу безперервності планування.
6. Розкрити сутність принципу цільової спрямованості планування.
7. Розкрити сутність принципу науковості, участі, стабільності та системності планування.
8. Розкрити сутність принципу альтернативності, гнучкості, оптимального використання ресурсів та точності планування.
9. Вимоги до методів планування.
10. Класифікація методів планування за різними ознаками.
11. Параметри ефективності системи планування.
12. Фактори, що впливають на організаційну структуру планування.
13. Особливості внутришньофірмового планування.
14. Система планів підприємства, її зміст та сутність.
15. Виробнича програма підприємства.
16. Система планів підприємства (схеми).
17. Класифікація планів – елементів системи.
18. Пріоритет планів (схема).
19. Економічна політика фірми при розробці стратегії.
20. Зміст стратегічного планування.
21. Вигоди стратегічного планування.
22. Процес стратегічного планування.
23. «Рівні невизначеності» при розробці стратегій.
24. Типи організаційної поведінки при розробці стратегій.
25. Процес стратегічного планування (схема).
26 Процес стратегічного планування, його зміст.
27. Система стратегічних целей и задач предприятия.
28. Зміст прогнозування соціально – економічних процесів.

29. Система індикаторів стійкого розвитку економічної системи.
30. Прогнозування рівня життя населення.
31. Прогнозування науково – технічного прогресу.
32. Прогнозування темпів росту, структури та ефективності виробництва.

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна:

1. Пашута М.П., Каліна А.В. Прогнозування та макроекономічне планування. Навч. посіб. – Київ: МАУП, 2006. – 357 с.
2. Єріна А.М. Стратегічне моделювання та прогнозування. Навч. посібник – К.: КНЕУ, 2001. – 344 с.
3. Міхасюк І. Державне регулювання економіки Навч. посібник – К.: КНЕУ, 2000. – 350 с.
4. Каліна А.В., Конєва М.І. Сучасний економічний аналіз і прогнозування. Навч. – мет. посібник – К.: МАУП, 1998. – 320 с.
5. Грабовецький Б.Є. Економічне прогнозування та планування. Навч. посібник. – Київ.: Центр навчальної літератури, 2003. – 188 с.

Додаткова:

1. Глівенко С.В., Соколов М.О., Теліженко О.М Економічне прогнозування. Навч. посібник. – 3-тє вид., доп. - Суми.: ВТД «Університетська книга», 2004. - 207 с.
2. Владимирова Л.П. Прогнозирование и планирование в условиях рынка: Учеб. пособие. 3-е изд., перераб. и доп. - М.: «Дашков и к», 2004. – 400 с.
3. Воронкова В.Г. Соціально - економічне прогнозування. Навч. посібник. - К: ВД «Професіонал», 2004. - 288 с.

Методичні вказівки до виконання
лабораторних робіт з дисципліни „Прогнозування”
(для студентів спеціальності 7.050201 «Менеджмент організацій»
усіх форм навчання)

Сергій В’ячеславович Коверга
Олена Геннадіївна Курган
Юлія Володимірівна Гришина

Підписано до друку Тираж 100
Ум. друк. аркушів 3,2 Формат 70х90/16

Заказ 28-09

АДІ ДВНЗ „ДонНТУ”
84646 м. Горлівка, вул. Кірова, 51