

УДК 330. 658.7:633.1:631.145

Колодійчук В. А.

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри міжнародної економіки, туризму
та менеджменту зовнішньоекономічної діяльності
Львівського національного аграрного університету

СТАТИСТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ У ПАТ «ДЕРЖАВНА ПРОДОВОЛЬЧО-ЗЕРНОВА КОРПОРАЦІЯ УКРАЇНИ»

STATISTICAL RESEARCH OF THE DEPENDENCE OF INDICATORS OF THE LOGISTIC SYSTEM EFFICIENCY IN PUBLIC COMPANY «STATE FOOD-GRAIN CORPORATION OF UKRAINE»

АНОТАЦІЯ

У статті розглянуто підходи, та визначено етапи статистичного дослідження залежностей показників ефективності логістичних систем у зернопродуктовому підкомплексі АПК на прикладі Публічного акціонерного товариства «Державна продовольчо-зернова корпорація України». На підставі результатів аналізу статистичного дослідження залежностей визначених показників ефективності логістичних систем запропоновано моделі регресії, які можуть бути використані для прогнозування невідомих значень показників ефективності логістичних систем у зернопродуктовому підкомплексі АПК України загалом та корпорації зокрема.

Ключові слова: ефективність, логістична система, статистичне дослідження, кореляційно-регресійний аналіз, корпорація.

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены подходы, и определены этапы статистического исследования зависимостей показателей эффективности логистических систем в зернопродуктовом подкомплексе АПК на примере Открытого акционерного общества «Государственная продовольственно-зерновая корпорация Украины». На основании результатов анализа статистического исследования зависимостей определенных показателей эффективности логистических систем предложены модели регрессии, которые могут быть использованы для прогнозирования неизвестных значений показателей эффективности логистических систем в зернопродуктовом подкомплексе АПК Украины в целом и корпорации в частности.

Ключевые слова: эффективность, логистическая система, статистическое исследование, корреляционно-регрессионный анализ, корпорация.

ANNOTATION

In the article the approaches and the stages of statistical research dependencies indicators of logistics systems in grain productive subcomplex of AIC on the example of JSC "State Food and Grain Corporation of Ukraine" are defined. On the ground of the results of statistical research of dependencies of determined indices of logistics systems efficiency, the regression models are proposed. These models can be used for prognostication of the unknown values of the logistics systems efficiency indices in the grain productive subcomplex of Ukrainian AIC in general and of corporation in particular.

Keywords: efficiency, logistics system, statistical research, correlative-regression analysis, corporation.

Постановка проблеми. Під час аналізу впливу внутрішньосистемних факторів на підвищення ефективності логістичних систем у зернопродуктовому підкомплексі АПК України доцільно застосовувати сучасні математичні методи статистичного опрацювання даних,

які передбачають необхідний математичний апарат і відповідне програмне забезпечення для персональних комп'ютерів. Цей інструментарій може забезпечувати комп'ютерну підтримку вирішення ключової проблеми будь-якого дослідження: на основі часткових результатів статистичного спостереження за подіями або показниками, що аналізуються, виявити й описати існуючі між ними взаємозв'язки [1]. Саме проблема статистичного дослідження залежностей є однією з основних під час аналізу залежностей ключових показників ефективності логістичних систем, які функціонують у зернопродуктовому підкомплексі АПК України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використанню математичного апарату в дослідженні економічних процесів присвятили свої праці вітчизняні вчені В.Б. Артеменко, В.М. Геєць, В.Н. Кухарев, І.Г. Лук'яненко, Е.Е. Слуцький, Ю.А. Толбатов, а також закордонні вчені: С.А. Айвазян, В.П. Боровіков, В.С. Мхитарян та ін. Однак ці дослідження стосуються переважно фундаментальних положень використання економіко-статистичних методів, і невирішеними залишаються прикладні аспекти досліджень у галузевому розрізі.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Для прийняття критеріальних рішень щодо підвищення ефективності функціонування логістичних систем у зернопродуктовому підкомплексі АПК необхідно використовувати математичні методи статистичного опрацювання даних. Знаючи ступінь зміни узагальнюючого показника за зміни відповідного факторного, можна визначити розмір впливу останнього на господарський результат. Аналогічний підхід справедливий і для підрахунку резервів підвищення ефективності.

Мета статті. Обчисливши оцінки невідомих параметрів рівнянь регресії, необхідно виділити найбільш значущі пояснювальні змінні, які впливають на показники ефективності функціонування логістичної системи у ПАТ «ДПЗКУ». У свою чергу, це дасть змогу забезпечити про-

ведення перспективного аналізу щодо ефективності логістичних систем у зернопродуктовому підкомплексі АПК України загалом та ПАТ «ДПЗКУ» зокрема.

Виклад основного матеріалу. Перед тим як перейти до формулювання загальної і конкретних задач статистичного дослідження залежностей ключових показників ефективності логістичної системи, домовимося описувати функціонування конкретного об'єкта дослідження набором змінних (рис. 1), серед яких:

$x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(p)}$ – вхідні змінні, які описують умови функціонування логістичної системи об'єкта дослідження, враховуючи, що частина з них, як правило, піддається регулюванню або частковому управлінню; в економіко-математичних моделях їх називають факторами-аргументами, екзогенними, предикторами, незалежними, пояснювальними;

$y^{(1)}, y^{(2)}, \dots, y^{(m)}$ – вихідні змінні, які характеризують ефективність функціонування логістичної системи об'єкта дослідження; у відповідних економіко-математичних моделях їх називають ендогенними, залежними, результуючими, або пояснювальними;

$\varepsilon^{(1)}, \varepsilon^{(2)}, \dots, \varepsilon^{(m)}$ – латентні випадкові залишкові компоненти, які відображають вплив неврахованих «на вході» факторів, а також випадкові похибки під час вимірювання залежних, результуючих змінних; в економіко-математичних моделях їх називають, як правило, залишками.

Загальна задача статистичного дослідження залежностей показників ефективності логістичної системи у зернопродуктовому підкомплексі АПК України може бути сформульована так:

за результатами n вимірів змінних $\{x_i^{(1)}, x_i^{(2)}, \dots, x_i^{(p)}; y_i^{(1)}, y_i^{(2)}, \dots, y_i^{(m)}\}$, $i = 1, 2, \dots, n$ (1) на конкретних об'єктах дослідження побудувати таку векторозначну функцію

$$f(x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(p)}) = \begin{pmatrix} f^{(1)}(x^{(1)}, \dots, x^{(p)}) \\ f^{(2)}(x^{(1)}, \dots, x^{(p)}) \\ \dots \\ f^{(m)}(x^{(1)}, \dots, x^{(p)}) \end{pmatrix}, \quad (2)$$

яка б могла якнайкраще відновлювати значення результуючих (прогнозованих) змінних $Y = (y^{(1)}, y^{(2)}, \dots, y^{(m)})$ за відповідними значеннями пояснювальних (незалежних) змінних $X = (x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(p)})$.¹

Зазначимо, що функції $f(x)$, які описують у наведеній загальній постановці задачі поведінку умовних середніх величин $y_{cp}(X)$ конкретного прогнозованого показника ефективності, називають функціями регресії. Їх модельний запис має такий вигляд:

$$y = f(x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(p)}; \theta) + \varepsilon, \quad (3)$$

¹ Тут штрих при векторах означає операцію їх транспонування. Це означає, що Y та X – відповідно, m - і p -мірні вектор-стовбці.

де ε – залишкова компонента, що обумовлює можливу похибку у визначенні конкретного показника ефективності логістичної системи y за відомими значеннями факторів $x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(p)}$;

$f(X; \theta)$ – функція з деякого відомого параметричного сімейства $F = \{f(X; \theta)\}$, для якої, однак, числові значення параметрів (констант, що входять в її рівняння) невідомі.

Основне завдання полягає у підборі (оцінці) векторного параметра θ й аналізу точності одержаної розрахункової формули $\hat{Y}(X) = f(X; \theta)$, враховуючи оцінку прогнозних інтервалів. Тому в розробці регресійних моделей (4.3) з метою забезпечення розрахунку прогнозних показників досліджують лише значення функції $f(X)$, але не її структуру, яка визначає насамперед співвідношення питомої ваги впливу пояснювальних змінних $x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(p)}$ на кожний із результуючих показників $y^{(k)}$ ($k = 1, 2, \dots, m$) [2].

Інший напрям статистичного дослідження залежностей показників ефективності логістичних систем полягає в експертній оцінці їх ефективності у зернопродуктовому підкомплексі АПК загалом. У цьому разі сутність задачі формулюється так.

Відштовхуючись в аналізі від набору результуючих показників $y^{(1)}, y^{(2)}, \dots, y^{(m)}$, кожний з яких підлягає безпосередньому вимірюванню і характеризує якусь одну часткову сторону поняття «ефективність», потрібно за рахунок внутрішнього оцінювання питомої ваги їх впливу на загальне, інтегроване поняття ефективності вийти на деякий скалярний агрегований показник ефективності y^0 . Цей показник – латентний, оскільки він принципово не підлягає безпосередньому вимірюванню. Однак він із деякою точністю може відновлюватися за значеннями часткових показників ефективності $y^{(1)}, y^{(2)}, \dots, y^{(m)}$. Це означає, що між латентним агрегованим показником y^0 і набором часткових критеріїв ефективності $y^{(1)}, y^{(2)}, \dots, y^{(m)}$ існує статистичний зв'язок за типом (3).

Основна особливість й складність реалізації сформульованої задачі полягає в тому, що у разі збору вихідної статистичної інформації за видом (1) значення результуючого показника y^0 можна одержати тільки за допомогою спеціально організованого експертного опитування. Під час експертного опитування значення



Рис. 1. Загальна схема залежностей змінних ефективності логістичних систем під час їх статистичного дослідження

Власна розробка

часткових критеріїв ефективності $y^{(1)}, y^{(2)}, \dots, y^{(m)}$, як правило, підлягають безпосередньому вимірюванню. Форма експертної інформації про значення y^o може бути різноманітною: бальні оцінки, упорядкування, парні порівняння тощо [2]. Проте лише маючи поряд зі статистичною інформацією про $Y = (y^{(1)}, y^{(2)}, \dots, y^{(m)})$ одну із форм відповідної експертної інформації про y^o , можна статистично побудувати деяку апроксимацію $\hat{y}_{cp}(Y) = f(Y; \theta)$ для агрегованого критерію ефективності логістичної системи. Потім функцію регресії $f(Y; \theta)$ можна використовувати як формалізований метод оцінки інтегрального поняття ефективності (тобто вже без залучення експертів, а лише за частковими критеріями $(y^{(1)}, y^{(2)}, \dots, y^{(m)})$). Така модифікована форма використання апарату статистичного дослідження залежностей запропонована у [3], розвинута у [4] і має назву експертно-статистичного методу побудови невідомої цільової функції.

Відома наукова література щодо розв'язку типових задач практики з використанням апарату статистичного дослідження залежностей [5–11]. Її аналіз дає змогу стверджувати, що весь процес статистичного дослідження залежностей між показниками ефективності логістичних систем можна розкласти на такі ітеративно взаємозв'язані основні етапи:

- 1) постановчий;
- 2) інформаційний;
- 3) кореляційний аналіз;
- 4) визначення загального виду функції регресії (класу функцій), у рамках якого досліджуватиметься взаємозв'язок між змінними;
- 5) аналіз мультиколінеарності пояснювальних (незалежних) змінних і відбір з-поміж них найбільш інформативних;
- 6) обчислення оцінок невідомих параметрів, які входять до рівняння регресії, яке досліджується;
- 7) аналіз точності побудованих рівнянь статистичного зв'язку між досліджуваними змінними.

Слід зазначити, що:

- по-перше, частину дослідження, яка об'єднує етапи 4–7, прийнято називати регресійним аналізом;
- по-друге, базові етапи кореляційно-регресійного аналізу мають потужну комп'ютерну підтримку засобами діючих статистичних пакетів прикладних програм, тому можуть бути майже повністю автоматизовані [5; 12–14];
- по-третє, етапи 5–7 в умовах використання належного програмного забезпечення реалізуються, по суті, паралельно.

Отож, розглянемо підходи до статистичного дослідження залежностей показників ефективності логістичних систем у зернопродуктовому підком-плексі АПК на прикладі такого об'єкта, як публічне акціонерне товариство «Державна продовольчо-зернова корпорація України» – ПАТ «ДПЗКУ».

Розпочнімо з етапу 1 – постановчого.

Насамперед визначмо, що під час аналізу ефективності логістичних систем у зернопродуктовому підкомплексі АПК об'єкти дослідження позначатимемо через O_i ($i = 1, 2, \dots, n$). У нашому випадку це буде ПАТ «ДПЗКУ», один з об'єктів дослідження O_j , що входять до складу логістичної системи зернопродуктового підкомплексу АПК України:

ПАТ «ДПЗКУ» (РАТ)².

Нашому об'єкту дослідження O_1 поставимо у відповідність набір «вхідних» (пояснюючих) і «вихідних» (результуючих) змінних за типом (1) (табл. 1).

Виходячи з аналізованої логістичної системи об'єкта дослідження та визначеного набору змінних, які характеризують діяльність ПАТ «ДПЗКУ», кінцеві прикладні цілі нашого дослідження передбачають:

- 1) спробувати виділити найбільш значущі вхідні (пояснювальні) змінні, що суттєво впливають на ключові показники ефективності логістичних систем у зернопродуктовому

Таблиця 1

Набір змінних для аналізу ефективності логістичної системи

Аналізовані змінні	Назва змінної	Умовне позначення змінної
$x^{(1)}$	середньомісячна вартість основних фондів, тис. грн	$X1_VOF$
$x^{(2)}$	кількість працюючих, осіб	$X2_CHP$
$x^{(3)}$	фонд оплати праці, тис. грн	$X3_FOP$
$x^{(4)}$	матеріальні затрати, тис. грн	$X4_MAZ$
$x^{(5)}$	фондоозброєність, тис. грн/особу	$X5_FOZ$
$y^{(1)}$	логістичний зерновий еквівалент (річна кількість зерна, яка пройшла логістичними ланцюгами у досліджуваній корпорації), тис. т	$Y1_LZE$
$y^{(2)}$	розрахункова потужність логістичної системи, тис. т/міс.	$Y2_PLS$
$y^{(3)}$	фондомісткість продукції, тис. грн./т	$Y3_FMP$
$y^{(4)}$	продуктивність праці, т/особу	$Y4_PRP$
$y^{(5)}$	коефіцієнт використання логістичної потужності	$Y5_KLP$

Джерело: власна розробка

² Тут і далі в круглих дужках вказано ім'я об'єкта дослідження або змінної, яке використовуватиметься для створення масивів даних та їх комп'ютерного опрацювання.

підкомплексі АПК України на прикладі ПАТ «ДПЗКУ»;

2) розробити методику побудови регресійних моделей прогнозування невідомих значень або середніх значень певних показників ефективності логістичних систем у зернопродуктовому підкомплексі АПК, обґрунтувати вибір адекватних моделей прогнозування цих показників ефективності для одного з об'єктів дослідження (ПАТ «ДПЗКУ») за значеннями показників, які характеризують ефективність використання основних фондів, трудових і матеріальних ресурсів.

Другий етап дослідження полягав у зборі необхідної статистичної інформації виду (1) на місячних відрізках часу починаючи зі січня 2011 р. до грудня 2014 р. У результаті цієї роботи для такого об'єкта дослідження, як ПАТ «ДПЗКУ», було визначено конкретний вектор «вхідних» і «вихідних» показників, які характеризують його діяльність:

$$O_i \leftrightarrow (x_i^{(1)}, x_i^{(2)}, \dots, x_i^{(5)}; y_i^{(1)}, y_i^{(2)}, \dots, y_i^{(5)}), \quad i = 1; \quad t = 1, 2, \dots, 48.$$

Отже, обсяг вибірки складає 48 спостережень.

Зауважимо, що лінійні залежності виду (3) найпростіші для економетричних досліджень. У багатьох випадках до лінійного виду (3) можна привести і нелінійні залежності за допомогою логарифмування. Такий підхід до перетворення даних під час регресійного аналізу сприяє уникненню проблем, пов'язаних із відсутністю нормального розподілу для аналі-

зованих змінних, що загрожує спотворенням результатів регресії.

Наше завдання – мінімізувати вплив таких даних, бажано не виключаючи їх. Для цього найпоширенішим варіантом дії є логарифмування змінних. У дослідженні застосовано десяткові логарифми, і в результаті такого перетворення рівним відстаням на логарифмічній шкалі на вихідній шкалі відповідають рівні відсоткові збільшення, а не рівні збільшення значень.

Етапи кореляційно-регресійного аналізу (3–7) реалізовані на персональному комп'ютері за допомогою інтегрованої системи статистичного аналізу й опрацювання даних STATISTICA.

Аналіз результатів дослідження дає змогу дійти таких висновків.

1. Між досліджуваними змінними ефективності логістичної системи існує достатньо сильний зв'язок. Структура цих зв'язків та їхня щільність характеризується на підставі парних коефіцієнтів кореляції.

2. Графічний аналіз парних кореляційних полів (візуалізація даних) за допомогою матричної діаграми розсіювання (рис. 2) дає змогу, по-перше, визначити клас лінійних функцій регресії ($f(x) = \theta_0 + \theta_1 x^{(1)} + \dots + \theta_p x^{(p)}$) для дослідження взаємозв'язків аналізованих змінних, по-друге, ідентифікувати і вилучити з масиву статистичних даних аномальні точки спостереження (так звані викиди).

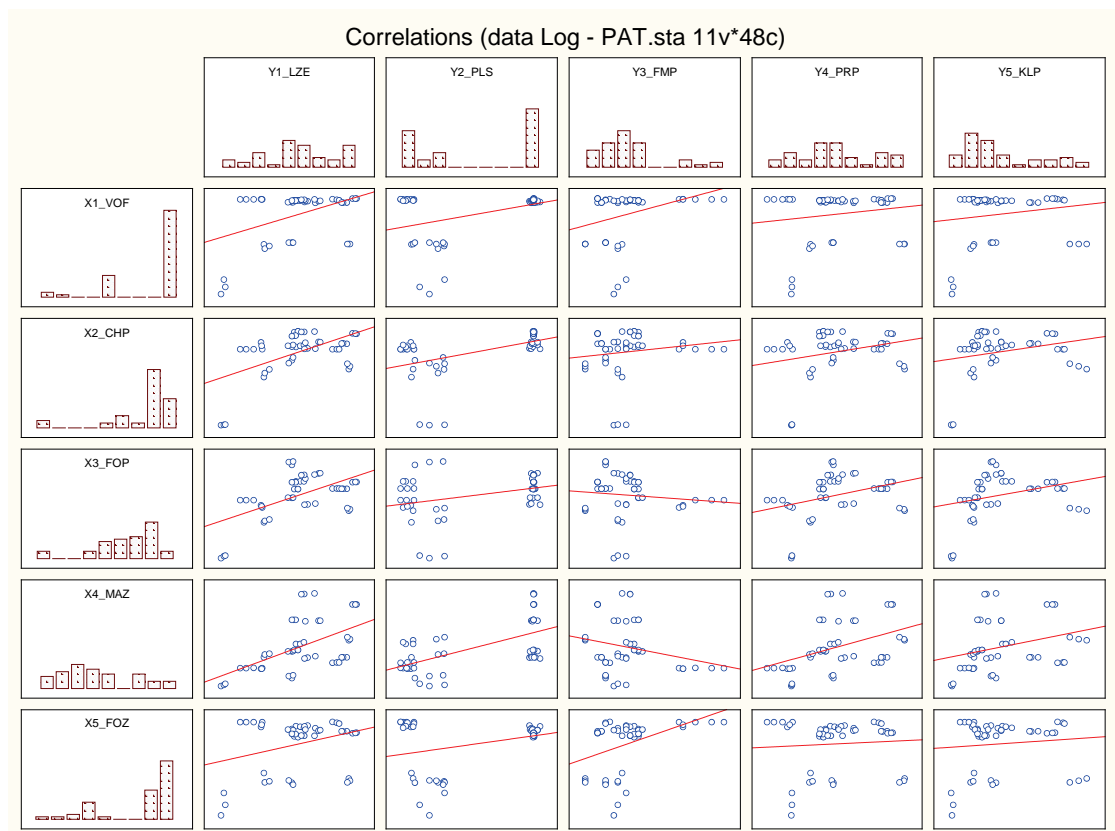


Рис. 2. Матрична діаграма розсіювання

Власна розробка

3. Наявність мультиколінеарності між пояснювальними змінними передбачає відбір найбільш інформативних із-поміж них за допомогою одного з покрокових регресійних методів, наприклад, *Forward stepwise* (покроковий метод включення).

4. Обчислення оцінок невідомих параметрів рівнянь регресії дає змогу виділити найбільш значущі пояснювальні змінні, які впливають на показники ефективності логістичних систем у зернопродуктовому підкомплексі АПК України та представити наступні моделі регресії:

$$Y1_LZE = -1,055 + 0,631 \times X3_FOP + 0,222 \times X4_MAZ;$$

$$Y2_PLS = 1,363 + 0,097 \times X4_MAZ + 0,373 \times X2_CHP - 0,11 \times X3_FOP;$$

$$Y3_FMP = 0,17 + 0,443 \times X5_FOZ - 0,066 \times X4_MAZ - 0,154 \times X3_FOP;$$

$$Y4_PRP = 0,066 - 0,182 \times X4_MAZ + 0,403 \times X3_FOP - 0,335 \times X5_FOZ;$$

$$Y5_KLP = -1,646 + 1,851 \times Y1_LZE - 0,252 \times X4_MAZ - 0,574 \times X5_FOZ.$$

5. Аналіз ступеня адекватності одержаних рівнянь регресії на основі значень коефіцієнтів детермінації (R^2), F -критерію і рівня його значущості p , а також дослідження залишків регресійних моделей з графічною візуалізацією діаграми розсіювання залишків дають підстави стверджувати, що лінійні регресійні моделі достатньо адекватно описують взаємозв'язки між змінними.

6. Для статистичного дослідження залежностей показників ефективності логістичних систем у зернопродуктовому підкомплексі АПК була спроба побудувати нелінійні регресійні моделі типу Кобба-Дугласа. У результаті дослідження взаємозв'язків між деякими показниками ефективності логістичної системи ПАТ «ДПЗКУ» з урахуванням нелінійних залежностей були побудовані такі моделі регресії за типом Кобба-Дугласа:

$$Y2_PLS = 1,095 \times X1_VOF^{-0,294} \times X2_CHP^{1,088};$$

$$Y4_PRP = 0,889 \times X4_MAZ^{0,582} \times X5_FOZ^{-0,168}.$$

Аналіз результатів цих нелінійних моделей та їх нормальних імовірнісних графіків залишків дає змогу дійти висновку про те, що ступінь їх адекватності значно поступається моделям лінійної регресії.

Висновки. Обчислені оцінки невідомих параметрів рівнянь регресії дали змогу виділити найбільш значущі пояснювальні змінні, які впливають на показники ефективності функціонування логістичної системи у ПАТ «ДПЗКУ». Лінійні функції регресії свідчать, що на запропонований нами логістичний зерновий еквівалент найбільшою мірою впливають фонд оплати праці та матеріальні затрати. Потужність логістичної системи визначається матеріальними затратами, кількістю працюючих і фондом оплати їх праці, а фондомісткість продукції – матеріальними затратами, фондом оплати праці та її фондоозброєністю. На продуктивність праці найбільшою мірою також впливають її фондоозброєність, фонд оплати праці, а також матеріальні затрати. Коефіцієнт використання логістичної потужності залежить від логістичного зернового еквівалента, матеріальних затрат і фондоозброєності праці.

На підставі результатів аналізу статистичного дослідження залежностей визначених показників ефективності логістичних систем можна стверджувати, що запропоновані нами моделі регресії можуть бути використані для прогнозування (відновлення шляхом антилогарифмування: переведення результату зворотною логарифмуванням функцією – експонентою) невідомих значень або середніх значень конкретних показників ефективності логістичної системи ПАТ «ДПЗКУ». У свою чергу, це дасть змогу забезпечити проведення перспективного аналізу щодо ефективності логістичних систем у зернопродуктовому підкомплексі АПК України загалом та ПАТ «ДПЗКУ» зокрема.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Прикладная статистика: Исследование зависимостей: справ. изд. / Под ред. С.А. Айвазяна. – М.: Финансы и статистика, 1985. – 487 с.
2. Айвазян С.А. Прикладная статистика и основы эконометрики: [учебник для вузов] / С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 1022 с.
3. Айвазян С.А. Об опыте применения экспертно-статистического метода построения неизвестной целевой функции / С.А. Айвазян. – М.: Наука, 1974. – С. 56–86.
4. Киселев Н.И. Экспертно-статистический метод определения функции предпочтения по результатам парных сравнений / Н.И. Киселев // Алгоритмическое и программное обеспечение прикладного статистического анализа. – М., 1980. – С.111–123.
5. Артеменко В.Б. Моделирование і прогнозування економічних рядів динаміки: [навч. посіб. (+CD)] / В.Б. Артеменко. – Львів: Вид-во Львів. комерц. акад., 2003. – 228 с.
6. Болч Б. Многомерные статистические методы для экономики / Б. Болч, Дж. К. Хуань; пер. с англ. – М.: Статистика. – 1979. – 317 с.
7. Драйпер Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Драйпер, Г. Смит; пер. с англ. – М.: Статистика. – 1973. – 392 с.
8. Малярець Л.М., Азаренков Г.Ф. Особенности параметров линейных регрессионных моделей в реальных экономических задачах / Л.М. Малярець, Г.Ф. Азаренков // Ліберманівські читання: економічна спадщина та сучасні проблеми; за заг. ред. д. е. н., проф. В.С. Пономаренка, М.О. Кизима, к. е. н., доц. О.Г. Зими – Харків: ФОП Лібурка на Л. М.; ВД «ІНЖЕК», 2009. – 296 с.
9. Геєць В.М., Клебанова Т.С., Черняк О.І. та ін. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування: [підручник] / [В.М. Геєць, Т.С. Клебанова, О.І. Черняк та ін.]. – Харків: ВД «ІНЖЕК», 2005. – 396 с.
10. Френкель А.А. Математические методы анализа динамики и прогнозирования производительности труда / А.А. Френкель. – М.: Экономика, 1972. – 190 с.
11. Янч Е. Прогнозирование научно-технического прогресса / Е. Янч; пер. с англ. – М.: Прогресс. – 1970. – 568 с.
12. Афифи А. Статистический анализ: Подход с использованием ЭВМ / А. Афифи, С. Эйзен; пер. с англ. – М.: Мир. – 1982. – 488 с.
13. Боровиков В.П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов / В.П. Боровиков; 2-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.
14. Боровиков В.П. STATISTICA – Статистический анализ и обработка данных в среде Windows / В.П. Боровиков, И.П. Боровиков. – М.: Филінь, 1997. – 608 с.