

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-енергетичний факультет
Кафедра агроінженерії

МЕТОДОЛОГІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Частина 2.: конспект лекцій
для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
ОПП «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія»
денної форми здобуття вищої освіти

МИКОЛАЇВ
2025

УДК 001.891.3
М54

Друкується за рішенням науково-методичної комісії інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету від «08» грудня 2025 р., протокол № 4.

Укладачі:

О. С. Садовий – канд. техн. наук, доцент кафедри агроінженерії, Миколаївський національний аграрний університет.

І. М. Суковіцина – асистент кафедри агроінженерії, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

А. А. Ставинський – д-р. техн. наук, професор кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. Миколаївський національний аграрний університет.

В. А. Грубань – канд. техн. наук, доцент кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації та технічного сервісу, Миколаївський національний аграрний університет.

© Миколаївський національний аграрний
університет, 2025

ЗМІСТ

ВСТУП

**Тема 1. МЕТОДИ ОБРОБЛЕННЯ ТА АНАЛІЗУ
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ**

**Тема 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ
ДОСЛІДЖЕНЬ**

Тема 3. АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Методологія наукових досліджень» є обов'язковою складовою підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти інженерно-аграрного профілю Миколаївського національного аграрного університету. Дисципліна спрямована на формування у магістрів системи теоретичних знань і практичних умінь щодо організації, планування та проведення наукових досліджень у галузі агроінженерії, механізації сільського господарства та суміжних інженерно-технічних напрямів.

У процесі вивчення дисципліни здобувачі вищої освіти опановують методологічні основи наукового пізнання, сучасні методи експериментальних і теоретичних досліджень, принципи побудови наукової гіпотези, визначення мети, завдань, об'єкта і предмета дослідження. Значна увага приділяється методам планування експерименту, обробки та аналізу експериментальних даних, використанню математичного моделювання, статистичних методів і комп'ютерних технологій у наукових дослідженнях аграрного виробництва.

Особливе місце в курсі займають питання академічної доброчесності, етики наукових досліджень, дотримання вимог чинних нормативних документів, а також правила підготовки, оформлення та апробації результатів наукових досліджень у вигляді наукових статей, тез доповідей, звітів і магістерських кваліфікаційних робіт.

Дисципліна забезпечує методологічну основу для виконання магістерської кваліфікаційної роботи, участі здобувачів у науково-дослідних проєктах, грантових програмах і впровадження результатів досліджень у виробничу практику агропромислового комплексу. Засвоєння навчального матеріалу сприяє формуванню професійних і дослідницьких компетентностей, необхідних для подальшої наукової, інженерної та управлінської діяльності в аграрній сфері.

ТЕМА 1

МЕТОДИ ОБРОБЛЕННЯ ТА АНАЛІЗУ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ

1.1 Кореляційна функція

Дуже часто таких статистичних характеристик, як середнє арифметичне (X), дисперсія (D) і коефіцієнт варіації (V) недостатньо для повної оцінки тієї чи іншої випадкової функції. Два процеси з практично однаковими значинами X , D і V можуть протікати абсолютно по різному.

Приклад такої різниці приведено на рис. 1. За однакової амплітуди коливань A у обох процесів нуль-гіпотеза про рівність середнього арифметичного та дисперсії не відхилятиметься на будь-якому рівні статистичної значущості.

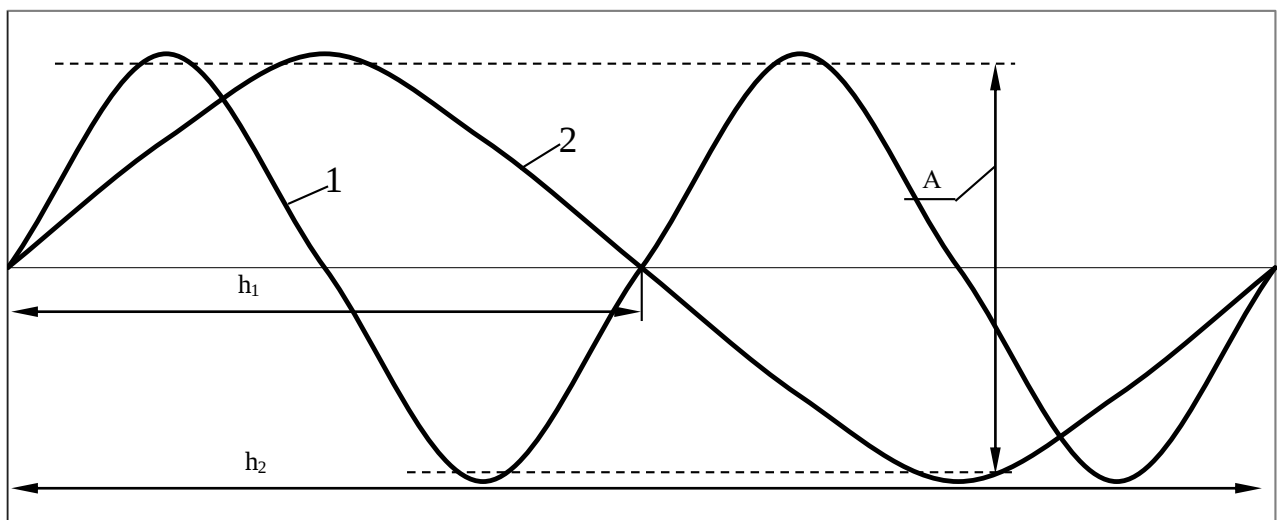


Рис. 1 – Графічне відображення двох процесів з однаковими амплітудами і різними частотами коливань

Проте сказати на основі цього, що обидва процеси представляють одну і ту ж генеральну сукупність – ніяк не можна. Причина полягає в тому, що вони мають різну внутрішню структуру, репрезентовану періодом h (а значить частотою) коливань. Процес 1 у порівнянні з процесом 2 є більш високочастотним.

Для оцінки внутрішньої структури випадкового процесу використовують таку статистичну характеристику, як кореляційна функція (R_x). Вона характеризує ступінь зв'язку (кореляції) між значинами випадково процесу в різні моменти часу. Для її практичного розрахунку використовують наступну формулу:

$$R_x = \frac{1}{N - m - 1} \sum_{i=1}^{N-m} \hat{X}_i \cdot \hat{X}_{i+m},$$

де $m = 0, 1, 2, 3, \dots$ – число, яке визначає зсув по осі абсцис
 $\hat{X}_i, \hat{X}_{i+m}$ – нормовані ординати процесу в моменти часу i і $i + m$ відповідно.

Як бачимо із приведеного виразу, розмірністю кореляційної функції є квадрат

досліджуваного параметру (H^2 , m^2 , c^2 тощо). В початковий момент часу при $m = 0$ кореляційна функція дорівнює дисперсії процесу, тобто $R_{x(0)} = D$.

Щоб абстрагуватися від розмірності, користуються нормованою кореляційною функцією ρ , яка є результатом ділення R_x на дисперсію процесу D :

$$\rho = R_x/D.$$

Звідси цілком зрозуміло, що у початковий момент часу ($m = 0$) нормована кореляційна функція дорівнює одиниці. Усі інші її значини є меншими за 1.

Якщо той чи інший випадковий процес містить приховану періодичну складову, то це обов'язково відобразиться у характері нормованої кореляційної функції (рис. 2). Середній півперіод її коливань (T_p) буде приблизно дорівнювати півперіоду коливань прихованої періодичної складової.

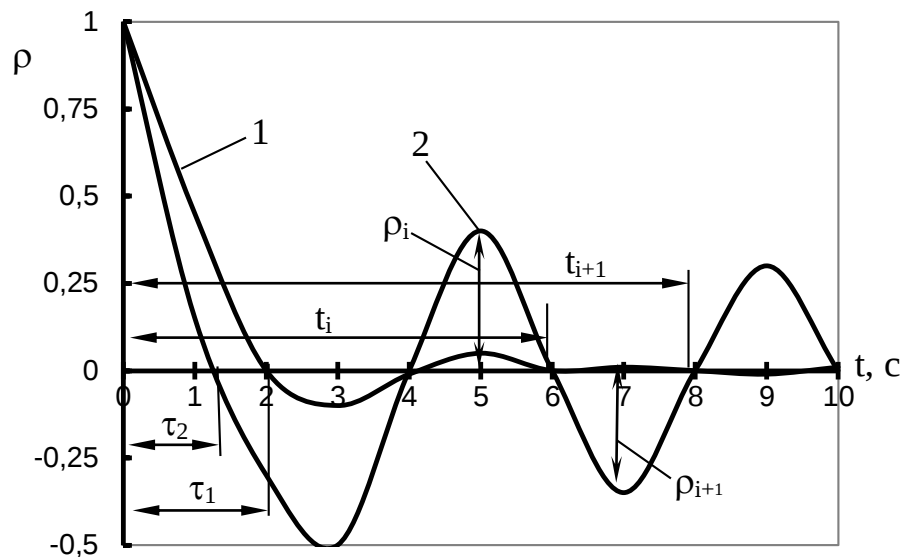


Рис. 2 – Нормовані кореляційні функції випадкових процесів за наявності слабо (1) та сильно (2) вираженої періодичної складової коливань

Величину T_p знаходять при цьому із виразу:

$$T_p = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=0}^n (t_{i+1} - t_i),$$

де n – кількість півперіодів нормованої кореляційної функції;

t_i – послідовні значини абсцис точок перетину кореляційної функції ρ з віссю t (див. рис. 2).

Виявлення півперіоду (а значить і періоду) коливань прихованої періодичної складової дає можливість встановити генератор її формування. В кінцевому рахунку це дозволяє розробити заходи щодо зменшення шкодочинності впливу періодичних коливань на досліджуваний об'єкт, процес тощо.

Нормовані кореляційні функції з різними параметрами прихованої періодичної складової можна порівняти між собою з допомогою декременту затухання δ .

Цей показник розраховують так:

$$\delta = \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^m \ln \left| \frac{\rho_i}{\rho_{i+1}} \right|,$$

де m – число пар суміжних екстремумів ρ_i і ρ_{i+1} нормованої кореляційної функції (див. рис. 2).

Однією із найважливіших характеристик кореляційної функції є **інтервал кореляції**. Зазвичай під ним розуміють час, на протязі якого кореляційних зв'язок затухає або зникає взагалі.

Для випадкових процесів, зображених на рис. 2, за інтервал кореляції вважають відрізок часу (τ_1 , τ_2) від початку координат до першого перетину кореляційної функції з віссю абсцис.

Виходячи з цього, параметри τ_1 і τ_2 називають часом кореляційного зв'язку. В дійсності вони, відображаючи час спадання кореляційної функції, характеризують частотний склад випадкових процесів. Більш низькочастотним із них є той, у якого час кореляційного зв'язку більший. Саме таким є процес 1 у порівнянні з процесом 2 (рис. 2), оскільки у першого час кореляційного зв'язку $\tau_1 = 2$ с, а другого – $\tau_2 = 1,2$ с.

Іноколи в практиці роботи сільськогосподарських агрегатів зустрічаються «чисті» випадкові процеси без прихованих періодичних складових (рис. 3).

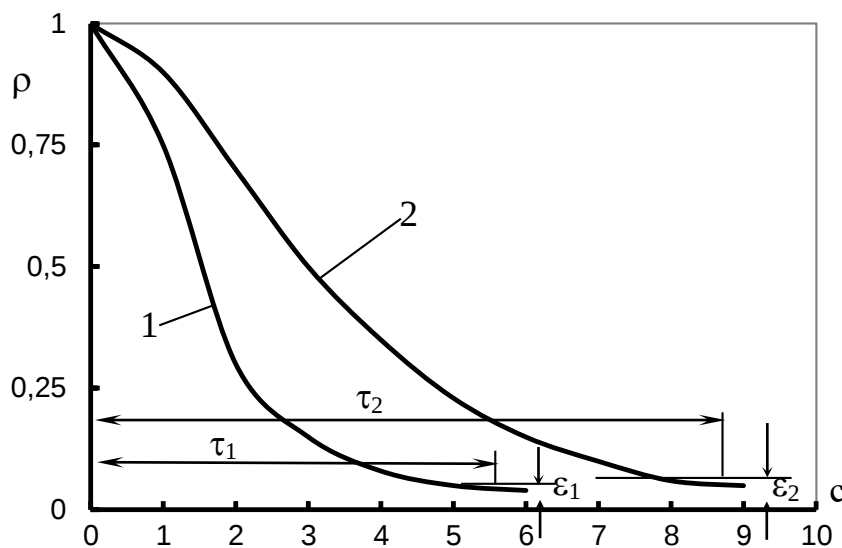


Рис. 3 – Нормовані кореляційні функції випадкових аперіодичних процесів більш широкого (1) та більш вузького (2) спектрів коливань

Для них під інтервалом кореляції вважають таку значину τ (τ_1 , τ_2), за якої величина функції ρ залишається меншою будь-якої заданої величини ε . Тобто

$$\rho(\tau_1) < \varepsilon_1;$$

$$\rho(\tau_2) < \varepsilon_2.$$

На практиці зазвичай приймають $\varepsilon = 0,05$.

Для стаціонарного аперіодичного процесу вона наближується до нульової значини і, не пересікаючи її, здійснює відносно неї затухаючі коливання. Для такого ж процесу з прихованою періодичною складовою кореляційна функція

пересікає нульову позначку, а потім коливається відносно неї (або наближається до неї) з відповідним зменшення амплітуди коливань.

Якщо ж коливний процес є нестационарним, то його кореляційна функція поводить себе за іншими законами. Для її розрахунку потрібен зовсім інший алгоритм, ніж той, який застосовується при аналізі стаціонарних процесів.

Розглянемо нормовані (рис. 4) кореляційні функції (R) остаціонареного та нестационарного за математичним очікуванням процесів.

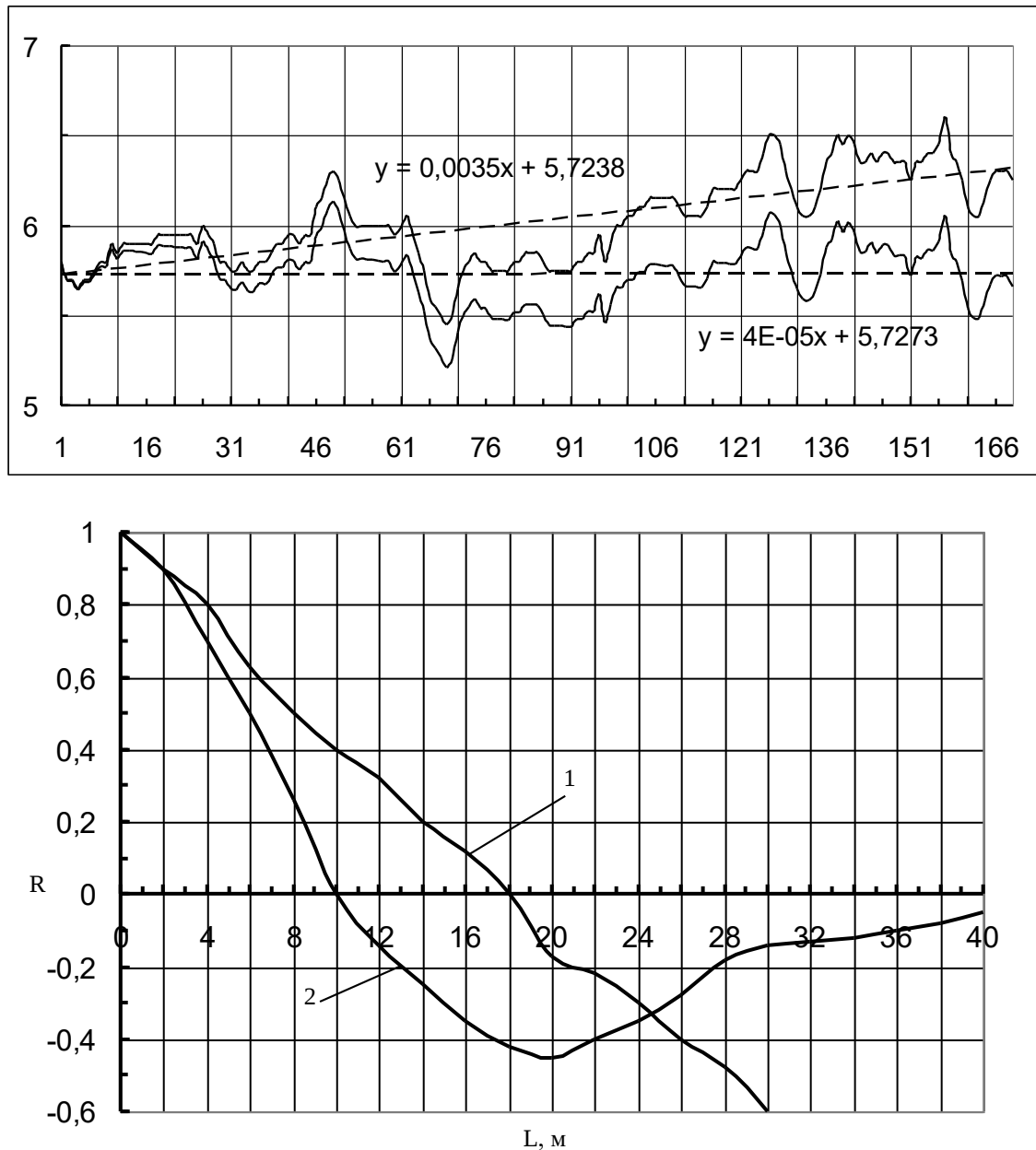


Рис. 4 – Нормовані кореляційні функції нестационарного (1) та остаціонареного (2) коливних процесів

У першому випадку характер зміни кореляційної функції вказує, що коливання ординат розглядуваного процесу містять приховану періодичну складову, а довжина кореляційного зв'язку цих координат становить 10 м. Тобто $R = 0$ при $L = 10$ м (крива 2, рис. 4).

При $L > 20$ м ця кореляційна функція поступово наближається до нульової

значини, що є доказом нормального характеру її протікання.

У другому випадку вказана функція поводить себе інакше: при збільшенні аргументу вона постійно монотонно зменшується, переходячи із зони позитивних в зону від'ємних значин (крива 1, рис. 4).

Для будь-якого подальшого аналізу така нормована кореляційна функція непридатна. І принаймні одна причина цього явища відома. Вона полягає в тому, що досліджуваний випадковий коливний процес є нестационарним за математичним очікуванням.

1.2 Спектральна щільність

Крім кореляційної функції внутрішні властивості і структуру процесу відображає спектральна щільність. І якщо перша здійснює це у часовому вимірюванні, то друга – у частотному.

Додаткової інформації про випадковий процес спектральна щільність не дає. Водночас, для реальних випадкових процесів, які мають місце при роботі сільськогосподарських машинно-тракторних агрегатів та функціонуванні інших динамічних систем, найбільш фізично відчутною характеристикою є саме спектральна щільність.

З кореляційною функцією ця характеристика зв'язана загальновідомим косинусперетворенням Фур'є. Позначається ця характеристика як $S(\omega)$, а її розмірністю є добуток дисперсії процесу на час ($\text{м}^2 \cdot \text{с}$, $\text{см}^2 \cdot \text{с}$, $\text{Н}^2 \cdot \text{с}$ тощо).

Для будь-якої частоти ω добуток $S(\omega) \cdot d\omega$ (рис. 5) є площа елементарного прямокутника, тобто дисперсія, яка припадає на елементарний інтервал частот $d\omega$ біля частоти ω .

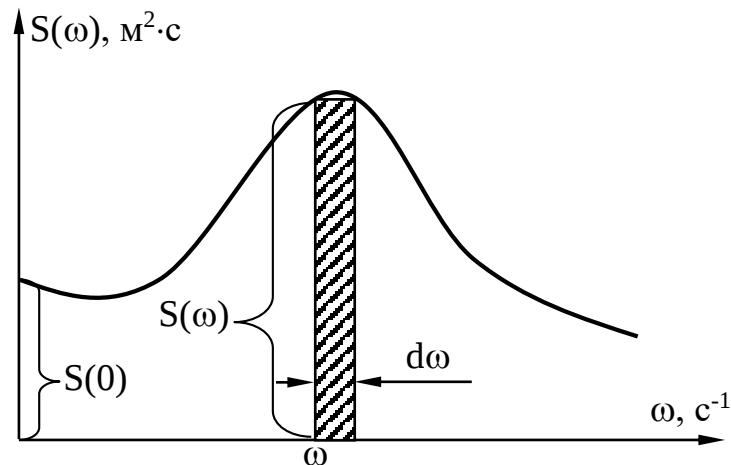


Рис. 5 – Графік спектральної щільності $S(\omega)$

Як бачимо, за природою спектральна щільність відображає енергію процесу – тобто характер розподілу його дисперсії по частотах (ω).

На практиці частіше за все використовують нормовану спектральну щільність $\sigma(\omega)$, розмірність якої – час:

$$\sigma(\omega) = S(\omega)/D.$$

Нормована спектральна щільність є завжди позитивною функцією частоти ω . Площа під її кривою дорівнює одиниці.

Основними параметрами, які використовуються при оцінюванні $\sigma(\omega)$, виступають (рис. 56):

- частота зрізу – ω_c ;
- ширина спектру $\Delta\omega$;
- частота ω_0 , за якої спектральна щільність досягає максимуму;
- значина спектральної щільності $\sigma(\omega_0)$ при частоті ω_0 ;
- спектральна щільність $\sigma(0)$ при частоті $\omega = 0$.

Частота зрізу ω_c – суттєва характеристика спектральної щільності. Вона визначає верхню межу спектру частот процесу. Оскільки для більшості процесів, які мають місце під час роботи сільськогосподарських машинно-тракторних агрегатів, спектральна щільність $\sigma(\omega)$ є безперервною функцією частоти ω , то величина ω_c визначає і ширину спектру їх (процесів) дисперсій $\Delta\omega$. Тобто

$$\Delta\omega = \omega_c.$$

На практиці частоту ω_c приймають такою, за якої значина $S(\omega)$ або $\sigma(\omega)$ стає досить малою. Низка дослідників пропонує таку залежність:

$$\sigma(\omega_c) = 0,05 \cdot \sigma(0).$$

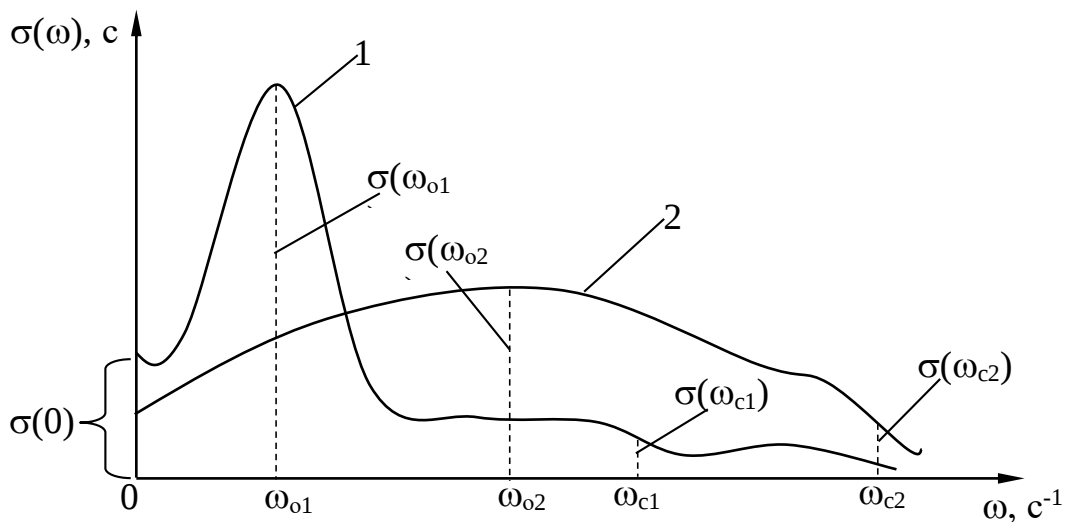


Рис. 6 – Основні параметри спектральних щільностей випадкових процесів

Не дивлячись на те, що спектральна щільність визначає спектральний розподіл кореляційної функції ρ , вона визначає ще й частотний склад випадкового процесу. Саме той із них є більш високочастотним, у якого частота зрізу ω_c (а значить і ширина спектру $\Delta\omega$) більша. Так, у наведеному прикладі на рис. 6 більш високочастотним є процес, нормована спектральна щільність якого представлена кривою 2. Частота зрізу цієї характеристики ω_{c2} значно більша за частоту зрізу ω_{c1} , яка репрезентує нормовану спектральну щільність 1.

Водночас, час кореляційного зв'язку нормованої кореляційної функції для процесу 1 буде значно більшим, ніж у кореляційної функції процесу 2.

При вивченні таких процесів, як коливання профілю шляху, прямолінійність

сходів с.-г. культур, коливання траєкторії руху машинно-тракторного агрегату тощо їх аргументом виступає не час, а величина з розмірністю довжини.

При розрахунку кореляційних функцій і спектральних щільностей аргументами будуть відповідно зсув (як правило в м) і частота (в м⁻¹). Для переходу до таких аргументів, як час (с) і частота (с⁻¹), слід абсциси точок кореляційної функції розділити, а абсциси точок спектральної щільності – помножити на швидкість руху агрегату (м/с). Водночас, ординати точок кореляційної функції при цьому треба залишити без змін, а ординати точок спектральної щільності – поділити на вищезгадану швидкість руху МТА (чи іншої динамічної системи).

1.3 Взаємна кореляційна функція

Досить часто ту чи іншу динамічну системи представляють випадкові процеси, для яких треба встановити не тільки стохастичні характеристики, а й визначити їх взаємний вплив. Такою статистичною характеристикою є взаємна кореляційна функція $R_{xy}(t_1, t_2)$. Для двох випадкових процесів $X_1(t)$ і $Y_1(t)$ вона характеризує ступінь зв'язку між перерізом процесу $X_1(t)$ при $t = t_1$ і перерізом процесу $Y_1(t)$ при $t = t_2$. На практиці досить часто використовують нормовану взаємну кореляційну функцію $\rho_{xy}(t_1, t_2)$, яку знаходять із виразу:

$$\rho_{xy}(t_1, t_2) = R_{xy}(t_1, t_2) / [\sigma_x(t_1) \cdot \sigma_y(t_2)],$$

де $\sigma_x(t_1)$, $\sigma_y(t_2)$ – середні квадратичні відхилення процесів $X_1(t)$ і $Y_1(t)$.

Інколи застосовують спрощену форму запису цього виразу:

$$\rho_{xy} = R_{xy} / [\sigma_x \cdot \sigma_y].$$

У випадку дискретного фіксування ординат випадкових процесів оцінка нормованої взаємної кореляційної функції розраховується за формулою:

$$\rho_{xy} = \frac{1}{(N-m-1) \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y} \sum_{i=1}^{N-m} \dot{X}_i \cdot \dot{Y}_{i+m},$$

де $m = 0, 1, 2, 3 \dots$ – число, яке визначає зсув по осі абсцис;

$\dot{X}_i$, $\dot{Y}_{i+m}$ – нормовані ординати реалізації процесу X в момент часу i і процесу Y в момент часу $i + m$ відповідно;

Взаємна кореляційна функція може відображатися у 4-х квадрантах. Якщо її максимум знаходиться у першому чи другому квадрантах, то між статистично випадковими процесами X і Y існує позитивний кореляційний зв'язок (рис. 7). Тобто, збільшення значин (ординат) одного із них обумовлює відповідне збільшення значин другого.

Коли ж максимум функції розташований у третьому або четвертому квадрантах, то кореляційний зв'язок між двома процесами є від'ємним (рис. 5.11).

Тіснота кореляційного зв'язку оцінюється величиною максимуму взаємної кореляційної функції: чим вона більша – тим тісніший зв'язок. Так із рис. 5.10 бачимо, що максимальна значина взаємної кореляційної функції 1 становить 0,9, а функції 2 – тільки 0,82.

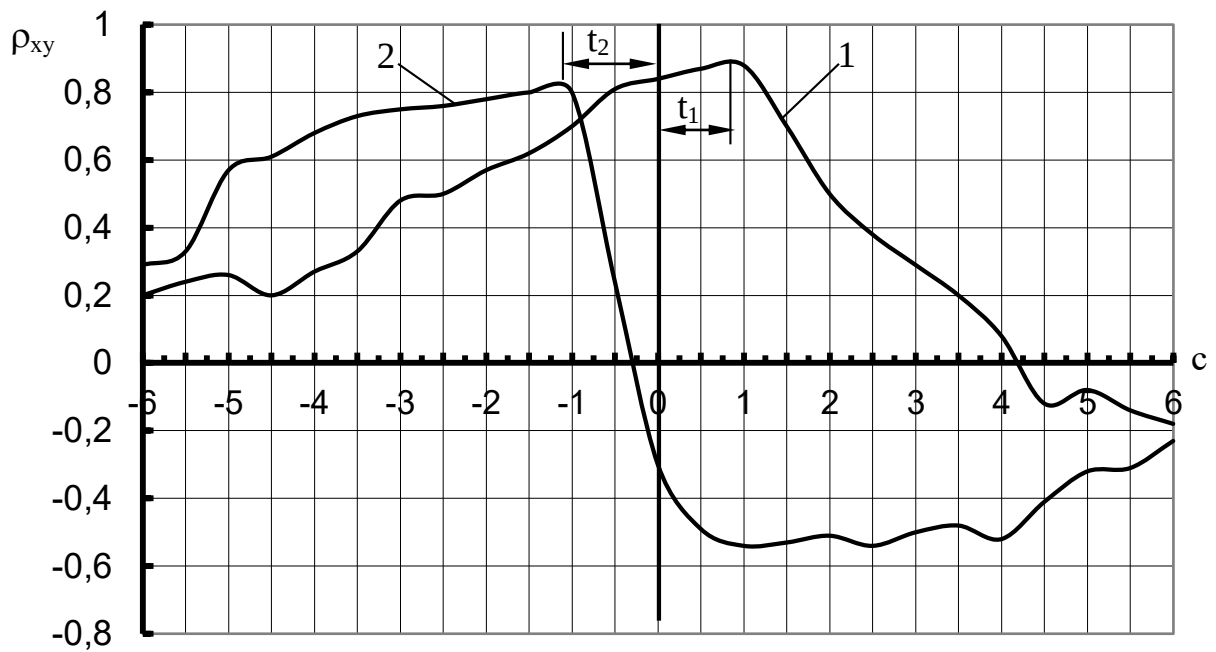


Рис. 7 – Взаємні нормовані кореляційні функції
для позитивно корельованих випадкових процесів

Звідси випливає, що функція 1 репрезентує більш тісний кореляційний зв'язок між процесами X і Y , ніж функція 2.

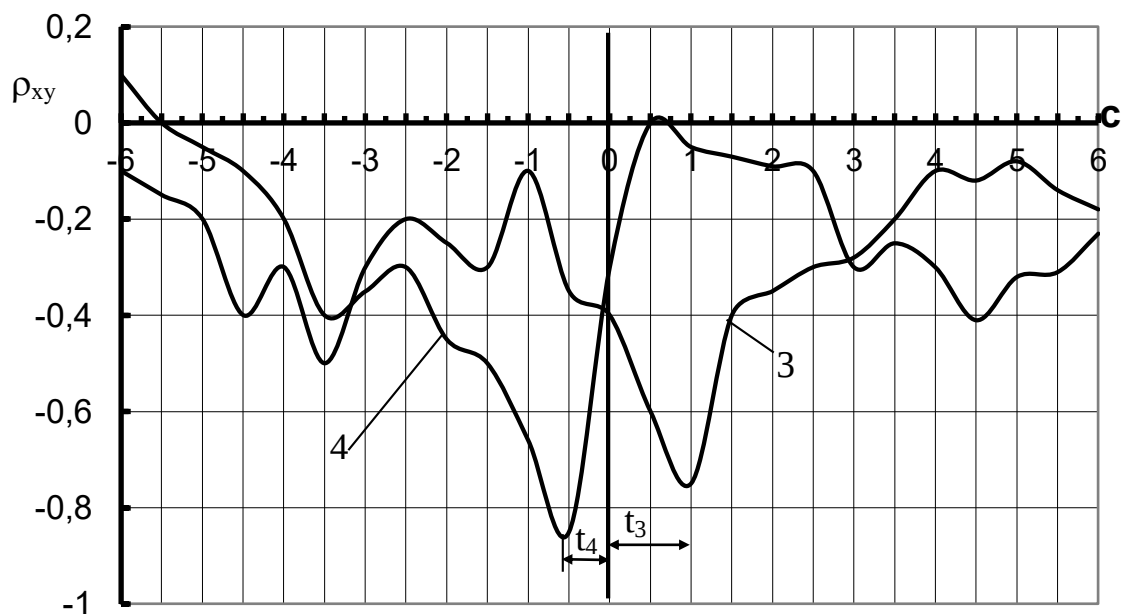


Рис. 8 – Нормовані взаємні кореляційні функції
для від'ємнокорельованих випадкових процесів

Аналогічно, із рис. 8 маємо, що функція 4 відтворює більш тісний (хоча і від'ємний) кореляційний зв'язок двох випадкових процесів, оскільки максимальна її значина становить 0,88, а максимальна значина взаємної нормованої кореляційної

функції 3 – тільки 0,76.

Проміжок часу між нульовою позначкою осі абсцис і максимальною значиною взаємної нормованої кореляційної функції характеризує фазовий зсув (або час запізнення реакції) між випадковими процесами X і Y . На рис. 7 і 8 ці зсуви показано позначками t_1 , t_2 і t_3 і t_4 відповідно.

Більше того, знак фазового зсуву (позитивний чи від'ємний) вказує на те, який із двох досліджуваних процесів є входом, а який виходом. А саме: якщо фазовий зсув позитивний (рис. 7, t_1 і рис. 8, t_3), то входним є той процес, який таким і розглядався. Інакше, тобто при від'ємній значині цього показника (рис. 7, t_2 і рис. 8, t_4) входним процесом є той, який передбачався вихідним.

Пояснимо це таким прикладом. Нехай розглядається керованість руху такої динамічної системи, як орний машинно-тракторний агрегат. Входним параметром у неї є керуючий вплив – кут повороту керованих коліс трактора α , а вихідним – його курсовий кут φ . Під час експерименту було зафіксовано масиви ординат цих параметрів і розрахована взаємна нормована кореляційна функція.

Якщо фазовий зсув цієї функції є позитивним (як на рис. 7, крива 1 або на рис. 8, крива 3), входним параметром динамічної системи є, як і передбачалося, кут α , а вихідним – кут φ . Величина фазового зсуву вказує при цьому час запізнення реакції МТА на керуючий вплив.

Якщо ж фазовий зсув взаємної нормованої кореляційної функції є від'ємним (як на рис. 7, крива 2 або на рис. 8, крива 4), то входом динамічної системи є курсовий кут трактора φ , а виходом – кут повороту його керованих коліс α . Тобто, зміна керуючого впливу обумовлена не потребою відслідковування агрегатом траєкторії попереднього проходу, а зміною курсового кута трактора під впливом тих чи інших зовнішніх чинників – збурень.

1.4 Лінійна та криволінійна кореляції

В наукових дослідженнях часто мають місце співвідношення між перемінними, коли кожній значині признаку X відповідає не одне, а кілька можливих значин признаку Y . Такі зв'язки, на відміну від функціональних, є стохастичними (імовірностними) або кореляційними. Вони характеризуються тісністю і формою зв'язку. Для встановлення останніх використовують спеціальні статистичні методи, які називаються кореляцією і регресією.

За формою кореляція може бути лінійною і криволінійною, а за напрямом – прямою і зворотною.

Під регресією розуміють зміну результативної ознаки Y (функції) за певної визначеної зміни аргументу – ознаки X . Зв'язок між функцією і аргументом виражається рівнянням регресії або кореляційним рівнянням.

Для оцінки тісноти зв'язку між функцією і аргументом застосовують коефіцієнт кореляції або кореляційне відношення (якщо має місце криволінійний зв'язок).

Лінійною (прямолінійною) кореляційною залежністю між ознаками X і Y називають таку, яка описується рівнянням прямої лінії

$$Y = a + b \cdot X,$$

де a , b – сталі величини.

Якщо при збільшенні X величина Y зростає, то кореляція і регресія позитивні або прямі. В протилежному випадку – від’ємні або зворотні.

За числовий показник простого лінійного зв’язку використовують коефіцієнт кореляції – r . Він є безрозмірною величиною, яка змінюється в таких межах:

$$-1 < r < +1.$$

Причому, чим ближча значина r до $+1$ чи -1 , тим тісніший прямолінійний кореляційний зв’язок і навпаки. Коли ж $r = 0$, то між ознаками X і Y лінійний зв’язок відсутній (зате криволінійний може існувати!).

За сучасного рівня розвитку математичного програмного забезпечення (MathCAD, MathLAB, Statistica, Mathematica, Maple тощо) визначення сталих величин a і b лінійної регресії (1), а також коефіцієнта кореляції r та його стандартної похибки і критерію істотності є процедурою абсолютно формальною, тому окремо на цьому питанні зупинятися не будемо.

Дуже часто у науковців з’являється впевненість, що величина коефіцієнта кореляції на рівні 0,5 є досить високою і такою, за якої збіг варіації двох ознак (X і Y) має бути у половині всіх випадків.

Водночас, теорія кореляції свідчить, що ступінь взаємовпливу у варіюванні двох величин більш точно визначається квадратом коефіцієнта варіації (r^2). Величину r^2 називають коефіцієнтом детермінації і позначають R^2 . Цей коефіцієнт показує долю тих змін, які у вивчаємому явищі (процесі) залежать від змінюваного фактора (аргументу).

Наприклад, при $r = 0,5$ тільки 25% (а не 50%) зміни функції обумовлене зміною аргументу. У зв’язку з цим коефіцієнт детермінації є більш інформативним по відношенню до коефіцієнта кореляції. Коли, для прикладу, стверджують, що «90% вертикальних коливань трактора обмовлені коливаннями профілю поля», то тут 90% – це коефіцієнт детермінації, а не кореляції.

Якщо $r < 0,3$, то лінійну кореляційну залежність вважають слабкою, коли $r = 0,3 \dots 0,7$ – середньою, при $r > 0,7$ – сильною.

На відміну від прямолінійної, криволінійна регресія – це така залежність, коли за однакового приросту аргументу приріст функції є неоднаковим. Показником криволінійної залежності є кореляційне відношення (η). За незначного масиву дослідних даних (до 30) ця величина розраховується наступним чином:

$$\eta = \sqrt{\frac{\sum(Y - y_c)^2 - \sum(Y - y_x)^2}{\sum(Y - y_c)^2}},$$

де $\sum(Y - y_c)^2$ – сума квадратів відхилень індивідуальних значин Y від загальної середньої арифметичної y_c ;

$\sum(Y - y_x)^2$ – сума квадратів відхилень варіант від частинних середніх y_x , які відповідають фіксованим значинам незалежної ознаки Y .

Для розрахунку кореляційного відношення за цим виразом здійснюють наступні підготовчі операції. Спочатку значини незалежної ознаки Y ранжують за зростанням і розраховують середнє арифметичне y_c . Потім цей ряд чисел

розбивають на $k = 4 \dots 7$ груп з таким розрахунком, щоб у кожній із них було не менше двох значин аргументу. Далі для кожної із k груп розраховують частинне середнє u_x , а вже потім – кореляційне відношення η .

За умови функціональної залежності Y від X кореляційне відношення дорівнює 1. Якщо $\eta = 0$, то це вказує на некорельованість ознак X і Y . За проміжного характеру кореляційної залежності кореляційне відношення знаходиться в межах $0 < \eta < 1$.

Величину η^2 називають індексом детермінації. Він, по аналогії з коефіцієнтом кореляції, визначає відсоток варіювання ознаки Y (функції) від впливу аргументу X .

Похибку (S_η) і критерій істотності (t_η) кореляційного відношення η знаходять із наступних виразів:

$$S_\eta = \sqrt{(1 - \eta^2)/(N - 2)} ;$$

$$t_\eta = \eta/S_\eta,$$

де N – об'єм масиву даних, за якими розраховується значина η .

Теоретичну значину критерію t_η для того чи іншого статистичного рівня значущості можна знайти в таблицях багатьох посібників.

На практиці науковці часто необгрунтовано апроксимують експериментальні дані лінійною або нелінійною залежністю. В дійсності слід поступати так. Коли є підтвердження, що між ознаками X і Y існує прямолінійний зв'язок – слід застосовувати механізм прямолінійної кореляції.

Якщо заздалегідь відомо, що між ознаками X і Y криволінійний зв'язок, то з допомогою того чи іншого програмного забезпечення підбирають таку криволінійну залежність, яка найбільш точно відтворює зв'язок між функцією та аргументом досліджуваного процесу.

Водночас, досить часто характер зв'язку (лінійний чи криволінійний) між ознаками X і Y невідомий. В цьому випадку, як би криволінійно не розташовувались експериментальні значини функції, слід діяти за наступним алгоритмом. Спочатку розраховують коефіцієнт лінійної кореляції r і кореляційне відношення η . Далі визначають дійсну значину F-критерію:

$$F_d = \frac{(\eta^2 - r^2) \cdot (N - k)}{(1 - \eta^2) \cdot (k - 2)}.$$

Якщо виявиться, що дійсна значина F-критерію менша за табличну (тобто $F_d < F_T$), то зв'язок між ознаками X і Y є лінійним, а коли $F_d \geq F_T$ – криволінійним. Методика вибору табличної значини F-критерію досить ґрунтовно описана в [2].

1.5 Методика аналізу кривих за відсутності оптимуму

Результати виробничих або економічних процесів зазвичай залежать від багатьох факторів. Якщо ми зафіксуємо всі із них, окрім одного, то будемо мати

залежність, яка описується функцією однієї змінної. Найчастіше представляють інтерес точки, в яких описана функція приймає своє найменше або найбільше значення. Для знаходження таких точок екстремуму використовують диференціальне числення. Далі будемо розглядати процеси, в яких область зміни фактора можна умовно розбити на два інтервали. В кожному з інтервалів залежність результату від досліджуваного фактора є близькою до лінійної, але на одному з інтервалів функція зростає або спадає швидко, а на іншому – повільно. Опуклі криві, які описують такі функції, будемо називати **двозонними**.

Прикладами таких двозонних кривих є графіки функцій

$$y_1 = \frac{\alpha x}{1 - \beta x^2} \text{ на проміжку } (0, \beta^{-0.5})$$

та

$$y_2 = k - \alpha e^{-\beta x} \text{ на проміжку } (-\infty, \infty).$$

Типові графіки цих функцій зображені на рис. 1.

Функція y_1 , для прикладу, застосовується для апроксимування кривих буксування мобільних енергетичних засобів. Функція y_2 використовується при аналізі низки процесів з експоненціальною складовою.

При дослідженні процесів, які описуються двозонними кривими, бажано вміти визначати точку, яка розділяє проміжки зміни фактора з істотно різними швидкостями залежності результату від цього фактору. Для цього потрібно дати строге означення точки (будемо називати її точкою оптимуму двозонної кривої), яка поділяє двозонну криву на дві частини з суттєво різними властивостями та запропонувати метод визначення її положення.

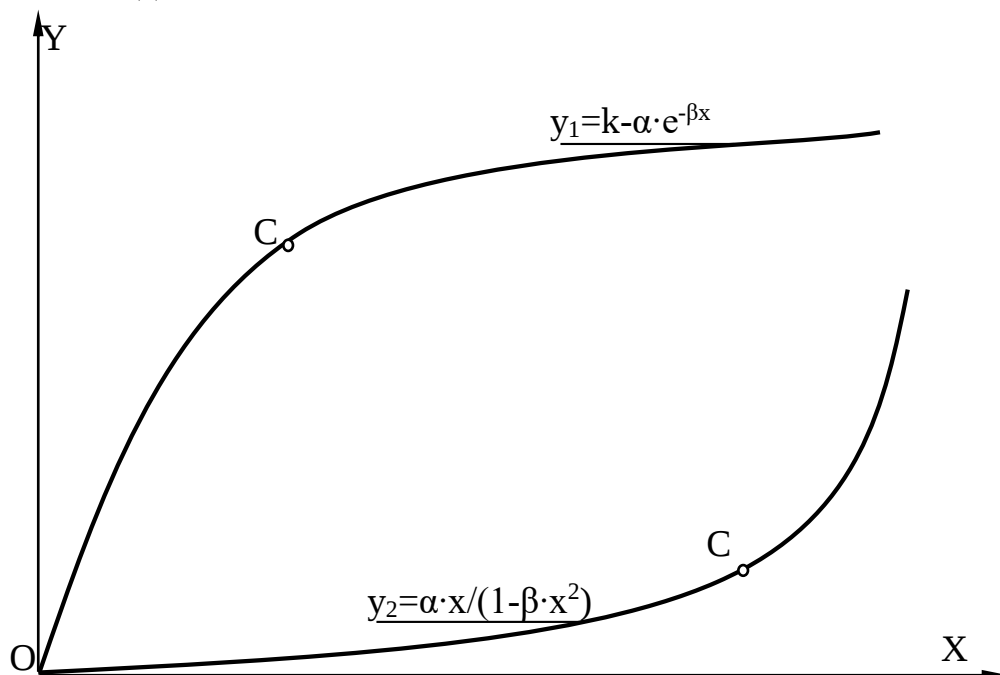


Рис. 9 – Типові графіки двозонних кривих

Для означення точки оптимуму розглянемо «ідеальну» двозонну криву, яка представляє собою дволанкову ламану. Очевидно, що для неї точкою оптимуму

буде кутова точка. Для довільної двозонної кривої розглянемо множину дволанкових ламаних, вписаних в цю криву. Тобто таких ламаних, початок і кінець яких співпадає з початком і кінцем цієї кривої, а кутова точка лежить на цій кривій.

Точкою оптимуму двозонної кривої будемо називати кутову точку дволанкової ламаної, яка найкращим чином наближає задану криву.

Нам потрібно визначити критерій, який визначає ступень наближення. В якості такого критерію візьмемо відстань між функціями $f(x)$ та $g(x)$, які описують криву та ламану відповідно, в просторі $L[a, b]$:

$$\rho(f, g) = \int_a^b |f(x) - g(x)| dx. \quad (2)$$

Іншими словами, ламана тим краще наближає криву, чим менша площа фігури, обмеженої цими лініями.

Безпосереднє використання формули (2) для отримання аналітичного виразу для координат точки оптимуму ускладнене, оскільки наявність модулів не дозволяє скористатися апаратом диференціального числення. Але використання інформації про опуклість функції дає можливість спростити міркування.

Для прикладу розглянемо графік функції $f(x)$, яка на заданому кінцевому проміжку $[a, b]$ є опуклою вгору (рис. 11).

Розглянемо кінцеві точки кривої $A(a, f(a))$ та $B(b, f(b))$. Позначимо кутову точку ламаної через C . Вона буде мати координати $C(c, f(c))$. Із викладеного вище випливає, що потрібно так обрати точку оптимуму C , щоб площа S фігури, обмеженою кривою ACB та ламаною ACB була мінімальна.

Зрозуміло, що для фіксованої кривої величина S буде залежати тільки від положення точки C , тобто $S = S(c)$. В силу опуклості кривої ACB матимемо, що ламана лежить під кривою, а, отже S дорівнює різниці площ, обмежених кривою та ламаною.

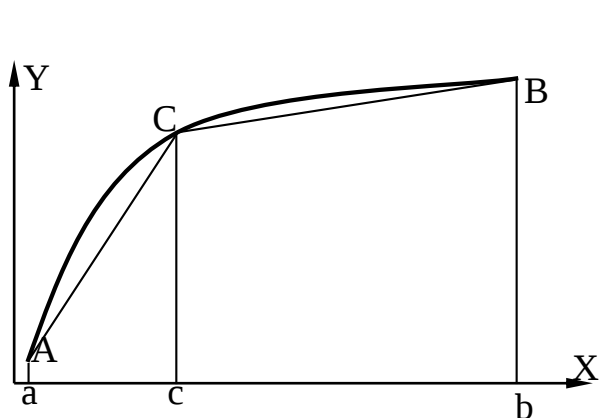


Рис. 10 – Ламана, вписана в криву

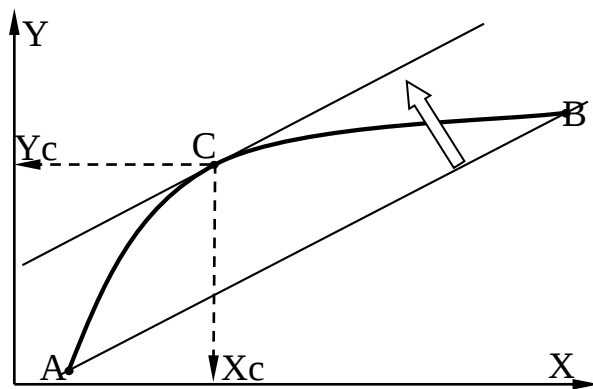


Рис. 11 – Графічний метод пошуку точки оптимуму

Площа обмежена кривою, є постійною величиною. Таким чином S буде тим менше, чим більшою буде площа $P(c)$ під ламаною. Отже умову $S(c) \rightarrow \min$ можна замінити еквівалентною умовою

$$P(c) \rightarrow \max. \quad (3)$$

Вираз для площі $P(c)$ можна записати явно, оскільки розглянута фігура складається з двох трапецій:

$$P(c) = \frac{f(a) + f(c)}{2}(c - a) + \frac{f(c) + f(b)}{2}(b - c). \quad (4)$$

Для знаходження максимуму $P(c)$ розв'яжемо рівняння $P'(c) = 0$. Оскільки

$$2P'(c) = f'(c)(b - a) + f(a) - f(b),$$

то абсциса C точки оптимуму C визначається із умови

$$f'(c) = \frac{f(b) - f(a)}{b - a}. \quad (5)$$

Зауважимо, що для диференційованих функцій точка, визначена умовою (5) обов'язково існує в силу теореми Лагранжа. Майже ті ж самі міркування будуть правильними, якщо будемо розглядати функцію, опуклу вниз. Тільки нам буде потрібно шукати не максимум, а мінімум функції $P(c)$. Умова (5), як необхідна умова екстремуму, буде мати місце і в цьому випадку.

Графічна інтерпретація умови (5) полягає в наступному. Точка C є оптимумом в означеному сенсі тоді і тільки тоді, коли дотична до неї паралельна відрізку AB (рис. 10). Це дає можливість досить просто визначати координати шуканої точки C безпосередньо з графіка функції. Для цього слід взяти лінійку, прикласти її до точок A і B і рухати паралельно уверх до тих пір, поки над нею не залишиться єдина точка дуги ACB (рис. 11).

Цілком зрозуміло, що вираз (5) можна використовувати для аналітичного визначення положення (координат) точки C . В якості прикладу розглянемо функцію

$$y = \frac{\alpha x}{1 - \beta x^2}. \quad (6)$$

На рисунку 12 зображено її графік на відрізку $[a, b] = [0, 0.5]$ при наступних значеннях параметрів: $\alpha = 0.12$, $\beta = -3$. На кінцях відрізку вона приймає наступні значення: $y(a) = y(0) = 0$, $y(b) = y(0.5) = 0.24$.

Оскільки для функції (6) похідна, в загальному вигляді, дорівнює

$$y'(x) = \alpha \frac{1 + \beta x^2}{(1 - \beta x^2)^2},$$

то умова (5) при заданих значеннях параметрів представляє собою рівняння

$$0.12 \frac{1 + 3c^2}{(1 - 3c^2)^2} = \frac{0.24}{0.5}.$$

Ми отримали біквдратне рівняння, яке на розглянутому проміжку $[0, 0.5]$ має єдиний корінь $c = 0.37$. На рис. 12 показано, що отриманий результат узгоджується з встановленою геометричною інтерпретацією, тобто його можна отримати шляхом зсуву прямої, яка з'єднує кінці кривої.

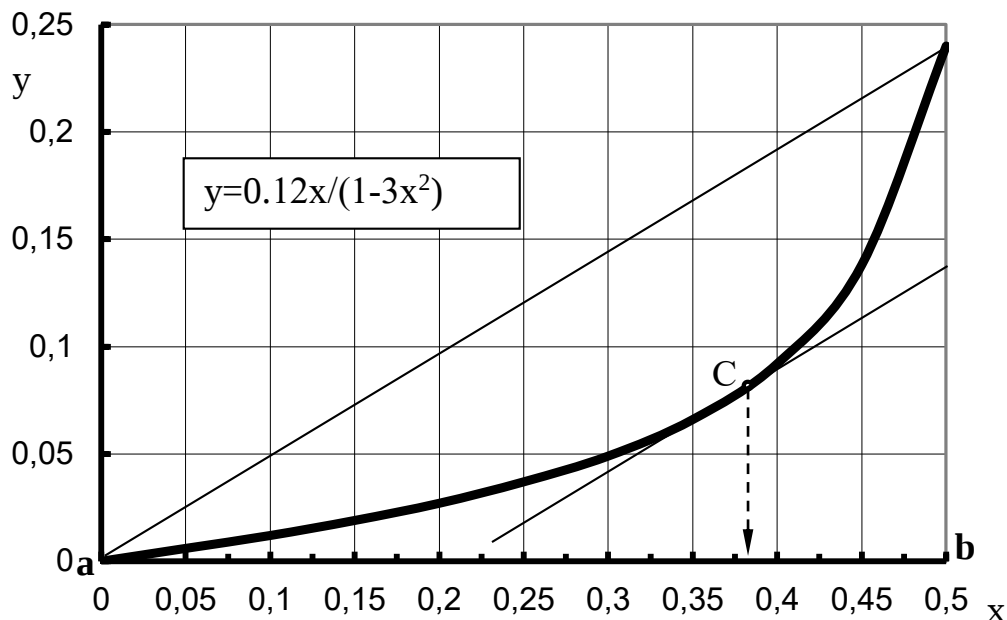


Рис. 12 – Практичне визначення координат т. С

Насамкінець наведемо ще одну геометричну інтерпретацію умови для визначення Х-координати точки оптимуму С. Якщо задану двозонну криву повернути та зсунути (не змінюючи її форми!) так, щоб її кінці мали однакові ординати (наприклад, лежали на осі ОХ), то точка С буде точкою екстремуму (максимуму або мінімуму) функції, графік якої отримано в результаті викладеного вище перетворення.

1.6 Особливості дисперсійного аналізу

При проведенні дисперсійного аналізу одночасно обробляють дані кількох варіантів, які у цілому складають єдиний статистичний комплекс, сформований у вигляді спеціальної робочої таблиці. Досить часто для цього використовують офіс Microsoft Excel, у якому підключають функції дисперсійного аналізу із пакету «Аналіз даних».

Суть дисперсійного аналізу полягає у оцінюванні дії і взаємодії досліджуваних факторів по F-критерію на основі розподілу загальної суми квадратів відхилень і загального числа ступенів вільності на компоненти.

Коли обробляють однофакторні статистичні комплекси, які складаються із кількох незалежних варіантів, то таких компонентів два: 1) варіювання між варіантами (C_v) і 2) варіювання усередині варіанту (C_z). Мінливість ознаки в цілому (C_y) складається при цьому із наступної суми:

$$C_y = C_v + C_z.$$

Загальне число ступенів вільності ($N - 1$) теж розділяється на дві частини:

$$N - 1 = (l - 1) + (N - l),$$

де N – загальна кількість дослідів;
 l – кількість варіантів.

У цьому рівнянні доданок $(l - 1)$ – це число ступенів вільності варіювання між варіантами (C_v), а $(N - l)$ – число ступенів вільності варіювання усередині варіанту (C_z).

Суми квадратів C_v і C_z ділять на відповідні їм ступені вільності. У результаті отримують наступні два середніх квадрати (по суті справи – дисперсії):

$$S_v^2 = C_v / (l - 1);$$

$$S^2 = C_z / (N - l).$$

При обробленні однофакторних статистичних комплексів, варіанти яких зв'язані наявністю, наприклад, рендомізованих n повторень, з'являється компонента варіювання повторень C_p . У зв'язку з цим:

$$C_y = C_v + C_z + C_p;$$

$$N - 1 = (n - 1) + (l - 1) + (n - 1) \cdot (l - 1);$$

$$S_v^2 = C_v / (l - 1);$$

$$S^2 = C_z / [(n - 1) \cdot (l - 1)].$$

Використовуючи дисперсії S_v^2 і S^2 , визначають фактичну значину критерію Фішера – F_ϕ :

$$F_\phi = S_v^2 / S^2.$$

Теоретичну значину цього критерію (F_T) для прийнятого статистичного рівня значущості знаходять із таблиць з урахуванням чисел ступенів вільності дисперсій S_v^2 і S^2 . Якщо $F_\phi < F_T$, то нуль-гіпотеза про рівність середніх значин порівнюваних варіантів не відхиляється. Подальша оцінка закінчується, оскільки усі порівнювані середні значини є оцінками однієї і тієї ж генеральної сукупності.

Коли ж виявиться, що $F_\phi \geq F_T$, то нуль-гіпотеза про рівність порівнюваних середніх відхиляється. У цьому випадку доцільно додатково встановити між якими порівнюваними середніми значинами є суттєва різниця.

Дисперсійний аналіз даних багатофакторного експерименту здійснюють у два етапи. На першому розкладають загальну варіацію результативної ознаки на варіювання варіантів і усередині них. Тобто знову ж таки

$$C_y = C_v + C_z.$$

На другому етапі суму квадратів відхилень для варіантів розкладають на компоненти, які відповідають джерелам варіювання, – головні ефекти досліджуваних факторів і їх взаємодія. Для двофакторного дослідження, наприклад, маємо:

$$C_v = C_A + C_B + C_{AB},$$

де C_A , C_B – дисперсії варіювання факторів А і В;

C_{AB} – дисперсія варіювання парного впливу факторів А і В.

Сучасна теорія планування експерименту і статистичний аналіз базуються на принципах рендомізації. Теорія вимагає, аби усі спостереження були незалежними. Тільки у цьому випадку дисперсійний аналіз дає правильну, незміщену оцінку похибки експерименту.

Дисперсійний аналіз для польових дослідів неможливий без повторень. За мінімальної їх кількості, яка дорівнює два, однофакторні дослідження слід проводити із 4 – 6 повтореннями. Інакше мають місце великі помилки, із-за чого навіть значні ефекти варіантів можуть не отримати необхідного статистичного доказу.

Проведення багатофакторного дисперсійного аналізу без повторень у

принципі можливе. У цьому випадку загальна сума квадратів відхилень знаходиться із наступного виразу:

$$C_y = C_A + C_B + C_{AB+Z}.$$

При цьому важливо запам'ятати наступну закономірність: ефекти взаємодії факторів зі збільшенням їх порядку зменшуються. Тобто

$$\text{ефект } AB > \text{ефект } ABC > \text{ефект } ABCD \dots$$

При цьому, парні взаємодії, які називають взаємодіями першого порядку, зазвичай дають значні, а взаємодії більш високих порядків між трьома і більше факторами, – як правило незначні і статистично невідчутні ефекти. Тому, без урахування парних взаємодій експериментатор втрачає досить цінну інформацію. Не менші втрати інформації мають місце і із-за жертвування взаємодією факторів більш високих порядків.

Ще одна небезпека проведення багатофакторних дослідів без повторень полягає у тому, що випадкова втрата із обліку навіть однієї ділянки лишає дослідника можливості статистично обробити отримані експериментальні дані.

З урахуванням вищевикладеного, багатофакторні експерименти без повторень можуть бути рекомендовані лише для проведення тимчасових, пошукових дослідів.

Вище уже підкреслювалося, що при відхиленні нуль-гіпотези про рівність середніх значин порівнюваних факторів постає питання визначення між якими саме із цих характеристик існує суттєва різниця. На практиці для цього застосовують два методи, досить повно описані у спеціальній літературі. Нагадаємо, що перший із них передбачає проведення оцінки значущості між середніми за значиною найменшої істотної різниці (тобто НІР).

Згідно з другим методом оцінка значущості різниці між вибірковими середніми здійснюється з допомогою величини потроєної похибки середньої величини (по В.Н. Перегудову).

Питання для самоперевірки

1. Яку інформацію про випадковий процес дає кореляційна функція? У яких одиницях вона вимірюється?
2. Чим нормована кореляційна функція відрізняється від ненормованої?
12. На що вказує точка перетину кореляційної функції із віссю абсцис?
3. Як за виглядом кореляційної функції визначити наявність прихованої складової у випадковому процесі?
4. Яку інформацію несе декремент затухання кореляційної функції?
5. Як з допомогою кореляційної функції порівняти частотний склад двох випадкових процесів?
6. Як з допомогою кореляційної функції перевірити випадковий процес на стаціонарність?
7. Яку додаткову інформацію щодо внутрішньої природи випадкового процесу дає спектральна щільність? У яких одиницях вона вимірюється?
8. Назвіть основні характеристики спектральної щільності?
9. Чому спектральна щільність не може бути від'ємною?
10. Яку інформацію досліднику дає взаємна кореляційна функція?

11. На що вказує коефіцієнт детермінації?
 12. У чому полягає суть методики визначення характеру зв'язку між функцією і аргументом: лінійна чи нелінійна?
 13. Що таке індекс детермінації?
 14. Суть методики аналізу кривих за відсутності у них оптимуму.
 15. Для чого у дослідженнях використовується дисперсійний аналіз?
- Розкажіть методику його застосування.

ТЕМА 2

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Прогнозні методи ефективності технічних рішень

2.1.1 Метод короткострокового прогнозування ефективності технічних рішень

Від моменту завершення проектно-конструкторських робіт до початку їх впровадження проходить деякий час, порівнянний з періодом короткострокового прогнозування. Для проведення такого прогнозу підходить метод числових параметрів, в основу якого покладено визначення узагальнених критеріїв:

- технічного рівня (K_1), який характеризує прогнозований об'єкт по відношенню до аналогічних існуючих вітчизняних зразків;
- технічної конкурентоспроможності (K_2), який характеризує прогнозований об'єкт по відношенню до існуючих закордонних зразків.

Дані критерії розраховують із виразів:

$$K_1 = \frac{\sum_{i=1}^s K_n \cdot \varphi(i)}{\sum_{i=1}^s \varphi(i)};$$

$$K_2 = \frac{\sum_{i=1}^s K_m \cdot \varphi(i)}{\sum_{i=1}^s \varphi(i)};$$

У приведеній вище формулі $\varphi(i)$ – функція, яка нормує вагу відносних параметрів K_n і K_m . Загальне їх число визначається експертом і дорівнює s .

Якщо запропоноване нове технічне рішення по відношенню до існуючих супроводжується зростанням порівнюваних числових параметрів, то

$$K_n = P/P_v;$$

$$K_m = P/P_z;$$

де P – розмірний параметр для прогнозованого об'єкта (продуктивність, металоємкість, енергонасиченість, трудоємкість тощо);

P_v – значина аналогічного параметра для кращих серійних зразків вітчизняного виробництва;

P_z – значина аналогічного параметра для кращих закордонних зразків.

У протилежному випадку

$$K_n = P_v/P;$$

$$K_z = P_z/P.$$

Нормувальну функцію $\varphi(i)$ розраховують по формулі:

$$\varphi(i) = i/2^{i-1}, \\ i = \overline{1, s}.$$

Кількість оцінюваних числових параметрів s залежить від точності прогнозування Δp . Для $\Delta p = 5...10\%$ рекомендовано приймати $s = 7$.

Якщо $K_1 > 1$, то прийнято вважати, що прогнозоване технічне рішення вище рівня кращих вітчизняних зразків, а тому перспективне з позиції короткострокового прогнозування.

При $K_1 = 1$ приймається, що об'єкт виконаний на рівні прототипів і не має суттєвих переваг при оцінці перспективи впровадження його у виробництво.

Якщо ж $K_1 < 1$, то прогнозований об'єкт розроблений нижче рівня кращих вітчизняних зразків, а тому практична реалізація його у виробництво небажана (при відсутності, звичайно, яких-небудь особливих тлумачень).

Технічна конкурентоспроможність об'єкту оцінюється аналогічно.

Для конкретного прикладу розглянемо новий вітчизняний трактор серії ХТЗ-160. Технічний рівень цього енергетичного засобу оцінимо по відношенню до серійного трактора Т-150К.

Після оброблення вибраних оцінюваних числових параметрів встановлено (табл. 1), що коефіцієнт технічного рівня ХТЗ-160 (K_1) дорівнює $1,0 \pm 0,47$.

Таблиця 1 – Числові параметри порівнюваних енергетичних засобів

Назва параметру та його розмірність	Значина параметру	
	Т-150К	ХТЗ-160
1. Найбільше статичне навантаження на вісь, кН	47,2	46,2
2. Питомі витрати палива на найбільш енергоємній операції, кг/га	16,0	14,1
3. Енергонасиченість, кВт/т	15,2	14,6
4. Номінальне тягове зусилля, кН	32,1	31,4
5. Відношення колії до номінального тягового зусилля, мм/кН	52,3	66,9
6. Відношення радіусу повороту до поздовжньої бази	0,713	0,755
7. Річне завантаження, год.	1700	1770

Як бачимо, згідно з проведенням аналізом за прийнятими числовими параметрами трактор ХТЗ-160 не має суттєвих переваг перед серійним вітчизняним енергетичним засобом Т-150К. Але, трактор ХТЗ-160, окрім того, що може використовуватись на вирощуванні просапних культур, має низку додаткових функціональних можливостей:

- реверсивний пост керування;
- передній навісний механізм;
- передній і задній вали відбору потужності.

А саме ці широкі функціональні властивості і створюють передумови розроблення на його основі таких агрегатів, які неможливі на базі серійного вітчизняного енергетичного засобу Т-150К.

Враховуючи вищевикладене, можна прогнозувати, що трактор ХТЗ-160 знайде застосування в господарствах України, а тому його виробництво необхідне.

2.1.2 Метод прямокутної піраміди

У тому випадку, коли ефективність техніко-технологічного або якое іншого рішення оцінюється трьома показниками, доцільно застосовувати метод «прямокутної піраміди». При цьому бажано, щоб ці показники були одного векторного спрямування. Тобто, ефективність оцінюваного рішення вища, коли вони або усі зростають, або зменшуються.

Нехай, наприклад, ефективність орного агрегату (E_a) оцінюється питомими витратами пального – P_1 , праці – P_2 і металомісткості – P_3 . Кожен із цих показників у прийнятому відповідному масштабі відкладемо на взаємно перпендикулярних осях системи OXYZ (рис. 1).

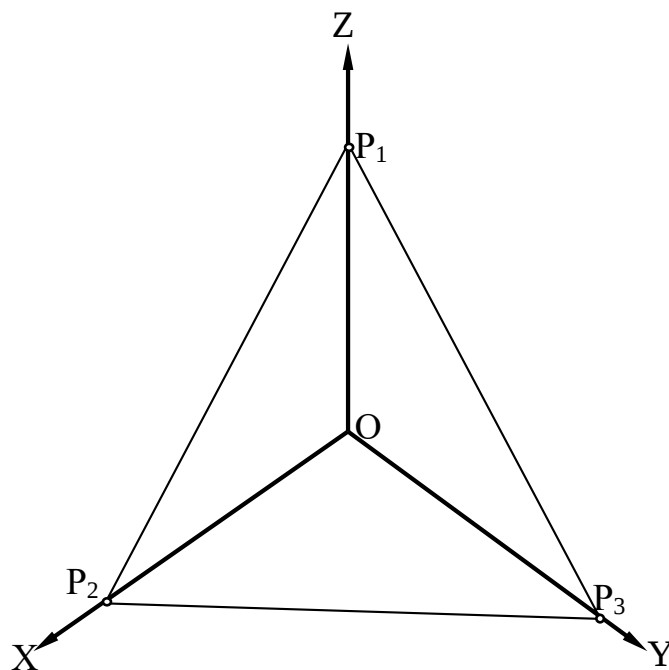


Рис. 1 – Графічна інтерпретація методу «прямокутної піраміди»

В результаті утвориться прямокутна піраміда $OP_1P_2P_3$. Серед кількох варіантів орного МТА із різними показниками P_1 , P_2 і P_3 той буде найбільш ефективним, у якого об'єм прямокутної піраміди $OP_1P_2P_3$ виявиться найменшим.

Для розрахунку об'єму прямокутної піраміди, який асоціюється із оцінюваною ефективністю орного агрегату E_a , застосовують наступну формулу:

$$E_a = \frac{1}{6} \cdot \begin{vmatrix} P_1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & P_2 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & P_3 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}.$$

У розглянутому прикладі ефективність технічного рішення (тобто орного машинно-тракторного агрегату) тим вища, чим менші значини показників P_1 , P_2 і P_3 . Якщо ж підвищення ефекту обумовлюється зростанням останніх, то найкращим буде той варіант технічного рішення, для якого об'єм прямокутної піраміди $OP_1P_2P_3$ виявиться найбільшим.

2.2. Експлуатаційно-технологічна оцінка ефективності використання техніки

На заключному етапі випробувань прийнято здійснювати оцінку експлуатаційних властивостей техніки, які характеризують її здатність виконувати технологічний процес в межах агротехнічного строку з оптимальною продуктивністю і заданою якістю та мінімальними втратами часу робочої зміни.

Основним елементом цього процесу є *хронографія* – тобто реєстрація переліку та тривалості усіх операцій роботи техніки у хронологічному порядку. За відсутності спеціального автохронографічного приладу вказану реєстрацію здійснює спостерігач. На протязі трьох контрольних змін загальною їх тривалістю не менше 18 год він фіксує:

- умови і режим роботи техніки;
- тривалість елементів часу зміни;
- витрати пального та технологічних матеріалів;
- об'єм виконаної роботи.

Отримана при цьому інформація використовується для розрахунку:

- продуктивності роботи техніки;
- питомих витрат пального та технологічних матеріалів;
- питомих витрат праці;
- експлуатаційно-технологічних коефіцієнтів.

Методика проведення експлуатаційно-технологічної оцінки у повному обсязі викладена у додатку Д.

Результати цієї оцінки використовуються при розрахунках економічної ефективності техніки, про що мова йтиме у наступному параграфі. Крім того, їх наявність є прямим доказом технічної здійсненності того чи іншого технічного рішення. Величина коефіцієнта надійності технологічного процесу, а також наробітки у мото-годинах на одну технічну і технологічну відмови, які визначаються на основі аналізу хронографічних даних, відповідним чином репрезентують якість і надійність роботи техніки.

2.3. Методи економічного оцінювання ефективності застосування наукових розробок

Одним із основних показників ефективності використання с.-г. техніки є сукупні витрати (П) на одиницю виконаної роботи. Згідно з ДСТУ 4397:2005 «Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробувань» вони складаються із суми прямих експлуатаційних витрат (Е) та помножених на ставку пільгового кредиту НБУ (C_K) питомих інвестиційних вкладень (K_P):

$$П = Е + C_K \cdot K_P / 100.$$

В свою чергу, прямі експлуатаційні витрати – це сума наступних складових:

$$Е = З + А + Р + Г + М + Ф,$$

де $З$ – заробітна платня обслуговуючого персоналу;

А – витрати на амортизацію;

Р – витрати на ремонти і технічне обслуговування;

Г – витрати на паливно-мастильні матеріали (ПММ);

М – витрати на допоміжні матеріали;

Ф – витрати на монтування, зберігання та страхування техніки.

Методика розрахунку кожної із цих складових повністю викладена у ДСТУ 4397:2005.

При проведенні порівняльного аналізу у навчальних цілях двох або більше машин сукупні витрати для кожної із них можуть бути розраховані із наступного виразу:

$$\Pi = \frac{\sum_{i=1}^n L_i \cdot t_i \cdot r_i}{W_{зм}} + \frac{Б \cdot a}{W_{зм} \cdot T_з} + \frac{Б \cdot (r_т + r_к)}{W_{ек} \cdot T_н} + \sum_{i=1}^k q_i \cdot Ц_i + \frac{\sum_{i=1}^n З_{пi} \cdot r_i + Ц_д + S_з}{W_{ек} \cdot T_з} + \frac{С_к \cdot Б}{100 \cdot W_{ек} \cdot T_з}$$

У цій формулі прийняті наступні позначення:

- L_i – кількість і-ої категорії виробничого персоналу, зайнятого для виконання основного технологічного процесу, технічного обслуговування та ремонтування машини (визначаються за даними випробувань), люд;
- t_i – тривалість зайнятості і-го виробничого персоналу, год;
- r_i – погодинна тарифна ставка оплати праці на і-му виді робіт, грн /люд·год;
- $W_{зм}$, $W_{ек}$ – змінна і експлуатаційна продуктивності роботи МТА, га (т)/год;
- $Б$ – балансова вартість машини, грн;
- a – коефіцієнт відрахувань на амортизацію машини. Визначають за допомогою прямолінійного методу нарахування амортизації, тобто $a = 1 / T$, де T – термін служби машини в роках;
- $T_з$, $T_н$ – зональне і нормативне річне завантаження машини, год;
- $r_т$ – коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт та ТО;
- $r_к$ – коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт;
- q_i – питомі витрати пального (електроенергії), кг (кВт·год)/ га (т);
- $Ц_i$ – ціна одного кілограма пального (однієї кіловат-години електроенергії), грн/кг (грн/ кВт·год);
- $З_{пi}$ – затрати праці і-ої категорії працівників на доскладання та монтування машини, люд.-год;
- $Ц_д$ – вартість матеріалів, які використані на доскладанні та монтуванні машини, грн;
- $S_з$ – річні витрати на зберігання та страхування машини, грн.

Знайшовши сукупні витрати, річний економічний ефект від експлуатації нової машини у розрахунку на річний обсяг її робіт у господарстві (E_p , грн)

визначають за формулою:

$$E_p = (П_б - П_н) + E_{як},$$

де $П_б, П_н$ – сукупні витрати на виконання річного обсягу робіт у господарстві відповідно базовою та новою машиною, грн;
 $E_{як}$ – річний економічний ефект, одержаний за рахунок зміни кількості та якості продукції в результаті експлуатації нової машини, грн.

Як показує практика, у багатьох випадках величину $E_{як}$ визначити дуже складно. Наприклад, установлено, що застосування 12-и рядної просапної сівалки замість серійної 8-и рядної дозволяє зменшити тривалість сівби тієї чи іншої просапної культури. В кінцевому рахунку, як відомо, це позитивно відбивається на її урожайності.

Водночас, конкретне оцінювання річного економічного ефекту, одержаного від зміни кількості продукції (у даному випадку – урожайності с.-г. культури) є досить проблематичним. У зв'язку з цим річний економічний ефект від впровадження нової сівалки оцінюють без урахування величини $E_{як}$, не виправдано зменшуючи при цьому рівень ефективності нового технічного рішення.

Другим важливим показником ефективності використання тієї чи іншої машини є питомі витрати праці ($З_п$). Для їх визначення використовують формулу:

$$З_п = \frac{\sum_{i=1}^n Л_i}{W_{ек}}.$$

Із цього виразу бачимо, що для зменшення питомих витрат праці слід збільшувати продуктивність роботи розроблюваної техніки.

Питання для самоперевірки

1. У чому полягає суть коефіцієнтів технічного рівня і технічної конкурентоспроможності нової техніки?
2. Яку роль відіграє нормувальна функція у методі короткострокового прогнозування ефективності технічного рішення?
3. Розкажіть методику оцінки ефективності техніко-технологічного рішення з допомогою методу «прямокутної піраміди».
4. Для чого призначена експлуатаційно-технологічна оцінка техніки?
5. Що таке хронографія технологічного процесу? Як вона проводиться?
6. Які параметри фіксуються спостерігачем у процесі експлуатаційно-технологічної оцінки техніки?
7. Назвіть основні оціночні параметри експлуатаційно-технологічної оцінки випробовуваної техніки.
8. Що таке сукупні витрати. Назвіть їх структуру.
9. Які складові сукупних витрат обумовлюють їх зменшення, а які – небажане збільшення?

10. Як розрахувати річний економічний ефект і питомі витрати праці від застосування нового технічного рішення (машини, комбайну, МТА тощо).

ТЕМА 3

АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Наукова стаття

Результати тієї чи іншої наукової діяльності дослідника тільки тоді мають практичну цінність і значущість, коли вони доведені до відому членів суспільства. Однією із найпоширеніших форм такої діяльності є наукові публікації, які виконують наступні функції:

- оприлюднюють результати наукової роботи автора і сприяють встановленню його пріоритету;
- свідчать про відповідний особистий внесок дослідника в розробку наукової проблеми;
- підтверджують достовірність основних результатів і висновків, новизни і наукового рівня досліджень;
- підтверджують факт апробації та впровадження результатів і висновків наукової роботи;
- відбивають основний зміст наукової роботи;
- фіксують завершення певного етапу дослідження або роботи в цілому;
- забезпечують первинною науковою інформацією суспільство, сповіщають наукове співтовариство про появу нового наукового знання, передають індивідуальний результат у загальне надбання тощо.

Одним із різновидів публікації є *наукова стаття* (додаток Е). Вона відображає проміжні або кінцеві результати наукового дослідження, висвітлює конкретне окреме питання за темою наукової роботи, фіксує науковий пріоритет автора, робить її матеріал надбанням науковців і практиків.

Рукопис статті, як правило, має починатися із зазначення індексу універсального десятикового класифікатора (УДК). Він широко використовується у всьому світі для систематизації різноманітної друкованої продукції із занесенням її у відповідні картотеки. Тому, якщо автор наукової публікації має бажання, аби його твір був затребуваний (цитований, передрукований тощо), до питання коректного визначення індексу УДК слід відноситися досить відповідально. Усю необхідну інформацію щодо цього питання можна отримати на сайті **www.teacode.com**.

Жанр наукової статті вимагає дотримання певних правил. *Назва статті* повинна стисло відбивати її головну ідею, думку і має бути якомога коротшою.

Іншим важливим кроком при оформленні наукової статті є формулювання *анотації*. Загальний її обсяг має становити 120...200 слів. Згідно із вимогами багатьох закордонних видань бажано, щоб текст анотації мав свої рубрики.

Кожна стаття починається із *вступу*, у якому висвітлюється постановка наукової проблеми, її актуальність, зв'язок з найважливішими завданнями державного та регіонального рівнів, значення для розвитку певної галузі науки або практичної діяльності.

Багато, щоб у вступній частині автор привів короткий аналіз результатів наукових досліджень попередників, які розглядали подібну проблему. Особливу

увагу слід звернути на ті невирішені ними питання, які складають основу власних наукових напрацювань.

Після висвітлення суті проблеми автор у стислій формі формулює *мету статті*. Її зміст повинен розкривати головну ідею даної публікації, яка доповнює або поглиблює вже відомі підходи. При цьому бажано звернути увагу на уведення до наукового обігу нових рекомендацій, закономірностей або уточнення відомих раніше, але недостатньо вивчених. Читач зможе краще оцінити докази, які будуть викладені автором у науковій статті, якщо він знатиме на досягнення якої мети вони направлені.

Дуже важливою частиною наукового твору є виклад *методики* досліджень. Причому, як експериментальних, так і теоретичних. Достатня повнота матеріалу цієї рубрики дозволяє читачеві оцінити науково-методичний рівень наукового пошуку і достовірність його результатів. Більше того, повнота інформації методичного характеру дає можливість іншим дослідникам порівнювати їх результати із тими, які викладені у науковій статті.

У більшості видань вони подаються під рубрикою «*Результати і обговорення*». Водночас, багато науковців-початківців основну увагу приділяють лише висвітленню результатів досліджень. При цьому поза їх увагою проходить той факт, що читача найбільше цікавить саме аналіз (тобто обговорення) отриманих даних. Тим більше, коли встановлюються такі нові закономірності, природа яких не є тривіальною і для повного її розуміння потребує від автора ґрунтового, змістовного пояснення.

Квінтесенцією наукової статті є *висновки*, у яких формулюються основні умовиводи автора, зміст пропозицій і рекомендацій, їх значення для теорії і практики, суспільна значущість. У цій рубриці можуть коротко окреслюватися перспективи подальшої наукової роботи у напрямку вирішення розглядуваної проблеми.

Бажано чітко уявляти потенційного читача статті, у зв'язку з чим писати слід спеціального для нього у манері не занадто технічній, але і не абсолютно тривіальній. Краще вживати ординарні слова і прості конструкції. Писати бажано відносно короткими реченнями з урахуванням досить розповсюдженого правила: «Одне-два речення на одну ідею».

Етика наукового спілкування вимагає, аби автор при використанні математичних формул здійснював обов'язкове розшифровування усіх їх складових. У по-деяких випадках – з обов'язковим зазначенням розмірностей. Нумерацію здійснюють лише тих формул, на які є відповідні посилання у тексті статті.

Особливу увагу слід приділяти тому факту, що представлення того чи іншого математичного виразу, результатів дослідження, рекомендацій, цитат тощо без посилання на літературне джерело автоматично декларує пріоритет на них автора наукового твору. Навіть несвідоме запозичення чужих результатів фактично є науковим плагіатом, якого жоден науковець допускати не має права.

Завершує наукову статтю список використаних джерел (література). Більшість вітчизняних видавництв відслідковують наявність у ньому сучасних наукових робіт. Редакції закордонних журналів, збірників наукових праць тощо

особливу увагу звертають на ступінь обізнаності автора статті із результатами досліджень іноземних науковців.

Цілком зрозуміло, що таке питання не може бути проблемним за наявності у науковця відповідної постійно поновлюваної бази даних літературних джерел, про що мова йшла у параграфі 2.2.

Практично кожне наукове видавництво встановлює певний обсяг публікації наукової статті. Найчастіше він обмежується кількістю друкованих сторінок формату А4. Водночас, певні труднощі у авторів виникають при визначенні обсягу праць у таких одиницях обчислення, до яких належать авторський і умовний друкований аркуші.

Авторський аркуш – одиниця обліку друкованого твору, що береться для обрахунку праці авторів, перекладачів, редакторів тощо. Він дорівнює:

- 40 000 друкованих знаків звичайного (прозового) тексту (букв, цифр, розділових знаків тощо);
- приблизно 24 сторінкам машинописного тексту формату А4 з міжстроковим інтервалом 1,5;
- приблизно 16 сторінкам машинописного формату А4 з міжстроковим інтервалом 1,0;
- 3 000 см² ілюстрованого чи рекламного матеріалу.

У основі *умовного друкованого аркушу* (умов. др. арк.) лежить аркуш, отриманий на папері розміром 60х90 см (5400 см²). Якщо авторський аркуш друкується па папері саме такого розміру, то він автоматично дорівнює 1 умов. друк. арк. Наприклад, автореферат дисертації обсягом 20 сторінок з міжстроковим інтервалом 1,0 і шрифтом кеглем 14 віддруковано на папері форматом 60х90/16. У цьому випадку обсяг вказаного документу становитиме $20 \text{ с.} / 16 \text{ с.} = 1,25$ умовних друкованих аркушів

Якби вказаний автореферат був віддрукований на 24 с. з міжстроковим інтервалом 1,5 (кегель шрифту – той же), то його обсяг становив би $20 / 24 = 0,83$ умов. друк. арк.

3.2. Структура наукового реферату і наукових тез

Дослідник часто стикається з необхідністю написання *реферату* – короткого викладу змісту одного або декількох документів з певної тематики.

Обсяг реферату визначається специфікою теми і змістом документів, кількістю відомостей, їх науковою цінністю або практичним значенням. Його обсяг коливається від 500...2500 знаків до 20...24 сторінок.

Є кілька видів рефератів. Науковці найчастіше мають справу з інформативними і розширеними або зведеними рефератами.

Інформативний реферат (додаток К) найповніше розкриває зміст документа, містить основні фактичні та теоретичні відомості. В такому рефераті як правило зазначають:

- мету роботи, об'єкт і предмет дослідження;
- основні результати роботи;

- дані щодо методів і умов дослідження;
- пропозиції автора щодо застосування результатів дослідження;
- основні характеристики нових технологічних процесів, технічних виробів, нова інформація про відомі явища, предмети та ін.

Інформаційний реферат найчастіше розміщують у таких первинних документах, як книги, журнали, збірники наукових праць, звіти про науково-дослідну роботу та ін.

Розширений, або зведений реферат містить відомості про певну кількість опублікованих і неопублікованих документів з однієї теми, викладені у вигляді зв'язного тексту. Приблизною структурою такого реферату є:

ВСТУП.

РОЗДІЛ I Аналіз стану проблеми.

РОЗДІЛ II Перспективи розв'язку проблеми в сучасних умовах.

ВИСНОВКИ.

ЛІТЕРАТУРА.

ДОДАТКИ.

У вступі обґрунтовуються актуальність теми, її особливості, значущість з огляду на соціальні потреби суспільства та розвиток конкретної галузі науки або практичної діяльності.

У розділі I наводяться основні теоретичні і експериментальні дослідження з теми, зазначається, хто з науковців минулого вивчав дану проблему, які ідеї висловлював. Визначаються сутність (основний зміст) проблеми, основні чинники (фактори, обставини), що зумовлюють розвиток явища або процесу, який вивчається. Наводиться перелік основних змістових аспектів проблеми, які розглядалися вченими. Визначаються недостатньо досліджені питання, з'ясовуються причини їх слабкої розробленості.

У розділі II дається поглиблений аналіз сучасного стану процесу або явища, тлумачення основних поглядів і позицій щодо проблеми. Особлива увага приділяється виявленню нових ідей та гіпотез, експериментальним даним, новим методикам, оригінальним підходам до вивчення проблеми. У цьому розділі подається аналіз практичних питань, висловлюються власні думки щодо перспектив розвитку проблеми.

У висновках подаються узагальнені умовиводи, ідеї, думки, оцінки, пропозиції науковця.

До списку літератури включають публікації переважно останніх 5...10 років. Особливу цінність мають роботи останнього року.

У додатках наводяться формули, таблиці, схеми, якщо вони суттєво полегшують розуміння роботи.

Обсяг розширеного реферату – 20...25 сторінок.

Тезами називають послідовно сформульовані дослідником (або групою дослідників) основні ідеї, думки та положення наукової доповіді, повідомлення, статті або іншої наукової праці (додаток Л).

Рекомендований обсяг тез наукової доповіді – 1...3 сторінки формату А4 машинописного тексту через 1,0 – 1,5 інтервали.

Схематично структура тез наукової доповіді може мати такий вигляд:

- теза (її суть);
- обґрунтування;
- доказ;
- аргумент;
- результат;
- перспективи.

Посилання на джерела, цитати в тезах доповіді використовуються рідко. Допускається опускати цифровий, фактичний матеріал. Проте іноді саме його наявність дозволяє значно краще розкрити суть того проблемного питання, яке розглядається у тезах.

Формулювання кожної тези починається з нового рядка. Кожна теза містить самостійну думку, що висловлюється в одному або кількох реченнях. Виклад суті ідеї чи положення може здійснюватися без наведення конкретних прикладів.

3.3. Доповідь на науковій конференції

Найбільш поширеною формою усного оприлюднення наукових результатів є *доповідь* – виступ науковця, у якому викладаються певні питання, даються висновки, пропозиції.

Структура тексту доповіді практично аналогічна плану наукової статті. Але є і свої особливості.

По-перше, доповідач, як правило, обмежений у часі. Зазвичай він не перевищує 30 хвилин. У зв'язку з цим науковець повинен так побудувати свій виступ, щоб за тривалістю він не виходив за межі регламенту. Більше того, краще викласти матеріал так оперативно, щоб залишилося кілька хвилин на непередбачені запитання з боку аудиторії.

Для кращої побудови доповідь доцільно викласти її зміст на папері. При цьому слід мати на увазі, що за 10 хвилин людина може у середньому прочитати матеріал, надрукований на чотирьох – п'яти сторінках машинописного тексту (через два інтервали).

По-друге, під час доповіді бажано використовувати мультимедійний супровід. Краще, коли він створений у загальновідомому і популярному програмному середовищі PowerPoint.

При розробленні електронної версії доповіді слід уникати використання таблиць із великою кількістю даних. В цьому випадку слайд із-за малого шрифту тексту практично не сприймається візуально. Рисунки чи схеми повинні бути змістовними, але не перенасичені дрібними деталями.

По-третє, практично кожен слайд доповіді повинен ґрунтовно коментуватися доповідачем. Просте демонстрування отриманих результатів наукових досліджень без їх інтерпретування – ознака невідповідності науковця.

Якість коментування слайдів доповіді залежить від умінь доповідача чітко і професійно правильно будувати свої речення. Говорити слід голосно і не поспішаючи. Одним із варіантів практичного відпрацювання цього питання є прослуховування науковцем своєї доповіді, записаної на диктофон.

Завершуватися доповідь має конкретними і лаконічно сформульованими

висновками.

3.4. Структура звіту про результати наукових досліджень

Звіти про науково-дослідну роботу оформляються згідно ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки» (додаток М).

Звіт умовно поділяють на:

- вступну частину;
- основну частину;
- додатки.

Вступна частина включає:

- титульний аркуш;
- список авторів;
- реферат;
- зміст;
- перелік умовних позначень (за потреби);
- вступ.

Особливу увагу слід приділяти списку авторів. По великому рахунку цей аркуш носить юридично-правовий підтекст, оскільки він встановлює права кожного із виконавців на відповідний результат роботи. Саме тому за кожним із авторів треба **обов'язково** зазначити виконаний ним об'єм роботи. Обмежуватися одним лише списком виконавців, що останнім часом досить часто має місце на практиці, – не можна.

Не менш важливим документом є реферат звіту. Він має бути стислим, водночас із цим – інформативним і містити відомості, які дозволяють прийняти рішення про доцільність читання всього звіту. Бажано, щоб реферат уміщався на одні сторінці формату А4. Приклад написання інформативного реферату приведено у додатку F.

Основна частина звіту повинна починатися з викладення програмних питань досліджень. Причому, формулюватися вони повинні у вигляді задач дослідження, а не носити форму пунктів календарного плану роботи. Наприклад: «Дослідити вплив швидкості руху орного агрегату на глибину оранки» – це питання програми досліджень. А вираз «Виготовлення макетного зразка фронтального плуга» – це виключно пункт календарного плану і до програмних питань досліджень його віднести не можна.

Далі може викладатися мета, об'єкт і процес дослідження. Тут же бажано привести опис тих фізичних об'єктів, які використовуються у дослідженнях.

Особливо відповідально слід відноситися до викладання методики дослідження. Остання приводиться окремо для кожного пункту програми досліджень і інформує читача про використовувані прилади і обладнання, вимірні параметри, методику здійснення того чи іншого виміру, методику оброблення даних і їх відображення у звіті.

Закінчується основна частина звіту висновками, які ні в якому разі не повинні носити анотаційну форму.

За наявності і потреби в кінці звіту розміщують додатки, вимоги до оформлення яких викладено в ДСТУ 3008-95.

3.5. Структура звіту про патентні дослідження

З 1 січня 1998 р. в Україні набув чинності державний стандарт ДСТУ 3575-97 «Патентні дослідження. Основні положення та порядок проведення», який установлює основні вимоги до проведення й форми звіту про патентний пошук.

Проведення таких досліджень здійснюється на основі отриманого завдання, регламенту і довідки про пошук (додаток Н).

Основна задача, на вирішення якої направлений патентний пошук – визначення об'єкта господарської діяльності (ОГД). Ним можуть бути технічні рішення, способи тощо.

У цілому звіт включає 2 розділи (додаток Н). Перший із них направлений на визначення патентоспроможності ОГД. В ньому викладається патентна інформація, відібрана для подальшого аналізу.

Другий розділ присвячується аналізу документів-аналогів щодо можливості промислового застосування ОГД.

Завершується звіт висновками і пропозиціями, які враховуються при визначенні подальших напрямків проведення наукових досліджень.

Питання для самоперевірки

1. Розкажіть, які функції виконують наукові публікації?
2. З якою метою у статті проставляється індекс УДК? Для чого він потрібен і як його визначити?
3. Наявність яких рубрик бажана у науковій статті?
4. З якою метою у науковій статті подається анотація та ключові слова?
5. Розкрийте приблизну структуру інформативного реферату, для чого він потрібен і коли вживається?
6. Як має бути побудована доповідь на науковій конференції?
7. Якою має бути структура звіту про наукові дослідження?
8. Для чого проводиться патентний пошук?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Основна

Бхаттачарджи А., Ситник Н. Методологія та організація наукових досліджень: дослідження в соціально-економічних науках : навчальний посібник. 2-ге вид., перероб. і доп. Київ : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2022. 173 с.

Вакуленко В. Л., Боярчук С. В. Ключові аспекти академічної доброчесності: запобігання плагіату. *Гуманітарні студії: педагогіка, психологія, філософія*. 2022. Вип. 13 (4). С. 26-34. DOI: [https://doi.org/10.31548/hspedagog13\(4\).2022.26-34](https://doi.org/10.31548/hspedagog13(4).2022.26-34)

Данильян О. Г., Дзьобань О. П. Методологія наукових досліджень : підручник. 2-ге вид., переробл. і доповн. Харків: Право, 2023. 488 с.

Костін Ю. Д., Полозова Т. В., Шейко І. А., Костін Д. Ю. Теорія і методологія наукових досліджень : навчальний посібник. Харків : ХНУРЕ, 2021. 152 с.

Методологія наукових досліджень : навчальний посібник / за ред. В. П. Горина. Тернопіль : ФОП Осадця Ю. В., 2023. 170 с.

Методологічне та інструментальне забезпечення наукових досліджень: навчальний посібник / В. Г. Бодров та ін. Ірпінь : Університет ДФС України, 2020. 323 с.

Носачова Ю., Іваненко О., Радовенчик Я. Основи наукових досліджень. Київ : Кондор, 2020. 132 с

Самсонов В., Сільвестров А., Тачиніна О. Методологія наукових досліджень та приклади її використання: навчальний посібник. Київ : НУХТ, 2022. 385 с.

Тверезовська Н. Т., Сидоренко В. К. Методологія педагогічного дослідження : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури. 2020. 440 с.

Додаткова

Бабайлов В. К. Методологія наукових досліджень : навч. посіб. Харків : Бровін О. В., 2019. 148 с.

Дубницький В. І., Науменко Н. Ю., Федулова С. О. Методологія наукових досліджень в інформаційній економіці : навч. посіб. / за ред. Дубинського В. І. Дніпро : ДВНЗ УДХТУ, 2019. 443 с.

Клименко М. О., Фещенко В. П., Вознюк Н. М. Основи та методологія наукових досліджень : навч. посіб. Київ : Аграрна освіта, 2018. 351 с.

Стрелкова Г. Г., Федосенко М. М., Замулько А. І., Іщенко О. С. Основи наукових досліджень : навчальний посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 120 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstreams/d1ae877a-3fc0-4875-8846-7c193b8dd727/download>.

Швець С. В., Швець У. С. Основи системного аналізу : навчальний посібник. Суми : Сумський державний університет, 2017. 126 с.

Навчальне видання

МЕТОДОЛОГІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Частина 2.: Конспект лекцій

Укладачі: **Садовий** Олексій Степанович
Суковіцина Ірина Миколаївна

Формат 60×84 1/16. Ум. друк. арк. 4,5,.
Тираж 20 прим. Зам. № ____.

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.