НА ДОПОМОГУ СТУДЕНТУ УДФСУ

100

Т.М. Паянок, В.М. Краєвський,
Н.В. Параниця, С.В. Богдан

ЕКОНОМЕТРИКА: ПРИКЛАДНИЙ АСПЕКТ



ЕКОНОМЕТРИКА: ПРИКЛАДНИЙ АСПЕКТ

СЕРІЯ «НА ДОПОМОГУ СТУДЕНТУ УДФСУ»

Серію «На допомогу студенту УДФСУ» засновано 2016 року.

Редакційна колегія:
Пашко П. В., д.е.н. (голова)
Шевчук О. А., д.е.н. (заступник голови)
Топчій В. В., д.ю.н.
Краєвський В. М., д.е.н.
Кужелєв М. О., д.е.н.
Шевчук С. В., д.е.н.
Суліма Є. М., д.філос.н., член-кореспондент НАПНУ
Горбовий А. Ю., д.т.н.
Чмелюк В. В., к.ю.н.
Малинський І. Й., к.н.фіз.вих.
Шевчук В. А., к.ю.н.

У СЕРІЇ «НА ДОПОМОГУ СТУДЕНТУ УДФСУ» ВИЙШЛИ ДРУКОМ:

2016

«Методичні основи спеціальної фізичної та технічної підготовки студентів за розділом «Легка атлетика»
«Самостійна робота студента як одна з форм впливу на функціональну, фізичну та психологічну підготовленість»
«Організація роботи командира механізованого взводу»
«5.45-мм автомати Калашникова (АК-74, АКС-74, АК-74Н, АКС-74Н) та 5.45-мм ручні кулемети Калашникова (РПК-74, РПКС-74, РПК-74Н, РПКС-74Н)»
«Гранатомет підствольний ГП-25»
«Ручні гранати»
«Кулемети Калашникова – 7.62, ПК, УЖМ, ПКТ»
«Ручний протитанковий гранатомет РПГ-7»
«9-мм пістолет Макарова (ПМ)»

2017

«Вища та прикладна математика»
«Цивільний захист»
«Програмування мовою JAVA : практикум»
«Інформаційні системи і технології в юридичній практиці»
«Дослідження операцій : практикум»
«Чисельні методи»
«English for Students of Finance»
«Основи військової розвідки»

2018

«CASE-технології. Міждисциплінарне інформаційне моделювання»
«Економічна інформатика: практикум»
«Економічна теорія (політекономія, мікроекономіка, макроекономіка). Політекономія»
«Економічна теорія (політекономія, мікроекономіка, макроекономіка). Мікроекономіка»
«Економічна теорія (політекономія, мікроекономіка, макроекономіка). Макроекономіка»
«Охорона праці»
«Економіка і організація діяльності об'єднань підприємств»
«Основи християнської культури»
«Економіка підприємства»
«Фізика»
«Трудове право України»

2019

«Основи тактичної медицини»

«Аудит»

«Збірник задач. Вища та прикладна математика»

«Міжнародні розрахунки та валютні операції»

«Підготовка озброєння механізованого взводу до бойового застосування»

«Контролінг в управлінні підприємством»

«Актуальні питання судової експертизи (у питаннях і відповідях)»

«Інноваційний менеджмент»

«Організація навчальних занять з фізичного виховання за методом колового тренування»

«Теорія судових доказів (у таблицях і схемах)»

«Статистика»

«Фінансовий менеджмент проектів і програм»

«Ручний протитанковий гранатомет РПГ-7 (РПГ-7Д)»

«Організація роботи командира механізованого відділення»

«Психологія управління»

«Deutsch und Wirtschaft»

«Основи тактичної підготовки працівників правоохоронних органів»

«Основи кінології»

«Моделювання систем»

«UML. Уніфікована мова моделювання інформаційних систем»

«Історія держави і права України»

«Економічна теорія»

2020

«Менеджмент»

«Бізнес-аналітика та моделювання»

«Безпека життєдіяльності»

«Статистичний аналіз даних»

«Хімія»

«Мікробіологія»

«Медичне право»

«Бухгалтерський облік в управлінні підприємством»

«Загальна психологія»

«Хортинг у закладах вищої освіти»

«Теорія і методика викладання оздоровчого фітнесу»

«Організація охорони державної таємниці в Україні»

«Цивільне право України (особлива частина) »

«Цивільний процес України»

«Оздоровчий туризм»

«English Grammar for Philology Students»

«Фітнес-технології фізичного виховання у закладах вищої освіти»

«Конкурентна розвідка»

«Теорія та методика бойового хортингу»

«Логіка»

«Інституціональна економіка»

«Економетрика: прикладний аспект»

УНІВЕРСИТЕТ ДЕРЖАВНОЇ ФІСКАЛЬНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ

СЕРІЯ «НА ДОПОМОГУ СТУДЕНТУ УДФСУ»
Заснована 2016 року

Т.М. Паянок, В.М. Краєвський,
Н.В. Параниця, С.В. Богдан

ЕКОНОМЕТРИКА: прикладний аспект

Навчальний посібник

Ірпінь
2020

УДК 519.862
ББК 65в631
Е 45

Рекомендовано до друку Вченою радою
Університету державної фіскальної служби України
(протокол № 13 від 20 грудня 2019 р.)

Рецензенти:

Савчук В. К., д.е.н, професор, професор кафедри статистики та економічного аналізу Національного університету біоресурсів та природокористування України;

Охріменко І. В., д.е.н, професор, проректор з навчальної та наукової роботи Київського кооперативного інституту бізнесу і права;

Лісовий А. В., д.е.н, професор, професор кафедри економічної кібернетики Університету державної фіскальної служби України.

Автори:

Паянок Тетяна Миколаївна, к.е.н., доцент, завідувач кафедри;
Краєвський Володимир Миколайович, д.е.н., доцент, професор кафедри;
Параниця Надія Володимирівна, к.е.н., доцент, доцент кафедри;
Богдан Святослав Володимирович, асистент кафедри.

Е 45 **Економетрика: прикладний аспект**: навчальний посібник / Т. М. Паянок, В. М. Краєвський, Н.В. Параниця, С.В. Богдан. – Ірпінь : Університет ДФС України, 2020. – 208 с. – (Серія «На допомогу студенту УДФСУ»; т. 78).
ISBN 978-966-337-601-1

У навчальному посібнику детально подано практичний матеріал, який дозволяє оволодіти основними поняттями та принципами сучасних методів економетричного аналізу, а саме розкриті методи регресійного аналізу і аналізу часових рядів, що є засобами дослідження соціально-економічних показників у різних сферах.

Видання буде цікавим як для студентів закладів вищої освіти, так і практиків, які займаються аналітичною роботою.

УДК 519.862
ББК 65в631

© Паянок Т.М., Краєвський В.М.,
Параниця Н.В., Богдан С.В., 2020
© Університет державної фіскальної
служби України, 2020

ISBN 978-966-337-601-1

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА 5

ТЕМА 1. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ЕКОНОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ЕКОНОМІЦІ 6
1.1. Сутність економетрики та її методи 6
1.2. Види економетричних моделей 8
1.3. Специфікація моделі 8
1.4. Класифікація змінних величин в економетричних моделях 9
Перелік питань для самоконтролю 10

ТЕМА 2. АНАЛІЗ МОДЕЛІ МНОЖИННОЇ РЕГРЕСІЇ 11
2.1. Сутність та види регресійного аналізу 11
2.2. Етапи регресійного аналізу 12
Перелік питань для самоконтролю 35
Лабораторна робота 1 36
Лабораторна робота 2 38
Економічна інтерпретація множинної регресії 39

ТЕМА 3. НЕЛІНІЙНА РЕГРЕСІЯ 66
3.1. Модель квадратичної регресії (поліноміальна) 66
3.2. Мультиплікативна модель (степенева регресія) 69
Перелік питань для самоконтролю 76
Лабораторна робота 3 77
Економічна інтерпретація нелінійної множинної регресії 79

ТЕМА 4. ФІКТИВНІ ЗМІННІ У ПРИКЛАДНІЙ ЕКОНОМЕТРИЦІ 84
4.1. Дослідження якісних показників в економетриці 84
4.2. Види фіктивних змінних 85
Перелік питань для самоконтролю 90
Лабораторна робота 4 91
Економічна інтерпретація регресійних моделей із фіктивними змінними 92

ТЕМА 5. АНАЛІЗ РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ З ГЕТЕРОСКЕДАСТИЧНОЮ ВИПАДКОВОЮ СКЛАДОВОЮ 106
5.1. Оцінювання на гетероскедастичність парної регресії методом Гольдфельда-Квандта 106
5.2. Застосування тесту рангової кореляції Спірмана для оцінки множинної регресії 107
5.3. Тест Уайта для множинної регресії на гетероскедастичність 108
5.4. Усунення гетероскедастичності в лінійній регресії 111
Перелік питань для самоконтролю 112
Лабораторна робота 5 113
Тести 115

ТЕМА 6. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЕКОНОМІЧНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ 121
6.1. Сутність та загальна характеристика економічного прогнозування 121
6.2. Тенденція розвитку соціально-економічних показників 122
6.3. Екстраполяція та інтерполяція тенденції (прогнозування на основі трендових моделей) 124
6.4. Вплив інфляції на ряди динаміки 130
6.5. Методи уникнення випадкових флуктуацій 131
Перелік питань для самоконтролю 142
Лабораторна робота 6 143
Лабораторна робота 7 144
Економічна інтерпретація прогнозування часових рядів 146

ТЕМА 7. ПРИКЛАДНИЙ АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ 164
7.1. Декомпозиція часового ряду 164
7.2. Моделі з лаговими змінними 171
Перелік питань для самоконтролю 178
Лабораторна робота 8 179
Економічна інтерпретація моделі із сезонністю 180
Тести 182
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 186
ГЛОСАРІЙ 188
ДОДАТКИ 192

ПЕРЕДМОВА

Основним інструментом дослідження, а за певних умов й прогнозування економічних явищ і об'єктів, є економіко-математичні методи. Володіння цим інструментарієм стає обов'язковою умовою для успішного молодого дослідника. Проведення якісного економетричного аналізу на мікро- і макрорівнях дає змогу приймати адекватні та ефективні рішення в управлінні як державою, так і фінансово-господарською діяльністю суб'єктів господарювання. Це потребує глибоких знань і вмінь практичного використання принципів та інструментарію економіки, статистики та можливостей прикладних програм.

Вивчення статистичних даних дозволяє встановити статистичні закономірності, які властиві масовим випадковим явищам. Навчальний посібник містить необхідні відомості для оволодіння основними поняттями та принципами сучасних методів економетричного аналізу, повністю розкриває методи та засоби дослідження соціально-економічних показників у різних сферах за допомогою MS Excel.

Написаний простою мовою на доступному рівні детально знайомить читачів з проведенням економетричного аналізу даних. Має прикладний аспект, бо усі приклади розглянуті за конкретними соціально-економічними показниками, які використовуються на макро- та макрорівнях. Буде цікавим як для студентів вищих навчальних закладів, так і практиків, які займаються аналітичною роботою.

Авторський колектив

ТЕМА 1
ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ЕКОНОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ЕКОНОМІЦІ

1.1. Сутність економетрики та її методи

Сутність економетрики полягає у синтезі трьох складових: економіки, економічної статистики і математики, а саме: теорії ймовірності та математичної статистики. Її походження і головне призначення – це модельний опис існуючих кількісних взаємозв'язків і взаємозалежностей між аналізованими показниками економічних процесів, що застосовуються у практичній діяльності.

Економетрика – наука, яка вивчає кількісні та якісні економічні взаємозв'язки з використанням математичних і статистичних методів та моделей.

Застосування економетричних моделей:

1) моделі національної економіки: агреговані, неагреговані, високодеталізовані;

2) секторні моделі: поведінка споживача, фірми та галузі міжнародної торгівлі.

Економетричні методи

1. Регресійний аналіз

Основу багатовимірного статистичного аналізу становлять методи регресійного аналізу, які вимірюють односторонню стохастичну залежність однієї випадкової змінної від другої чи декількох інших випадкових змінних.

Наприклад: при визначенні залежності обсягу податкових надходжень *(y)* від ставки податку *(x)* йдеться про визначення одностороннього зв'язку, тобто про регресію.

Мета регресійного аналізу:

1) визначення ступеня детермінованості варіації залежної змінної від незалежних змінних;

2) прогнозування значення залежної змінної за допомогою незалежних;

3) визначення внеску окремих незалежних змінних у варіацію залежної.

2. Аналіз часових рядів

Аналіз часових рядів – сукупність математико-статистичних методів аналізу, призначених для виявлення структури часових рядів з метою отримання достовірного прогнозу. Виявлення структури часового ряду необхідно для того, щоб побудувати математичну модель того явища, яке є джерелом аналізованого часового ряду.

Мета аналізу часових рядів:

1) визначення природи ряду;

2) прогнозування (пророкування майбутніх значень часового ряду за теперішніми і минулими значеннями).

Методи аналізу часових рядів:

- *Спектральний аналіз* дозволяє знаходити періодичні складові часового ряду.
- *Моделі авторегресії і ковзного середнього* – моделі, орієнтовані на опис процесів, що виявляють однорідні коливання, порушувані випадковими впливами. Дозволяють передбачати майбутні значення ряду.
- *Сезонна модель Бокса-Дженкінса* застосовується, коли часовий ряд містить чітко виражений лінійний тренд і сезонні складові. Дозволяє передбачати майбутні значення ряду. Модель була запропонована у зв'язку з аналізом авіаперевезень.
- *Прогноз експоненціально зваженим ковзаючим середнім* – найпростіша модель прогнозування часового ряду. Застосовується в багатьох випадках. Зокрема, охоплює модель ціноутворення на основі випадкових блукань.

1.2. Види економетричних моделей

Усі економетричні моделі можна поділити на:

1) за пояснювальною змінною – на казуальні та не казуальні;

2) за часовою ознакою – на статичні та динамічні;

3) за формою побудови – на моделі, які складаються з одного рівняння, та на моделі, які складаються із системи одночасних рівнянь (симулятивні моделі).

Казуальні моделі (статичні) – це моделі, які досліджують причиново-наслідкові залежності між змінними за просторовими даними.

Неказуальні (динамічні) – це моделі, які досліджують залежність показника від зміни часу.

1.3. Специфікація моделі

Специфікація включає в себе 2 етапи:

1) відбір факторів;

2) вибір виду рівняння регресії (лінійна, нелінійна функція).

Дослідження економіки та суспільства показало, що за певних умов одні явища (x) спричиняють інші (y). Тому вивчення, вимірювання та кількісна оцінка зв'язків між соціально-економічними явищами важлива (причиново-наслідковий характер).

Усі взаємозв'язки розподіляються на:

– функціональні (детерміновані);

– стохастичні (ймовірностні або кореляційні – у якому умовні розподіли y замінюють середнім значенням ознаки $\bar{y}$, тобто між ознаками відсутня повна відповідність, а спостерігається лише відоме співвідношення (кореляція).

Функціональний зв'язок – значенню факторної ознаки (x) відповідає одне строго визначене (детерміноване) значення результативної ознаки (y). Значення результативної ознаки на 100 % відповідає факторній.

Стохастичний зв'язок – одному значенню факторної ознаки (x) може відповідати декілька значень результативної ознаки (y). Ці зв'язки неповні (існують невраховані фактори).

Види взаємозв'язків:

– *за напрямом впливу*: прямі й обернені;

– *за щільністю:* слабкі і сильні, дані беруться по модулю (±):

- відсутній (0–0,3);
- слабкий (0,3–0,5);
- середній (0,5–0,7);
- сильний (0,7–1).

1.4. Класифікація змінних величин в економетричних моделях

1. ***Ендогенні змінні*** (результативна ознака *y*) – ознака, яка характеризує наслідок дії фактора або факторів, залежна змінна.

2. ***Екзогенні змінні*** (факторна ознака *x*) – причини та умови, які необхідні для виникнення певного наслідку, екзогенні зміни визначають ендогенні, але самі не знаходяться під їх впливом.

Відтак, між ендогенними та екзогенними змінними існують тільки односторонні стохастичні причинові відносини.

Наприклад: ендогенна змінна: середній бал успішності студента за результатами сесії (*y*), екзогенні: кількість пропущених занять (x_1), кількість кишенькових грошей на місяць, що дають батьки на поточні витрати (x_2).

3. ***Наперед визначені змінні (лагові).*** Під лаговою розуміємо змінну, значення якої відстає на один або декілька періодів. Якщо $x_{t,k}$ – значення звичайної змінної x_k, зафіксовані в певний момент часу t, то $x_{t-1,k}$ – її лагові значення, зміщені на один період.

4. ***Спільнозалежні змінні*** – це звичайні ендогенні змінні, які пояснюються економетричною моделлю в момент часу t. Між ними існують багатосторонні зв'язки і визначаються не одним рівнянням, а одночасними рівняннями моделі.

Наприклад: грошовий обіг y_1 і оборотність грошей y_2, між ними існують односторонні співвідношення.

5. ***Збурення або латентні змінні*** – це економічні величини, які не входять у рівняння економетричних моделей, але впливають

на спільнозалежні змінні. Вони формуються завдяки випадковим впливам, помилкам і припущенням. Збурення є стохастичними змінними, їх значення знаходять як залишки за окремими рівняннями після оцінки невідомих параметрів моделі.

6. ***Фіктивні змінні*** – це категорійні змінні, які мають якісні характеристики, ці змінні бінарного типу, тобто кожна змінна може приймати всього два значення: одиницю і нуль.

Наприклад: ендогенна змінна: середній бал успішності студента за результатами сесії (y), екзогенні: місце проживання студента дома з батьками – 1 чи ні – 0 (x_1), форма навчання: бюджетна – 1 чи контрактна – 0 (x_2), працює – 0 чи не працює – 1.

Перелік питань для самоконтролю

1. Для чого проводять економетричний аналіз.
2. Назвіть методи економетрії.
3. Поясніть відмінність між функціональним і стохастичним зв'язком.
4. Назвіть змінні величини економетричних моделей.
5. Поясніть, у чому полягає специфікація економетричної моделі.
6. Назвіть види взаємозв'язків.
7. Для чого проводять регресійний аналіз.
8. Поясніть відмінність між регресійним аналізом і аналізом часових рядів.
9. Поясніть випадки застосування фіктивних змінних в економетричних моделях.
10. Де застосовують економетричні методи, які процеси оцінюють.

ТЕМА 2
АНАЛІЗ МОДЕЛІ МНОЖИННОЇ РЕГРЕСІЇ

2.1. Сутність та види регресійного аналізу

Регресія – це вимірювання одностороннього стохастичного зв'язку між факторною і результативною ознаками.

Класифікація видів регресії:

1. За числом змінних:

– проста (парна);

– множинна (багатофакторна).

2. Відносно форми залежності моделі поділяють на:

1) лінійну регресію (зміна *x* призводить до відносно рівномірної зміни *y*):

$$Y = \alpha + \beta x + \varepsilon,$$

де величина y складається з двох складових:
невипадкові складові $\alpha + \beta x$, де $x = \{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$, а α і β – параметри рівняння, що знаходять методом найменших квадратів:

$$\beta = \frac{n \cdot \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{n \cdot \sum x^2 - \left(\sum x\right)^2},$$

$$a = \bar{y} - b \cdot \bar{x};$$

випадкова складова (збурення, помилки) $\varepsilon = \{\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_n$.

2) нелінійну регресію:

– степенева (з прискорення – вплив обсягу грошової маси (*x*) на рівень інфляції (*y*)): $Y = \alpha x^{\beta} + \varepsilon$;

– гіпербола (з уповільненням – залежність продуктивності праці робітників (*y*) від рівня зарплати (*x*)): $Y = \alpha + \frac{\beta}{x} + \varepsilon$;

– парабола (зі зміною напряму зв'язку – залежність урожайності зернових (*y*) від кількості опадів (*x*)): $Y = \alpha + \beta x + cx^2 + \varepsilon$, вершину параболи знаходять за формулою: $m = -\frac{\beta}{2a}$, $n = -\frac{\beta^2 - 4ac}{4a}$

2.2. Етапи регресійного аналізу

1. Постановчий – визначення об'єкта дослідження кінцевої мети моделювання, сукупності факторів і показників, які найбільше характеризують модель, їх роль та місце в дослідженні економічних процесів.

2. Формалізаційний – прийняття гіпотези взаємозв'язку, вибір загального виду моделі, специфікація економетричних зв'язків у рівняннях. Графік нормального розподілу і підбору дає можливість оцінити, яку функцію необхідно будувати (на рис. 2.1 зображено лінійну залежність).

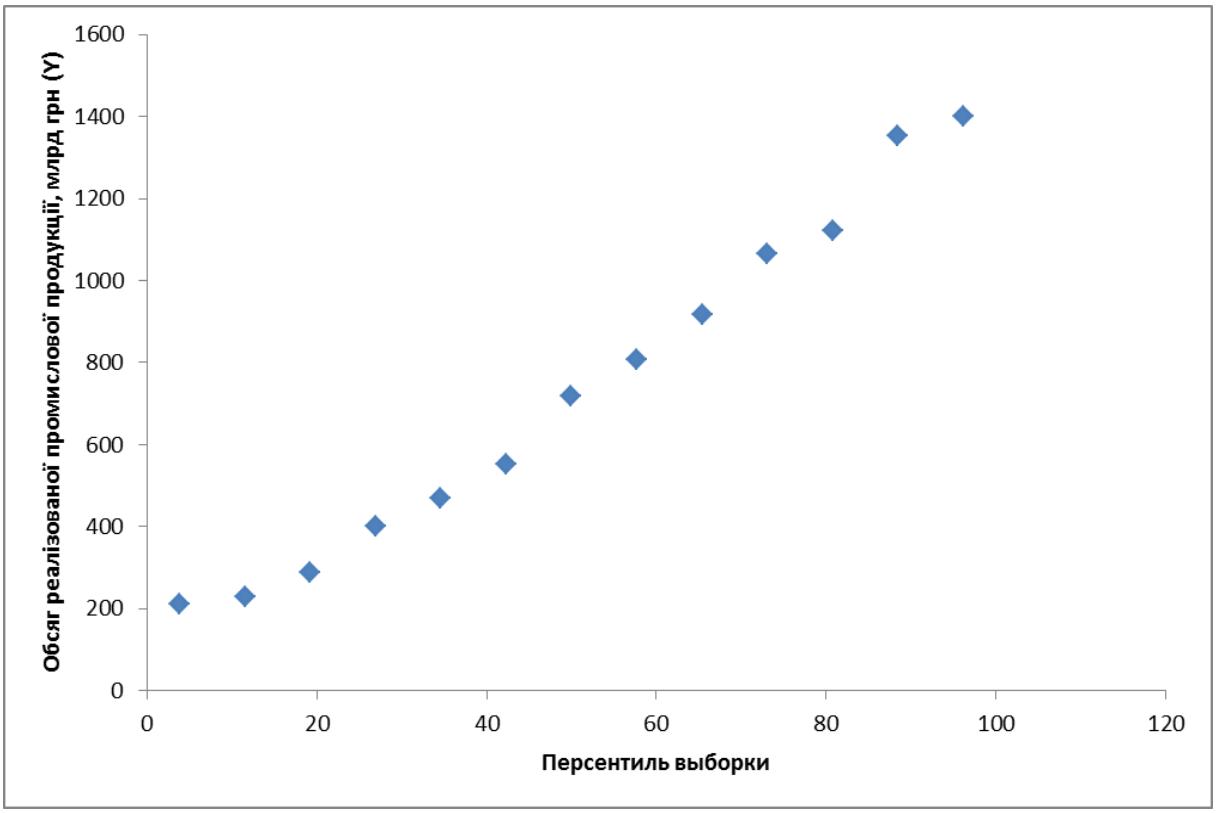


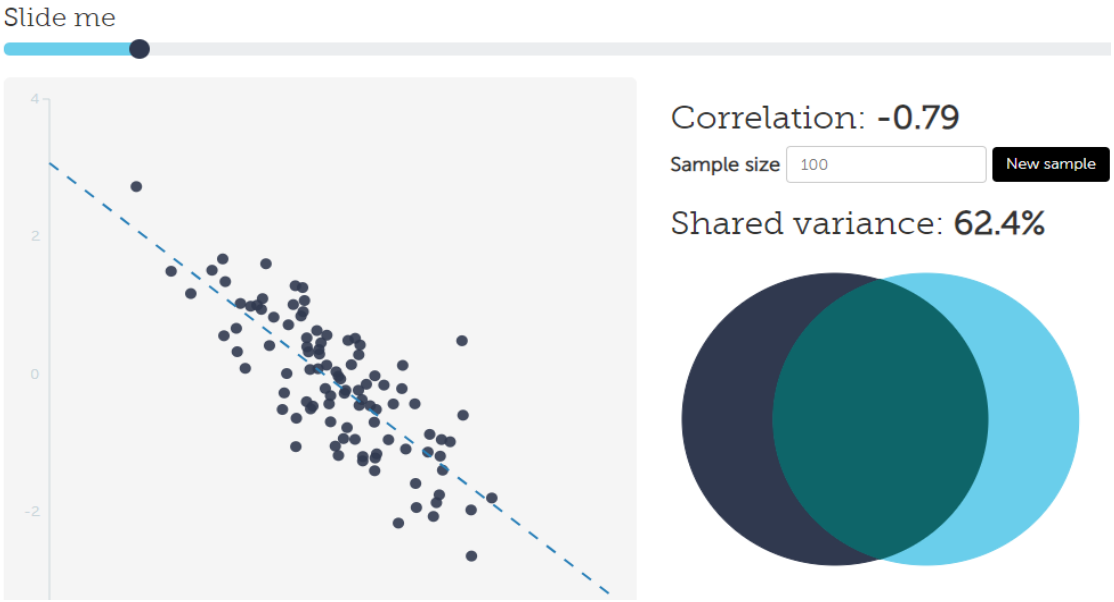
Рис. 2.1. Графік нормального розподілу

3. Інформаційний – ретроспективний аналіз економічної сутності досліджуваного процесу, формулювання та формалізація інформаційної бази моделі щодо достатньої кількості одиниць у сукупності (у 8 разів більше, ніж число факторів, при цьому 1-факторна не менша ніж 8 точок, а багатофакторна регресія не менше ніж n=3*кількість факторів > 8).

4. Кореляційний – визначає структуру, форму та щільність зв'язку між досліджуваними змінними. Проводиться специфікація моделі за допомогою критичного значення лінійного коефіцієнта кореляції.

Розглянемо приклади діаграми розсіювання емпіричних значень змінних X і Y за допомогою сучасних онлайн-технологій: Interpreting Correlations an interactive visualization (візуалізація кореляційних зав'язків): http://rpsychologist.3com/d3/correlation.

Негативна лінійна залежність (негативна кореляція або зворотний зв'язок) – у разі зростання значень однієї змінної зменшуються значення іншої, розраховане значення перебуває у межах $-1 < r < 0$ (рис. 2.2).



Slide me – рухайте мене. Sample size – обсяг вибірки.
New Sample – нова вибірка. Shared variance – спільна варіація.

Рис. 2.2. Візуалізація сильної негативної кореляції

Строга негативна кореляція дорівнює –1, коли прослідковується 100 % спільна варіація двох змінних, при цьому випадкові змінні повністю накладаються на пряму (яка прямує з нижнього правого кута – у верхній лівий), відсутня зона розсіювання (рис. 2.3).

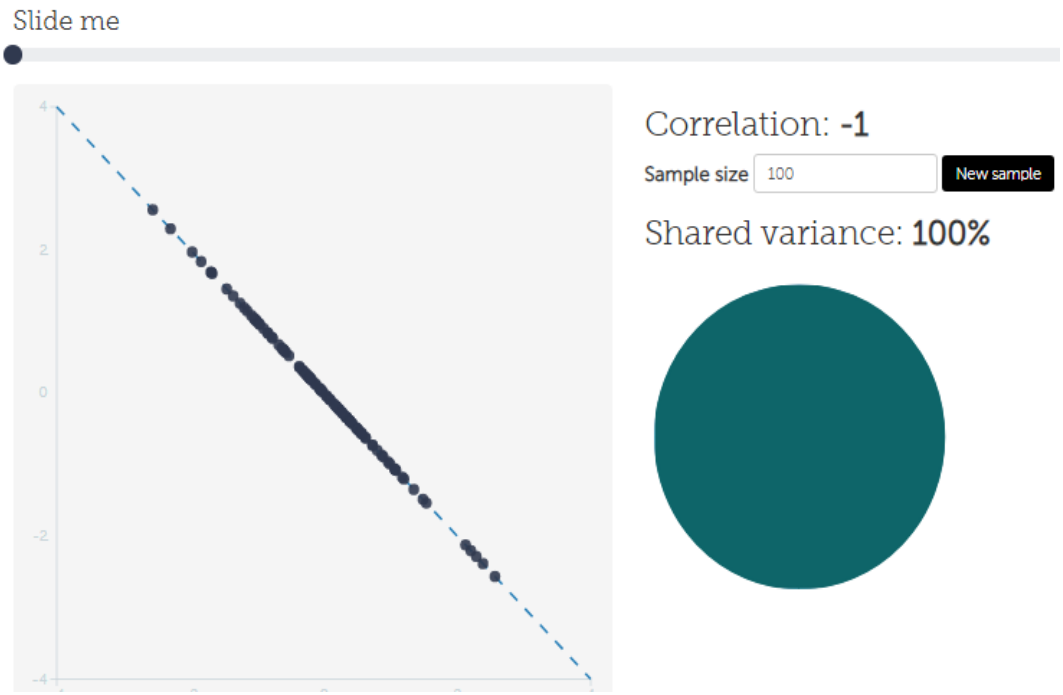


Рис. 2.3. Візуалізація строгої негативної кореляції

Позитивна лінійна залежність (0< r <1) – зростання рівня значень однієї змінної супроводжується підвищенням значення іншої змінної (рис. 2.4).

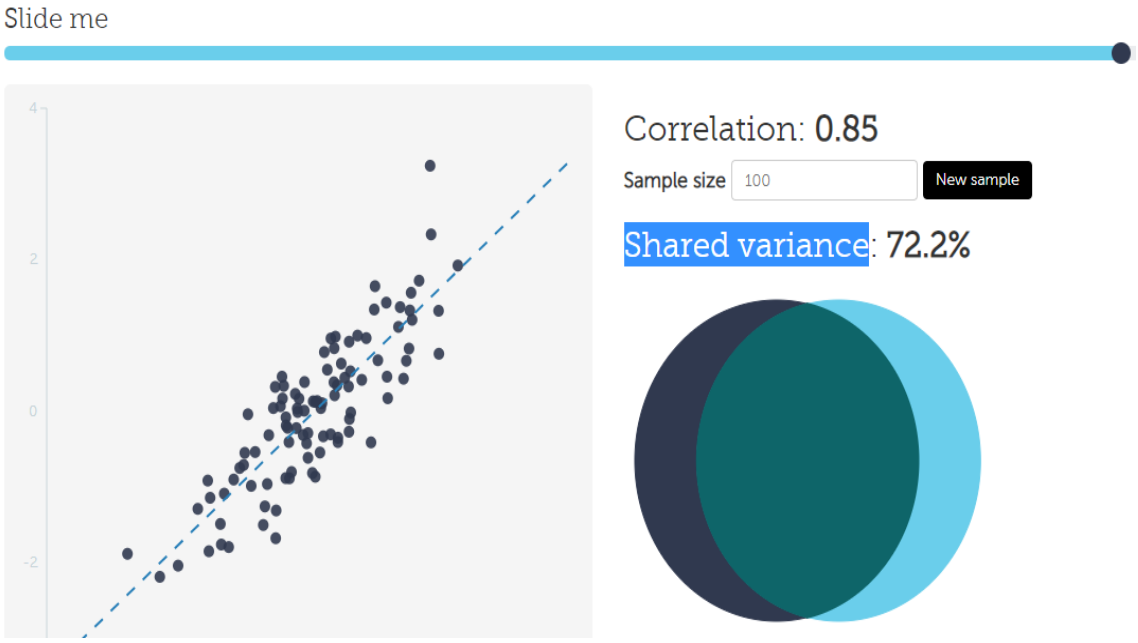


Рис. 2.4. Візуалізація сильної позитивної кореляції

Строга позитивна кореляція дорівнює +1, коли прослідковується 100 %-а спільна варіація двох змінних, при цьому напрямок функції з лівого нижнього кута – у правий верхній (рис. 2.5).

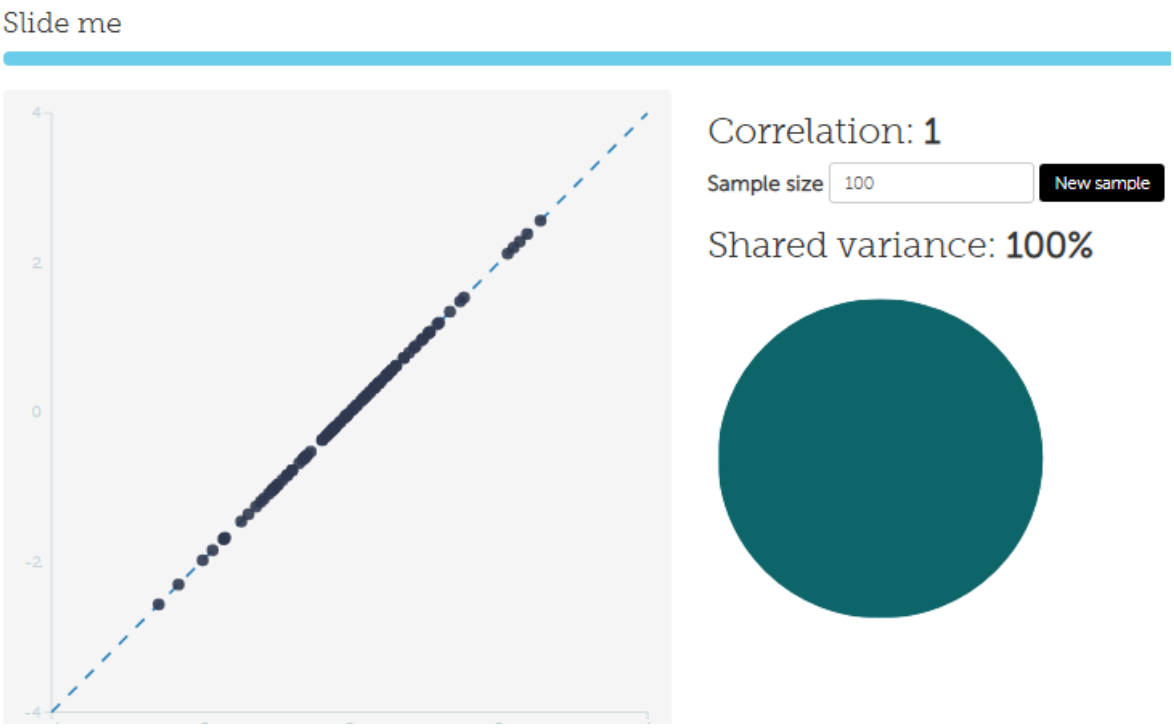


Рис. 2.5. Візуалізація строгої позитивної кореляції

Зауважимо, що строга кореляція є математичною абстракцією і не зустрічається в реальних дослідженнях.

За відсутності зв'язку між змінними йдеться про **нульову кореляцію**. При цьому нульова загальна кореляція може свідчити про відсутність лише лінійної залежності, а не про відсутність будь-якого статистичного зв'язку (рис. 2.6).

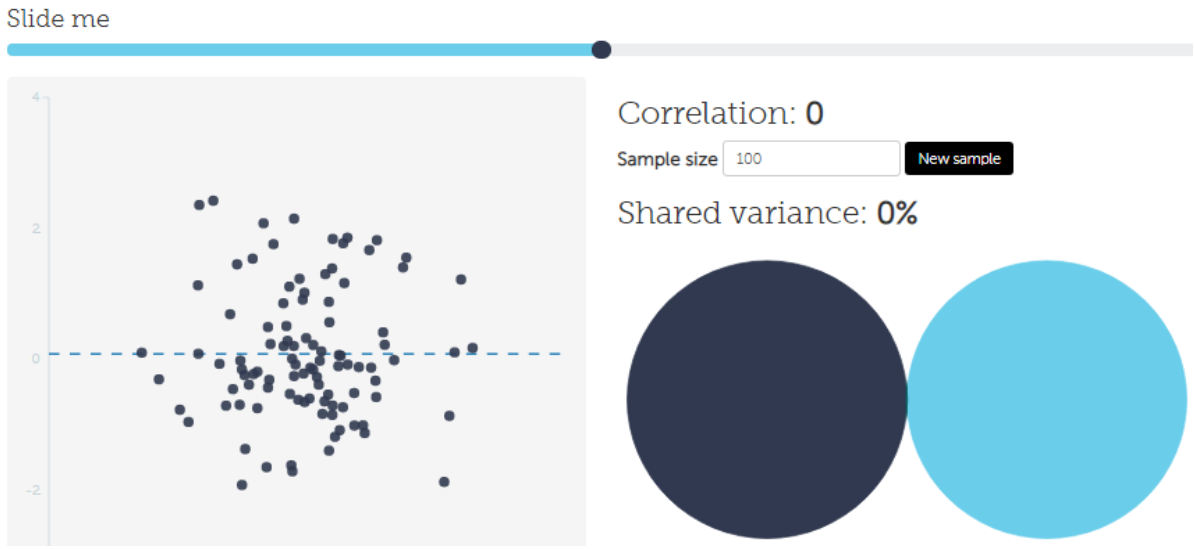


Рис. 2.6. Візуалізація нульової кореляції

З вищенаведеного можна описати межі і надати характеристику коефіцієнту кореляції. Кількісна міра кореляційного зв'язку оцінюється за значенням у межах від –1 до +1. Від'ємні значення коефіцієнта кореляції вказують на зворотний зв'язок, додатні – на прямий. Якщо оцінювати інтенсивність зв'язку, то він розглядається з модуля за такими межами:

– від 0 до 0,3 відсутній,

– від 0,3 до 0,5 слабкий,

– від 0,5 до 0,7 середній,

– від 0,7 до 1 сильний.

Чим ближче коефіцієнт кореляції наближається до 1, тим сильніший зв'язок і, навпаки, якщо розраховане значення коефіцієнта кореляції наближається до 0, тим слабша тенденція.

Приклад. 1. Побудуємо кореляційну матрицю та проаналізуємо щільність та структуру лінійних зв'язків за такими показниками (рис. 2.7):

	A	B	C	D	E	F
1	Роки	Обсяг реалізованої промислової продукції, млрд грн (Y)	Активи комерційних банків, млрд грн (X1)	Загальний обсяг операцій фондового ринку, млрд грн (X2)	Загальний обсяг операцій валютного ринку, млрд грн (X3)	
2	1	210,842	51,725	68,50	2508,70	
3	2	229,634	70,268	108,60	3836,70	
4	3	289,117	125,430	203,00	6171,20	
5	4	400,757	120,986	321,30	6581,50	
6	5	468,562	196,953	403,80	7981,60	
7	6	551,729	316,966	492,80	11034,00	
8	7	717,076	561,133	754,30	16285,30	
9	8	917,035	892,546	883,40	18855,20	
10	9	806,551	836,396	1067,30	15546,40	
11	10	1065,108	830,132	1537,80	25380,10	
12	11	1120,325	829,791	2171,10	37403,40	
13	12	1400,680	1054,280	2530,90	46322,50	
14	13	1354,130	1127,192	1677,00	79862,10	

Рис. 2.7. Вихідні дані регресійної моделі

Побудувати кореляційну матрицю: «**Дані**» → «**Аналіз даних**» → «**Кореляція**» (рис. 2.8).

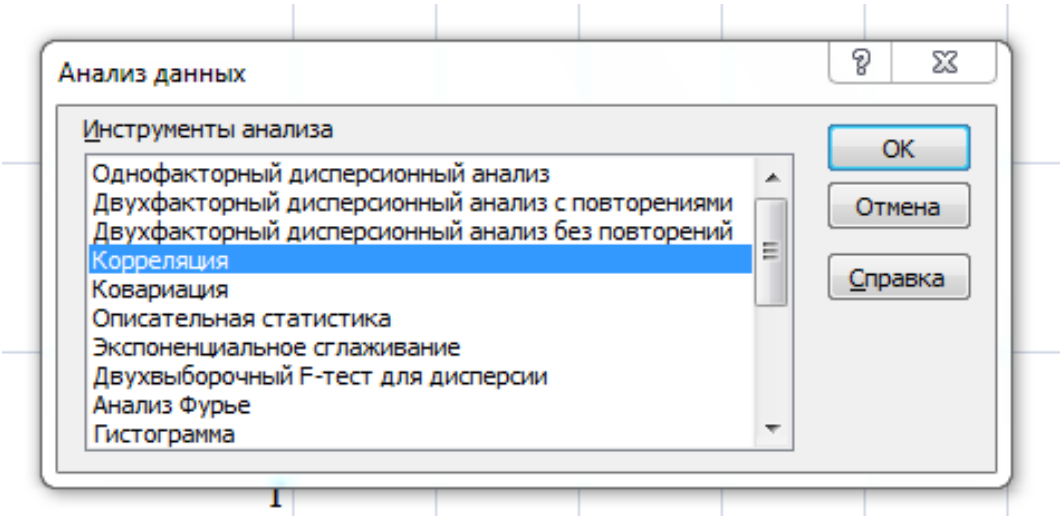


Рис. 2.8. Кореляційний аналіз Пірсона в MS Excel

Для внесення вхідних даних необхідно натиснути на червону стрілку й обрати всю таблицю з показниками, включаючи назви стовпців (рис. 2.9).

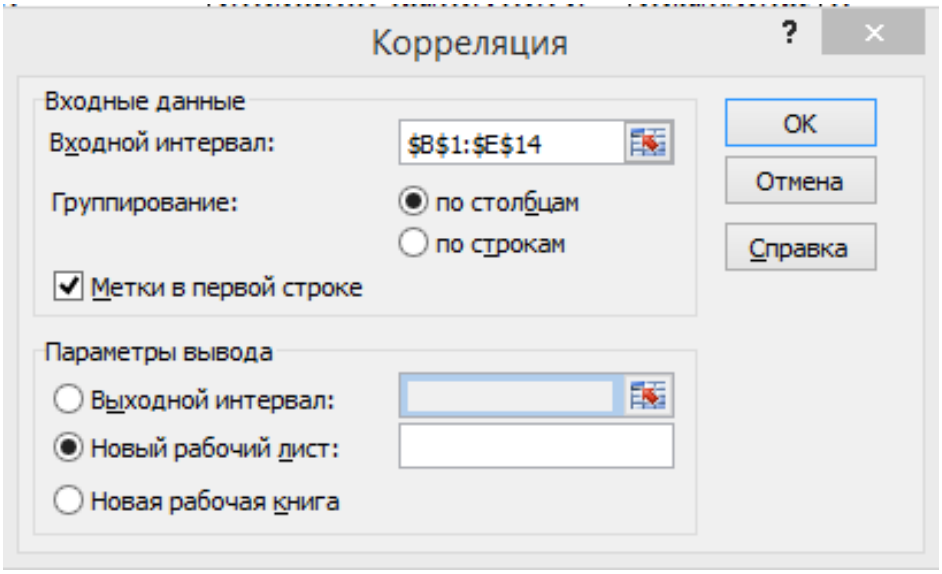


Рис. 2.9. Обрання вихідних даних для кореляційного аналізу

Позначаємо, що перший рядок містить назву стовпців, для цього ставимо мітку напроти **«Мітки у першому рядку»**, натискаємо «ОК». Отримуємо матрицю парних коефіцієнтів кореляції (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Матриця парних коефіцієнтів кореляції між обсягом промислової продукції та рядом факторів

Показник	Y	X_1	X_2	X_3
Обсяг промислової продукції, млрд грн (Y)	1	0,9671	0,9488	0,8731
Активи комерційних банків, млн грн (X_1)	0,9671	1	0,8802	0,8174
Загальний обсяг операцій фондового ринку, млн грн (X_2)	0,9488	0,8802	1	0,7899
Загальний обсяг операцій валютного ринку, млн дол. США (X_3).	0,8731	0,8174	0,7899	1

Визначаємо критичне значення лінійного коефіцієнта кореляції для матриці парних коефіцієнтів кореляції:

$$r_{кр} = \left[\frac{t_{кр}^2}{t_{кр}^2 + (n-2)} \right]^{1/2}.$$

Критичне значення *t-статистики* для $\gamma = (n-2)$ ступенів свободи та α=0,05 обирають із таблиці. Завжди $(n-2)$ для визначення критичного значення тому, що порівнюють два парних коефіцієнти кореляції.

$$r_{кр} = \left[\frac{t_{кр}^2}{t_{кр}^2 + (n-2)} \right]^{1/2} = \left[\frac{2{,}201^2}{2{,}201^2 + 11} \right]^{1/2} = \sqrt{\frac{4{,}8444}{4{,}8444 + 11}} = 0{,}5529.$$

Критичне значення *t-статистики* для $\gamma = (n-2) = 13-2 = 11$ ступенів свободи та α=0,05 дорівнює 2,201.

Між результативною (Y) і всіма факторними ознаками тісний лінійний зв'язок ($r_{кр}$ <), їх застосуємо для побудови множинної регресійної моделі.

5. Параметричний – визначення загального виду, структури шуканих зв'язків між *Y* та X_i у вигляді певної параметричної сукупності функції (знаходження рівняння регресії).

За допомогою пакета «**Аналіз даних**» розрахувати регресію: «**Дані**» → «**Аналіз даних**» → «**Регресія**» (рис. 2. 10)**.**

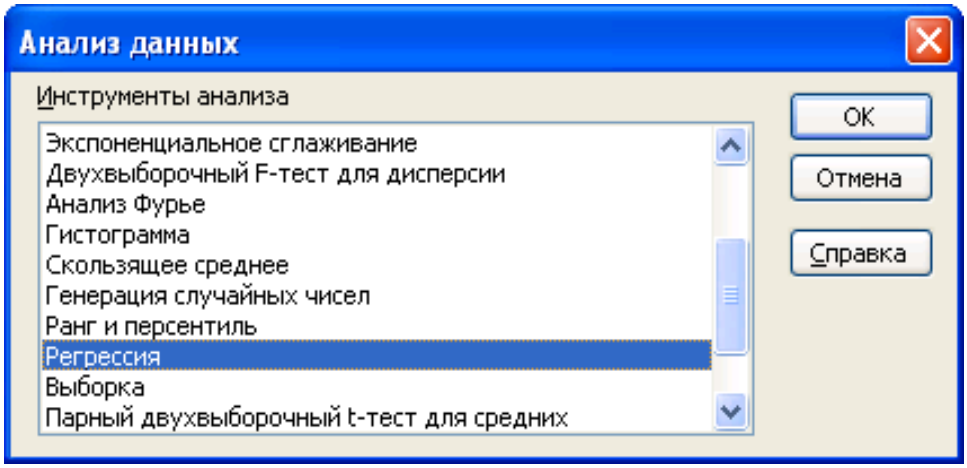


Рис. 2.10. Множинна регресійна модель у MS Excel

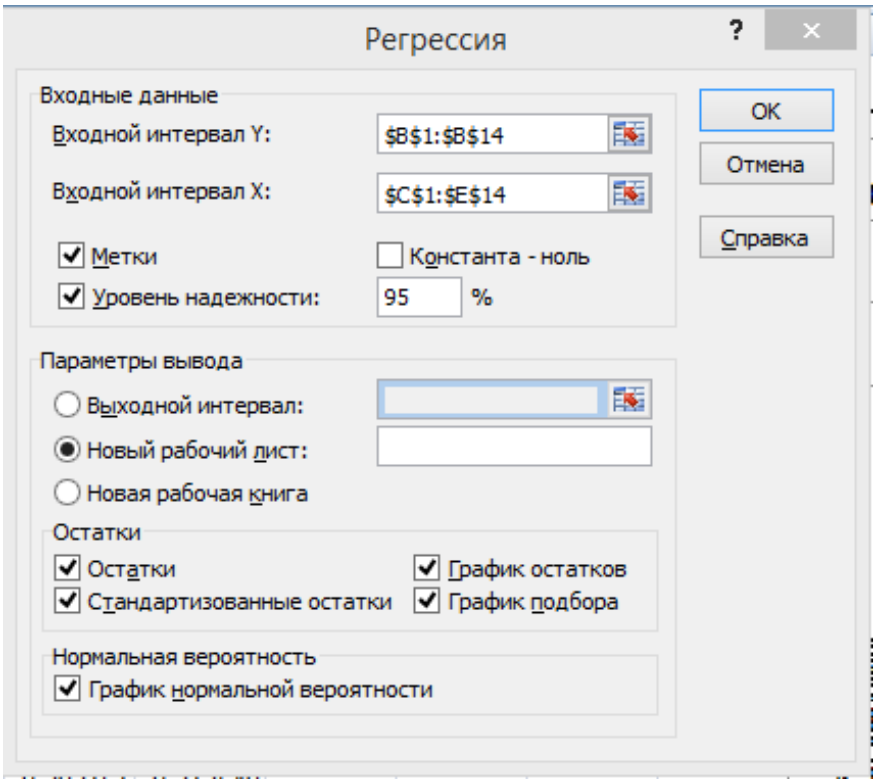


Рис. 2.11. Обрання вихідних даних для побудови регресійної моделі

У діалоговому вікні, що з’явилося, необхідно задати параметри вхідних інтервалів *Y* і *X*, вихідного інтервалу, встановити прапорець у полі **«Мітки»**, якщо в першому рядку вхідного інтервалу записані назва змінних (рис. 2.11). Обрати рівень надійності (як правило, 95 %). Забезпечити виведення значень залишків і

графіків, встановивши відповідні прапорці в області діалогового вікна **«Залишки»**. Стан діалогового вікна, що рекомендується, зображений на рис. 2.7. Отриманий результат з'явиться на екрані після натиснення кнопки «ОК» (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Результат множинної регресії

	Коефіцієнти (β)	**Стандартна похибка (S)**	**t-статистика**	**P-значення**	**Нижня 95 %**	**Верхня 95 %**
Y-перетин	208,009	26,818	7,756	0,000	147,343	268,675
Активи комерційних банків, млрд грн (X_1)	0,507	0,093	5,460	0,000	0,297	0,718
Загальний обсяг операцій фондового ринку, млрд грн (X_2)	0,195	0,044	4,476	0,002	0,097	0,294
Загальний обсяг операцій валютного ринку, млрд грн (X_3)	0,003	0,001	2,400	0,040	0,000	0,006

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \varepsilon$$

$$Y = 208{,}009 + 0{,}507\, x_1 + 0{,}195\, x_2 + 0{,}003 x_3.$$

При збільшенні активів комерційних банків на 1 млрд грн обсяг промислової продукції зросте на 0,507 млдр грн при сталості інших факторів, а зростання загального обсягу операцій фондового ринку на 1 млрд грн приведе до зростання промислової продукції на 0,195 млрд грн за таких саме умов. Збільшення обсягу операцій валютного ринку на 1 млрд грн збільшить обсяг промислової продукції на 0,003 млрд грн. Отже, найбільший вплив на промисловий сектор в Україні мають активи комерційних банків.

Коефіцієнт еластичності показує, на скільки відсотків зміниться в середньому результативна ознака, якщо фактор зміниться на 1 %:

$$E_{y/x} = \beta_i \frac{\bar{x}}{\bar{y}} \ ,$$

де середнє значення $\bar{y}$ =733,196, $\bar{x}_1$= 539,523 $\bar{x}_2$ = 939,985, $\bar{x}_3$ =21366,823.

$$E_{y/x_1} = \beta_1 \frac{\bar{x}_1}{\bar{y}} = 0{,}507 \cdot \frac{539{,}523}{733{,}196} = 0{,}373 \ ,$$

$$E_{y/x2} = \beta_2 \frac{\bar{x}_2}{\bar{y}} = 0{,}195 \cdot \frac{939{,}985}{733{,}196} = 0{,}25 \ ,$$

$$E_{y/x3} = \beta_3 \frac{\bar{x}_3}{\bar{y}} = 0{,}003 \cdot \frac{21366{,}823}{733{,}196} = 0{,}087 \ .$$

Якщо активи комерційних банків (X_1) зростуть на 1 %, то обсяг промислової продукції (Y) зросте на 37,3 % (при сталому значенні інших факторів). Збільшення обсягу операцій фондового ринку (X_2) на 1 % приведе до збільшення обсягів виробництва на 25 % (у разі виконання сталості умов), а зростання обсягів операцій валютного ринку (X_3) на 1 % збільшить обсяг промислової продукції на 8,7 %.

$$h_{21} = \frac{\beta_2}{\beta_1} = \frac{0{,}195}{0{,}507} = 0{,}385 \ , \qquad h_{23} = \frac{\beta_2}{\beta_3} = \frac{0{,}195}{0{,}003} = 65 \ .$$

Якщо обсяг операцій фондового ринку зменшиться на одиницю, то щоб обсяг виробництва не змінився, необхідно збільшити активи комерційних банків на 0,385 одиниць або обсяги операцій валютного ринку – на 65.

$$h_{31} = \frac{\beta_3}{\beta_1} = \frac{0{,}003}{0{,}507} = 0{,}006 \ .$$

Якщо обсяги операцій валютного ринку зменшити на одиницю, то необхідно активи комерційних банків збільшити на 0,006 одиниць.

6. Проблемний – аналіз мультиколінеарності, гетероскедастичності та автокореляції прогнозних змінних, їх усунення та вибір найбільш інформативних з них.

Мультиколінеарність – описує лінійну залежність між незалежними змінними (факторами) і не дає можливості визначити вплив кожного на результативну ознаку. Причини виникнення мультиколінеарності:

1. Помилкове включення в рівняння двох і більше лінійно залежних змінних.

2. Два і або більше факторів, які в нормальній ситуації слабо корелюють, стають у конкретних умовах вибірки сильно корельованими.

3. У модель включається змінна, що сильно корелює із залежною змінною (результативною ознакою), вплив інших факторів є незначним – це домінантна змінна.

Наслідки мультиколінеарності:

1. Оцінки коефіцієнтів залишаються незміщеними.

2. Стандартні похибки коефіцієнтів збільшуються.

3. Розрахунок *t-статистики* занижений.

4. Оцінки втрачають стійкість до зміни специфікації і зміни окремих спостережень (втрачається стійкість моделі). Загальна якість рівняння, а також оцінки змінних, не пов'язаних із мультиколінеарністю, залишаються незмінними.

Хоча надійних методів тестування мультиколінеарності не існує, є декілька її *ознак*:

- незначні зміни у вихідних даних (наприклад, додавання нових даних) призводять до істотних змін оцінок коефіцієнтів регресії;
- високе значення коефіцієнта детермінації при незначущості параметрів за *t*-статистикою Стьюдента;
- у моделі з двома регресорами – велике значення парного коефіцієнта кореляції між цими регресорами.

Усі ці ознаки мультиколінеарності мають один спільний недолік: жодна з них чітко не розмежовує випадки, коли мультиколінеарність істотна і коли нею можна знехтувати. Залежно від

особливостей задачі обробник може застосувати алгоритм Фаррара-Глоубера, метод головних компонентів, аналіз матриці парних коефіцієнтів кореляції Пірсона тощо.

Приклад 2. Побудуємо кореляційну матрицю за такими показниками: обсяг промислової продукції, млрд грн (Y), наявна грошова маса в обігу М3, млрд грн (X_1), активи комерційних банків, млрд грн (X_2), загальний обсяг операцій фондового ринку, млрд грн (X_3) та загальний обсяг операцій валютного ринку, млрд грн (X_4). Результати кореляційного аналізу подані в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Матриця парних коефіцієнтів кореляції між обсягом промислової продукції та рядом факторів

	Y	X_1	X_2	X_3	X_4
Y	1	0,9902	0,9671	0,9488	0,8731
X_1	0,9902	1	***0,9745***	***0,9230***	***0,9055***
X_2	0,9671	***0,9745***	1	0,8802	0,8174
X_3	0,9488	***0,9230***	0,8802	1	0,7899
X_4	0,8731	***0,9055***	0,8174	0,7899	1

Наявна грошова маса (X_1) має тісний лінійний зв'язок з іншими факторами моделі:

r_{x1x2}=0,9745, > 0,9,

r_{x1x3}=0,9230, > 0,9,

r_{x1x4}=0,9055, > 0,9,

що вказує на присутність мультиколінеарності.

У MS Excel будувати множинну регресійну модель з X_1 не можна.

Висновок: необхідно вилучити із ряду спостережень фактор X_1.

Немає універсальних методів усунення мультиколінеарності, кожен дослідник обирає свій напрям подолання проблеми:

- використати додаткову або первинну інформацію;
- об'єднати інформацію;
- відкинути змінну з високою кореляцією;
- збільшити обсяг спостережень;
- перетворити мультиколінеарні змінні, а саме використати: нелінійні форми, лінійні комбінації декількох змінних, перші різниці замість самих змінних.

Гетероскедастичність – це змінність дисперсії вільного члена, виникає при перехресній вибірці, рідше у часовому ряді, тобто в системі наявні різні дисперсії помилок.

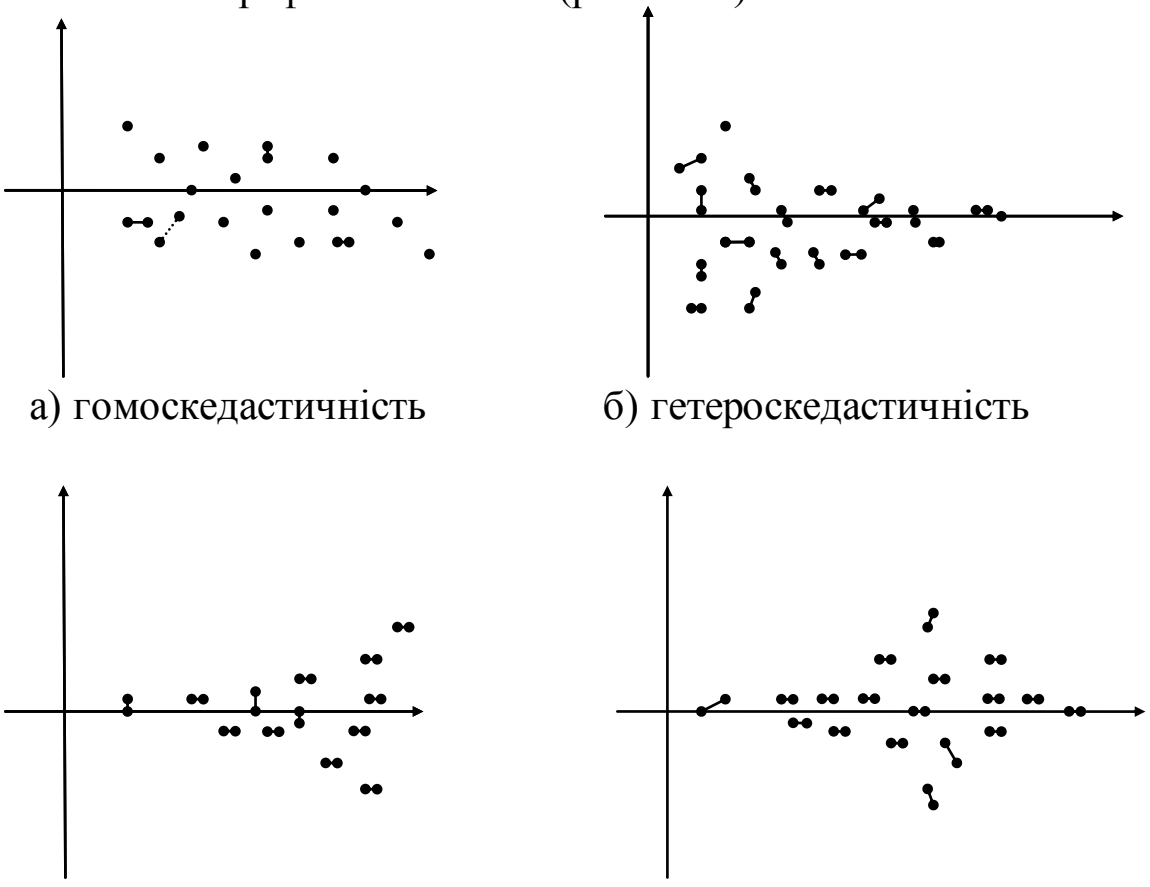
Джерело гетероскедастичності:

1. Дисперсія зростає із зростанням одного із факторів.
2. У часовому ряді, коли факторна залежна змінна має більший інтервал якісно неоднорідних значень або високий темп зростання.
3. Якщо якість даних варіює всередині вибірки.

Наслідки: оцінки незміщені, але збільшується дисперсія розподілення оцінок коефіцієнтів, що призводить до недооцінки стандартних похибок (заниження).

Методи вимірювання:

1. Тест рангової кореляції Спірмена.
2. Тест Парка.
3. Тест Гольдфельда-Квандта (однофакторна модель).
4. Тест Уайта.
5. Аналіз графіків залишків (рис. 2.12):

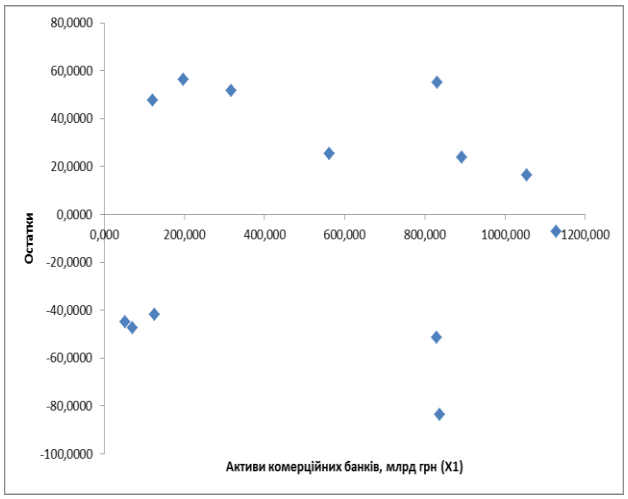


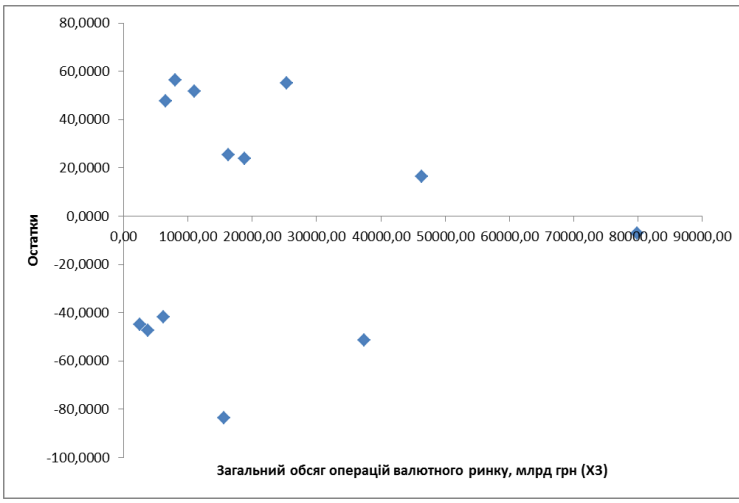
а) гомоскедастичність б) гетероскедастичність

в) гетероскедастичність г) гетероскедастичність

Рис. 2.12. Аналіз графіків залишків регресійної моделі

Продовження прикладу 1. Аналіз залишків регресійної моделі вказує на відсутність гетероскедастичності (рис. 2.13). Скупчення залишків подібне до випадку рис. 2.12, а). У моделі наявна гомосткедатичність.





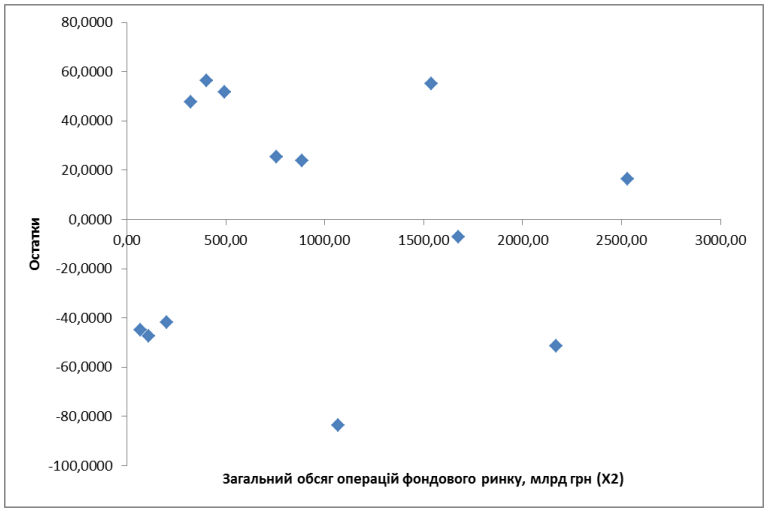


Рис. 2.13. Візуальне зображення залишків за факторами регресійної моделі

Засоби усунення: використати зважений МНК, перерозподілити змінні або розрахувати похибки з поправкою на гетероскедастичність (тест Уайта).

Автокореляція – це залежність випадкового члена ряду спостереження від минулих значень.

Наслідки автокореляції:

1) збільшуються дисперсії оцінок коефіцієнтів;

2) занижуються стандартні похибки коефіцієнтів.

Методи вимірювання:

1. Статистика Дарбіна-Уотсона визначає автокореляцію першого порядку (однофакторні моделі) у часових рядах (не використовують для визначення сезонної автокореляції, для аналізу лагової моделі), вона вивчає залишки рівняння регресії:

$$DW = \frac{\sum_{2}^{T}(\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1})^2}{\sum_{1}^{T}\varepsilon_t^2}.$$

Розрахований критерій лежить у межах від: $0 \le DW \le 4$ (рис. 2.14), при цьому якщо:

– $DW < 2$ і значення близькі до нуля, то наявна позитивна автокореляція;

– $DW > 2$ і значення наближаються до 4, то присутня від'ємна автокореляція;

– $DW = 2$ або наближений до 2, то автокореляція відсутня (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Межі за критерієм Дарбіна-Уотсона

Позитивна автокореляція	**Гіпотеза**	**Негативна автокореляція**
$DW < d_L$	Присутня автокореляція	$DW > 4 - d_L$
$DW > d_U$	Відсутня автокореляція	$DW < 4 - d_U$
$d_L \le DW \le d_U$	Зона невизначеності	$4 - d_U \le DW \le 4 - d_L$

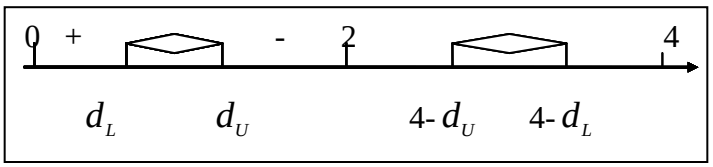


Рис. 2.14. Графічне застосування тесту Дарбіна-Уотсона

Засоби усунення: використати узагальнюючий МНК.

Продовження прикладу 1. Провести аналіз множинної регресії на автокореляцію. За результатами регресійного аналізу проводять проміжні розрахунки (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Проміжні розрахунки для тесту Дарбіна-Уотсона

ВИВЕДЕННЯ ЗАЛИШКА				Для DW		ВИВЕДЕННЯ ЙМОВІРНОСТІ	
Спостереження	*Спрогнозоване Обсяг реалізованої промислової продукції, млн грн ($\hat{y}_i$)*	*Залишки* $\hat{\varepsilon}_i = (Y_i - \hat{Y}_i)$	*Стандартні залишки*	**Розрахо-вують самостійно** $\hat{\varepsilon}_i - \hat{\varepsilon}_{i-1}$	**Розрахо-вують самостій-но** $(\hat{\varepsilon}_i - \hat{\varepsilon}_{i-1})^2$	*Персентиль*	*Обсяг реалізованої промислової продукції, млн грн (Y)*
1	255,6038	-44,7618	-0,9215	-2,668	7,118	3,846	210,842
2	277,0638	-47,4298	-0,9765	5,643	31,843	11,538	229,634
3	330,9039	-41,7869	-0,8603	89,497	8009,681	19,231	289,117
4	353,0470	47,7100	0,9822	8,705	75,772	26,923	400,757
5	412,1473	56,4147	1,1614	-4,805	23,088	34,615	468,562
6	500,1194	51,6096	1,0625	-26,283	690,776	42,308	551,729
7	691,7490	25,3270	0,5214	-1,561	2,436	50,000	717,076
8	893,2686	23,7664	0,4893	-107,369	11528,069	57,692	806,551
9	890,1535	-83,6025	-1,7212	138,610	19212,812	65,385	917,035
10	1010,1002	55,0078	1,1325	-106,479	11337,819	73,077	1065,108
11	1171,7964	-51,4714	-1,0597	67,853	4604,057	80,769	1120,325
12	1384,2982	16,3818	0,3373	-23,547	554,449	88,462	1354,130
13	1361,2949	-7,1649	-0,1475	-	-	96,154	1400,680
Сума	9531,5460	0	0	X	56077,921	X	X

Знаменник можна розрахувати за даними таблиці 2.5, а можна взяти значення з таблиці 2.7.

$$DW = \frac{\sum_{2}^{T} (\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1})^2}{\sum_{1}^{T} \varepsilon_t^2} = \frac{56077,921}{28312,296} = 1,98.$$

Табличне значення d-розподілу для: $d_L(0,05;13;3) = 0,715$, $d_U(0,05;13;3) = 1,816$

Зона невизначеності: $0,716 \le DW \le 1,816$; $2,184 \le DW \le 3,285$

Присутня автокореляція: $0 < DW < 0,715$ і $3,285 < DW < 4$.

Відсутня автокореляція: $1,816 < 1,98 < 2,184$.

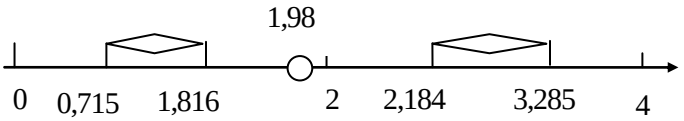


Рис. 2.14. Графічне застосування тесту Дарбіна-Уотсона

У разі потрапляння тесту Дарбіна-Уотсона в зону невизначеності або побудови моделі з лаговими змінними використовують тест Бреуша-Годфрі.

7. Ідентифікаційний – обчислення достовірності оцінок невідомих параметрів, що входять в економетричну модель. Детально розглянемо оцінки на конкретному прикладі (табл. 2.6).

Продовження прикладу 1

Таблиця 2.6

Статистика регресійної моделі

Регресійна статистика		**Характеристика**
Множинний *R*	0,9931	Коефіцієнт кореляції – r лежить у межах від –1до 1. $r = \sqrt{R^2}$
R-квадрат	0,9863	Коефіцієнт детермінації R^2 лежить у межах від 0 до 1
Нормований R-квадрат	0,9817	$1-\left(1-R^2\right)\cdot\frac{n-1}{n-m-1}$
Стандартна похибка	56,0875	$S=\sigma_u=\sqrt{\frac{\sum e_t^2}{n-m-1}}$
Спостереження	13	n – кількість спостережень, m – кількість факторів (x)

Коефіцієнт кореляції (множинний *R*) 0,9931 вказує на сильний лінійний зв'язок між змінними в регресійній моделі. Коефіцієнт детермінації показує частку поясненої дисперсії в загальній дисперсії. Якщо R^2 досягає свого найбільшого можливого значення, то одночасно мінімізується сума квадратів залишків:

$$R^2=\frac{RSS}{TSS}=1-\frac{ESS}{TSS}=1-\frac{\sum e_i^2}{\sum\left(y_i-\bar{y}\right)^2}=1-\frac{SS_{ост}}{SS_{регр}+SS_{ост}}=\frac{SS_{регр}}{SS_{регр}+SS_{ост}}.$$

R^2=0,986 це означає, що варіація результативної ознаки *Y* на 98,6 % залежить від варіації факторних ознак, а 1,4 % – це варіація факторів, які не включені в модель, плюс стохастична змінна. Якщо R^2=0, то це означає, що залежність між *Y* та *X* відсутня, тобто *X* не впливає на *Y*. Коли R^2=1, в системі існує функціональний зв'язок між *Y* та *X*, тобто всі точки будуть лежати на підібраній прямій, що є можливим, коли виконується умова $ESS = 0$.

Скоригований коефіцієнт детермінації використовують для оцінки реальної щільності зв'язків між результативною і факторною ознаками і для порівняння моделі із різним числом параметрів (*X*), при цьому ряд спостереження повинен бути однаковий. Звертають увагу на близькість скоригованого і звичайного коефіцієнтів детермінації. Якщо ці показники мають високі значення і несуттєво вирізняються, модель вважається гарною $\overline{R}^2 < R^2$.

Критерій Маллоуза:

$$Cp = \frac{ESS}{\sigma_\varepsilon^2} + 2m - n.$$

Найкращою моделлю буде та модель серед інших, яка має найменші значення критерію Маллоуза.

$$Cp = \frac{ESS}{\sigma_\varepsilon^2} + 2m - n = \frac{28312,2959}{3145,8107} + 2 \cdot 3 - 13 = 2.$$

Стандартна похибка ($S = \sigma_\varepsilon$) – це оцінка середнього квадратичного відхилення коефіцієнта регресії від його істинного значення. Коефіцієнт буде значимим, якщо є достатня ймовірність, що його істинне значення відрізняється від нуля. Коли характеризують різні моделі з високим значенням коефіцієнта детермінації (що мають різну кількість факторів, кількість спостережень (*n*) однакова), обирають для прогнозу ту, в якій стандартна похибка менша.

t-статистика порівнює значення коефіцієнта з його стандартною похибкою:

$$t_i = \frac{\widehat{\beta}_i}{S_{\widehat{\beta}_i}} = \frac{r\sqrt{n-k}}{\sqrt{1-r^2}}.$$

Порядок перевірки значимості коефіцієнта за *t-статистикою*:

1. Обираємо рівень значимості α (1 % або 5 %).
2. Розраховуємо число ступенів свободи ($n-k$).
3. За таблицею розподілу Стьюдента визначаємо критичне значення t для α, $n-k$, де $k=m+1$, а m – кількість факторів (x) у моделі.
4. Якщо розраховане значення *t-статистики* з модуля (з абсолютної величини) більше табличного значення, то розраховані коефіцієнти рівняння є істотними для обраного рівня значимості α і рівняння можна використовувати для прогнозу. В іншому випадку коефіцієнти неістотні.

$$t_{таб}(0{,}05;\gamma=13-3-1=9)=2{,}26.$$

Якщо *t-статистика* розрахована значно більша за критичне табличне значення за всіма параметрами, модель адекватна (табл. 2.2).

Порядок перевірки значимості коефіцієнта за *F-статистикою*:

$$F=t^2=\frac{R^2(n-k)}{1-R^2}=\frac{RSS}{ESS/(n-k)}=\frac{MSR}{MSE}.$$

1. Обираємо рівень значимості α (1 % або 5 %).
2. Розраховуємо число ступенів свободи: $f_1=m$ і $f_2=n-k$.
3. За таблицею розподілу Фішера визначаємо критичне значення F для α, $f_1=m$ і $f_2=n-k$.
4. Якщо розраховане значення *F-статистики* з модуля (з абсолютної величини) більше табличного значення, то розраховані коефіцієнти рівняння є істотними для обраного рівня значимості α і рівняння можна використовувати для прогнозу. В іншому випадку коефіцієнти неістотні.

$$f_1=3 \quad \text{і} \quad f_2=13-3-1=9.$$

$$F_{таб}(0{,}05;\ f_1=3,\ f_2=9)=3{,}86.$$

Якщо розраховане значення 216,09, що більше за критичне – модель адекватна.

Р-значення – це ймовірність, що дозволяє визначити значущість критерія Фішера, коефіцієнтів регресії. Порівнюючи *р-значення* з рівнем значущості α=0,05, маємо: якщо *р-значення* більше або дорівнює α, то коефіцієнт рівняння регресії незначущий і навпаки.

Значущість критерія Фішера = 1,05815E-08=
0,00000000105815<0,05.

Критерій Фішера значущий, модель адекватна.

Сума квадратів відхилень:

$$RSS = SS_{регр} = \sum_{i=1}^{n} \left(\hat{y}_i - \bar{y}_i\right)^2, \qquad ESS = SS_{ост} = \sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \hat{y}_i\right)^2,$$

$$TSS = SS_{итого} = SS_{регр} + SS_{ост}.$$

Регресія буде значимою, якщо сума квадратів відхилень регресії відносно середнього буде більшою порівняно із сумою квадратів відхилень залишків: тобто $RSS > ESS$ (табл. 2.7).

Таблиця 2.7

Дисперсійний аналіз (ANOVA)

Джерело розсіювання	*Число ступенів свободи, df*	*Сума квадратів відхилень, SS*	*Середня сума квадратів Відхилень, MS*	*F*	*Значимість F*
Регресія *R*	3	2039365,316	679788,439	216,09	1,05815E-08
Залишок *E*	9 (*n–k*)	$\hat{\varepsilon}^2$ 28312,296	$S^2 = \sigma_\varepsilon^2$ 3145,811		
Усього	12 (*n-1*)	2067677,612			

У нашому прикладі регресія значима:

2039365,316 >28312,296.

MSR – середня сума квадратів відхилення, що обумовлена регресією.

MSE – середній квадрат відхилень відносно регресії ($S^2 = \sigma_\varepsilon^2$) – дає оцінку залишкової дисперсії відносно регресії, яка базується на $n-k$ ступенів свободи. У моделі з кращим підбиранням $S^2 = \sigma_\varepsilon^2$ має менші значення.

Похибка апроксимації – це величина відхилень розрахованих значень від їх фактичних з кожного спостереження. Середня похибка апроксимації не повинна перевищувати 8–10 %: $\overline{A} = \frac{100}{\bar{y}} \cdot \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}}$. Якщо перевищує граничне значення, то модель неповна, тобто у модель не включені змінні, які б дозволили зменшити відхилення між розрахованими значеннями та їх фактичними даними.

$$\overline{A} = \frac{100}{733{,}196} \cdot \sqrt{\frac{28312{,}296}{13}} = 6{,}4.$$

8. Верифікація моделі – зіставлення реальних і розрахункових даних, оцінка точності та стійкості отриманих рівнянь зв'язку, перевірка адекватності моделі, побудова прогнозів та сценаріїв розвитку.

Продовження прикладу 1. Знайти розмір виробництва промислової продукції, млрд грн (Y), якщо активи комерційних банків становитимуть 1238,454 млрд грн (X_1), загальний обсяг операцій фондового ринку 2286,22 млрд грн (X_2), а загальний обсяг операцій валютного ринку 55244,70 млрд грн (X_3).

$$Y = 208{,}009 + 0{,}507 \cdot 1238{,}454 + 0{,}195 \cdot 2286{,}22 + 0{,}003 \cdot 55244{,}70 =$$
$$1447{,}452 \text{ млрд грн.}$$

На рисунку 2.15 візуально подано співвідношення реальних і розрахункових значень моделі.

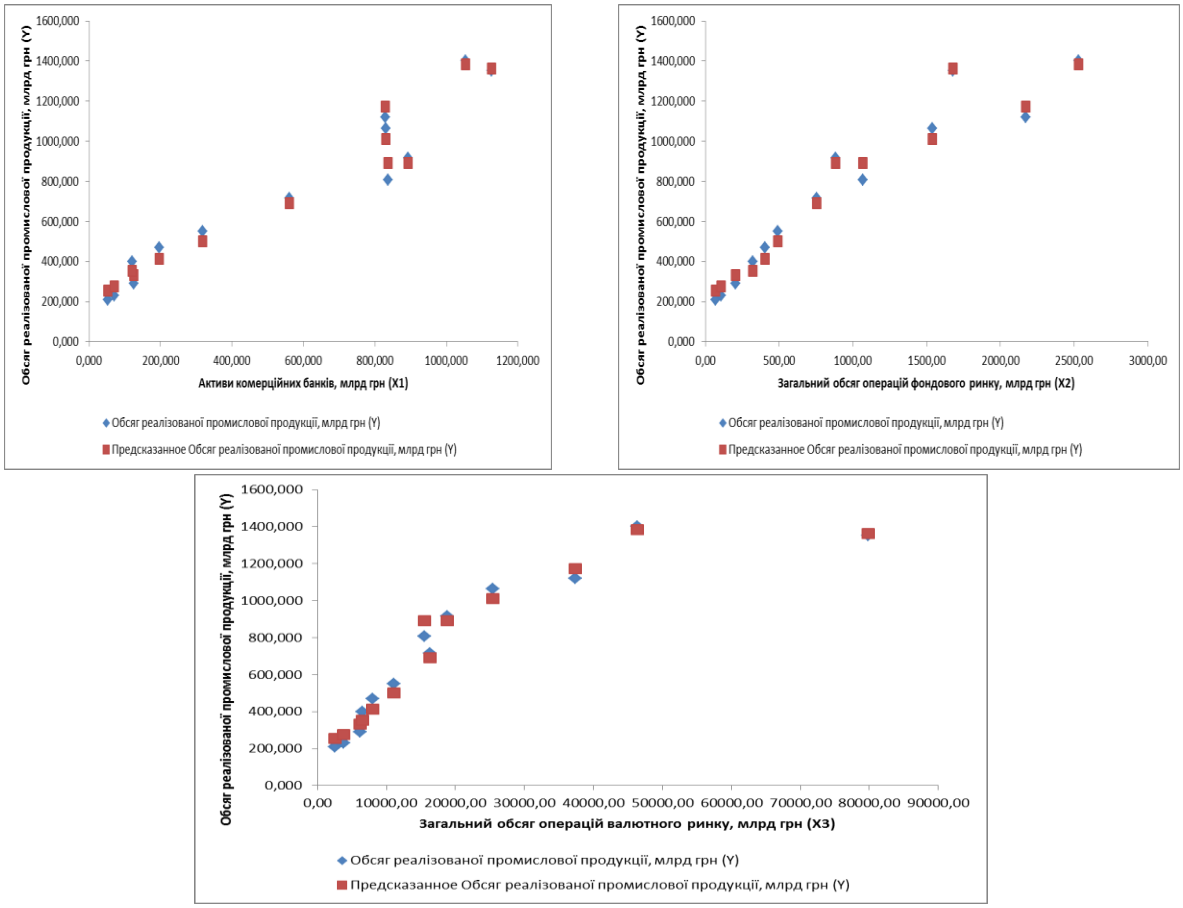


Рис. 2.15. Графіки підбору реальних і прогнозованих значень регресійної моделі

Стійкість моделі перевіряють у два етапи. На першому вилучають з вибірки 30 % (4 показники) вихідних даних, а потім будують на 70 % (9 показників) (табл. 2.8) даних нову регресійну модель (рис. 2.16). У разі несуттєвої зміни параметрів і загальних характеристик модель вважають стійкою.

Таблиця 2.8

Вихідні дані для перевірки стійкості моделі

Роки	Обсяг реалізованої промислової продукції, млрд грн (*Y*)	Активи комерційних банків, млрд грн (*X*1)	Загальний обсяг операцій фондового ринку, млрд грн (*X*2)	Загальний обсяг операцій валютного ринку, млрд грн (*X*3)
1	210,842	51,725	68,50	2508,70
3	289,117	125,430	203,00	6171,20
4	400,757	120,986	321,30	6581,50
5	468,562	196,953	403,80	7981,60
6	551,729	316,966	492,80	11034,00
8	917,035	892,546	883,40	18855,20
9	806,551	836,396	1067,30	15546,40
10	1065,108	830,132	1537,80	25380,10
13	1354,130	1127,192	1677,00	79862,10

ВЫВОД ИТОГОВ						
Регрессионная статистика						
Множественный R	0,992					
R-квадрат	0,984					
Нормированный R-квадрат	0,975					
Стандартная ошибка	60,762					
Наблюдения	9					
Дисперсионный анализ						
	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимость F*	
Регрессия	3	1168185	389394,8	105,470	6,11E-05	
Остаток	5	18459,99	3691,999			
Итого	8	1186645				
	Коэффициенты	*Стандартная ошибка*	*t-статистика*	*P-Значение*	*Нижние 95%*	*Верхние 95%*
Y-пересечение	209,705	34,773	6,031	0,002	120,320	299,091
Активи комерційних банків, млрд грн (X1)	0,362	0,152	2,379	0,063	-0,029	0,754
Загальний обсяг операцій фондового ринку, млрд грн (X2)	0,308	0,117	2,627	0,047	0,007	0,610
Загальний обсяг операцій валютного ринку, млрд грн (X3)	0,003	0,002	1,860	0,122	-0,001	0,007

Рис. 2.16. Результати регресійної моделі 70 % від вихідних даних

Таблиця 2.9

Порівняльний аналіз результатів регресійного моделювання

Коефіцієнт кореляції		**Коефіцієнт детермінації**		**Критерій Фішера**		**t-статистика**	
100 %	70 %	100 %	70 %	100 %	70 %	100 %	70 %
0,993	0,992	0,986	0,984	216,09	105,47	t_0=7,76 t_1=5,46 t_2=4,48 t_3=2,40	t_0=6,03 t_1=2,38 t_2=2,63 t_3=1,86
100 % масив даних				70 % масив даних			
$Y = 208{,}009+0{,}507\,x_1+0{,}195\,x_2+0{,}003x_3$				$Y = 209{,}705+0{,}362\,x_1+0{,}308+x_2+0{,}003x_3$			

Висновок: модель стійка, показники адекватності майже не змінилися (табл. 2.9). Лише t-статистика втратила значущість за рахунок зменшення кількості спостережень. У разі зміни активів комерційних банків у наступному році до 1238,454 млрд грн (X_1), загального обсягу операцій фондового ринку до 2286,22 млрд грн (X_2), а загального обсягу операцій валютного ринку до 55244,70 млрд грн (X_3) – обсяг промисловості збільшиться до 1447,452 млрд грн.

Перелік питань для самоконтролю

1. Поясніть відмінності між парною і множинною регресіями.

2. Назвіть основні види регресійних моделей.

3. Назвіть методи, що використовують для розв'язування регресійних моделей.

4. Назвіть та охарактеризуйте етапи побудови регресійної моделі.

5. Назвіть критерії адекватності регресійної моделі.

6. Поясність сутність мультиколінеарності та шляхи її усунення.

7. Поясніть, чим небезпечна автокореляція і як її виміряти.

8. Проведіть аналіз графіків залишків регресійної моделі.

9. Поясніть сутність дисперсійного аналізу ANOVA.

10. Матриця парних коефіцієнтів кореляції, принцип побудови та її аналіз.

11. Для чого будується графік нормального розподілу при регресійному аналізі.

Лабораторна робота 1

Тема. Кореляційний аналіз

Мета: навчитися будувати та аналізувати матрицю парних коефіцієнтів кореляції з використанням електронних таблиць MS Excel.

Навчальні завдання

На підставі сукупності спостережень (n) у розрізі регіонів побудувати матрицю парних коефіцієнтів кореляції з використанням електронних таблиць ***MS Excel***. Здійснити детальний аналіз отриманих результатів. Визначити, які фактори впливають на обрану результативну ознаку. Обрати фактори (що не пов'язанні між собою) для визначення їх впливу на ендогенну змінну. Розрахувати критичне значення коефіцієнта кореляції і визначити які моделі можна будувати. Вибрати вихідні дані згідно із номером по списку у журналі (наприклад, сьомий по списку студент обирає дані по Житомирській області). Вихідні дані:

1. Зайняте населення по регіонах, тис. осіб (додаток А).
2. Попит на робочу силу по регіонах, на кінець періоду, тис. осіб (додаток Б).
3. Постійне населення, середня чисельність, тис. осіб (додаток В).
4. Середньомісячна заробітна плата по регіонах*, грн (додаток Г).
5. Рівень зареєстрованого безробіття по регіонах, на кінець року, у % до населення працездатного віку (додаток Д).
6. Валовий регіональний продукт, у фактичних цінах, млн грн (додаток Е).
7. Валовий регіональний продукт у розрахунку на одну особу, у фактичних цінах, грн (додаток Ж).
8. Наявний дохід у розрахунку на одну особу, грн (додаток З).
9. Індекси споживчих цін по регіонах (грудень до грудня попереднього року) (додаток К).
10. Доходи населення по регіонах України, млн грн (додаток Л).
11. Мобілізовано податку з доходів фізичних осіб* до бюджету, млн (додаток М).

Відкрити сайт Державної служби статистики України / URL : www.ukrstat.gov.ua і поновити дані у таблицях (додаток А-М) відповідно поточного року.

Для виконання роботи студент повинен знати та вміти

1. Зміст роботи та порядок її проведення.

2. Алгоритм обчислення критичного значення коефіцієнта кореляції.

3. Користуватися пакетом ***MS Excel***, а саме:

– вбудованими функціями аналізу даних (знаходити: **«Дані» → «Аналіз даних» → «Кореляція» (**якщо не знайдено **«Аналіз даних»**, то його необхідно активувати: **«Файл» → «Параметри» → «Надстройки» → «Перейти» → «Пакет аналізу»** поставити відмітку ✓→ **ОК)).**

ХІД РОБОТИ
ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ У ПАКЕТІ *MS EXCEL*

1. Сформувати на робочому аркуші вихідні дані у вигляді стовпців масиву даних.

2. Побудувати кореляційну матрицю: «**Дані» → «Аналіз даних» → «Кореляція»**.

3. Визначити критичне значення лінійного коефіцієнта кореляції для матриці парних коефіцієнтів кореляції:

$$r_{кр} = \left[\frac{t_{кр}^2}{t_{кр}^2 + (n-2)} \right]^{1/2}.$$

Критичне значення *t-статистики* для $\gamma = (n-2)$ ступенів свободи та α=0,05 обирають із таблиці.

4. Пояснити, які ендогенні й екзогенні змінні доцільно обрати для регресійної моделі і чому.

5. Обґрунтувати, чи існує між обраними факторами мультиколінеарність чи ні.

Лабораторна робота 2

Тема. Аналіз лінійної множинної регресії

Мета: навчитися будувати та аналізувати моделі багатофакторної лінійної регресії з використанням електронних таблиць MS Excel.

Навчальні завдання

За результатами лабораторної роботи номер 1 провести детальний регресійний аналіз багатофакторної моделі: $Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \varepsilon$ (цифрові дані за варіантами подані в додатках А-М) з використанням електронних таблиць ***MS Excel***.

Для виконання роботи студент повинен знати та вміти

1. Зміст роботи та порядок її проведення.
2. Алгоритм обчислення багатофакторної лінійної регресії.
3. Користуватися пакетом ***MS Excel***, а саме:

– вбудованими функціями аналізу даних (знаходити: **«Дані» → «Аналіз даних» → «Регресія»).**

ХІД РОБОТИ
ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ
У ПАКЕТІ *MS EXCEL*

1. Сформувати на робочому аркуші вихідні дані у вигляді стовпців масиву.
2. Побудувати регресійну модель: «**Дані» → «Аналіз даних» → «Регресія».**
3. Записати економетричну модель (рівняння регресії).
4. Пояснити всі отримані результати детальним 8-етапним аналізом.
5. Зробити висновки та економічну інтерпретацію отриманих результатів.

Економічна інтерпретація множинної регресії

Приклад 1. Проведемо дослідження чинників і тенденцій розвитку будівельного сектору економіки на основі економіко-математичних моделей та методів прогнозування.

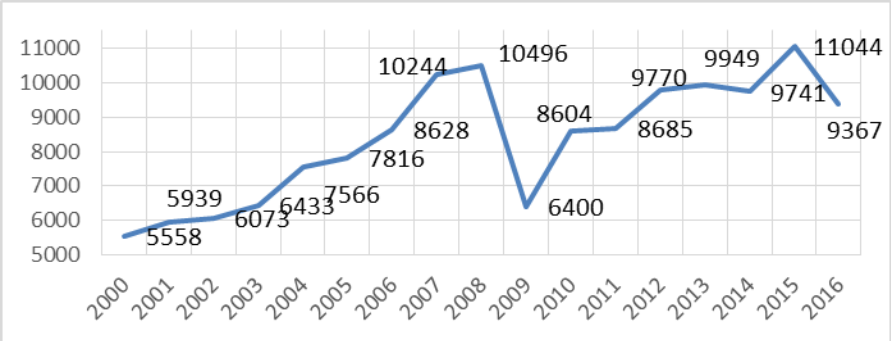


Рис. 2.2.1. Динаміка введення в експлуатацію загальної площі, тис. м^2

Джерело: побудовано авторами за даними[1].

Аналіз динаміки введення в експлуатацію загальної площі будівель за період від 2000 року по 2016 рік (рис. 1) вказує на існування двох періодів, протягом яких галузь розвивалась по-різному. Перший період – це період з 2000 по 2008 рік, який можна охарактеризувати стабільним зростанням галузі, на що вказує динаміка її основних показників (рис. 2.2.1, 2.2.2).

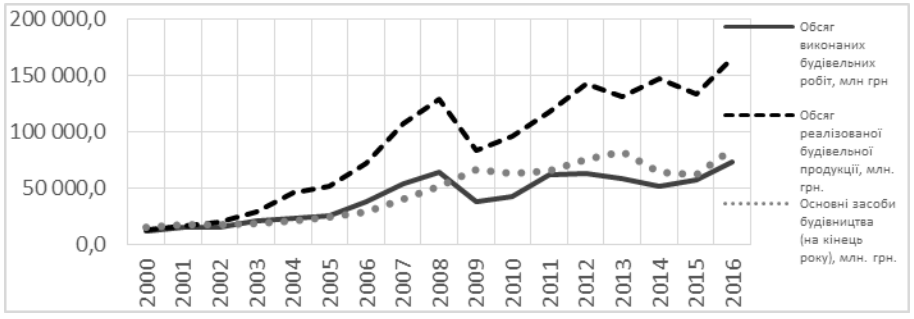


Рис. 2.2.2. Динаміка основних показників будівельної галузі

Джерело: побудовано авторами за даними[2].

Незважаючи на те, що темпи їхнього зростання не були сталими, спостерігалося падіння обсягу реалізованої будівельної продукції у 2005 році й обсягу виконаних будівельних робіт у 2002, 2004 роках (рис. 2.2.3), проте їхні значення перевищували одиницю.

---

[1] Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL : http://www.ukrstat.gov.ua.

[2] Там само

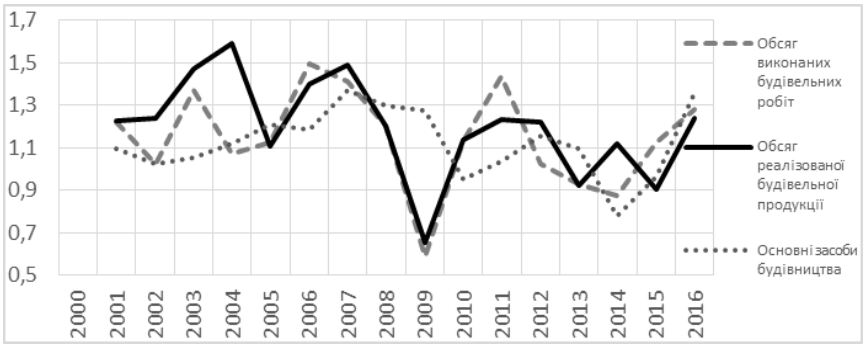


Рис. 2.2.3. Динаміка темпів зростання основних показників будівельної галузі

Джерело: побудовано авторами.

Так, для загальної площі, введеної в експлуатацію, цей показник у середньому становив 1,08 ± 0,06, а середній річний приріст – 652,67 ± 142,82 тис. м^2; для основних засобів будівництва – 1,17± 0,11, середній річний приріст – 4 104,78 ± 1 787,11 млн грн; для кількості будівельних підприємств – 1,09 ± 0,04 і 2 731,38 ± 432,69, для обсягу виконаних будівельних робіт – 1,24 ± 0,16 і 6 223,31 ± ± 2 257,25 млн грн; для обсягу реалізованої будівельної продукції – 1,34 ± 0,15 і 14 387,78 ± 4 170,07 млн грн відповідно (табл. 2.2.1).

Таблиця 2.2.1

Середні прирости та середні темпи зростання основних показників будівельної галузі в період з 2000 по 2016 роки

Основні показники будівельної галузі	2000–2008			2009–2016		
	середній приріст за рік	середні темпи зростання		середній приріст за рік	середні темпи зростання (2010–2016)	
		у грн	у дол.		у грн	у дол.
Обсяг виконаних будівельних робіт, млн грн	6 223,31 ± ± 2 257,25	1,24 ± ± 0,16	1,24 ± ± 0,16	3 426,49 ± ± 3 208,25	1,11 ± ± 0,18	0,96 ± ± 0,27
Обсяг реалізованої будівельної продукції, млн грн	14 387,78 ± ±4 170,07	1,34 ± ± 0,15	1,34 ± ± 0,16	9 965,93 ± ± 4 771,20	1,11 ± ± 0,13	0,97 ± ± 0,25
Основні засоби будівництва (на кінець року), млн грн	4 104,78 ± ± 1 787,11	1,17 ± ± 0,11	1,17 ± ± 0,11	1 408,81 ± ± 3 374,07	1,05 ± 0,17	0,92 ± 0,26
Кількість будівельних підприємств, одиниць	2 731,38 ± ± 432,69	1,09 ± 0,04		–1 233,21 ± ± 1 654,83	0,99 ± 0,16	
Введення в експлуатацію загальної площі, тис. м^2	652,67 ± ± 142,82	1,08 ± 0,06		432,33 ± ±352,06	1,07 ± 0,14	

Джерело: розраховано авторами.

Після 2009 року, в якому відбулося різке падіння усіх показників, крім основних засобів виробництва, розпочався другий період, який можна охарактеризувати як період зростання і відновлення основних показників будівельної галузі, проте він був нестабільний. Хоча середні темпи зростання (крім кількості будівельних підприємств) перевищували одиницю, проте в певні роки їх значення було менше одиниці (табл. 1). У цей період також зменшився середній приріст за рік порівняно з попереднім періодом. Кількість будівельних підприємств взагалі виявила тенденцію до зменшення. Динаміка розвитку будівельної галузі упродовж 2010–2016 років не виглядає оптимістично, якщо врахувати зростання курсу долара США і звести обсяг виконаних будівельних робіт, обсяг реалізованої продукції і основні засоби будівництва до цієї грошової одиниці. Як видно з таблиці 1, середні темпи зростання цих показників у даному періоді менше одиниці, починаючи з 2011–2012 років, відбувалося різке їх зменшення (рис. 2.2.4) і, майже досягнувши кризового значення 2009 року, у 2016 році цей процес зупинився.

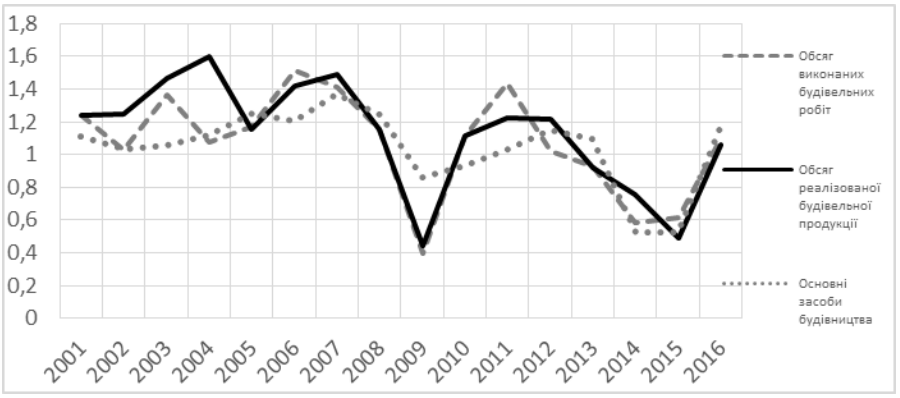


Рис. 2.2.4. Динаміка темпів зростання основних показників будівельної галузі, у доларах США

Джерело: розраховано авторами.

Для подальшого аналізу застосовуємо економетричні методи. Матриця парних коефіцієнтів кореляції показує, що введення в експлуатацію загальної площі корелюється з обсягом виконаних будівельних робіт (коефіцієнт кореляції 0,87), обсягом реалізованих будівельних робіт (0,88), основними засобами будівництва (0,67), середньою заробітною платою (0,72), сукупними ресурсами домогосподарств (0,74) (табл. 2).

Таблиця 2.2.2

Парні коефіцієнти кореляції

Показники	Курс гривні щодо долара США	Обсяг виконаних будівельних робіт	Обсяг реалізованої будівельної продукції	Основні засоби будівництва	Кількість будівельних підприємств	Індекс реальної заробітної плати	Середня заробітна плата	Сукупні ресурси домогосподарств	Загальна площа
Курс гривні щодо долара США	1,00								
Обсяг виконаних будівельних робіт	0,57	1,00							
Обсяг реалізованої будівельної продукції	0,62	0,97	1,00						
Основні засоби виробництва	0,59	0,88	0,91	1,00					
Кількість будівельних підприємств	0,13	0,69	0,63	0,64	1,00				
Індекс реальної заробітної плати	–0,53	–0,34	–0,43	–0,47	–0,13	1,00			
Середня заробітна плата	0,85	0,86	0,92	0,91	0,43	–0,54	1,00		
Сукупні ресурси домогосподарств	0,79	0,89	0,94	0,95	0,50	–0,54	0,99	1,00	
Загальна площа	0,45	0,87	0,88	0,67	0,53	–0,30	0,72	0,74	1,00

Джерело: розраховано авторами.

Введення до розгляду офіційного середньорічного курсу гривні долара США, індексу реальної заробітної плати (до попереднього року, %), середньої заробітної плати у розрахунку на одного штатного працівника, сукупних ресурсів у середньому за місяць у розрахунку на одне домогосподарство зроблено з метою дослідження можливого впливу на будівельну галузь показників, які формують попит. Оскільки заробітна плата в Україні становить постійну частку в загальних доходах населення, у модель з метою усунення мультиколінеарності включено лише середню заробітну плату.

Побудована модель (модель 1) має вигляд:

$$У = 6\,483{,}53 - 2{,}18 \cdot X_1 + 0{,}04 \cdot X_2 - 0{,}10 \cdot X_3 + 0{,}05 \cdot X_4 + 1{,}93 \cdot X_5,$$

де У – введення в експлуатацію загальної площі, тис. м^2.

Коефіцієнт детермінації ($R^2 = 0{,}89$) та критерій Фішера ($F = 18{,}44$) вказують на те, що модель є адекватною і має належні пояснювальні властивості. Проте за рівня значущості 0,1 ряд коефіцієнтів є незначущими (табл. 2.2.3, рис. 2.2.5). Це можна пояснити наявністю в моделі мультиколінеарності (впливом курсу гривні на інші фактори). Щоб усунути цей недолік, визначимо фактори, що вимірюються у грошових одиницях, – у доларах США.

Таблиця 2.2.3

Статистичні характеристики моделі 1

Фактори	**Коефіцієнти**	**t-татистика**	**Р-значення**	**Нижня межа 90,0 %**	**Верхня межа 90,0 %**
Константа	6 483,53	6,11	0,00	4 577,00	8 390,06
X_1 – офіційний середньорічний курс гривні (за 100 доларів США)	–2,18	–1,17	0,27	–5,52	1,16
X_2 – обсяг реалізованої будівельної продукції, млн грн	0,04	1,57	0,15	-0,01	0,08
X_3 – основні засоби будівництва, млн грн	–0,10	–1,99	0,07	–0,19	–0,01
X_4 – кількість будівельних підприємств, одиниць	0,05	0,70	0,50	–0,07	0,17
X_5 – середня заробітна плата, грн	1,93	1,00	0,34	–1,55	5,40

Джерело: розраховано авторами.

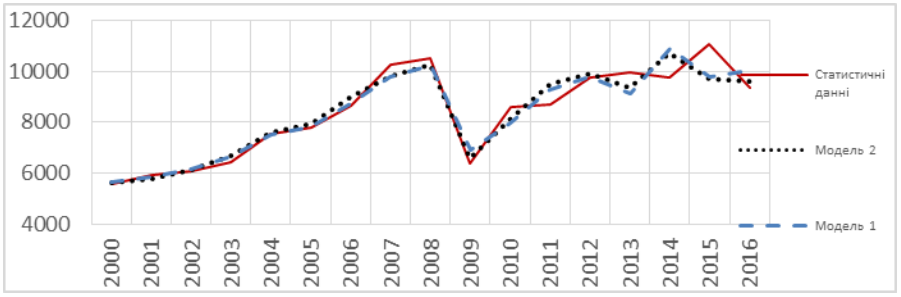


Рис. 2.2.5. Графіки моделі 1 і моделі 2 (введення в експлуатацію загальної площі, тис. м^2)

Джерело: побудовано авторами.

У результаті отримуємо модель (модель 2):

$$У = 6\,573{,}58 + 0{,}21 \cdot X_2 - 0{,}95 \cdot X_3 + 0{,}02 \cdot X_4 + 21{,}29 \cdot X_5.$$

Коефіцієнт детермінації (R^2 = 0,91) та критерій Фішера (F = 29,81) вказують на те, що модель є адекватною і має належні пояснювальні властивості. Як видно з таблиці 4, у цілому статистичні характеристики моделі значно покращилися (рис. 5).

Таблиця 2.2.4

Статистичні характеристики моделі 2

Фактори	**Коефіцієнти**	**t-статистика**	**P-значення**	**Нижня межа 90,0 %**	**Верхня межа 90,0 %**
Y – перетин	6 573,58	7,44	0,00	4 998,81	8 148,35
X_2 – обсяг реалізованої будівельної продукції, млн дол. США	0,21	4,02	0,00	0,12	0,30
X_3 – основні засоби будівництва, млн дол. США	–0,95	–6,48	0,00	–1,21	–0,69
X_4 – кількість будівельних підприємств, одиниць	0,02	0,43	0,68	–0,05	0,08
X_5 – середня заробітна плата, дол. США	21,29	6,82	0,00	15,73	26,86

Джерело: розраховано авторами.

Зауважимо, що і в першій, і в другій моделях коефіцієнт при змінній X_4 є незначущим. Це вказує на те, що кількість будівельних підприємств не має статистичного впливу на введення в експлуатацію загальної площі і в подальшому цей фактор з моделі можна вилучити.

Аналіз будь-якого ринку повинен включати дослідження взаємозв'язку ціни продукції та попиту і пропозиції. Офіційна статистика не наводить даних щодо ціни квадратного метра будівель протягом досліджуваного періоду. Для оцінки такого показника поділимо обсяг реалізованої будівельної продукції, вираженої в грошових одиницях, на величину введеної в експлуатацію загальної площі. Цю величину назвемо оцінкою вартості квадратного метра будівель і будемо її виражати в гривнях за квадратний метр (або доларів США за квадратний метр). Як видно з графіка (рис. 2.2.6), динаміка оцінки вартості квадратного метра будівель має дві чітко виражені тенденції.

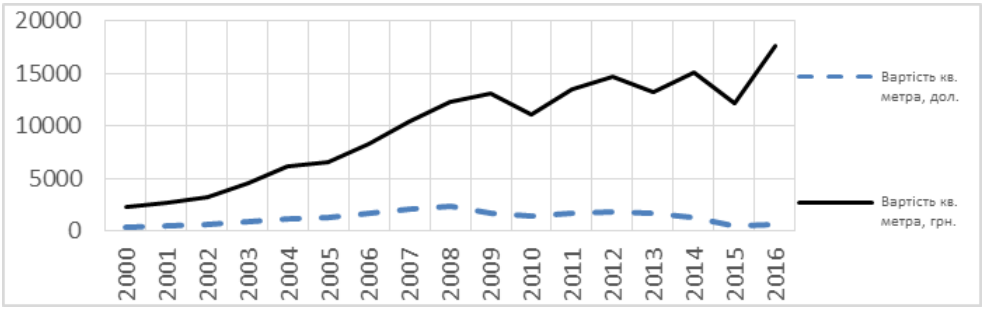


Рис. 2.2.6. Динаміка оцінки вартості квадратного метра будівель

Джерело: побудовано авторами.

Перший період з 2000 по 2009 р. У цей період відбувалося поступове, майже з однаковими темпами, зростання досліджуваного показника, вираженого як у національній валюті, так і в доларах США (у середньому 1,22 і 1,24, відповідно). У другому періоді спостерігається як нестабільність динаміки, так і зменшення темпів зростання (у середньому 1,06 і 0,90, відповідно). Ввівши цей фактор, отримаємо таку модель (модель 4):

$$У = 7\ 355{,}38 - 2{,}35 \cdot X_1 + 0{,}39 \cdot X_2 - 0{,}71 \cdot X_3 + 17{,}83 \cdot X_4.$$

Ця модель має належні статистичні оцінки (табл. 2.2.5), коефіцієнт детермінації рівний 0,93, критерій Фішера 40,36, усі коефіцієнти є значущими.

Таблиця 2.2.5

Статистичні характеристики моделі 4

Фактори	Коефіці-єнти	t-статис-тика	P-зна-чення	Нижня межа 90,0 %	Верхня межа 90,0 %
Константа	7 355,38	18,95	0,00	6 663,72	8 047,05
X_1 – вартість м^2, дол.	–2,34	–2,03	0,07	–4,41	–0,28
X_2 – обсяг реалізованої будівельної продукції, млн дол.	0,39	4,04	0,00	0,22	0,56
X_3 – основні засоби будівництва, млн дол.	–0,71	–4,14	0,00	–1,01	–0,40
X_4 – середня заробітна плата, дол.	17,83	5,51	0,00	12,06	23,60

Джерело: розраховано авторами.

На рисунку 2.2.7 зображено статистичні дані і графіки, які ілюструють модель 3 і модель 4 (модель 3 – це модель, аналогічна моделі 4, в якій фактори подані в національній валюті, її аналітичний вираз не наводимо, оскільки, як було зазначено вище, в ній присутня мультиколінеарність, яка погіршує статистичні оцінки коефіцієнтів).

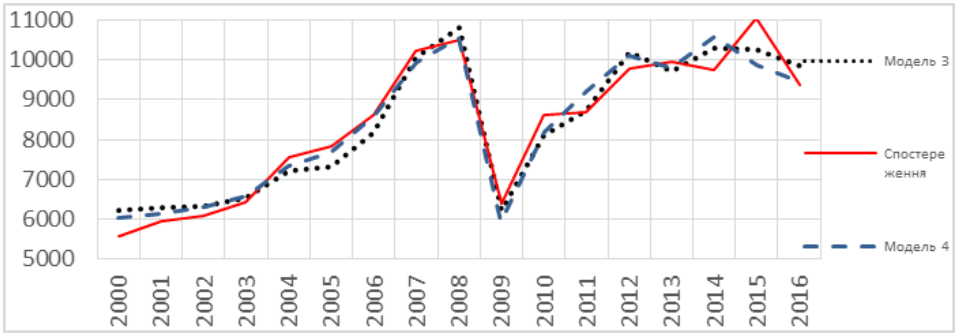


Рис. 2.2.7. Графіки моделі 3 і моделі 4 (введення в експлуатацію загальної площі, тис. м^2)

Джерело: побудовано авторами.

Аналіз графіків свідчить, що модель 4 краще описує докризовий період, а модель 3 – післякризовий період. З цього можна зробити висновок, що учасники ринку в докризовий період

більше орієнтувалися на ціни в доларовому еквіваленті. Після 2009 року, коли відбулося знецінення національної валюти, реальні доходи громадян почали зменшуватись, учасники ринку стали орієнтуватися на ціни, виражені в гривнях.

Проведений аналіз дає можливість зробити такі висновки. На стан будівництва в Україні значний вплив мають середньорічний курс гривні щодо іноземних валют, обсяг реалізованої будівельної продукції, основні засоби будівництва, середня заробітна плата у розрахунку на одного штатного працівника, вартість квадратного метра будівель. Кількість будівельних підприємств суттєвого впливу не має. На такому етапі збільшення вартості квадратного метра житла на один долар США призводить до зменшення виробництва в будівельній галузі в середньому на 2,34 ± 2,06 м^2. Зростання середньої заробітної плати на один долар США приводить до збільшення введення в експлуатацію загальної площі на 17,83 ± 5,76 м^2 (табл. 2.2.5). Збільшення офіційного курсу гривні до іноземних валют на 1 долар США призводить до зменшення в середньому на 2,18 ± 3,34 м^2 (табл. 2.2.3). Кризові явища в економіці, а саме: знецінення національної валюти, зменшення реальних доходів громадян, закриття банків призвело до зменшення інвестицій у будівельну галузь, падіння попиту і, як наслідок, падіння обсягів будівництва. Основною причиною, з якої будівництво тимчасово призупинено або законсервовано, є відсутність фінансування. Значний знос виробничих фондів будівельних підприємств впливає на зростання собівартості будівельної продукції і, як наслідок, призводить до збільшення вартості і скорочення платоспроможного попиту на нього. Оновлення виробничих фондів потребує додаткових коштів, які не йдуть безпосередньо на будівництво. Саме цим пояснюється від'ємне значення коефіцієнта при основних засобах будівництва в побудованих моделях.

Приклад 2. Провести регресійний аналіз діяльності ПАТ «Кременчуцький міськмолокозавод» та побудувати регресійну модель, де залежною функцією виступає загальний чистий дохід від реалізації продукції підприємства, а незалежними змінними – фактори макроекономіки, що впливають на дохід.

На підставі із сукупності річних статистичних даних ПАТ «Кременчуцький міськмолокозавод», було здійснено регресійний аналіз його діяльності за даними 2001–2016 рр.[3], де результативною ознакою є чистий дохід від реалізації продукції, тис. грн (*Y*) (035 код рядка в річній фінансовій звітності до 2013 року; 2000 код рядка – від 2013 року). За факторні ознаки були взяті:

– курс долара (X_1), оскільки цей показник напряму пов'язаний із багатьма економічними процесами в Україні[4];

– доходи населення (X_2) – оскільки купівельна спроможність населення є однією із основних проблем молочної галузі, а тому в сукупності з третім факторним показником (індексом інфляції) доходи населення мають досить значимий зв'язок із результативною ознакою;

– індекс інфляції (X_3) – у сукупності з двома першими факторними ознаками має високу значимість для проведення такого аналізу. До того ж цей показник необхідно включити в модель для того, щоб виключити можливість завищення чистого доходу підприємства та доходів населення[5].

Таблиця 2.2.6

Кореляційна матриця, розрахована в Microsoft Excel

Показник	**y**	**x_1**	**x_2**	**x_3**
Загальний чистий дохід, тис. грн (*Y*)	1			
Курс долара (X_1)	0,9777	1		
Доходи населення, млн грн (X_2)	0,8548	0,7785	1	
Індекс інфляції (X_3)	0,5430	0,5064	0,3143	1

Джерело: розраховано авторами.

За результатами розрахунку кореляційної матриці (табл. 2.2.6), можна бачити, що всі фактори мають значимий зв'язок із результативною ознакою, їхні значення більші критичного парного

[3] Агентство з розвитку інфраструктури фондового ринку України. URL : http://smida.gov.ua.

[4] Минфин – всё о финансах: новости, курсы валют, банки. URL : http://minfin.com.ua.

[5] Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL : http://www.ukrstat.gov.ua.

коефіцієнта кореляції, а тому їх можна включати в загальну модель. Аналіз основних показників регресійного аналізу (рис. 2.2.8):

1. Множинний коефіцієнт кореляції r = 0,99, що вказує на досить щільний лінійний зв'язок між обраними факторами та результативною ознакою.

	A	B	C	D	E	F	G
1	ВЫВОД ИТОГОВ						
2	*Регрессионная статистика*						
3	Множественный R	0,9921					
4	R-квадрат	0,9843					
5	Нормированный R-квадрат	0,9804					
6	Стандартная ошибка	53474,7957					
7	Наблюдения	16,0000					
8	Дисперсионный анализ						
9		*df*	*SS*	*MS*	*F*	*Значимость F*	
10	Регрессия	3	2,15698E+12	7,18992E+11	251,4352	4,29533E-11	
11	Остаток	12	34314645360	2859553780			
12	Итого	15	2,19129E+12				
13		*Коэффициенты*	*Стандартная ошибка*	*t-статистика*	*P-Значение*	*Нижние 95%*	*Верхние 95%*
14	Y-пересечение	-523301,3198	155820,1625	-3,3584	0,0057	-862804,2891	-183798,3506
15	Курс доллара (x1)	45535,8387	3988,5120	11,4167	0,0000	36845,6175	54226,0599
16	Доходи населення, млн. грн (x2)	0,1584	0,0359	4,4087	0,0009	0,0801	0,2367
17	Індекс інфляції (x3)	3184,7715	1466,1723	2,1722	0,0506	-9,7436	6379,2866

Рис. 2.2.8. Регресійний аналіз у Microsoft Excel
Джерело: розраховано авторами.

2. Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0{,}98$. Це означає, що дохід від реалізованої продукції на цьому підприємстві на 98 % залежить від обраних факторів.

3. Розрахований F-критерій для моделі становить 251,43, що є значно більшим за встановлене критичне значення $F_{крит}(4; 12) = 5{,}41$. Отже, запропонована модель є адекватною і може бути застосована для практичного використання.

4. t-статистика Стьюдента також може підтвердити адекватність моделі. Цей показник для усіх коефіцієнтів моделі є більшим за критичне значення $t_{крит}(0{,}05; 12) = 2{,}17$.

5. Тест Дарбіна-Уотсона на автокореляцію становить:

$$DW = \frac{47\,683\,555\,253}{34\,314\,645\,360} = 1{,}3896,$$

$dl = 0{,}86$, а $du = 1{,}73$. Отже, показник DW перебуває в зоні невизначеності: 1,3846 $\in$ (0,86; 1,73), а тому встановити присутність автокореляції за допомогою цього тесту в такій моделі неможливо.

Отже, модель є відносно адекватною і може бути використана для подальшого аналізу і прогнозування. Модель має вигляд:

$$\hat{Y}=-523\,301{,}3198+45\,535{,}8387x_1+0{,}1584x_2+3\,184{,}7715x_3.$$

Коефіцієнт $\beta_1 = 45\,535{,}8387$, який показує, що у випадку збільшення курсу долара на 1 грн загальний чистий дохід від реалізації продукції ПАТ «Кременчуцький міськмолокозавод» збільшиться на 45 535,8387 тис. грн при сталості інших факторів, а тому саме цей показник має найбільший вплив на результативну ознаку. Коефіцієнт $\beta_2 = 0{,}1584$ – зростання доходів населення на 1 млн грн збільшить загальний чистий дохід від реалізації продукції на 0,1584 тис. грн, коефіцієнт $\beta_3 = 3\,184{,}7715$ – у разі збільшення інфляції на 1 відсоток, загальний чистий дохід від реалізації продукції зросте на 3 184,7715 тис. грн.

Розрахувавши коефіцієнти еластичності $E_i = \beta_i \cdot \frac{\bar{x}_i}{\bar{y}}$, можна отримати такі висновки[6]:

– $E_1 = 1{,}057$ – якщо курс долара підвищиться на 1 %, то загальні доходи підприємства від реалізації продукції зростуть на 105,7 % при сталому значенні інших факторів;

– $E_2 = 0{,}381$ – у разі зростання доходів населення на 1 % загальні доходи підприємства від реалізації продукції зростуть на 38,1 %;

– $E_3 = 0{,}9405$ – якщо індекс інфляції зросте на 1 %, то загальні доходи підприємства від реалізації продукції зростуть на 94,05 % при сталому значенні інших факторів.

Проаналізувавши вплив зовнішніх економічних факторів на конкретне підприємство, було встановлено, що процеси, що відбуваються на макроекономічному рівні, суттєво впливають на функціонування, розвиток та доходи підприємств. Вітчизняна економіка прямо пов’язана з коливанням курсу долара, який, у свою чергу, впливає на рівень інфляції в Україні. Збільшення

[6] Дудко В. С., Краснова Т. Д., Лаговський В. В. Економіко-математичне моделювання: навчальний посібник для студ. вищ. навчал. закл. : у 2-х ч. Ірпінь: НУДПСУ, 2010. 448 с.

чистого доходу від реалізації продукції, товарів та послуг відбувається за рахунок інфляційного наповнення.

Приклад 3. Банківська система є одним із найважливіших елементів інфраструктури економіки України. Вона суттєво впливає на забезпечення взаємозв'язку між виробниками продукції та її споживачами. Успішний розвиток і надійність банківської системи в умовах ринкової економіки багато у чому залежить від прийняття правильних управлінських рішень, які повинні базуватися на результатах статистичного аналізу їхньої діяльності, що дозволяє виявляти їх можливості і загрози, окреслити шляхи розв'язання проблем.

Головною проблемою останніх років є різке зменшення загальних доходів банків, що призводить до їхнього банкрутства та подальшої ліквідації. З 2014 року, згідно з рішенням НБУ, було закрито 81 банк та ще 7 банків чекають на рішення про ліквідацію[7]. Така тенденція закриття банків призводить до втрати вкладниками їхніх заощаджень та необхідності держави відшкодовувати понесені збитки, що спричиняє економічний дисбаланс та розповсюджує панічні настрої серед населення. Саме в умовах підвищення внутрішніх вимог до ефективності діяльності банківської системи України суттєво зростає актуальність аналізу їхніх фінансових результатів. За даними НБУ, в Україні 2018 року діяло майже 80 банків[8]. За рейтингом стійкості банків, проведеним серед 31 банку, Ощадбанк 2018 року посів 8 місце[9].

Модель для прогнозування діяльності банку побудована за даними фінансових результатів Ощадбанку за 2007–2016 рр. Для побудови моделі, як результативну ознаку, використано показник прибутку після оподаткування, який найкраще показує ступінь ефективності діяльності Ощадбанку. Факторними ознаками виступають процентні доходи (X_1), резерви під заборгованість за кредитами (X_2) та індекс споживчих цін, % (X_3) (табл. 2.2.7).

---

[7] Положення про виведення неплатоспроможного банку з ринку. URL : http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1581.

[8] Довідник діючих банківських установ. URL : https://bank.gov.ua/control/bankdict/banks.

[9] Фінансові результати Ощадбанку за підсумками. URL : https://minfin.com.ua/ua/company/oschadbank/rating/?date=2018-05-14.

Таблиця 2.2.7

Показники фінансових результатів Ощадбанку

Рік	Прибуток/збиток після оподаткування	Процентні доходи	Резерви під заборгованість за кредитами	Темп інфляції
2007	171 309	940 570	24 375	116,6
2008	281 009	1 694 722	103 627	122,3
2009	1 180 054	5 776 298	691 796	112,3
2010	431 303	5 789 194	1 999 058	109,1
2011	384 937	6 092 957	1 989 483	104,6
2012	411 023	7 186 182	1 705 246	99,8
2013	481 029	8 320 897	2 209 698	100,5
2014	550 899	10 676 456	1 919 624	124,9
2015	–5 400 843	14 891 311	9 723 982	143,3
2016	251 527	3 458 561	1 856 266	112,4
Середнє значення	–125 775	6 482 715	2 222 316	113,7*

* Індекс споживчих цін 2017 року.

Джерело: складено за даними[10].

Проблема простроченої заборгованості залишається однією з головних для банківського сектору України. Між прибутком та резервами під заборгованість за кредитами існує досить сильний лінійний обернений зв'язок (r_2=–0,944). Банк нарощує резерви для покриття кредитних ризиків, які негативно впливають на прибуток банківської установи (табл. 2.2.8).

Присутній слабкий зв'язок між процентними доходами та темпом інфляції ($r_{1,3}$= 0,44). Рівень процентних ставок змінюється за умови зростання темпів інфляції в країні. *Процентні доходи* від надання кредитних послуг становлять до 70 % доходів *банку*, тому простежується лінійний обернений зв'язок (r_1 = –0,66). Безсумнівно, що *інфляція* найбільший негативний вплив має на населення з фіксованими *доходами:* пенсіями, стипендіями, заробітною платою працівників бюджетної сфери. Вона знецінює

[10] Фінансові результати діяльності банків України (у розрізі банків). *Вісник НБУ*. 2007–2016 рр. №12, грудень. URL : https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=42551443.

заощадження *громадян,* що відображається на їхній платоспроможності. Банки у цей період змушені збільшувати величину резерву під заборгованість за кредитами, тому тут присутній істотний прямий лінійний зв'язок ($r_{2,3}$ = 0,64).

Таблиця 2.2.8

Матриця парних коефіцієнтів кореляції

Показники	**Прибуток після оподаткування (*Y*)**	**Процентні доходи (X_1)**	**Резерви під заборгованість за кредитами (X_2)**	**Індекс споживчих цін (X_3)**
Прибуток після оподаткування (*Y*)	1			
Процентні доходи (X_1)	–0,6587	1		
Резерви під заборгованість за кредитами (X_2)	–0,9444	0,8333	1	
Індекс споживчих цін (X_3)	–0,7641	0,4394	0,6354	1

Джерело: побудовано авторами.

За результатами кореляційного аналізу, за допомогою Microsoft Excel побудовано трифакторну модель, яка не містить мультиколінеарності (табл. 2.2.9). На основі проведеного регресійного аналізу можна стверджувати, що модель якісна й адекватно описує стан діяльності Ощадбанку. Розраховані значення F-критерію Фішера та t-статистики Стьюдента є більшими за табличні, а *p*-значення менші за 0,05. Позитивний вплив на зростання величини прибутку мають процентні доходи, у разі їх збільшення на 1 тисячу гривень приріст прибутку становитиме 0,159 тис. грн.

Найбільший негативний вплив має темп інфляції, у разі її підвищення на 1 % банк понесе збиток у розмірі 31 631,85 тис. грн. Незначні втрати у розмірі 0,746 тис. грн банк понесе, якщо збільшить на 1 тис. грн резерв під заборгованість за кредитами. На 97,35 % рівень прибутку залежить від темпу інфляції, процентних доходів та резерву і лише на 2,65 % від інших факторів, не врахованих у моделі.

Таблиця 2.2.9

Рівняння регресії та показники його адекватності

Рівняння регресії	R^2	F-критерій Фішера	t-статистика	*p*-значення
$Y = 4\,123\,505{,}646 + 0{,}159X_1 - 0{,}746X_2 — 31\,631{,}85X_3$	0,9735	73,68	$t_0 = 2{,}91$ $t_1 = 2{,}88$ $t_2 = -7{,}69$ $t_3 = -2{,}52$	$p_0 = 0{,}03$ $p_1 = 0{,}04$ $p_2 = 0{,}0003$ $p_3 = 0{,}04$
Критичні значення	0,75	5,96	2,447	0,05

Джерело: побудовано авторами.

У діяльності банку відбувається ланцюгова реакція на політичну, фінансову і економічну кризи. Інфляційні процеси в країні 2016 року більше ніж у чотири рази зменшили процентні доходи банку, тому що їхні потенційні клієнти в цей період намагалися лише вижити. Банк змушений зі свого боку також реагувати на інфляційні процеси, і 2015 року у результаті зростання індексу споживчих цін до 143,3 % Ощадбанк змушений був збільшити у п’ять разів суму резервів під заборгованість за кредитами, що призвело до отримання збитку у розмірі 5,4 млрд грн.

Отже, економетрична модель діяльності Ощадбанку дає змогу оцінити вплив різних факторів на прибуток банку, виявити взаємопов’язані чинники, спрогнозувати значення можливого доходу, наштовхнути на правильні управлінські рішення задля мінімізації наявного кредитного ризику. Встановлено, що дохід від кредитних операцій становить більшу частину прибутку банківської установи, а між резервами під заборгованість за кредитами та доходом взагалі існує залежність. Відповідальність потенційних кредиторів підвищиться після стабілізація їхньої економічної спроможності, яка прямо залежить від політичної ситуації у країні. Фінансовий сектор повинен забезпечувати споживачів доступними ресурсами, погасити які можна буде без змін умов кредитування. А це можливе лише у разі стабільності, надійності та конкурентоспроможності банку.

Приклад 4. Дослідити вплив чисельності працівників та інших факторів на чистий дохід підприємства за даними звітності ПАТ «Бель Шостка Україна». Кадри підприємства – це сукупність постійних працівників, які отримали необхідну професійну підготовку та (або) мають практичний досвід і навички роботи.

Крім постійних працівників, у роботі підприємства можуть брати участь на основі контракту інші працездатні особи. За останні одинадцять років ПАТ «Бель Шостка Україна» притаманна тенденція до зменшення кількості працівників (рис. 2.2.9), щорічно в середньому майже 63 працівники звільнялося. Станом на 2015 рік на підприємстві працювало 518 осіб, кількість працівників, порівняно з 2005 роком, зменшилася на 52,6 %.

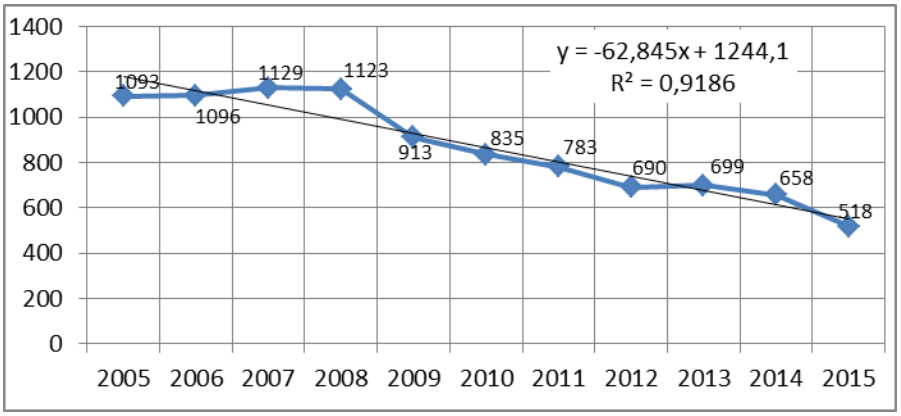


Рис. 2.2.9. Кількість працівників за 2005–2015 рр.
Джерело: розраховано авторами за даними[11].

При цьому простежується збільшення чистого доходу за досліджуваний період, щорічний приріст становить 35930 тис. грн (рис. 2.2.10). Але варто зазначити, що за останні роки суттєво збільшився індекс інфляції. Щоб визначити реальну тенденцію, необхідно вилучити інфляційну складову.

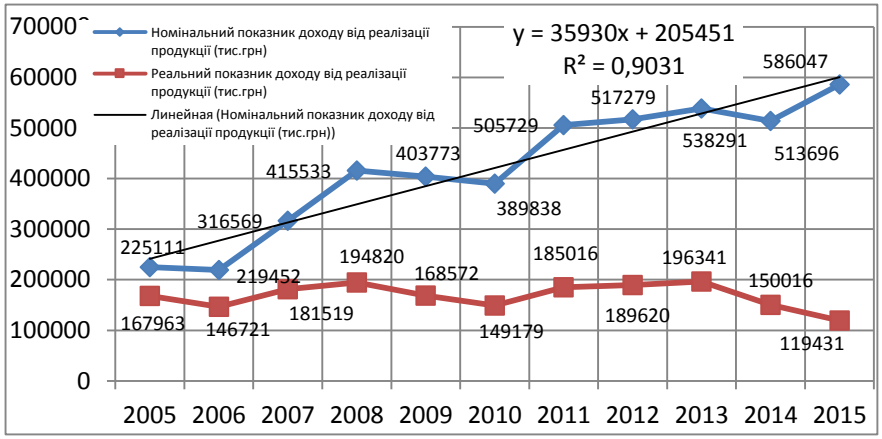


Рис. 2.2.10. Реальний та номінальний показники доходу від реалізації продукції 2005–2015 рр.
Джерело: розраховано авторами.

[11] SMIDA. Бази даних. Публічне акціонерне товариство «Бель Шостка Україна». URL : http://smida.gov.ua/db/participant/32285199.

Для розрахунку взято середньорічний темп зростання інфляції за цей період і знайдено кумулятивний індекс[12]. Аналізуючи отримані результати (рис. 2.2.10), можна стверджувати, що на ПАТ «Бель Шостка Україна» дохід з урахуванням інфляції тримається майже на одному рівні, суттєво вирізняються 2008 і 2013 роки із максимальним доходом у 194 і 196 млн грн, відповідно, мінімальний – 119 млн грн 2015 року. За останні три роки показник має тенденцію до зменшення. Проаналізуємо кореляційну матрицю ПАТ «Бель Шостка Україна» (табл. 2.2.10).

Таблиця 2.2.10

Кореляційна матриця основних економічних показників ПАТ «Бель Шостка Україна»

Показник	**Кількість працівників (X_1)**	**Витрати на оплату (X_2)**	**Грошові кошти (X_3)**	**Основні засоби (X_4)**	**Дебіторська заборгованість (X_5)**	**Короткострокові кредити (X_6)**	**Поточні зобов'язання (X_7)**	**Чистий дохід (X_8)**
Кількість працівників (X_1)	1							
Витрати на оплату (X_2)	–0,8971	1						
Грошові кошти (X_3)	0,0096	0,0392	1					
Основні засоби (X_4)	–0,7946	0,8297	0,0799	1				
Дебіторська заборгованість (X_5)	–0,8663	0,8465	–0,1313	0,6910	1			
Короткострокові кредити (X_6)	–0,3866	0,2692	0,2708	0,2424	0,4210	1		
Поточні зобов'язання (X_7)	–0,4213	0,3100	0,1851	0,3275	0,5728	0,9129	1	
Чистий дохід (X_8)	–0,8794	0,9470	–0,0232	0,8059	0,9198	0,3728	0,5050	1

Джерело: розраховано авторами.

[12] Паянок Т. М. Методи економічних та статистичних досліджень: методичні вказівки до проведення практичних занять з використанням комп'ютерних технологій з курсу. Ірпінь: Національний університет ДПС України, 2014. 61 с.

Із кореляційної матриці видно, що підприємство використовує короткострокові кредити на погашення поточних зобов'язань (r_{X7X8} = 0,913). Кількість працівників на підприємстві має тісний обернений зв'язок із витратами на оплату праці (r_{X1X2} = –0,897), чистим доходом (r_{X1X8} = –0,879), дебіторською заборгованістю (r_{X1X5} = –0,866) та основними засобами підприємства (r_{X1X4} = –0,795). Витрати на оплату праці з цими факторами мають щільний прямий зв'язок, коефіцієнти кореляції додатні. Не простежується залежність статті «Грошові кошти» з переліченими факторами. Усі побудовані моделі мають порівняно адекватні показники, що дає можливість детально проаналізувати вплив (табл. 2.2.11).

Таблиця 2.2.11

Регресійний аналіз діяльності ПАТ «Бель Шостка Україна»

Рівняння регресії		R^2	F-критерій Фішера	t-статистика	DW
Y-кількість працівників	Y = 1 509,16 – 0,00153 x_8	0,77	30,72	t_0 = 12,53 t_1 = –5,54	0,85
	Y = 1 283,144 – 0,004 x_4	0,63	15,41	t_0 = 11,25 t_1 = 3,92	1,94
	Y = 1 365,54 – 0,0079 x_2 – – 0,003 x_5	0,84	21,84	t_0 = 16,9 t_1 = 2,21 t_2 = 1,44	1,04
Нормована змінна для 2-факторної регресії		R^2 > 0,75	4,46	2,31	dl = 0,758 du = 1,604
Y- витрати на оплату праці	Y = 6 825,433 + 0,322 x_4	0,68	19,88	t_0 = 0,89 t_1 = 4,45	2,2
	Y = –11 911,5 + 0,119 x_8	0,89	78,23	t_0 = 2,01 t_1 = 8,84	1,53
	Y = 6 864,94 + 0,5373x_5	0,71	22,76	t_0 = 0,95 t_1 = 4,77	1,7
Нормована зміна для парної регресії		R^2 > 0,75	5,12	2,26	dl = 0,927 du = 1,324

Джерело: розраховано авторами за даними.

Отже, підприємство використовує короткострокові кредити на погашення поточних зобов'язань (r_{X6X7} = 0,9129). Збільшення чистого доходу призводить до зменшення кількості працівників. Це можна пояснити інфляційним наповненням цього показника

і, як наслідок, підприємство змушене скорочувати персонал. До скорочення персоналу призводить і зростання основних засобів підприємства, які потребують залучення висококваліфікованих працівників, адже витрати на оплату зростають. Ця теза потребує додаткового дослідження, адже зростання фонду оплати праці також містить суттєву інфляційну складову. На підприємстві працює форма стимулювання праці, на що вказує залежність між чистим доходом і фондом оплати праці.

Приклад 5. Провести регресійний аналіз зовнішньоекономічної діяльності України. В умовах тотальної глобалізації важко уявити економіку країни без діяльності суб'єктів ЗЕД. Вони стали флагманом української економіки. Фактично їх діяльність створює основну частину приросту українського ВВП, що вимагає значних інтелектуальних ресурсів. Результати зовнішньоекономічної діяльності мають тісний лінійний зв'язок із податковими надходженнями мита, середній – з кількістю пунктів надання податкових консультацій, а результат діяльності пунктів – кількість надання податкових консультацій – взагалі не впливає на надходження мита (табл. 2.2.12).

Для регресійного аналізу обрані показники, між якими відсутня мультиколінеарність. Як бачимо, кожна з цих моделей має не тільки тісний значний впив на досліджуваний показник, але і на якісні показники з огляду на головні параметри моделі. Це свідчить про можливість їх практичного застосування. З першої моделі видно, що зростання експорту на 1 млрд грн збільшить надходження мита на 8 млн грн (табл. 2.2.13). Подібний ефект спостерігається і щодо індексу обсягу торгівлі (з експорту), у разі його збільшення на 1 % відбудеться зростання мита та митних надходжень на суму 98 млн 310 тис. грн. Це логічно пояснюється тим, що обсяг експортних операцій збільшує товарообіг на кордоні і приводить до нових придбань, а це прямо вплине на суми мита та інших митних платежів.

Таблиця 2.2.12

Кореляційна матриця результатів ЗЕД України

Показники	Мито та інші збори, млрд грн (*Y*)	Індекс обсягу торгівлі (експорт) (X_1)	Експорт, млрд грн (X_2)	Індекс обсягу торгівлі (імпорт) (X_3)	Імпорт, млрд грн (X_4)	Податкові консультації (*X*5)	Кількість пунктів надання податкових консультацій (*X*6)	ВВП, млрд грн (X_7)
Мито та інші збори, млрд грн	1							
Індекс обсягу торгівлі (експорт)	0,8633	1						
Експорт, млрд грн	0,7577	0,6614	1					
Індекс обсягу торгівлі (імпорт)	0,9468	0,9264	0,8252	1				
Імпорт, млрд грн	0,7990	0,6903	0,9876	0,8686	1			
Податкові консультації	–0,3706	–0,1252	–0,2501	-0,3191	–0,3045	1		
Кількість пунктів надання податкових консультацій	–0,6042	–0,3347	–0,8001	–0,6182	–0,8187	0,3771	1	
ВВП, млрд грн	0,8723	0,7317	0,9596	0,8982	0,9726	–0,3285	–0,8153	1

Джерело: розраховано авторами за даними[13, 14, 15, 16].

Друга модель відображає імпортну залежність мита: зростання імпорту на 1 млрд грн призведе до зменшення надходжень мита на 1,9 млн грн, а зміна індексу обсягу торгівлі (з імпорту) на 1 % зумовить зростання митних надходжень на 69,5 млн грн. З 2006 р. Україна імпортозалежна держава і ця тенденція

[13] Worldbank Stat. URL : http://www.worldbank.org.

[14] Бюджетний моніторинг: аналіз виконання бюджету за 2002–2013 роки. URL : http://www.ibser.org.ua.

[15] Державна казначейська служба України. URL : http://treasury.gov.ua/ main/ uk/index.

[16] Офіційний сайт Державного комітету статистики. URL : http://www.ukrstat. gov.ua.

триває[17], тому вплив імпорту на надходження мита повинен бути більшим, ніж експорту. Отриманий результат можна трактувати як використання законних і незаконних методів мінімізації податкових надходжень суб'єктами зовнішньоекономічної діяльності при проведенні імпортних операцій – це використання офшорних зон, контрабандне завезення продукції тощо.

Таблиця 2.2.13

Регресійний аналіз ЗЕД України

Показники	**R^2**	**F**	**t-статистика**	***p*-значення**	**DW**	**Гетероскедастичність (за тестом Уойта)**
$Y = -10{,}5989 + 0{,}0983X_1 + 0{,}008X_2$	0,8071	25,12	$t_0 = -3{,}04$ $t_1 = 3{,}81$ $t_2 = 1{,}96$	$p_0 = 0{,}0104$ $p_1 = 0{,}0025$ $p_2 = 0{,}0731$	1,40	Відсутня
$Y = -6{,}5945 + 0{,}0695X_3 - 0{,}0019X_4$	0,8986	53,22	$t_0 = -3{,}80$ $t_1 = 5{,}552$ $t_2 = -0{,}51$	$p_0 = 0{,}0025$ $p_1 = 0{,}0001$ $p_2 = 0{,}6161$	2,26	Відсутня
$Y = -13{,}5462 + 0{,}1319X_1$	0,7452	38,02	$t_0 = -3{,}89$ $t_1 = 6{,}17$	$p_0 = 0{,}0019$ $p_1 = 3{,}4E\text{-}05$	1,11	Відсутня
$Y = -6{,}0571 + 0{,}0639X_3$	0,8964	112,54	$t_0 = -4{,}50$ $t_1 = 10{,}61$	$p_0 = 0{,}0006$ $p_1 = 9{,}03E\text{-}08$	2,25	Відсутня
$Y = -2{,}8418 + 0{,}0019X_6 + 0{,}0099X_7$	0,7949	23,26	$t_0 = -0{,}88$ $t_1 = 1{,}41$ $t_2 = 5{,}02$	$p_0 = 0{,}3981$ $p_1 = 0{,}1831$ $p_2 = 0{,}0003$	1,39	Відсутня

Джерело: розраховано авторами.

Порівняємо третю і четверту моделі, а саме: вплив на митні надходження індексу обсягу торгівлі з експорту (поточна вартість експорту (франко-борт, ФОБ) у перерахунку на долари США, виражена у відсотках від середнього показника за базисний період) і індексу обсягу торгівлі з імпорту (поточна вартість імпорту (вартість, страхування й фрахт, ціна CIF) у перерахунку на долари США, виражена у відсотках від середнього показника за базисний період).

[17] Паянок Т. М., Нягуська Н .П. Статистичний аналіз зовнішньоекономічної діяльності України // Науковий вісник Національного університету ДПС України. 2014. № 3. С. 45–58.

Обидві моделі вказують на зростання мита у разі зміни фактора на 1 %, при цьому вплив експорту у два рази більший, ніж імпорту.

П'ята модель характеризує залежність мита і митних надходжень від ВВП та пунктів податкових консультацій. У разі збільшенні ВВП на 1 млрд грн податкові надходження зростуть на 9,9 млн грн і на 1,9 млн грн від функціонування кожного нового пункту податкових консультацій. Цей факт пояснюється тим, що у ВВП входить сальдо зовнішньоекономічної діяльності, яке прямо впливає на митні надходження, з одного боку, а з іншого – ВВП є показником економічного розвитку держави і промислового сектору, який фактично провокує виробника розширити ринки збуту. Водночас податкові консультаційні центри допомагають впорядкувати документацію суб'єктам ЗЕД щодо усунення суперечностей із податковим законодавством, тим самим вивільняючи час для виробника для ведення бізнесу.

Отже, Україна останні дев'ять років є імпортозалежною державою, тому більший вплив експорту на митні надходження не є виправданим. Причина полягає у використанні заходів мінімізації податкових операцій від імпорту або завищенні експортних операцій з метою отримання фіктивного відшкодування, адже експортні операції оподатковуються за нульовою ставкою. Кількість консультаційних центрів впливає на податкові надходження, а результати їх діяльності не мають лінійної залежності, що вказує на періодичність використання їхніх послуг.

Приклад 6. Для аналізу застосуємо показники з фінансової звітності ПАТ «Володимир-Волинська птахофабрика» за 2008–2018 роки, а саме: чистий дохід від реалізації продукції, товарів, робіт та послуг, основні засоби, дебіторську заборгованість за продукцію, товари, роботи та послуги, грошові кошти, кількість працівників підприємства, довгострокові кредити банків, собівартість реалізації продукції. Усі показники, крім кількості працівників (особи), взяті у тисячах гривень.

Проведемо кореляційний аналіз і визначимо вплив факторів на собівартість продукції. Для цього застосуємо можливості Microsoft Excel, тобто вбудованого налаштування аналізу даних, що містить функцію кореляційного аналізу і розраховує матрицю парних коефіцієнтів Пірсона.

На першому етапі проаналізуємо вплив факторів на чистий дохід від реалізації продукції, товарів, робіт та послуг. Так, максимальне значення парного коефіцієнта кореляції має кількість працівників підприємства (0,96), що вказує на сильну лінійну залежність між ними і продуктивністю праці на виробництві. На другому місці дебіторська заборгованість за продукцію, товари, роботи, послуги (0,94), яка за останні три роки суттєво зросла і займає першу позицію впливу на собівартість продукції (0,96). Сильну пряму лінійну залежність мають основні засоби (0,89), оновлення яких прямо залежить від чистого доходу від реалізації продукції (табл. 2.2.14). Собівартість реалізації продукції є складовою чистого доходу від її реалізації, тому парний коефіцієнт кореляції має максимальне значення 1 і ми її не аналізуємо.

Таблиця 2.2.14

Матриця парних коефіцієнтів кореляції за даними ПАТ «Володимир-Волинська птахофабрика»

Показники	Чистий дохід від реалізації	Основні засоби	Дебіторська заборгованість	Грошові кошти	Кількість працівників	Довгострокові кредити	Собівартість реалізації продукції
Чистий дохід від реалізації	1						
Основні засоби	0,89	1,00					
Дебіторська заборгованість	0,94	0,78	1,00				
Грошові кошти	0,44	0,69	0,19	1,00			
Кількість працівників	0,96	0,96	0,86	0,63	1,00		
Довгострокові кредити	0,55	0,75	0,43	0,73	0,69	1,00	
Собівартість реалізації продукції	1,00	0,88	0,96	0,40	0,95	0,53	1

Джерело: розраховано за даними фінансової звітності 2008–2018 рр.

Після дебіторської заборгованості другу позицію займає кількість працівників, збільшення яких повинно призвести до зростання обсягів виробництва і, відповідно, собівартості продукції, а це вказує на продуктивність праці. Основні засоби також мають сильну лінійну залежність (0,88), адже їх оновлення прямо пов'язане з амортизаційними відрахуваннями, які переносяться на собівартість продукції, і застосовані норми є ефективними.

Простежується слабкий зв'язок із грошовими коштами (0,4), що вказує на їх дефіцит, довгострокові банківські кредити також впливають на собівартість, але цей вплив слабкий (0,53).

На основі кореляційного аналізу побудуємо регресійну модель, параметри якої дозволить оцінити вартісний вплив і дасть змогу спрогнозувати наслідки управлінських рішень прийнятих сьогодні.

Регресійна статистика вказує на сильну лінійну залежність у регресійній моделі, коефіцієнт кореляції 0,994. Собівартість продукції, товарів, робіт та послуг на 99,4 % залежить від факторів моделі і на 6 % від інших величин, включаючи стохастичну змінну (табл. 2.2.15).

Таблиця 2.2.15

Регресійна статистика множинної моделі

Регресійна статистика	
Множинний R	0,994
R-квадрат	0,988
Нормованний R-квадрат	0,980
Стандартна похибка	62949,462
Спостереження	11

Джерело: розраховано за даними фінансової звітності.

Дисперсійний аналіз моделі вказує на її адекватність, критерій Фішера 122,73 і він значимий (p=6,9771E-06 <0,05) (табл. 2.2.16).

Таблиця 2.2.16

Дисперсійний аналіз моделі

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимість F*
Регресія	4	1,945E+12	4,86E+11	122,7327	6,9771E-06
Залишок	6	2,378E+10	3,96E+09		
Усього	10	1,969E+12			

Джерело: розраховано за даними фінансової звітності.

Таблиця 2.2.17

Параметри регресійної моделі
ПАТ «Володимир-Волинська птахофабрика»

Показники	*Коефіцієнти*	*Стандартна похибка*	*t-статистика*	*P-значення*	*Нижня 95 %*	*Верхня 95 %*
Y-перетин	-438354,51	113420,75	-3,86	0,01	-715885,08	-160823,94
Основні засоби	-0,24	0,93	-0,26	0,81	-2,51	2,03
Дебіторська заборгованість за продукцію	5,26	1,14	4,60	0,00	2,46	8,05
Кількість працівників	1105,58	328,55	3,36	0,02	301,63	1909,52
Довгострокові кредити	-0,87	0,63	-1,38	0,22	-2,42	0,68

Джерело: розраховано за даними фінансової звітності.

У результаті регресійного аналізу отримаємо рівняння моделі (табл. 2.2.17):

$$Y=-438354,51-0,24x_1+5,26x_2+1105,58x_3-0,87x_4.$$

На адекватність моделі вказує і розрахована t-статистика Стьюдента, лише з основних засобів вона дещо занижена. У моделі відсутня автокореляція, розраховане значення Дарбіна-Уотсона 2,03.

Отже, у разі збільшення вартості основних засобів на 1 тис. грн собівартість продукції зменшиться на 0,24 тис. грн за умови сталості інших чинників. Збільшення вартості дебіторської заборгованості на продукцію, товари, роботи, послуги на 1 тис. грн збільшить обсяг собівартості на 5,26 тис. грн відповідно. Збільшення кількості працівників на 1 особу збільшує собівартість продукції на 1105,58 тис. грн – це найбільший вплив серед факторів, що аналізуються. Збільшення довгострокових банківських кредитів на 1 тис. грн зменшує собівартість продукції, товарів, робіт та послуг на 0,87 тис. грн відповідно.

ТЕМА 3
НЕЛІНІЙНА РЕГРЕСІЯ

3.1. Модель квадратичної регресії (поліноміальна)

Модель квадратичної регресії (поліноміальна) використовують для визначення залежності витрат від обсягу випуску продукції. Квадратична функція, або поліном, – це рівняння виду:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \beta_3 x^3 + ... + \beta_k x^k + \varepsilon .$$

Приклад

Агроном вирішив оцінити вплив кількості внесеного добрива (1 кг на 1 000 м^2) на урожай томатів (кг), використовуючи модель квадратичної регресії. Для дослідження було обрано три рівня: 30, 50 і 200 кг добрива на 1 000 м^2. Ці рівні випадково розподілені по ділянках. Отриманий прогноз має такий вигляд: $\hat{Y} = 6{,}643 + 0{,}895X - 0{,}004X^2$. Визначити ендогенну та екзогенну змінну. Пояснити результат.

Екзогенна змінна (X *і* X^2) – кількість внесеного добрива (1 кг на 1 000 м^2), ендогенна змінна (y) – урожай томатів (кг). Для прогнозу також можна використовувати такі фактори: кількість опадів, оброблення томатів від шкідників тощо.

Щоб пояснити зміст коефіцієнтів β, необхідно зрозуміти економічний зміст задачі і саму функцію параболи, а саме: урожайність буде спочатку збільшуватися, а потім зменшуватися. Цей ефект можна побачити, зробивши прогноз урожайності у разі внесення різної кількості добрива:

– внесено добрива у кількості 30 кг:

$\hat{Y}_{30} = 6{,}643 + 0{,}895 \cdot 30 - 0{,}004 \cdot 30^2 = 29{,}893;$

– внесено добрива у кількості 50 кг:

$\hat{Y}_{50} = 6{,}643 + 0{,}895 \cdot 50 - 0{,}004 \cdot 50^2 = 41{,}393;$

– внесено добрива у кількості 200 кг:

$\hat{Y}_{200} = 6{,}643 + 0{,}895 \cdot 200 - 0{,}004 \cdot 200^2 = 25{,}643.$

Отже, у разі збільшення кількості добрива урожайність підвищується до умовної межі, а потім іде на спад, адже відомо, що велика кількість добрив «спалює» урожай. Межу можна визначити, знайшовши вершину параболи т. $A\ (m;n)$:

$$m = -\frac{\beta}{2a}, \qquad m = -\frac{0{,}895}{2\cdot(-0{,}004)} = 111{,}875,$$

$$n = -\frac{\beta^2 - 4ac}{4a}, \qquad n = -\frac{0{,}895^2 - 4\cdot(-0{,}004)\cdot 6{,}643}{4\cdot(-0{,}004)} = 43{,}42,$$

або

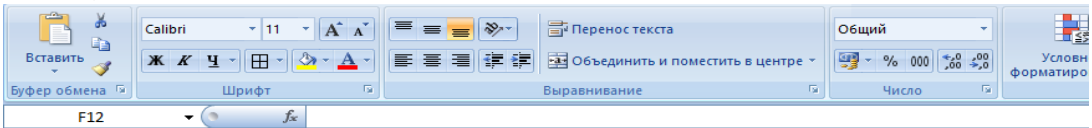
$$\hat{Y}_{111{,}875} = 6{,}643 + 0{,}895\cdot 111{,}875 - 0{,}004\cdot 111{,}875^2 = 43{,}42.$$

Отже, максимальний урожай (43,42 кг помідорів) фермер отримає, якщо внесе 111,875 кг добрива на 1 000 м^2.

Ступінь полінома – найбільша степінь, до якої підноситься екзогенна змінна. Це функція зі зміною напряму зв'язку (парабола).

Для розрахунку однофакторної квадратичної регресії факторну ознаку підносять до квадрату і розраховують МНК, де вхідні дані: X – первинні дані і X^2 – первинні дані, піднесені до квадрату.

Приклад. Побудуємо квадратичну функцію $Y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \varepsilon$ і знайдемо оптимальний обсяг реалізованої промислової продукції за зміни обсягу операцій фондового ринку (рис. 3.1).



	A	B	C	D
1	Роки	Обсяг реалізованої промислової продукції, млн. грн. (Y)	Загальний обсяг операцій фондового ринку, млн. грн. (X3)	Загальний обсяг операцій фондового ринку у квадраті, млн. грн. (X3)
2	2001	210842,7	68,5	=C2*C2
3	2002	229634,4	108,6	=C3*C3
4	2003	289117,3	203	=C4*C4
5	2004	400757,1	321,3	=C5*C5
6	2005	468562,6	403,8	=C6*C6
7	2006	551729	492,8	=C7*C7
8	2007	717076,7	754,3	=C8*C8
9	2008	917035,5	883,4	=C9*C9
10	2009	806550,6	1067,3	=C10*C10
11	2010	1065108,2	1537,8	=C11*C11
12	2011	1120325,4	2171,1	=C12*C12
13	2012	1400680,2	2530,9	=C13*C13
14	2013	1354130,1	1677	=C14*C14

Рис. 3.1. Вихідні дані квадратичної функції

За допомогою пакета «**Аналіз даних**» розраховуємо квадратичну регресійну модель за аналогією побудови лінійної функції: **«Сервіс» → «Аналіз даних» → «Регресія»** (або «**Дані**» → **«Аналіз даних» → «Регресія»**).

Таблиця 3.1

Регресійна статистика	
Множинний R	0,976574
R-квадрат	0,953696
Нормированний R-квадрат	0,944436
Стандартна похибка	97847,22
Спостереження	13

Дисперсійний аналіз					
	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимість F*
Регресія	2	1,97E+12	9,86E+11	102,9831	2,13E-07
Залишок	10	9,57E+10	9,57E+09		
Усього	12	2,07E+12			

	Коєфіцієнти	*Стандартна похибка*	*t-статистика*	*P-значення*	*Нижнє 95%*	*Верхнє 95%*
Y-перетин	134208,6	59604,01	2,251671	0,048043	1402,609	267014,6
Загальний обсяг операцій фондового ринку, млн грн (X_3)	916,805	131,4212	6,976084	3,82E-05	623,9804	1209,63
Загальний обсяг операцій фондового ринку у квадраті, млн грн (X_3)	-0,17654	0,051982	-3,39615	0,006815	-0,29236	-0,06072

ВИВЕДЕННЯ ЗАЛИШКА

Спостереження	*Передбачення Обсяг реалізованої промислової продукції, млн грн (Y)*	*Залишки*	*Стандартні залишки*
1	196181,4	14661,3	0,16414
2	231691,5	-2057,14	-0,02303
3	313045	-23927,7	-0,26788
4	410553,2	-9796,08	-0,10967
10	1126584	-61476,1	-0,68825
11	1292531	-172206	-1,92793
12	1323731	76949,34	0,861484
13	1175202	178928,3	2,003186

$$\hat{Y}=134208,6+916,805x–0,17654x^2$$

$$m=-\frac{\beta}{2a}, \qquad m=-\frac{916,805}{2\cdot(-0.17654)}=2596,5928,$$

$$n=-\frac{\beta^2-4ac}{4a}, \qquad n=-\frac{916,805^2-4\cdot(-0,17654)\cdot 134208,6}{4\cdot(-0,17654)}=1324493,25,$$

або

$$\hat{Y}_{111,875}=134208,6+916,805\cdot 2596,5928-0,17654\cdot 2596,5928^2=1324493,25.$$

Отже, збільшення обсягу операцій фондового ринку до 2596,5928 млн грн приведе до зростання обсягів реалізованої продукції до 1324493,25 млн грн.

3.2. Мультиплікативна модель (степенева регресія)

Види побудови:

1. Функція попиту (залежності, які існують між попитом на товари та доходом і цінами на цей товар).

2. Виробнича функція Солоу (залежність між випуском продукції і основними факторами виробництва). Змінні у виробничій функції можуть бути подані у вигляді: абсолютних показників; абсолютних приростів (від наступного показника віднімаємо попередній); темпів приросту.

3. Функції пропозиції (залежність, яка існує між пропозицією та цінами на різні товари).

4. Виробничі функції Кобба-Дугласа: $Y=\beta_0 x_1^{\beta 1}x_2^{\beta 2}+\varepsilon$,

де Y – вартість валової продукції, тис. грн; x_1 – вартість основних виробничих фондів, тис. грн; x_2 – витрати праці, тис. людино-годин.

Нелінійні регресійні функції можуть бути зведені до простих лінійних шляхом нелінійних випрямних перетворень. Для степеневої та експоненціальної регресії таке перетворення реалізується через логарифмування. Спочатку знаходять $\ln$ (логарифм натуральний) первинних даних, а саме: результативної та факторної ознаки: $\ln Y = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln x + \beta_2 \ln x_2 + \beta_3 \ln x_3$. Це дає змогу розрахувати параметри методом найменших квадратів та використати подальший аналіз моделі, як і при простій лінійній регресії. Потім для отримання степеневої функції виконують потенціювання параметрів рівняння регресії.

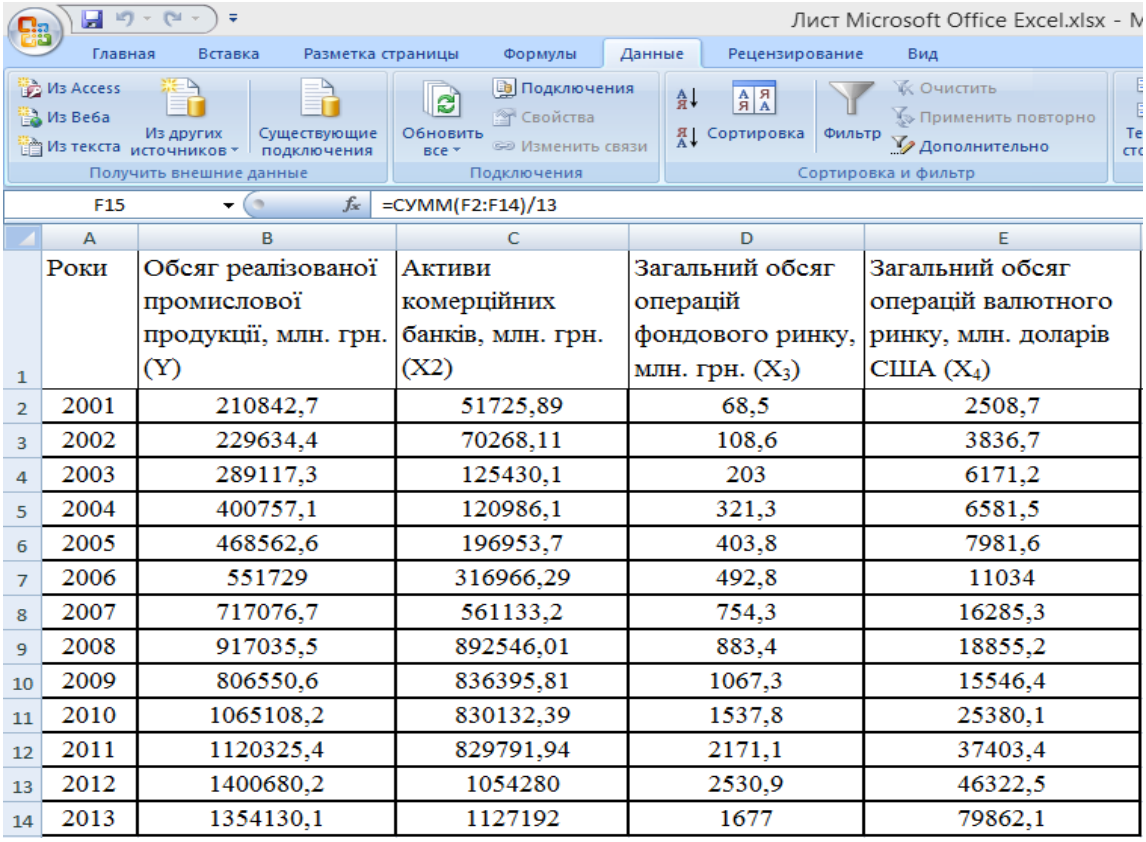
Приклад

На підприємстві проведений регресійний аналіз, у результаті отримана залежність такого вигляду: $\hat{Y} = 3{,}297 \cdot x_1^{0{,}418} \cdot x_2^{0{,}953}$, де Y – обсяг випуску валової продукції, тис грн; x_1 – вартість основних виробничих фондів, тис. грн; x_2 – чисельність промислово-виробничого персоналу, тис. людино-годин. Поясність отримані результати, зробіть висновки.

Ступінь ефективності роботи підприємства складає: $\varepsilon = \alpha_1 + \alpha_2 = 0{,}418 + 0{,}953 = 1{,}371$, де ε – еластичність, якщо $\varepsilon > 1$, як у нашому випадку, то зі збільшенням вартості основних виробничих фондів і чисельності промислово-виробничого персоналу на підприємстві обсяг випуску продукції зросте у декілька разів більше, ніж загальні фактори. Дійсно, якщо виробничі фонди та чисельність робітників збільшити в k разів, то обсяг випуску продукції збільшиться в $k^{1{,}371}$ разів. Можливий випадок, коли $\varepsilon < 1$, тоді збільшення ресурсів у k разів приводить до збільшення виробництва менше, ніж у k разів. Коефіцієнти при *x* вказують, на скільки відсотків (якщо помножити на 100) зросте результативна ознака *y*.

Параметр $\alpha_1 = 0{,}418$ показує, що у разі збільшення вартості основних виробничих фондів підприємства на 1 % і закріплення на середньому рівні впливу другого фактора забезпечується приріст випуску продукції на 41,8 %. Аналогічний аналіз проводиться щодо параметра α_2.

Продовження прикладу 1. За даними прикладу 1 побудуємо степеневу регресійну модель (рис. 3.2).



	A	B	C	D	E
1	Роки	Обсяг реалізованої промислової продукції, млн. грн. (Y)	Активи комерційних банків, млн. грн. (X2)	Загальний обсяг операцій фондового ринку, млн. грн. (X_3)	Загальний обсяг операцій валютного ринку, млн. доларів США (X_4)
2	2001	210842,7	51725,89	68,5	2508,7
3	2002	229634,4	70268,11	108,6	3836,7
4	2003	289117,3	125430,1	203	6171,2
5	2004	400757,1	120986,1	321,3	6581,5
6	2005	468562,6	196953,7	403,8	7981,6
7	2006	551729	316966,29	492,8	11034
8	2007	717076,7	561133,2	754,3	16285,3
9	2008	917035,5	892546,01	883,4	18855,2
10	2009	806550,6	836395,81	1067,3	15546,4
11	2010	1065108,2	830132,39	1537,8	25380,1
12	2011	1120325,4	829791,94	2171,1	37403,4
13	2012	1400680,2	1054280	2530,9	46322,5
14	2013	1354130,1	1127192	1677	79862,1

Рис. 3.2. Діалогове вікно

Спочатку необхідно знайти ln (логарифм натуральний) первинних даних, а саме: результативної та факторної ознак (рис. 3.3–3.5).

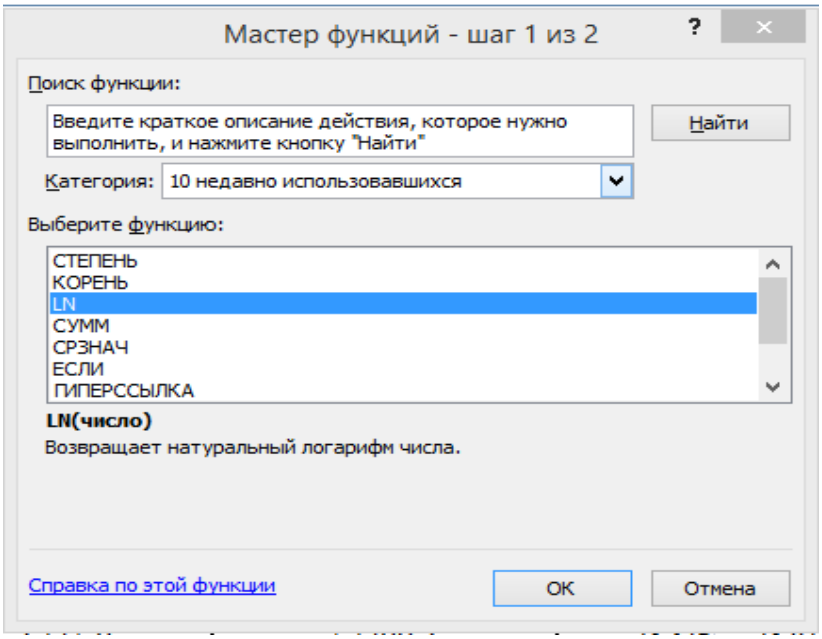


Рис. 3.3. Діалогове вікно

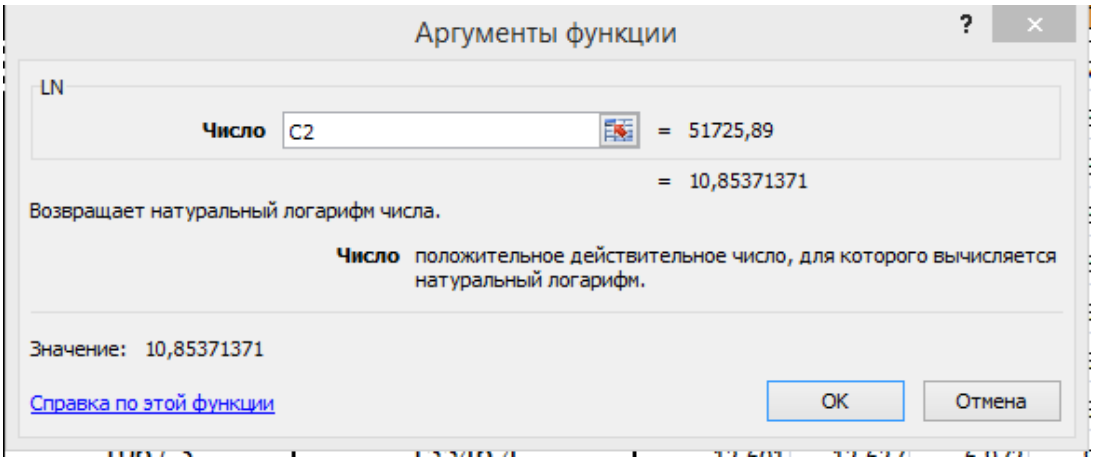
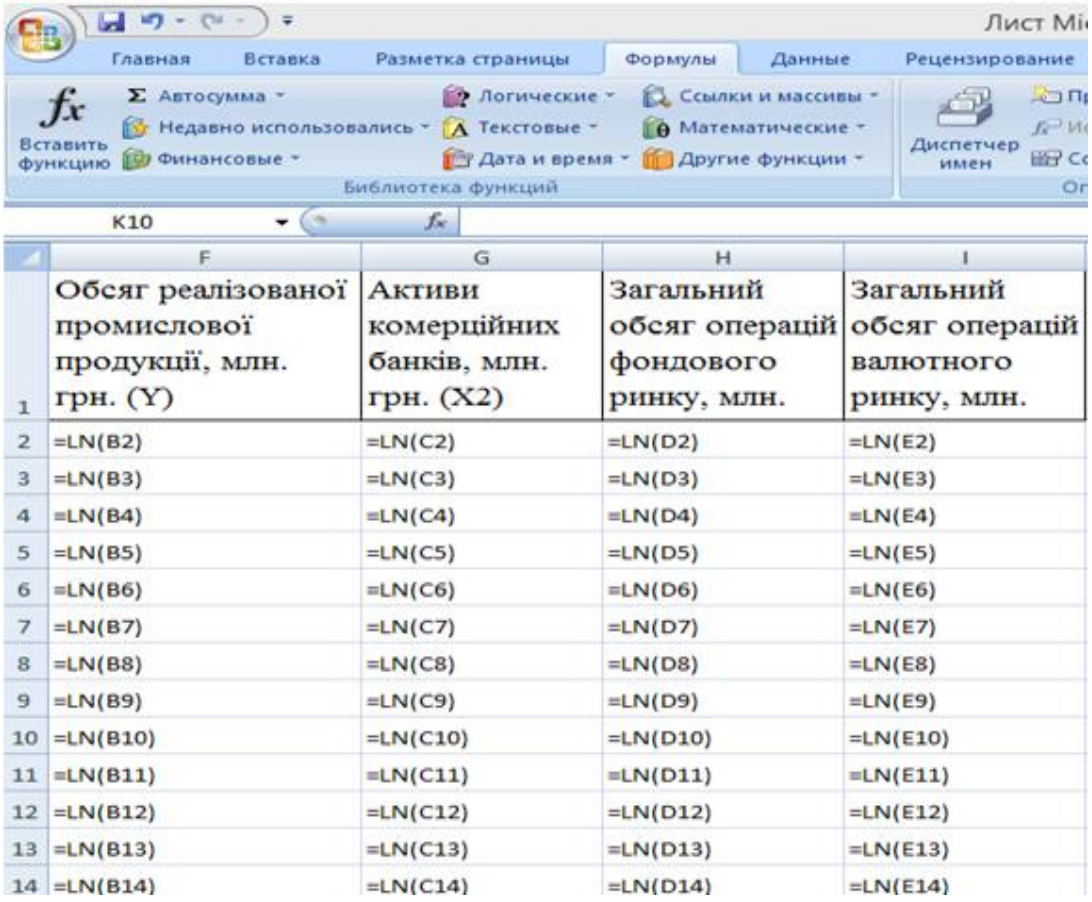


Рис. 3.4. Діалогове вікно



	F	G	H	I
1	Обсяг реалізованої промислової продукції, млн. грн. (Y)	Активи комерційних банків, млн. грн. (X2)	Загальний обсяг операцій фондового ринку, млн.	Загальний обсяг операцій валютного ринку, млн.
2	=LN(B2)	=LN(C2)	=LN(D2)	=LN(E2)
3	=LN(B3)	=LN(C3)	=LN(D3)	=LN(E3)
4	=LN(B4)	=LN(C4)	=LN(D4)	=LN(E4)
5	=LN(B5)	=LN(C5)	=LN(D5)	=LN(E5)
6	=LN(B6)	=LN(C6)	=LN(D6)	=LN(E6)
7	=LN(B7)	=LN(C7)	=LN(D7)	=LN(E7)
8	=LN(B8)	=LN(C8)	=LN(D8)	=LN(E8)
9	=LN(B9)	=LN(C9)	=LN(D9)	=LN(E9)
10	=LN(B10)	=LN(C10)	=LN(D10)	=LN(E10)
11	=LN(B11)	=LN(C11)	=LN(D11)	=LN(E11)
12	=LN(B12)	=LN(C12)	=LN(D12)	=LN(E12)
13	=LN(B13)	=LN(C13)	=LN(D13)	=LN(E13)
14	=LN(B14)	=LN(C14)	=LN(D14)	=LN(E14)

Рис. 3.5. Діалогове вікно

За допомогою пакета «**Аналіз даних**» розрахувати степеневу регресію за аналогією побудови лінійної функції: **«Сервіс»** → **«Аналіз даних»** → **«Регресія»** (або «**Дані**» → **«Аналіз даних»** → **«Регресія»**). Відмінністю є лише те, що в модель вводяться логарифмовані дані, а неабсолютні величини змінних**.**

Отримана регресійна модель матиме такий вигляд:

Регресійна статистика	
Множинний R	0,9942
R-квадрат	0,9884
Нормований R-квадрат	0,9845
Стандартна похибка	0,0817
Спостереження	13

Дисперсійний аналіз

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимість F*
Регресія	3	5,1136	1,7045	255,0580	5,07E-09
Залишок	9	0,0601	0,0067		
Усього	12	5,1738			

$$\ln Y = 7{,}6547 + 0{,}1977 \ln x_1 + 0{,}2393 \ln x_2 + 0{,}1705 \ln x_3$$

$$\widehat{Y} = e^{7{,}6547}\, x_1^{\,0{,}1977} x_2^{0{,}2393} x_3^{0{,}1705}$$

Збільшення активів комерційних банків на 1 % приведе до збільшення виробництва на 19,77 %, зростання операцій фондового ринку збільшить виробництво на 23,99 %, а зростання операцій валютного ринку – на 17,05 %. Для розрахунку прогнозного значення необхідно розрахувати β_0: значення e = 2,71828 піднести до степеня 7,6547 β_0 = 2110,531.

$$\widehat{Y} = 2110{,}531\, x_1^{\,0{,}1977} x_2^{0{,}2393} x_3^{0{,}1705}.$$

$$DW = \frac{\sum_{2}^{T} (\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1})^2}{\sum_{1}^{T} \varepsilon_t^2} = \frac{0{,}1441}{0{,}061} = 2{,}36,$$

$$Cp = \frac{ESS}{\sigma_\varepsilon^2} + 2m - n = \frac{0{,}0601}{0{,}0067} + 2 \cdot 3 - 13 = 1{,}97.$$

Таблиця 3.2

	Коєфіцієнти	*Стандартна похибка*	*t-статистика*	*P-значення*	*Нижнє 95%*	*Верхнє 95%*
Y-перетин	7,6547	0,6047	12,6597	0,0000	6,2869	9,0225
Активи КБ, млн грн (X_1)	0,1977	0,0833	2,3726	0,0417	0,0092	0,3862
Загальний обсяг ОФР, млн грн (X_2)	0,2393	0,0933	2,5658	0,0304	0,0283	0,4502
Загальний обсяг ОВР, млн доларів США (X_3)	0,1705	0,0794	2,1478	0,0602	-0,0091	0,3500

ВИВЕДЕННЯ ЗАЛИШКУ

ВИВЕДЕННЯ ВІРОГІДНОСТІ

Спостереження	*Передбачення Обсяг реалізованої промислової продукції, млн грн (Y)*	*Залишки*	*Стандартні залишки*	**Розраховують самостійно** $\hat{\varepsilon}_i - \hat{\varepsilon}_{i-1}$	**Розраховують самостійно** $(\hat{\varepsilon}_i - \hat{\varepsilon}_{i-1})^2$	*Персентиль*	*Обсяг реалізованої промислової продукції, млн грн (Y)*
1	12,1461	0,1128	1,5931	-0,1579	0,0249	3,8462	12,2589
2	12,3893	-0,0451	-0,6370	-0,1149	0,0132	11,5385	12,3442
3	12,7346	-0,1600	-2,2600	0,2128	0,0453	19,2308	12,5746
4	12,8483	0,0528	0,7459	-0,0276	0,0008	26,9231	12,9011
5	13,0322	0,0252	0,3563	-0,0335	0,0011	34,6154	13,0574
6	13,2291	-0,0083	-0,1175	-0,0190	0,0004	42,3077	13,2208
7	13,5103	-0,0273	-0,3859	0,0914	0,0084	50,0000	13,4829
8	13,6648	0,0641	0,9056	-0,1279	0,0164	57,6923	13,6005
9	13,6643	-0,0638	-0,9008	0,1086	0,0118	65,3846	13,7289
10	13,8338	0,0448	0,6331	-0,0980	0,0096	73,0769	13,8786
11	13,9823	-0,0532	-0,7513	0,1029	0,0106	80,7692	13,9291
12	14,1028	0,0497	0,7016	-0,0414	0,0017	88,4615	14,1187
13	14,1104	0,0083	0,1169		0,1441	96,1538	14,1525
Сума					0,1441		

Порівняємо результати степеневої та лінійної регресій.

Таблиця 3.3

Показники адекватності лінійної і степеневої регресійної моделі

Функція	R^2	$\bar{R}^2$	t	F	Cp
Лінійна	0,986	0,982	$t_0 = 7{,}76$ $t_1 = 5{,}46$ $t_2 = 4{,}48$ $t_3 = 2{,}4$	216,09	2
Степенева	0,9884	0,9845	$t_0 = 12{,}66$ $t_1 = 2{,}37$ $t_2 = 2{,}57$ $t_3 = 2{,}15$	255,06	1,97
Функція	*S*	*ESS*	*RSS*	*DW*	*A*
Лінійна	56087,585	2,8312355E+10	2,0393644E+12	1,98	6,4
Степенева	0,0817	0,0601	5,1136	2,36	0,88

Степенева регресія має кращі характеристики:

1) більше значення коефіцієнта детермінації і нормованого коефіцієнта;

2) критерій Фішера збільшив значення;

3) стандартна похибка значно менша за похибку в лінійній функції;

4) значення критерію Маллоуза і похибка апроксимації зменшилися;

5) при цьому критерій Дарбіна-Уотсона потрапив у зону невизначеності $2{,}184 \le 2{,}36 \le 3{,}285$, а t-статистика зменшила свої розраховані оцінки, хоча і більша за табличні значення (крім $t_3 = 2{,}15$).

Отже, для прогнозу потрібно застосувати результати лінійної регресійної моделі.

Перелік питань для самоконтролю

1. Перелічить показники, які характеризують якісну сторону регресійної моделі.

2. Назвіть відмінності між лінійною та квадратичною регресійною моделлю.

3. Назвіть відмінності між мультиплікативною регресійною моделлю та квадратичною.

4. Назвіть випадки використання нелінійної множинної регресії.

5. Поясніть сутність похибки апроксимації і назвіть її значення в якісній нелінійній моделі.

6. Назвіть значення суми квадратів відхилень регресії відносно середнього у якісній моделі.

Лабораторна робота 3

Тема. Регресійний аналіз діяльності суб'єкта господарювання. Нелінійна функція

Мета: навчитися будувати та аналізувати багатофакторну нелінійну регресійну модель, використовуючи електронні таблиці MS Excel.

Навчальні завдання

За даними лабораторної роботи 2 побудувати нелінійну регресію з використанням електронних таблиць ***MS Excel***. Провести детальний аналіз отриманих результатів. Зробити прогноз.

Для виконання роботи студент повинен знати та вміти

1. Зміст роботи та порядок її проведення.
2. Алгоритм обчислення багатофакторної лінійної регресії.
3. Користуватися пакетом ***Excel***, а саме:

– вбудованими функціями аналізу даних (знаходити: **«Дані» → «Аналіз даних» → «Кореляція» → «Регресія».**

ХІД РОБОТИ
ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ У ПАКЕТІ *EXCEL*

Квадратична функція

1. Сформувати на робочому аркуші вихідні дані у вигляді стовпців масиву (рис. 3.1).
2. Побудувати квадратичну регресійну модель: $Y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \varepsilon$.
3. Розрахувати прогнозоване значення ендогенної змінної при зміні екзогенної за допомогою знаходження вершини параболи.
4. Зробити висновки щодо якості побудованої моделі та економічну інтерпретацію отриманих результатів.

Степенева функція

1. Сформувати на робочому аркуші вихідні дані у вигляді стовпців масиву (рис. 3.2).

2. Знайти ln (логарифм натуральний) первинних даних, а саме результативної та факторної ознаки (рис. 3.3–3.5).

3. Побудувати регресійну модель.

4. Записати степеневу регресійну модель і пояснити її результат: $Y = \beta_0 x_1^{\beta 1} x_2^{\beta 2} + \varepsilon$.

5. Зробити висновки щодо якості побудованої моделі та економічну інтерпретацію отриманих результатів.

Економічна інтерпретація нелінійної множинної регресії

Приклад 1. Фінансовий ринок посідає важливе місце у розвитку національної економіки, оскільки за його допомогою відбуваються процеси акумулювання та трансформації тимчасово вільних коштів від одних економічних суб'єктів до інших, активізується розподіл фінансових ресурсів між різними сферами економіки, у результаті чого забезпечується макроекономічна стабілізація. Тому основою розвитку фінансової сфери у будь-якій країні є довіра до неї з боку як її громадян, так і іноземців, які готові брати на себе певну міру ризику та вкладати свої кошти.

Ринок цінних паперів (фондовий ринок) є однією з найважливіших складових економіки будь-якої країни, зокрема і України. Незважаючи на те, що ринок цінних паперів в Україні почав своє становлення з 1991 року, він все ще перебуває у стадії формування, якій властивий пошук форм та інструментів, що визначають норми поведінки основних учасників обміну специфічного товару – цінних паперів. Для вдосконалення механізму функціонування фондового ринку необхідний якісний аналіз ситуації на ринку, моніторинг і прогнозування його змін, а також пошук нових шляхів удосконалення.

Фондовий ринок забезпечує рух капіталу шляхом обігу різноманітних видів цінних паперів та їх похідних. Саме через механізми фондового ринку формуються пропозиція і попит на інвестиційні ресурси, відбувається їх акумуляція та перерозподіл з метою економічного зростання.

Характерною особливістю фондового ринку України є незначна частка угод з цінними паперами, укладених на фондових біржах у загальних обсягах торгів цінними паперами, які здійснювалися торговцями на ринку цінних паперів. Біржовий ринок цінних паперів практично не виконує функції забезпечення залучення капіталу. Найбільші обсяги торгів на фондових біржах України фіксувалися за державними облігаціями та облігаціями підприємств. При цьому під час первинного розміщення державних облігацій коло учасників торгів є обмеженим банками – первинними дилерами.

Щодо корпоративних облігацій, то операції на фондових біржах більшою мірою пов'язані саме з їх розміщенням, ніж із забезпеченням їх подальшого ліквідного обігу. Триває стагнація біржового ринку акцій, що обумовлено специфічністю акцій як фінансового інструменту в українських реаліях (недостатня ліквідність, низькі корпоративні стандарти переважної кількості емітентів, незначна інформаційна прозорість, недостатність акцій з високими інвестиційними характеристиками, недостатньо регульоване ціноутворення тощо).

Для визначення зв'язків між фінансовими інструментами і основними факторами, які впливають на них, на їх купівлю, побудуємо кореляційну матрицю (табл. 3.3.1).

Таблиця 3.3.1

Кореляційна матриця показників економічного розвитку та обсягу продажу деяких видів цінних паперів

Показники	Офіційний курс гривні до іноземних валют на останній день місяця (за 100 од.)	Номінальний ВВП у фактичних цінах, млн грн	Акції, млн грн	Облігації підприємств, млн грн
Офіційний курс гривні до іноземних валют на останній день місяця (за 100 од.)	1			
Номінальний ВВП у фактичних цінах, млн грн	0,0159	1		
Акції, млн грн	-0,6564	0,5738	1	
Облігації підприємств, млн грн	-0,6712	0,2602	0,6474	1

Джерело: розраховано авторами за даними[18, 19].

[18] Інформаційна довідка щодо розвитку фондового ринку / Офіційний сайт Національної комісії, що здійснює регулювання у сфері ринків фінансових послуг. URL : http://nfp.gov.ua

[19] Паянок Т. М. Методи економічних та статистичних досліджень: методичні вказівки до проведення практичних занять з використанням комп'ютерних технологій з курсу. Ірпінь : Національний університет ДПС України, 2014. 61 с.

Отриманий результат вказує на наявність тісного оберненого лінійного зв'язку між результативними ознаками та всіма факторами, що впливають на обсяг торгів вищезазначеними фінансовими інструментами (коефіцієнт кореляції = 0,3205).

У нашому дослідженні простежується стійке випередження темпів обсягів торгів цінними паперами проти динаміки обсягів ВВП зокрема. Обсяг торгів на ринку цінних паперів у 2015 році перевищив цей показник на 193,21 млрд грн. Однак під час побудови кореляційної матриці виявлена залежність між показниками продажу деяких видів цінних паперів з середнім рівнем заробітної плати у розрізі галузей (а саме: у фінансовій та страховій діяльності, авіатранспорті).

Але, аналізуючи взаємозв'язки із середнім рівнем заробітної плати, така залежність не простежується. Розглядаючи середню заробітну плату як показник економічного добробуту, можемо зробити висновок, що нині цей показник не впливає на обсяг торгів біржовими контрактами. Рівень заробітної плати має залежність з обсягом торгів цінними паперами, але цей вплив не значний, оскільки рівень доходів населення не викликає інтересу до торгів цінними паперами.

Тому для кращого результату побудовано кореляційну матрицю з результативними ознаками – обсяг продажу акцій, обсяг продажу облігацій підприємств, та факторними – офіційний курс гривні до іноземних валют, номінальний ВВП у фактичних цінах (табл. 3.3.1).

Критичне значення t-статистики для $\gamma = (n - 2) = 38 - 2 = 36$ ступенів свободи та $\alpha = 0{,}05$ дорівнює 2,0301. Коефіцієнт кореляції дещо занижений, причиною цього є те, що вітчизняний ринок цінних паперів перебуває на початковій стадії розвитку.

Зловживання з цінними паперами і торгівля «фіктивними» акціями, на жаль, істотно вплинули на процес ціноутворення, тому це відобразилося на капіталізації лістингових компаній та обсязі біржових контрактів. Це вкотре підкреслило, наскільки викривленим був процес ціноутворення на ринку.

За даними обсягу продажу біржових контрактів з фінансовими інструментами упродовж січня 2014 – лютого 2017 років побудовано множинну регресію (табл. 3.3.2).

Таблиця 3.3.2

Моделі цінних паперів та факторів, що впливають на їхній продаж

№	Рівняння регресії	Коефіцієнт детермінації	Критерій Дарбіна-Уотсона	t-статистика Стьюдента	Р-значення	F критерій
1.	$\hat{Y}_A = 2\,213{,}176 - 1\,268\,135\,x_1 + 0{,}0065x_2$	$R^2 = 0{,}77$	1,43	$t_0 = 5{,}99$ $t_1 = -8{,}25$ $t_2 = 7{,}24$	$P_0 = 0{,}00$ P1 = 0,00 P2 = 0,00	59,33
2.	$\hat{Y} = e^{-10{,}72}\,x_1^{-1{,}68}x_2^{0{,}597}$.	$R^2 = 0{,}54$	1,96	$t_0 = -2{,}96$ $t_1 = -6{,}38$ $t_2 = 2{,}57$	$P_0 = 0{,}01$ $P_1 = 0{,}00$ $P_2 = 0{,}13$	20,74
Нормована величина		$R^2 \geq 0{,}5$	dl = 1,37 du = 1,59	2,0301	< 0,10	3,26

Джерело: розраховано авторами за даними.

Отримані результати вказують на достатню якість моделей, всі статистичні показники в межах норми. Аналіз показників першого рівняння показав, що збільшення курсу валюти на 1 млн грн призведе до зменшення обсягу продажу акцій на 1 268,135 млн грн, що вказує на негативний вплив інфляційних процесів на обсяги торгів.

Ця тенденція пов'язана з тим, що на фондових біржах в Україні здійснюється торгівля фінансовими інструментами переважно українських емітентів, а саме: підприємств різних галузей, діяльність яких має залежність від коливань курсу валюти. Показник номінального ВВН у разі збільшення на 1 млн грн приводить до збільшення обсягу продажу акцій на 6,527 тис. грн. Ця ситуація пов'язана з економічним розвитком країни, найкраще фінансові процеси розвиваються в період розвитку.

Для аналізу показників другого рівняння (табл. 3.3.2) воно перетворене в логарифмічне рівняння: $\ln \hat{Y}_{\text{обл. підпр}} = -10{,}72 - 1{,}68 lnx_1 + 0{,}597 lnx_2$. Тобто у разі збільшення курсу валюти на 1 % простежується зменшення обсягу продажу облігацій підприємства на 168 %, а зростання ВВП на 1 % приведе до збільшення продажу облігацій підприємств на 59,7 %. Проаналізувавши перше рівняння регресії (табл. 3.3.2), зазначимо, що коефіцієнт

детермінації вказує на тісний зв’язок між результативною ознакою та факторами впливу, критерій Дарбіна-Уотсона не повною мірою, але потрапляє в зону невизначеності, показники статистики Стьюдента в нормі.

У другому рівнянні зв’язок між результативною ознакою та факторами впливу середній, це вказує на те, що фактори впливають на 54 %, а 46 % – інші фактори.

Так, на основі інструментарію математичного моделювання було показано, що зростання обсягу продажу фінансових інструментів, а саме: цінних паперів, відбувається за умови сталого ВВП. Аналізуючи результати біржової торгівлі в Україні, можна зазначити, що в останні роки не спостерігається суттєвого збільшення ролі ринку цінних паперів. Частка біржового сегмента ринку залишається незначною, кількість ліквідних та інвестиційно привабливих інструментів – невеликою.

ТЕМА 4
ФІКТИВНІ ЗМІННІ У ПРИКЛАДНІЙ ЕКОНОМЕТРИЦІ

4.1. Дослідження якісних показників в економетриці

Статистичним показником називають узагальнену числову характеристику будь-якого масового явища в поєднанні з його якісною визначеністю в конкретних умовах місця і часу. Прикладом статистичного показника є кількість студентів на початок навчального року, питома вага студентів міського і сільського типу, середній бал атестата та ін. Індивідуальні та зведені статистичні показники можуть бути виражені у таких одиницях вимірювання: натуральних, вартісних і умовно-натуральних.

Всі статистичні сукупності характеризуються рядом специфічних властивостей, відмінних особливостей. Однією з таких особливостей є наявність варіації, тобто відмінностей у числових значеннях окремих одиниць сукупності. Варіація виникає в результаті того, що індивідуальні значення ознаки формуються під сукупним впливом різноманітних факторів (умов), які по-різному поєднуються в кожному окремому випадку. Економетрика вивчає тільки ті ознаки, що варіюють. Якщо значення ознак у окремих одиниць однакові, то вивчення таких ознак у зв'язку з відсутністю варіації безглузде, достатньо описати одну одиницю.

Ознаки, які набувають різних значень або видозмін в окремих одиницях сукупності, називають варіюючими, а окремі їх значення – варіантами. Варіанти можуть приймати будь-які значення в межах даних границь варіації.

Варіюючі ознаки поділяють на атрибутивні (якісні) та кількісні. Атрибутивними називають ознаки, які не підлягають числовому вираженню. Наприклад: національність, професія, стать, місце проживання тощо. Якщо якісна ознака набуває лише двох протилежних (взаємовиключних) значень, її називають альтернативною (вироби придатні та браковані, стать чоловіча та жіноча,

наявність або відсутність кадрових змін, наявність або відсутність інфраструктури в районі тощо). Ознаку називають кількісною, якщо окремі варіанти виражаються числами (продуктивність праці, заробітна плата, середній бал та ін.).

MS Excel дає можливість досліджувати лише атрибутивні альтернативні ознаки. Інші програмні продукти мають більше можливостей, наприклад SPSS опрацьовує номінальні, порядкові шкали, які мають велику кількість варіаційних ознак. Наприклад, регіон проживання в Україні: північ, південь, схід, захід, центр, оцінка матеріального стану сім'ї: дуже гарний, гарний, середній, поганий, дуже поганий, не можу відповісти.

4.2. Види фіктивних змінних

У регресійних моделях з часовими рядами використовуються три основних види індикаторних змінних.

1. Сигнальні змінні приналежності спостереження до певного виду. Вони необхідні для моделювання стрибкоподібних структурних зрушень – це періоди воєн, криз: політичних, економічних, фінансових, зміни законодавства. Наприклад, рік, у якому відбулися перелічені зміни, – 1, всі інші – 0. Це приклад моделювання часового структурного зрушення. Постійне структурне зрушення моделюється за допомогою фіктивної змінної, яка дорівнює 0 до певного моменту часу і 1 – після цього для всіх спостережень.

Приклад



Рис. 4.1. Динаміка обсягу реалізованої промислової продукції за 2001–2012 рр., млн грн

2009 року простежується зміна тенденції – різке падіння обсягів реалізованої продукції. Для визначення розміру впливу економічної кризи введемо фіктивну змінну, за 1 позначимо 2009 рік, за 0 – усі інші роки.

Таблиця 4.1

Регресійна статистика	
Множинний R	0,995731
R-квадрат	0,991481
Нормованний R-квадрат	0,987221
Стандартна похибка	46923,54
Спостереження	13

Дисперсійний аналіз

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значиміость F*
Регресія	4	2,05E+12	5,13E+11	232,7692	2,62E-08
Залишок	8	1,76E+10	2,2E+09		
Усього	12	2,07E+12			

	Коєфіцієнти	*Стандартна похибка*	*t-статистика*	*P-Значення*	*Нижнє 95%*	*Верхнє 95%*
Y-перетин	204354,9	22497,27	9,083544	1,73E-05	152476,1	256233,7
Активи комерційних банків, млн грн (X_1)	0,609913	0,090596	6,732192	0,000148	0,400997	0,818829
Загальний обсяг операцій фондового ринку, млн грн (X_2)	176,0871	37,50478	4,695056	0,001551	89,60087	262,5732
Загальний обсяг операцій валютного ринку, млн доларів США (X_3)	2,06409	1,218996	1,69327	0,128858	-0,74692	4,8751
Вплив економічної кризи (фіктивна змінна) (X_4)	-127960	58051,92	-2,20423	0,058606	-261828	5908,254

$$\hat{Y}_i = 204354{,}9 + 0{,}6099x_{1i} + 176{,}0871x_{2i} 2{,}06409x_3 - 127960D.$$

Фінансова криза зменшила обсяги виробництва на 127,96 млрд грн.

2. Сезонні змінні – для моделювання сезонності, приймають різні значення залежно від того, якому кварталу, місяцю відповідає спостереження.

3. Моделювання довготривалих поступових плавних структурних зрушень, пов'язаних із лінійним часовим трендом. Ця фіктивна змінна показує, який проміжок часу пройшов від деякого «нульового» моменту часу до того моменту, до якого належить це спостереження. Якщо проміжки часу між послідовними спостереженнями однакові, то часовий тренд можна задати номерами спостережень. Фіктивні змінні допомагають відобразити факт зміни коефіцієнтів лінійної регресії з часом. Крім тренда, в регресію варто ввести фіктивну змінну на початку вибірки, до якого моменту часу вона дорівнює 0, а друга її частина становить часовий тренд, який задається як 1,2,3… т.д. Часовий тренд відрізняється від бінарних фіктивних змінних тим, що можна використати його степені: t^2, t^3 і т.д. Вони допомагають моделювати тренд з високим коефіцієнтом апроксимації (квадратична функція). Можна комбінувати два зазначених види фіктивних змінних, створюючи змінні «взаємодії» відповідних ефектів. Можна врахувати сезонність, якщо представити математичне сподівання як комбінацію лінійного тренда та сезонності:

$$Y_t = y_0 + y_1 t + \beta_1 Q_1 + \beta_2 Q_2 + \beta_3 Q_3 + g_1 Q_1 t + g_2 Q_2 t + g_3 Q_3 t + \varepsilon_t,$$

де t – тренд, Q_{ij} – квартальні сезонні змінні (1 – для певного кварталу j, 0 – для інших кварталів), Q_4 – не вводиться в цю модель, тому що є константа y_0, а $Q_4 t$ не потрібно вводити в регресію, тому що є часовий тренд t. Якщо всі $g_i \neq 0$, то це означає, що структура сезонності лінійно змінюється з часом. Дані записуються так (табл. 4.2).

Використання фіктивних змінних має переваги:

1) інтервали між спостереженнями не обов'язково повинні бути однаковими. У вибірці можуть бути пропущені спостереження;

2) оцінювати зміну нахилу тренда для певного моменту;

3) коефіцієнти при фіктивних змінних легко інтерпретувати, вони наочно представляють структуру динамічного процесу;

4) для оцінки моделі не потрібно виходити за рамки класичного МНК.

Таблиця 4.2

Квартал	У	X Фактор часу t	Q1	Q2	Q3	Q1t	Q2t	Q3t
1	32	1	1	0	0	32	0	0
2	21	2	0	1	0	0	21	0
3	22	3	0	0	1	0	0	22
4	43	4	0	0	0	0	0	0
1	52	5	1	0	0	52	0	0
2	23	6	0	1	0	0	23	0
3	45	7	0	0	1	0	0	45
4	31	8	0	0	0	0	0	0
1	61	9	1	0	0	61	0	0
2	35	10	0	1	0	0	35	0
3	29	11	0	0	1	0	0	29
4	11	12	0	0	0	0	0	0

Розглянемо трактування альтернативної атрибутивної ознаки при оцінці статичної множинної регресійної моделі.

Приклад

Необхідно спрогнозувати середню оцінку вартості нерухомості на основі спостереження, що складає 15 будинків, а саме – житлову площу будинку (тис м^2) і наявність каміну (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

№	Оціночна вартість, тис. долл (Y)	Житлова площа, тис. м^2 (X_1)	Наявність каміну (X_2)		№	Оціночна вартість, тис. долл (Y)	Житлова площа тис. м^2 (X_1)	Наявність каміну (X_2)	
			Кількісна ознака	Якісна ознака				Кількісна ознака	Якісна ознака
1	84,4	2,00	1	Так	9	78,5	1,59	1	Так
2	77,4	1,71	0	Ні	10	79,2	1,50	1	Так
3	75,7	1,45	0	Ні	11	86,7	1,90	1	Так
4	85,9	1,76	1	Так	12	79,3	1,39	1	Так
5	79,1	1,93	0	Ні	13	74,5	1,54	0	Ні
6	70,4	1,2	1	Так	14	83,8	1,89	1	Так
7	75,8	1,55	1	Так	15	76,8	1,59	0	Ні
8	85,9	1,93	1	Так					

Модель множинної регресії матиме такий вигляд:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \varepsilon_i,$$

де Y_i – оціночна вартість i-го будинку в тис. долл, β_0 – здвиг відгуку, x_{1i} – житлова площа i-го будинку в тис. м^2, β_1 – нахил оціночної вартості, що залежить від житлової площі будинку при постійному значенні фіктивної змінної, x_{2i} – фіктивна змінна, що вказує на наявність чи відсутність каміну, β_2 – ефект збільшення оціночної вартості будинку залежно від наявності каміну при постійній величині житлової площі, ε_i – випадкова похибка оціночної вартості i-го будинку.

Після стандартної процедури МНК отримали рівняння:

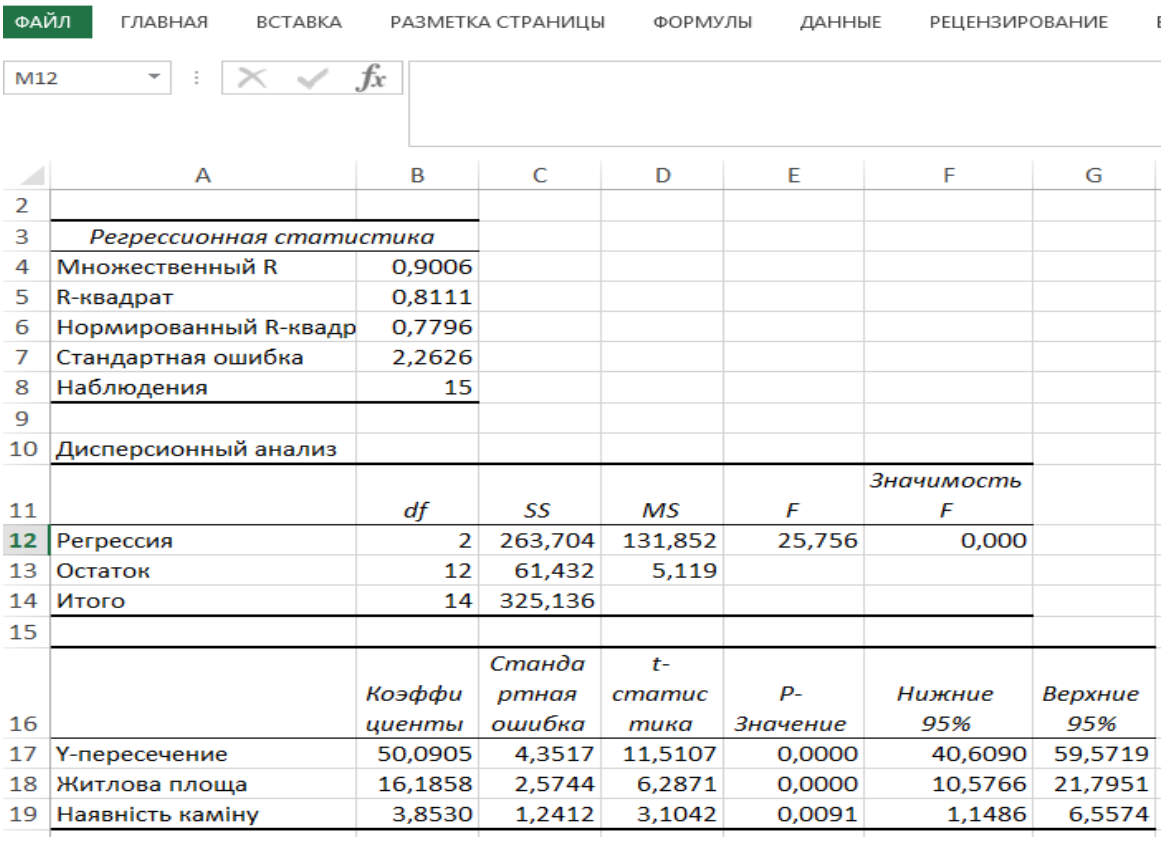
$$\hat{Y}_i = 50{,}09 + 16{,}186\, x_{1i} + 3{,}853 x_{2i}.$$

Для будинків, що не мають каміну, це рівняння матиме вигляд:

$$\hat{Y}_i = 50{,}09 + 16{,}186\, x_{1i}, \text{ оскільки } x_2 = 0.$$

Для будинків, що мають камін:

$$\hat{Y}_i = 53{,}943 + 16{,}186\, x_{1i}, \text{ оскільки } x_2 = 1.$$



	A	B	C	D	E	F	G
2							
3	*Регрессионная статистика*						
4	Множественный R	0,9006					
5	R-квадрат	0,8111					
6	Нормированный R-квадр	0,7796					
7	Стандартная ошибка	2,2626					
8	Наблюдения	15					
9							
10	Дисперсионный анализ						
11		*df*	*SS*	*MS*	*F*	*Значимость F*	
12	Регрессия	2	263,704	131,852	25,756	0,000	
13	Остаток	12	61,432	5,119			
14	Итого	14	325,136				
15							
16		*Коэффициенты*	*Стандартная ошибка*	*t-статистика*	*P-Значение*	*Нижние 95%*	*Верхние 95%*
17	Y-пересечение	50,0905	4,3517	11,5107	0,0000	40,6090	59,5719
18	Житлова площа	16,1858	2,5744	6,2871	0,0000	10,5766	21,7951
19	Наявність каміну	3,8530	1,2412	3,1042	0,0091	1,1486	6,5574

Отримана модель якісна, коефіцієнт кореляції вказує на прямий лінійний зв'язок (0,9006), на 81,11 % оціночна вартість житла залежить від факторів моделі і на 18,99 % – від інших величин, не включених у модель, враховуючи похибку. Розрахований критерій Фішера значимий (p = 0), t-статистика Стьюдента вказує на те, що всі параметри моделі значимі (p_0 = 0, p_1 = 0, p_2= 0,0091).

Висновок: якщо фіктивні змінні мають постійне значення, збільшення житлової площі на 1 000 м^2 призводить до збільшення передбаченої середньої оціночної вартості на 16,186 тис. дол., за умови, що житлова площа постійна. При цьому вартість може коливатися від 10,5766 до 21,7951 тис. дол. Наявність каміну збільшує середню оціночну вартість будинку на 3,853 тис. дол., але вона може коливатися в межах довірчих інтервалів: від 1,1486 до 6,5574 тис. дол.

Перелік питань для самоконтролю

1. Вкажіть особливості побудови регресійної моделі з фіктивними змінними.
2. Поясніть сутність моделі дискретного вибору.
3. Перелічить випадки застосування індикаторних змінних.
4. Назвіть особливості застосування фіктивних змінних.
5. Як використовуються фіктивні змінні у сезонному аналізі?
6. Застосування тесту Чоу для порівняння регресійних моделей.
7. Особливості прогнозування за допомогою моделей з фіктивними змінними.

Лабораторна робота 4

Тема. Регресійна модель із фіктивними змінними

Мета: навчитися будувати та аналізувати множинну регресію з фіктивними змінними, використовуючи електронні таблиці MS Excel.

Навчальні завдання

За даними лабораторної роботи 2 побудувати множинну регресію із фіктивними змінними, використовуючи електронні таблиці ***MS Excel***. За фіктивну змінну обрати зміну рівня заробітної плати в період кризових явищ в Україні (додаток Г). Провести детальний аналіз отриманих результатів. Зробити прогноз.

Для виконання роботи студент повинен знати та вміти

1. Зміст роботи та порядок її проведення.

2. Алгоритм обчислення множинної регресії з фіктивними змінними.

3. Користуватися пакетом ***MS Excel***, а саме:

– вбудованими функціями аналізу даних (знаходити: **«Дані» → «Аналіз даних» → «Регресія».**

ХІД РОБОТИ
ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ У ПАКЕТІ *EXCEL*

1. Сформувати на робочому аркуші вихідні дані у вигляді стовпців масив.

2. Побудувати динаміку результативної ознаки і визначити суттєві коливання, які зафіксувати під час побудови множинної лінійної регресії.

3. Внести фіктивні змінні для визначення динаміки показника до і після кризивого періоду.

4. Розрахувати множинну лінійну модель, дати повний її аналіз на адекватність.

5. Пояснити параметри моделі, здійснити прогноз і дати повну економічну інтерпретацію отриманих результатів.

Економічна інтерпретація регресійних моделей із фіктивними змінними

Приклад 1. Величина ВВП може бути розрахована трьома методами: виробничим (на стадії виробництва товарів і послуг), за джерелами доходів або розподільним методом (на стадії утворення доходів) і методом кінцевого використання (на стадії кінцевого використання доходів і продуктів). Під час розрахунку ВВП виробничим методом використовується показник випуску товарів і послуг, значну частину якого в Україні складає випуск промислової продукції. Логічним є припущення, що обсяг ВВП залежить від обсягу промислової продукції та обсягу роздрібного товарообігу, який є частиною всіх наданих послуг[20].

Побудуємо модель залежності обсягу ВВП України від обсягу промислового виробництва (X_1), обороту роздрібної торгівлі (X_2) та курсу долара до гривні (X_3), яка має вигляд (рис. 4.4.1):

$$\hat{Y} = -11\,347{,}76 + 0{,}85x_1 + 0{,}81x_2 - 6\,416{,}61x_3$$

$$(\pm 71069{,}24)\ \ (\pm 0{,}36)\ \ (\pm 0{,}29)\ \ (\pm 23040{,}75)$$

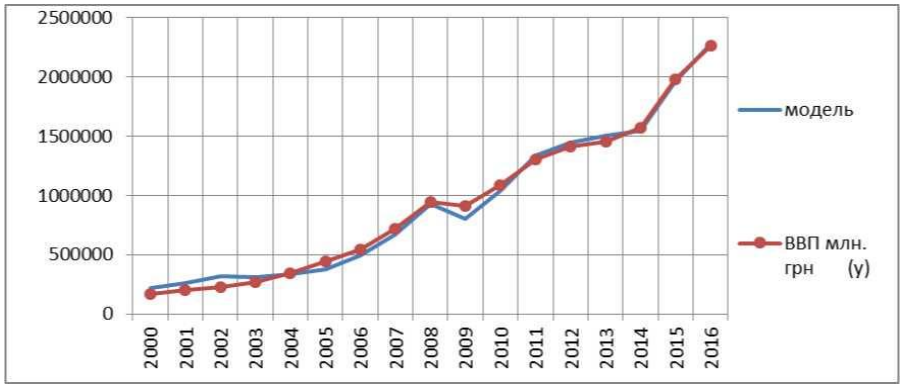


Рис. 4.4.1. Співвідношення моделі із фактичними показниками ВВП України за 2000–2016 рр.

Джерело: складено авторами за даними[21].

[20] Картаев Ф. С. Эконометрическое моделирование взаимосвязи курса рубля и динамики российского ВВП. *Вестник Московского университета*. 2014. № 2. С. 78–94.

[21] Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: http://www.ukrstat.org.ua.

Коефіцієнти моделі показують кількісний вплив кожного фактора на результативний показник за незмінності інших. Відповідно до отриманого рівняння регресії ВВП збільшується на 0,85 млн грн при збільшенні обсягу промислового виробництва на 1 млн грн. ВВП збільшується на 0,81 млн грн при збільшенні роздрібного товарообігу на 1 млн грн. ВВП зменшується на 6 416,61 млн грн при збільшенні курсу долара до гривні на 1 грн.

Оскільки коефіцієнт детермінації R^2 = 0,99 прямує до одиниці, критерій Фішерра становить 614,49, що значно перевищує $F_{таб}$, то можна вважати, що модель є якісною і придатною до подальшого аналізу (табл. 4.4.1).

Аналіз показав, що обсяг реалізованої промислової продукції впливає на обсяг ВВП (коефіцієнт β_1 значущий), оборот роздрібної торгівлі – на обсяг ВВП (коефіцієнт β_2 значущий), а коефіцієнт β_3 не значущий, тому його можна прирівняти до нуля і відкинути з моделі.

Таблиця 4.4.1

Статистичні показники коефіцієнтів моделі

Показник	Коефіцієнти	Стандартна похибка	t-статистика	P-значення
Константа моделі	–11 347,8	32 896,81	–0,34	0,74
Обсяг реалізованої промислової продукції (товарів, послуг) (x_1)	0,85	0,16	5,16	0,00
Оборот роздрібної торгівлі, млн грн (x_2)	0,81	0,14	5,94	0,00
Курс долара до гривні	–6 416,61	10 665,19	–0,60	0,56

Джерело: розраховано авторами.

Звертаючи увагу на економічний розвиток України в період з 2002 по 2016 роки, можна побачити зростання і падіння економіки під впливом множини факторів, які задають тенденцію в економічному середовищі. Кожна економіка системна, тобто керована, упорядкована і взаємопов'язана з іншими сферами (політичними, соціальними, екологічними). Тому розглядаємо вплив на ВВП таких факторів: рівень безробіття, курс долара, імпорт.

Використовуючи методи регресійного аналізу, побудували модель:

$$\hat{Y} = 139\,918{,}257 + (-16\,821{,}93 + 632\,067{,}65F_1 - 615\,705{,}09F_2)X_1 + \\ + (-7{,}53 + 232{,}23F_1 - 148{,}39F_2)X_2 - 5\,958\,909{,}88F_1 + \\ + 5\,542\,598{,}13F_2 + 1{,}25iX_3,$$

де $\hat{Y}$ – реальний ВВП;

X_1 – курс долара (грн за долар США);

X_2 – безробіття (тис. осіб);

X_3 – імпорт (млн доларів США);

F_1 – АТО (0 – відсутня, 1 – присутня);

F_2 – криза (0 – відсутня; 1 – присутня).

Побудована модель є якісною. Коефіцієнт детермінації становить 0,99, фактичне значення критерію Фішера дорівнює 98,12.

Таблиця 4.4.2

Статистичні показники регресійного аналізу 2002–2016 роки

Показник	Коефіцієнти	Стандартна похибка	t-статистика	P-значення
Константа моделі	139 918,257	99 170,553	1,411	0,217
X_1	–16 821,936	27 318,025	–0,616	0,565
X_2	–7,53	11,160	–0,675	0,530
F_1	–5958909,886	98 1294,031	–6,073	0,002
F_2	5 542 598,130	946 219,539	5,858	0,002
$F_{1*}X_1$	632 067,650	114 700,335	5,511	0,003
$F_{1*}X_2$	232,233	54,633	4,251	0,008
$F_{2*}X_1$	–615 705,093	105 099,639	–5,858	0,002
$F_{2*}X_2$	–148,392	26,000	5,707	0,002
X_3	1,251	0,298	4,194	0,009

Джерело: розраховано авторами.

Регресійний аналіз показав, що на збільшення реального ВВП впливає зменшення курсу долара X_1 на одну гривню, за умови, коли $F_1 = 0$, $F_2 = 1$, зміни призводять до зменшення на 632 527,02 млн дол. США, присутність з 2014 року кризи і АТО ($F_1 = 1$, $F_2 = 1$) призводить до зменшення на 459,37 млн дол. США. Зменшення показника безробіття X_2 на тисячу осіб приводить до

збільшення ВВП, в кризу (F_1 = 0, F_2 = 1) X_2 – до зменшення на 155,92 тис. осіб, в кризу і АТО (F_1 =1, F_2 = 1) X_2 зростає на 76,31 тис. осіб, що є негативним для ВВП. Зростання імпорту X_3 на одиницю млн доларів США сприяє зростанню ВВП на 1,251 млн дол. США. Загальний вплив кризи в 2008–2016 роках (F_1 = 0, F_2 = 1) приводить до зростання ВВП на 5 049 834,69 млн дол. США, а загальний вплив кризи і АТО (F_1 = 1, F_2 = 1) – до зменшення ВВП на 276 775,30 млн дол. США.

Статистичні характеристики параметрів моделі наведено в таблиці 4.4.2.

Отже, модель доводить, що динаміка ВВП залежить від кризи, АТО, курсу долара, рівня безробіття. Так, до 2007 року економіка зростала, присутність кризи відобразилася падінням у 2008–2009 роках і поступовим зростанням ВВП до 2012 року, а присутність кризи, АТО, безробіття і збільшення курсу долара з 2013 року призводило до зменшення ВВП і падіння економіки.

Приклад 2. Завдяки збільшенню прямого іноземного інвестування держава може забезпечити виконання покладених на неї обов'язків, покращивши макроекономічні показники країни, цим самим сприяючи підвищенню рівня життя населення та зростанню темпів економічного розвитку.

Для оцінки впливу на прямі іноземні інвестиції макроекономічних показників, до яких віднесено ВВП, державний борг та рівень безробіття, побудовано відповідну модель:

$$\hat{Y} = -14\,102{,}19 + 0{,}22x_1 + 0{,}34x_2 + 696{,}36x_3,$$
$$(\pm 36\,092{,}05)\ (\pm 0{,}09)\ (\pm 0{,}14)\ (\pm 3\,500{,}16),$$

де $\hat{Y}$ – прямі іноземні інвестиції, млн дол. США;

x_1 – ВВП, млн дол. США;

x_2 – державний борг, млн дол. США;

x_3 – рівень безробіття, %.

При рівні значущості 0,1 побудована модель є якісною (R^2 = 0,95, критерій Фішера 76,08), t-статистика коефіцієнтів моделі (t_1 = 3,87, t_2 = 4,21, t_3 = 0,35) показує, що коефіцієнти β_1 і β_2 є значущими, а β_3 незначущий, тобто фактор $x_з$ (рівень безробіття) не має суттєвого впливу на обсяг прямих іноземних інвестицій в

Україну. Тому надалі з моделі його можна вилучити. Оскільки коефіцієнт x_3 (рівень безробіття) є незначущим, то це означає, що на рівень надходжень прямих іноземних інвестицій в Україну може впливати й інший чинник. Тому після вилучення з моделі рівня безробіття було введено фіктивну змінну *F*, яка означає наявність (чи відсутність) економічної кризи. Отримуємо таку модель (рис. 4.4.2):

$$\hat{Y} = -3\,551{,}96 + 0{,}21x_1 + 0{,}05x_2 + 16\,291{,}14F.$$
$$(\pm 3\,267{,}5) \quad (\pm 0{,}03) \quad (\pm 0{,}12) \quad (\pm 5\,561{,}29)$$

При рівні значущості 0,1 побудована модель є якісною (R^2 = 0,99, критерій Фішера 344,28, який також зріс порівняно з попередньою моделлю).

Для прогнозу надходжень іноземних інвестицій на основі цієї моделі за основу взято прогнози основних факторів Міністерства фінансів та Національного банку України на 2018 рік[22,23]. У результаті, за рівнянням регресії, маємо такі розрахункові суми надходжень прямих іноземних інвестицій у 2018 році: 35 063,40413 ± 6 034,022785 млн дол. США.

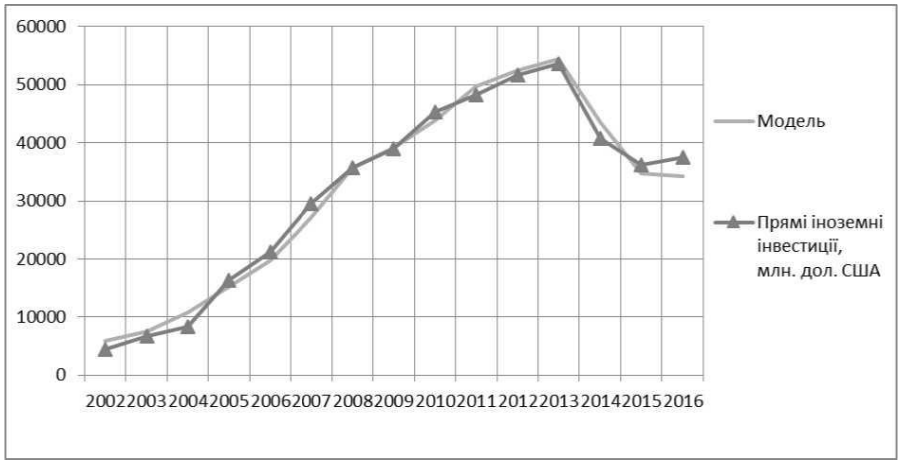


Рис. 4.4.2. Надходження прямих іноземних інвестицій в Україну, млн дол. США

Джерело: складено авторами за даними[24].

[22] Офіційний сайт Міністерства фінансів України. URL : https://www.minfm.gov.ua.

[23] Офіційний сайт Національного банку України. URL : https://bank.gov.ua/control/uk/index.

[24] Офіційний сайт Державної служби статистики. URL : http://www.ukrstat.gov.ua/

Зробимо висновок, що майже всі досліджувані нами макроекономічні показники, крім рівня безробіття, здійснюють безпосередній вплив на надходження прямих іноземних інвестицій в Україну. Але, ввівши нову фіктивну змінну, що вказує на наявність чи відсутність кризи, отримали модель, яка стала більш якісною.

Інвестуючи в економіку будь-якої країни, інвестор насамперед оцінює її інвестиційний потенціал (аналіз найважливіших макроекономічних показників). Тому для подальшого дослідження побудуємо економетричну модель, для якої оберемо такі кількісні фактори, як[25]:

– ВВП (цей показник характеризує загальний рівень розвитку економіки країни);

– рівень зайнятості населення в Україні;

– середньомісячна заробітна плата (від розміру заробітної плати працівників залежать пропорції витрат на робочу силу та основний капітал, тобто за високого рівня заробітної плати підприємці змушені замінити робітників капіталом);

– курс гривні щодо долара США (стабільність національної валюти зменшує ризики підприємців, які прагнуть інвестувати свої кошти в економіку України);

– рівень інфляції.

У результаті проведеного аналізу отримаємо багатофакторну модель:

$$\hat{Y} = 11\,897{,}85 + 0{,}03X_1 - 2\,531{,}06X_2 + 15\,378{,}58F_1 - 528{,}362F_2,$$
$$(\pm 0{,}74) \quad (\pm 0{,}66) \quad (\pm 0{,}37) \quad (\pm 0{,}81) \quad (\pm 0{,}39)$$

де $\hat{Y}$ – кількість прямих іноземних інвестицій в Україну, млн дол. США;

X_1 – ВВП, млн грн;

X_2 – курс гривні до долара, грн;

F_1 – зміна, що вказує на наявність чи відсутність економічної кризи в Україні;

F_2 – зміна, що вказує на наявність чи відсутність АТО в Україні.

[25] Руденок О. І., Малярець Л. М. Вплив факторів на прямі іноземні інвестиції в Україну. *Молодіжний економічний вісник ХНЕУ ім. С.Кузнеця*. 2015. № 2. С. 67–69.

Результати регресійного аналізу наведемо в таблиці 4.4.3. Коефіцієнт детермінації R^2 = 0,98 і критерій Фішера 293,09 вказують на те, що модель є якісною.

Таблиця 4.4.3

Результати регресійної моделі

Показники	Коефіцієнти	Стандартна помилка	t-статистика	P-значення	Нижня межа 95%	Верхня межа 95%
Константа	11 897,85	1 295,66	9,18	8,92E-07	9 588,61	14 207,09
ВВП (X_1)	0,03	0,00	13,03	1,93Б-08	0,02	0,03
Курс гривні до долара	–2 531,06	219, 40	–11,54	7,49E-08	–2 922,09	–2 140,02
F_1	15 378,58	2 063,46	7,45	7,71E-06	11 700,89	19 056,27
F_2	–528,362	2 315,65	–0,22	0,823356	–4 655,53	3 598,80

Джерело: побудовано авторами за даними[26].

Відтак, можна стверджувати, що:

– у середньому у разі збільшення ВВП на 1 млн грн зростуть прямі іноземні інвестиції в Україну на 0,03 млн дол. США, що може свідчити про підвищення добробуту населення та національної економіки в цілому;

– у разі збільшення курсу гривні до долара на 1 грн прямі іноземні інвестиції зменшувалися на 2 531,06 млн дол. США, оскільки значне коливання та нестабільність курсу відлякують іноземних інвесторів;

– у період кризи в Україні прямі іноземні інвестиції в середньому щорічно збільшувалися на 15 378,58 млн дол. США, що привело до збільшення випуску продукції, експорту та податкових надходжень;

– у період АТО прямі іноземні інвестиції у середньому зменшувалися на 528,36 млн дол. США щорічно, оскільки в Україні існує нестабільна політична ситуація та відсутність належних інвестиційних гарантій для інвесторів.

Щодо ситуації в Україні, то скорочення залучених прямих іноземних інвестицій у цілому за останні роки відбувається не лише тому, що Україна стала менш привабливою для іноземних

[26] Офіційний сайт Державної статистики України. URL: http://www.ukrstat. gov.ua/

інвесторів, але й тому, що багато інвесторів під час кризи спрямували свої кошти на внутрішні ринки для підтримання економіки своїх країн і тому скоротили інвестиції за кордон.

Отже, для того, щоб збільшити надходження прямих іноземних інвестицій в Україну, необхідно стабілізувати курс гривні, удосконалити чинне законодавство, а також зупинити корупцію та військові дії на Сході України.

Приклад 3. Однією з цілей побудови математичних моделей економічних процесів є здійснення на їх основі прогнозів. Особливість побудованих і досліджених вище моделей полягає у тому, що на їх основі важко здійснювати прогнози, оскільки для цього необхідно спрогнозувати спочатку ендогенні змінні, якщо їх значення наперед невідоме. У результаті цього виникає необхідність будувати «прогнози на прогнозах».

Одним із припущень під час пошуку прогнозних значень є збереження тенденцій, що можна пояснити, зокрема, інертністю економічних процесів. Однією з моделей прогнозування, що використовуються на практиці при збереженні тенденцій, є модель тренду, в якій залежною змінною виступає досліджуваний показник, а незалежною – час або номер спостереження цього показника. Відтак трендова модель – це математичний опис тимчасової тенденції. Проведене дослідження вказує на існування двох тенденцій у будівельній галузі, тому логічно будувати трендову модель на статистичних даних другого періоду (2010–2016 рр.). Проте мала кількість спостережень призведе до низької статистичної якості моделі і, як наслідок, прогнози будуть неефективні. Щоб усунути цей недолік, нами побудована модель за даними за увесь досліджуваний період, але при цьому введено дві фіктивні змінні. Змінна D_1 набуває значення 0 у докризовий період і значення 1 – в інший. Змінна D_2 набуває значення 1 в кризові роки і значення 0 – в усі інші[27]. Побудована на основі цього модель має вигляд:

$$\hat{Y} = 4\,375{,}89 + (652{,}67 - 220{,}33 \cdot D_1) \cdot t - 580{,}22 \cdot D_1 - 1\,748{,}67 \cdot D_2,$$

де $\hat{Y}$ – введення в експлуатацію загальної площі, тис. м^2;

t – номер спостереження.

[27] Дудко В. С., Краснова Т. Д., Лаговський В. В. Економіко-математичне моделювання : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.: у 2-х ч. Ірпінь: НУДПСУ, 2010. 448 с.

Критерій Фішера становить 66,95, коефіцієнт детермінації рівний 0,96, що вказує на адекватність побудованої моделі та якісні її статистичні властивості. На основі цієї моделі побудовано прогноз розвитку будівництва в Україні на період 2018–2019 рр. (рис. 4.4.3, табл. 4.4.4).

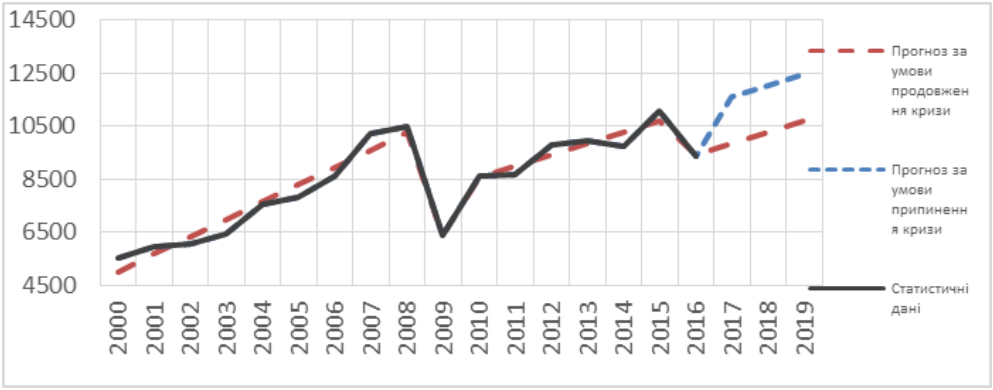


Рис. 4.4.3. Трендова модель та прогнози
Джерело: побудовано авторами.

Прогноз показує, що за збереженням тенденцій слід очікувати подальше поступове зростання виробництва в будівельній галузі. Отже, незважаючи на економічну нестабільність в Україні, будівельний ринок продовжує нарощувати свої обороти. При цьому будівельній галузі притаманний ряд проблем, які необхідно вирішувати.

Таблиця 4.4.4

Прогнозні значення введення в експлуатацію загальної площі, тис. м^2 (розраховано для рівня значущості 0,1)

Показник	2018 рік	2019 рік
Збереження кризи	10 261,33 ± 857,79	10 693,67 ± 911,31
Припинення кризи	12 010 ± 755,5	12 442,33 ± 815,35

Джерело: розраховано авторами.

Однією з проблем аналізу галузі є відсутність якісної, комплексної достовірної інформації про всіх учасників ринкових відносин. Створення єдиної інформаційної системи може забезпечити збір, систематизацію і накопичення якісної, достовірної інформації.

Статистично доведено, що зменшення кількості підприємств не має негативного впливу на будівельну галузь у цілому. Причини такого явища потребують подальшого дослідження.

Найбільш проблемною і вагомою у будівельній галузі на сьогодні є її фінансова складова. Низька платоспроможність покупців, відсутність стабільних доходів, зменшення купівельної спроможності, закриття банків, знецінення національної валюти негативно впливає на попит, фінансування і, відповідно, на виробництво в досліджуваній галузі. В умовах дефіциту грошових потоків підписання довгострокових договорів є неможливим, що має також негативний вплив.

Приклад 4. Дослідити вплив кризових явищ та макроекономічних показників на надходження податку на прибуток підприємств. Упродовж останнього десятиріччя частка податку на прибуток у ВВП та доходах зведеного бюджету перманентно коливається у незначному діапазоні, однак останніми роками спостерігається тенденція до її зниження. Дослідимо надходження від податку до Державного бюджету України за 2001–2015 роки (рис. 4.4.4). Починаючи з 2001 року спостерігається зростання надходжень податку на прибуток, але 2009 року надходження податку різко зменшилось на 14 886 млн грн, що пов'язано з економічною кризою та збитками, що їх зазнали ряд підприємств. Також різкий спад спостерігається 2015 року, порівняно з 2013 надходження зменшились на 19 542 млн грн, що зумовлено погіршенням політичної та економічної ситуації в країні, знеціненням гривні.



Рис. 4.4.4 Динаміка надходжень податку на прибуток до бюджету

Джерело: побудовано авторами за даними[28, 29].

[28] Бюджетний моніторинг. Аналіз виконання бюджету за 2004–2015 рр. / Інститут бюджету та соціально-економічних досліджень. URL : http://www.ibser.org.ua/ news/558/

[29] Офіційний сайт Державної служби статистики. URL : http://www.ukrstat.gov.ua.

Здійснивши моніторинг статистичних даних за 2001–2015 рр., для побудови регресійного аналізу було обрано такі змінні: Y – обсяг надходжень податку на прибуток підприємств (далі – ППП), X_1 – ВВП у фактичних цінах, X_2 – кількість зареєстрованих суб'єктів ЄДРПОУ, D – фіктивна змінна (вплив економічної кризи), t – фактор часу. Побудована кореляційна матриця дає змогу визначити наявність зв'язку між ознаками. Обрані фактори мають тісний зв'язок за X_2, X_1 і часовим фактором та середній за фіктивною змінною (табл. 4.4.5).

Таблиця 4.4.5

Кореляційна матриця основних економічних показників регресійної моделі

Показник	**Мобілізовано податку на прибуток до бюджету, млн грн (Y)**	**ВВП (у фактичних цінах), млн грн (X_1)**	**Кількість зареєстрованих суб'єктів ЄДРПОУ, (X_2)**	**D – вплив економічної кризи**	**Тренд**
Мобілізовано податку на прибуток до бюджету, млн грн (У)	1				
ВВП (у фактичних цінах), млн грн (X_1)	0,8001	1			
Кількість зареєстрованих суб'єктів ЄДРПОУ, (X_2)	0,9306	0,8127	1		
D – вплив економічної кризи	0,5921	0,8924	0,6555	1	
Тренд	0,8382	0,8985	0,8840	0,893	1

Джерело: побудовано авторами.

За допомогою надбудови MS Excel «Аналіз даних» знайдемо множинну регресію (табл. 4.4.6). Збільшення ВВП на 1 млн грн приведе до зростання надходження з податку на прибуток на

0,0582 млн грн у разі незмінності інших факторів. Зростання кількості підприємств збільшить надходження з ППП на 0,1048 млн грн відповідно.

Таблиця 4.4.6

Результати регресійного аналізу

Рівняння регресії	R^2	F-критерій Фішера	t-статистика	DW
$\hat{Y} = -84\,256{,}8 + 0{,}0582X_1 + 0{,}1048X_2 - 3\,259{,}4D - 6\,003{,}95t$	0,9355	36,3	$t_0 = -4{,}20$, $t_1 = 2{,}92$ $t_2 = 4{,}08$, $t_3 = -2{,}06$ $t_4 = -1{,}94$	1,7

Джерело: побудовано авторами.

Економічна криза за останні сім років у середньому щорічно зменшувала обсяг надходжень з ППП на 3 259,4 млн грн. Якщо аналізувати загальну тенденцію за 15 років, то щорічний приріст складав –6 003,95 млн грн, тобто на цю суму щорічно зменшувалися податкові надходження. Модель побудова адекватно, аналіз графіка залишків вказує на наявність гомоскедастичності. Коефіцієнт детермінації становить 0,9355 – варіація результативної ознаки на 93,55 % залежить від факторних ознак і на 6,45 % – від інших факторів, які не включені в модель. Розраховане значення критерію Дарбіна-Уотсона входить у зону невизначеності. Критерій Стьюдента характеризується за модулем, тому вказує на адекватність моделі, лише тренд дещо менший за табличне значення, але це можна пояснити малим рядом спостережень. Аналізуючи отримані результати, можна зазначити, що у цілому модель є адекватною.

Отже, податок на прибуток щільно пов’язаний із результатами господарювання суб’єктів виробничої діяльності, тому на його надходження суттєво впливають зміна політичної стабільності, стан макроекономічних показників, і 2009 та 2015 роки наочно це демонструють. Фінансово-економічна криза значною мірою була зумовлена тим, що система інструментів державного регулювання економіки в Україні була не готова до нейтралізації негативних наслідків світової фінансової кризи. Одним з пояснень цьому може бути те, що повноважні органи державного управління не завжди враховували причиново-наслідкові зв’язки, особливо у сфері встановлення і стягнення податків як основного джерела формування доходів бюджетів.

Приклад 5. У процесі здійснення підприємницької діяльності для ухвалення правильних управлінських рішень з питань оподаткування, а також для оптимізації податкових платежів окремими фізичними особами чи домогосподарствами потрібно враховувати багато правових норм та практику їх застосування. Незважаючи на певні позитивні зрушення, податкове законодавство України залишається одним із найскладніших у світі, а практика його застосування – неоднозначною, або суперечливою, тому платнику податку потрібна допомога у вигляді податкових консультацій. У зв'язку з цим актуальним є дослідження впливу наданих податкових консультацій насамперед державному сектору економіки, та кількості діючих суб'єктів господарювання щодо податкових надходжень до бюджету із застосуванням регресійного аналізу.

Результати кореляційного аналізу за тринадцять років (2003–2015 рр.) вказують на щільний лінійний зв'язок між податковими надходженнями (Y) із загальною кількістю діючих суб'єктів господарювання (X_1) та кількістю наданих податкових консультацій по телефону (X_2).

Проте, аналізуючи взаємозв'язок між усією сукупністю наданих консультацій та кількістю податкових надходжень, бачимо, що зв'язок слабкий, це пов'язано із низькою ефективністю застосування листів-запитів та особистих консультацій у зв'язку з довготривалим процесом оформлення та можливістю отримання таких консультацій.

Натомість консультації з проблемних питань по телефону мають високу ефективність і надаються в короткий термін, що значно підвищує їх фіскальну ефективність. З множинної моделі (табл. 4.4.7) бачимо, що при збільшенні загальної кількості діючих суб'єктів господарювання на одну одиницю обсяг податкових надходжень зросте на 68,3 тис грн у разі сталості інших факторів, а зростання податкових консультацій по телефону на одну розрахункову одиницю приведе до зростання податкових надходжень на 529 млн грн відповідно.

Отже, масово-роз'яснювальна робота по телефону має найбільший вплив на податкові надходження в Україні та є результативною.

Таблиця 4.4.7

Результати регресійного аналізу

Рівняння	**R^2**	**F**	**t**	**DW**	**Гетеро-скедас-тичність**
$\hat{Y}$ = –444,796 + 6,83E – – 05**X*1 + 0,529**X*2	0,861	30,971	t_0 = –4,420 t_1 = 1,847 t_2 = 4,583	0,961	відсутня
Граничні значення (0,05;1;10)	> 0,65	$F_{таб}$= 4,10	$t_{таб}$ = 2,228	d_L= 0,861 du = 1,562	
$\hat{Y}$ = 540,346 + 44,391*t	0,697	25,271	t_0 = 7,709 t_1 = 5,027	1,905	відсутня
$\hat{Y}$ = 725,333 + 77,84623**D*	0,672	22,531	t_0 = 16,716 t_1 = 4,747	1,666	відсутня
Граничні значення для (0,05; 1; 11)	> 0,65	$F_{таб}$ = 4,84	$t_{таб}$ = 2,201	d_L= 1,010 du= 1,340	

Джерело: розраховано авторами.

Середній щорічний приріст за всі тринадцять років становить 44 тис. консультації. Отриманий результат свідчить, що платники постійно потребують допомоги з боку фіскальних органів у податкових роз'ясненнях (друга модель). Особливо потреба у цих консультаціях виникає у результаті внесення змін у податкове законодавство, наприклад з прийняттям Податкового кодексу України кількість консультацій у середньому щорічно збільшилася майже на 78 тис. одиниць (упродовж шести років).

Отже, перевагою використання послуг податкового консалтингу є можливість виправлення помилок, зменшення ризику несвоєчасності та не повною мірою сплати податкових платежів. Регресійний аналіз дає можливість виявити результативність різних видів консультацій на кінцевий результат, а саме: податкові надходження до бюджету.

ТЕМА 5
АНАЛІЗ РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ З ГЕТЕРОСКЕДАСТИЧНОЮ ВИПАДКОВОЮ СКЛАДОВОЮ

5.1. Оцінювання на гетероскедастичність парної регресії методом Гольдфельда-Квандта

Етапи оцінювання методом Гольдфельда-Квандта:

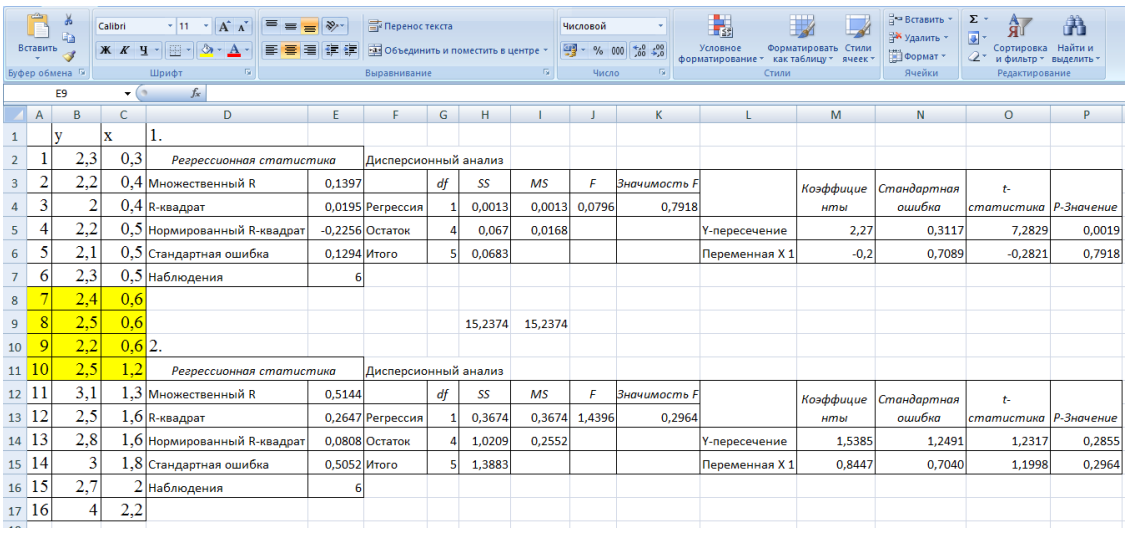
1. Ранжуються спостереження незалежної змінної x у порядку зростання або спадання значення (величина y «прив'язується» до x).

2. Задається величина С-кількість центральних спостережень за незалежними змінними x, які вилучаються з подальшого аналізу (оптимальна кількість центральних спостережень, не врахованих у тесті, становить близько чверті усіх спостережень (рис. 5.1).

3. Будується окремо регресія для кожної підвибірки, розраховуються суми квадратів залишків, які діляться на кількість ступенів вільності (свободи) – це оцінка дисперсії випадкових величин. За отриманими результатами обчислюється F – відношення Фішера:

$$F = \frac{\sum \varepsilon_2^2}{\sum \varepsilon_1^2} = \frac{ESS_2}{ESS_1} = \frac{1{,}0209}{0{,}067} = 15{,}24.$$

Табличне значення F для $\gamma_1 = \gamma_2 = \frac{n - c - 2k}{2} = \frac{16 - 6 - 2 \cdot 2}{2} = 3.$



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1		y	x	1.												
2	1	2,3	0,3	*Регрессионная статистика*		Дисперсионный анализ										
3	2	2,2	0,4	Множественный R	0,1397		*df*	*SS*	*MS*	*F*	*Значимость F*		*Коэффициенты*	*Стандартная ошибка*	*t-статистика*	*P-Значение*
4	3	2	0,4	R-квадрат	0,0195	Регрессия	1	0,0013	0,0013	0,0796	0,7918					
5	4	2,2	0,5	Нормированный R-квадрат	-0,2256	Остаток	4	0,067	0,0168			Y-пересечение	2,27	0,3117	7,2829	0,0019
6	5	2,1	0,5	Стандартная ошибка	0,1294	Итого	5	0,0683				Переменная X 1	-0,2	0,7089	-0,2821	0,7918
7	6	2,3	0,5	Наблюдения	6											
8	7	2,4	0,6													
9	8	2,5	0,6					15,2374	15,2374							
10	9	2,2	0,6	2.												
11	10	2,5	1,2	*Регрессионная статистика*		Дисперсионный анализ										
12	11	3,1	1,3	Множественный R	0,5144		*df*	*SS*	*MS*	*F*	*Значимость F*		*Коэффициенты*	*Стандартная ошибка*	*t-статистика*	*P-Значение*
13	12	2,5	1,6	R-квадрат	0,2647	Регрессия	1	0,3674	0,3674	1,4396	0,2964					
14	13	2,8	1,6	Нормированный R-квадрат	0,0808	Остаток	4	1,0209	0,2552			Y-пересечение	1,5385	1,2491	1,2317	0,2855
15	14	3	1,8	Стандартная ошибка	0,5052	Итого	5	1,3883				Переменная X 1	0,8447	0,7040	1,1998	0,2964
16	15	2,7	2	Наблюдения	6											
17	16	4	2,2													

Рис. 5.1. Розрахунок тесту Гольдфельда-Квандта в MS Excel

$F_{розр} < F_{табл}$ – присутня гомоскедастичність;

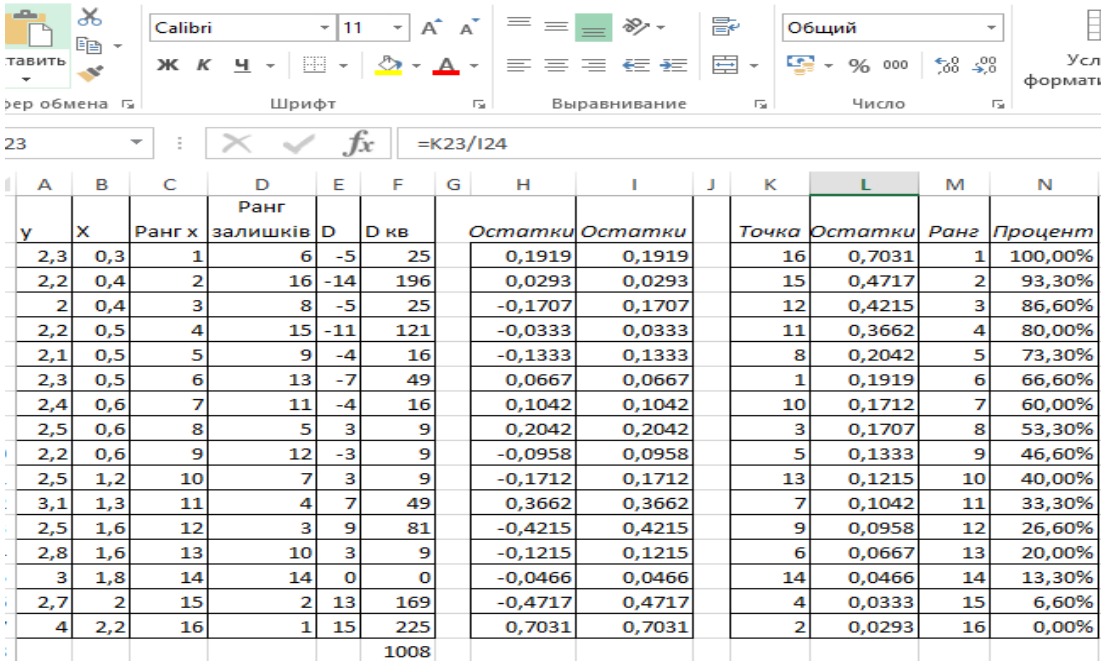
$F_{розр} > F_{табл}$ – присутня гетероскедастичність – $15{,}24 > 9{,}28_{табл,\alpha=0{,}05}$.

5.2. Застосування тесту рангової кореляції Спірмена для оцінки множинної регресії

Етапи тестування рангової кореляції Спірмена:

1. Побудувати регресію для даних y та x і розрахувати залишки («остатки»).

2. Нехтуючи знаком ε, тобто беручи абсолютні значення $|\varepsilon_i|$, проранжувати $|\varepsilon_i|$ у зростаючому чи спадаючому порядку, підрахувати коефіцієнт рангової кореляції Спірмена (рис. 5.2).



y	X	Ранг x	Ранг залишків	D	D кв	Остатки	Остатки	Точка	Остатки	Ранг	Процент
2,3	0,3	1	6	-5	25	0,1919	0,1919	16	0,7031	1	100,00%
2,2	0,4	2	16	-14	196	0,0293	0,0293	15	0,4717	2	93,30%
2	0,4	3	8	-5	25	-0,1707	0,1707	12	0,4215	3	86,60%
2,2	0,5	4	15	-11	121	-0,0333	0,0333	11	0,3662	4	80,00%
2,1	0,5	5	9	-4	16	-0,1333	0,1333	8	0,2042	5	73,30%
2,3	0,5	6	13	-7	49	0,0667	0,0667	1	0,1919	6	66,60%
2,4	0,6	7	11	-4	16	0,1042	0,1042	10	0,1712	7	60,00%
2,5	0,6	8	5	3	9	0,2042	0,2042	3	0,1707	8	53,30%
2,2	0,6	9	12	-3	9	-0,0958	0,0958	5	0,1333	9	46,60%
2,5	1,2	10	7	3	9	-0,1712	0,1712	13	0,1215	10	40,00%
3,1	1,3	11	4	7	49	0,3662	0,3662	7	0,1042	11	33,30%
2,5	1,6	12	3	9	81	-0,4215	0,4215	9	0,0958	12	26,60%
2,8	1,6	13	10	3	9	-0,1215	0,1215	6	0,0667	13	20,00%
3	1,8	14	14	0	0	-0,0466	0,0466	14	0,0466	14	13,30%
2,7	2	15	2	13	169	-0,4717	0,4717	4	0,0333	15	6,60%
4	2,2	16	1	15	225	0,7031	0,7031	2	0,0293	16	0,00%
					1008						

Рис. 5.2. Розрахунок коефіцієнта рангової кореляції Спірмена в MS Excel

Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена розраховується за формулою:

$$r' = 1 - \frac{6\sum D^2}{n(n^2-1)} = 1 - \frac{6 \cdot 1008}{16 \cdot (16^2-1)} = 1 - \frac{6048}{4080} = -0{,}4824,$$

де D – різниця між рангами, що приписуються двом характеристикам i-го об’єкта; n – кількість спостережень.

3. Перевірити значимість отриманого коефіцієнта рангової кореляції за *t*-статистикою Стьюдента: $t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$.

При цих ступенях свободи (вільності) $df = (n-2)$ за таблицею Стьюдента знаходимо $t_{кр}$. Якщо розраховане значення перевищує $t_{кр}$ $(t > t_{кр})$, це підтверджує гіпотезу про гетероскедастичність. Якщо $(t < t_{кр})$, тоді в регресійній моделі правильним є припущення про гомоскедастичність.

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = \frac{-0{,}4824\sqrt{16-2}}{\sqrt{1-(-0{,}4824^2)}} = -2{,}0603,$$

для $\alpha = 0{,}05$, $df = (16-2) = 14$, $t_{кр} = 2{,}145$,

$t_{роз} < t_{табл}$ – присутня гомоскедастичність;

$t_{роз} > t_{табл}$ – присутня гетероскедастичність.

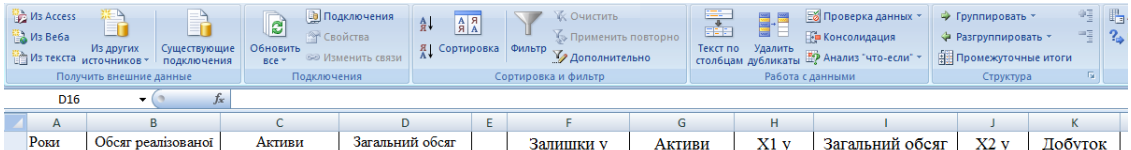
$|-2{,}0603| < 2{,}145$.

Висновок: за тестом рангової кореляції Спірмена в моделі присутня гомоскедатичність.

5.3. Тест Уайта для множинної регресії на гетероскедастичність

Етапи розрахунку тесту Уайта:

1. Побудувати багатофакторну лінійну регресію за початковими даними.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Роки	Обсяг реалізованої промислової продукції, млн. грн. (Y)	Активи комерційних банків, млн. грн. (X1)	Загальний обсяг операцій фондового ринку, млн. грн. (X_2)		Залишки у квадраті	Активи комерційних банків, млн. грн. (X1)	X1 у квадраті	Загальний обсяг операцій фондового ринку, млн. грн. (X_2)	X2 у квадраті	Добуток X1*X2
2	2001	210842,7	51725,89	68,5		1267082202	51725,89	2,68E+09	68,5	4692,25	3543223,47
3	2002	229634,4	70268,11	108,6		1358380364	70268,11	4,94E+09	108,6	11794	7631116,75
4	2003	289117,3	125430,1	203		991969700	125430,1	1,57E+10	203	41209	25462310,3
5	2004	400757,1	120986,1	321,3		3196020183	120986,1	1,46E+10	321,3	103234	38872833,9
6	2005	468562,6	196953,7	403,8		3642958894	196953,7	3,88E+10	403,8	163054	79529904,1
7	2006	551729	316966,29	492,8		2665446777	316966,29	1E+11	492,8	242852	156200988
8	2007	717076,7	561133,2	754,3		147513652,2	561133,2	3,15E+11	754,3	568968	423262773
9	2008	917035,5	892546,01	883,4		247852202,4	892546,01	7,97E+11	883,4	780396	788475145
10	2009	806550,6	836395,81	1067,3		17779379823	836395,81	7E+11	1067,3	1139129	892685248
11	2010	1065108,2	830132,39	1537,8		598090133,3	830132,39	6,89E+11	1537,8	2364829	1276577589
12	2011	1120325,4	829791,94	2171,1		3698645526	829791,94	6,89E+11	2171,1	4713675	1801561281
13	2012	1400680,2	1054280	2530,9		22052918,49	1054280	1,11E+12	2530,9	6405455	2668277252
14	2013	1354130,1	1127192	1677		10822513672	1127192	1,27E+12	1677	2812329	1890300984

Рис. 5.3. Розрахунок тесту Уайта в MS Excel

2. Залишки регресійної моделі піднести до квадрата (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Залишки регресійної моделі

Спостереження	*Спрогнозований обсяг реалізованої промислової продукції, млн грн (Y)*	*Залишки*	*Стандартні залишки*	*Залишки в квадраті*
1	246438,8	-35596,1	-0,57221	1267082202
2	266490,6	-36856,2	-0,59247	1358380364
3	320612,9	-31495,6	-0,50629	991969700
4	344223,7	56533,35	0,908781	3196020183
5	408205,7	60356,93	0,970245	3642958894
6	500101	51627,97	0,829926	2665446777
7	704931,2	12145,52	0,195241	147513652,2
8	932778,8	-15743,3	-0,25308	247852202,4
9	939889,9	-133339	-2,14345	17779379823
10	1040652	24455,88	0,393131	598090133,3
11	1181142	-60816,5	-0,97763	3698645526
12	1395984	4696,054	0,07549	22052918,49
13	1250099	104031,3	1,672316	10822513672

3. Здійснити проміжні розрахунки і заповнити таблицю для формування даних (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Вихідні дані для оцінки гетероскедастичності методом Уайта

Залишки піднести до квадрату ε^2 (результативна ознака Y)	x_1	x_1^2	x_2	x_2^2	$x_1 \cdot x_2$
1267082202	51725,89	2,68E+09	68,5	4692,25	3543223,47
1358380364	70268,11	4,94E+09	108,6	11794	7631116,75
991969700	125430,1	1,57E+10	203	41209	25462310,3
3196020183	120986,1	1,46E+10	321,3	103234	38872833,9
3642958894	196953,7	3,88E+10	403,8	163054	79529904,1
2665446777	316966,29	1E+11	492,8	242852	156200988
147513652,2	561133,2	3,15E+11	754,3	568968	423262773
247852202,4	892546,01	7,97E+11	883,4	780396	788475145
17779379823	836395,81	7E+11	1067,3	1139129	892685248
598090133,3	830132,39	6,89E+11	1537,8	2364829	1276577589
3698645526	829791,94	6,89E+11	2171,1	4713675	1801561281
22052918,49	1054280	1,11E+12	2530,9	6405455	2668277252
10822513672	1127192	1,27E+12	1677	2812329	1890300984

4. Побудувати множинну регресію за залишками квадратів:

$$\varepsilon^2 = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_1^2 + \beta_3 x_2 + \beta_4 x_2^2 + \beta_5 x_1 x_2 .$$

Якщо регресія не значима в цілому, то приймається гіпотеза про гомоскедастичність, тобто $R^2 \le 0{,}5$, $F_{розр} \le F_{табл}$, *значимість* $F \ge 0{,}05$.

Таблиця 5.3

Регресійна статистика	
Множиний R	0,572584
R-квадрат	0,327853
Нормований R-квадрат	-0,15225
Стандартна похибка	5,51E+09
Спостереження	13

Дисперсійний аналіз

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимість F*
Регресія	5	1,04E+20	2,08E+19	0,682877	0,651399
Залишок	7	2,13E+20	3,04E+19		
Всього	12	3,16E+20			

	Коефіцієнти	*Стандартна похибка*	*t-статистика*	*P-значення*
Y-перетин	1,05E+09	3,76E+09	0,279686	0,787802
Активи комерційних банків, млн грн (X_1)	-29047,7	47893,74	-0,6065	0,563325
X_1 у квадраті	0,022546	0,066036	0,341425	0,742803
Загальний обсяг операцій фондового ринку, млн грн. (X_2)	19815457	27642930	0,716836	0,49669
X_2 у квадраті	-7426,79	11479,04	-0,64699	0,538269
Добуток X_1*X_2	0,842187	52,226	0,016126	0,987584

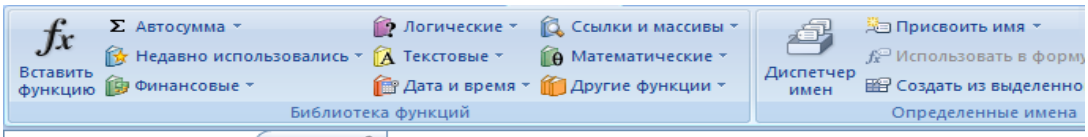
Регресія не значима (коефіцієнт детермінації 0,33, критерій Фішера і статистика Стьюдента менші за критичне значення і т.д), приймається гіпотеза про гомоскедастичність.

5.4. Усунення гетероскедастичності в лінійній регресії

Припустимо, що гетероскедастичність зростає пропорційно до x^2:

$\sigma_\varepsilon^2 = k^2 x^2$, де k – скінченна константа.

Транспонується початкова модель так: $\frac{y_i}{x_i} = b_0 \frac{1}{x_i} + b_1 \frac{\varepsilon_i}{x_i}$.



	A	B	C	D	E
1		y	x	y/x	1/x
2	1	2,3	0,3	=B2/C2	=1/C2
3	2	2,2	0,4	=B3/C3	=1/C3
4	3	2	0,4	=B4/C4	=1/C4
5	4	2,2	0,5	=B5/C5	=1/C5
6	5	2,1	0,5	=B6/C6	=1/C6
7	6	2,3	0,5	=B7/C7	=1/C7
8	7	2,4	0,6	=B8/C8	=1/C8
9	8	2,5	0,6	=B9/C9	=1/C9
10	9	2,2	0,6	=B10/C10	=1/C10
11	10	2,5	1,2	=B11/C11	=1/C11
12	11	3,1	1,3	=B12/C12	=1/C12
13	12	2,5	1,6	=B13/C13	=1/C13
14	13	2,8	1,6	=B14/C14	=1/C14
15	14	3	1,8	=B15/C15	=1/C15
16	15	2,7	2	=B16/C16	=1/C16
17	16	4	2,2	=B17/C17	=1/C17

Рис. 5.4. Проміжні розрахунки в MS Excel

Застосовуючи МНК до нових змінних (рис. 5.4), отримаємо таку трансформовану модель: $\frac{y_i}{x_i} = b_0 \frac{1}{x_i} + b_1 \frac{\varepsilon_i}{x_i} = 0{,}5307 + 1{,}997 \frac{1}{x}$,

або
$$\hat{Y}^* = \underset{(0,1415)}{0{,}5307} + \underset{(0,0828)}{1{,}997} x^* \qquad R^2 = 0{,}976.$$

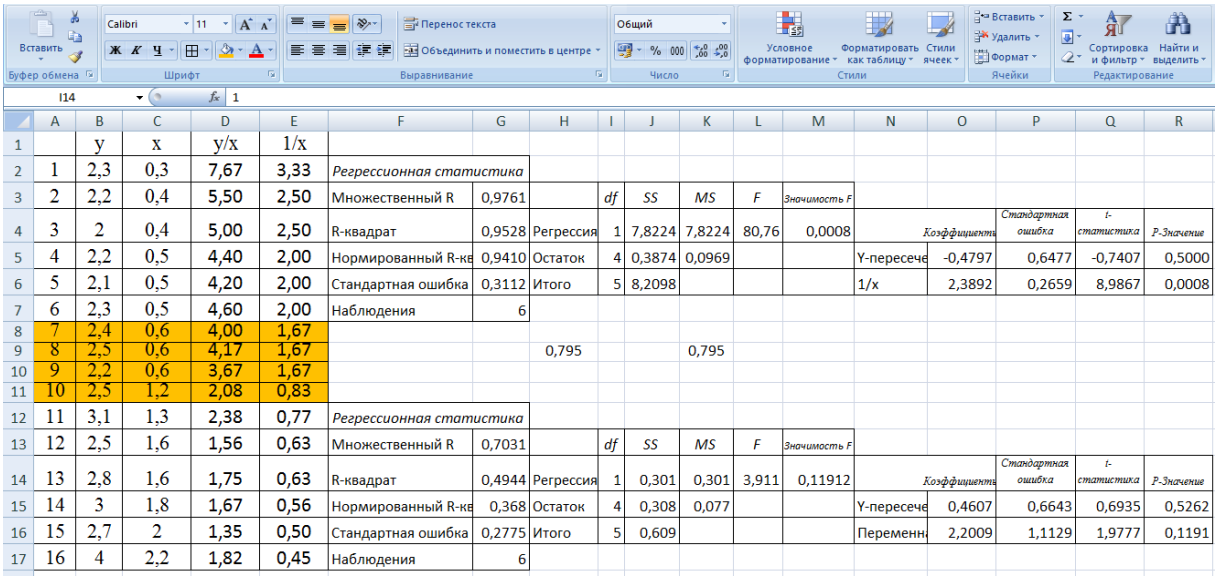
Початкова модель мала такий вигляд:

$$\hat{Y} = 1{,}9204 + 0{,}6257x \qquad R^2 = 0{,}67.$$
$$(0{,}1393) \quad (0{,}1173)$$

Модель покращила свої результати.

Перевірка на гетероскедастичність за допомогою тесту Гольдфельда-Квандта (рис. 5.5):

$F_{розр} < F_{табл}$ – присутня гомоскедастичність $0{,}795 < 9{,}28_{табл,\alpha=0{,}05}$.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1		y	x	y/x	1/x													
2	1	2,3	0,3	7,67	3,33	*Регрессионная статистика*												
3	2	2,2	0,4	5,50	2,50	Множественный R	0,9761		*df*	*SS*	*MS*	*F*	*Значимость F*					
4	3	2	0,4	5,00	2,50	R-квадрат	0,9528	Регрессия	1	7,8224	7,8224	80,76	0,0008		*Коэффициенты*	*Стандартная ошибка*	*t-статистика*	*P-Значение*
5	4	2,2	0,5	4,40	2,00	Нормированный R-кв	0,9410	Остаток	4	0,3874	0,0969			Y-пересече	-0,4797	0,6477	-0,7407	0,5000
6	5	2,1	0,5	4,20	2,00	Стандартная ошибка	0,3112	Итого	5	8,2098				1/x	2,3892	0,2659	8,9867	0,0008
7	6	2,3	0,5	4,60	2,00	Наблюдения	6											
8	7	2,4	0,6	4,00	1,67													
9	8	2,5	0,6	4,17	1,67			0,795			0,795							
10	9	2,2	0,6	3,67	1,67													
11	10	2,5	1,2	2,08	0,83													
12	11	3,1	1,3	2,38	0,77	*Регрессионная статистика*												
13	12	2,5	1,6	1,56	0,63	Множественный R	0,7031		*df*	*SS*	*MS*	*F*	*Значимость F*					
14	13	2,8	1,6	1,75	0,63	R-квадрат	0,4944	Регрессия	1	0,301	0,301	3,911	0,11912		*Коэффициенты*	*Стандартная ошибка*	*t-статистика*	*P-Значение*
15	14	3	1,8	1,67	0,56	Нормированный R-кв	0,368	Остаток	4	0,308	0,077			Y-пересече	0,4607	0,6643	0,6935	0,5262
16	15	2,7	2	1,35	0,50	Стандартная ошибка	0,2775	Итого	5	0,609				Переменн	2,2009	1,1129	1,9777	0,1191
17	16	4	2,2	1,82	0,45	Наблюдения	6											

Рис. 5.5. Розрахунок тесту Гольдфельда-Квандта в Excel

Перелік питань для самоконтролю

1. Поясніть відмінність між гетероскедастичністю і гомоскедастичністю.
2. Назвіть основні причини виникнення гетероскедастичності.
3. Як впливає гетероскедастичність залишків на оцінку параметрів економетричної моделі?
4. Назвіть наслідки гетероскедастичності для регресійної моделі.
5. Поясність сутність графічного методу виявлення ознаки гетероскедастичності.
6. У чому сутність перевірки гетероскедастичності за критерієм Гольдфельда-Квандта?
7. Як перевіряється гетероскедастичність за тестом рангової кореляції Спірмена?
8. Поясність випадки застосування тесту Уайта і назвіть його етапи.

Лабораторна робота 5

Тема. Аналіз регресійних моделей з гетероскедастичною випадковою складовою

Мета: навчитися будувати та аналізувати моделі багатофакторної лінійної регресії, а саме: тестувати на наявність гетероскедастичності за допомогою електронних таблиць MS Excel**.**

Навчальні завдання

Проведіть оцінку на гетероскедатичність регресійної моделі (додаток А-М), за її наявності вилучіть її і розрахуйте зважені оцінки за допомогою електронних таблиць ***MS Excel.***

Для виконання роботи студент повинен знати та вміти

1. Зміст роботи та порядок її проведення.

2. Алгоритм обчислення багатофакторної лінійної регресії та методи діагностики гетероскедастичності.

3. Користуватися пакетом ***MS Excel***, а саме:

– вбудованими функціями аналізу даних для побудови регресійної моделі (знаходити: **«Дані» → «Аналіз даних» → «Регресія»)** і ранжування показників (знаходити: **«Дані» → «Аналіз даних» → «Ранг і персентиль»).**

ХІД РОБОТИ
ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ У ПАКЕТІ *MS EXCEL*

Метод Гольдфельда-Квандта для парної регресії

1. Проранжувати спостереження незалежної змінної x в порядку зростання або спадання значення (величина y «прив'язується» до x).

2. Задати величину С – кількість центральних спостережень за незалежними змінними x, які вилучаються з подальшого аналізу.

3. Побудувати окремо регресію для кожної підвибірки, розрахувати суму квадратів залишків. За отриманими результатами обчислити F-відношення Фішера.

4. Зробити висновки про наявність або відсутність гетероскедастичності.

Тест рангової кореляції Спірмана

1. Побудувати регресію для даних y та x і розрахувати відхилення.

2. Проранжувати залишки регресійної моделі $|\varepsilon_i|$ () і підрахувати коефіцієнт рангової кореляції Спірмана.

3. Перевірити значимість отриманого коефіцієнта рангової кореляції за t-статистикою Стьюдента.

4. Зробити висновки про наявність або відсутність гетероскедастичності.

Тест Уайта для множинної регресії

1. Побудувати багатофакторну лінійну регресію за початковими даними.

2. Залишки піднести до квадрату.

3. Заповнити таблицю для розрахунку тесту Уайта.

4. Побудувати регресію за залишками квадратів:

$$\varepsilon^2 = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_1^2 + \beta_3 x_2 + \beta_4 x_2^2 + \beta_5 x_1 x_2 .$$

5. Проаналізувати результати регресійної моделі на адекватність за коефіцієнтом детермінації і критерієм Фішера.

6. Зробити висновки про наявність або відсутність гетероскедастичності.

За наявності в розрахованих моделях гетероскедастичності

1. Підготовити початкові дані в таблиці для розрахунку: $\frac{y_i}{x_i} = b_0 \frac{1}{x_i} + b_1 \frac{\varepsilon_i}{x_i}$.

2. Застосовуючи МНК до нових змінних, отримати трансформовану модель.

3. Оцінити результати регресійної моделі.

4. Перевірити на гетероскедастичність за допомогою тесту Голдфельда-Квандта.

5. Зробити висновки про наявність або відсутність гетероскедастичності.

Тести

1. Однією із умов побудови багатофакторної моделі є достатня кількість одиниць у сукупності:

а) у 8 разів більше, ніж число факторів;

б) 10;

в) 5;

г) правильної відповіді немає.

2. Якщо між двома або більше факторами моделі існує мультиколінеарність, то варто…

а) ігнорувати цей факт;

б) розрухувати критерій Дарбіна-Уотсона;

в) вилучити один із факторів;

г) правильної відповіді немає.

3. Змінність дисперсії вільного члена – це:

а) мультиколінеарність;

б) автокореляція;

в) гетероскедастичність;

г) правильної відповіді немає.

4. Лінійна залежність члена ряду спостереження від минулих значень – це:

а) мультиколінеарність;

б) автокореляція;

в) гетероскедастичність;

г) гомоскедастичність.

5. Зіставлення реальних і розрахункових даних, оцінка точності та стійкості, побудова прогнозів та сценаріїв розвитку визначається на етапі регресійного аналізу:

а) проблемному;

б) ідентифікаційному;

в) верифікаційному;

г) формалізаційному.

6. Критерій Фішера визначається для визначення:

а) мультиколінеарності;

б) автокореляції;

в) адекватності моделі;

г) гетероскедастичності.

7. Якщо розрахований критерій Дарбіна-Уотсона потрапляє в інтервал $[4- d_u; 4-d_l]$, то автокореляція:

а) відсутня;

б) у зоні невизначеності;

в) присутня;

г) можна визначити наближено.

8. Формулювання та формалізація бази моделі щодо достатньої кількості одиниць у сукупності визначається на етапі регресійного моделювання:

а) ідентифікаційному;

б) інформаційному;

в) параметричному;

г) постановчому.

9. Якщо розрахований критерій Дарбіна-Уотсона потрапляє в інтервал $[d_u; 4- d_u]$, то автокореляція:

а) відсутня;

б) у зоні невизначеності;

в) присутня;

г) можна визначити наближено.

10. Критерій Дарбіна-Уотсона перебуває у межах:

а) [-1; 1];

б) [0; 1];

в) [0; 4];

г) [0; 2].

11. Коефіцієнт детермінації перебуває у межах:

а) [-1; 1];
б) [0; 1];
в) [0; 4];
г) [0; 2].

12. На якому етапі моделювання знаходять рівняння регресії:

а) параметричному;
б) кореляційному;
в) верифікаційному;
г) ідентифікаційному.

13. Лінійна залежність між незалежними змінними – це:

а) мультиколінеарність;
б) автокореляція;
в) гетероскедастичність;
г) гомоскедастичність.

14. Наявність гетероскедастичності в моделі можна знайти, проаналізувавши:

а) графік підбору;
б) графіки залишків моделі;
в) графік нормального розподілу;
г) правильної відповіді немає.

15. Якщо розрахований критерій Дарбіна-Уотсона потрапляє в інтервал $[d_l; d_u]$, то автокореляція:

а) відсутня;
б) у зоні невизначеності;
в) присутня;
г) можна визначити наближено.

16. На скільки відсотків обрані фактори характеризують модель, якщо коефіцієнт детермінації дорівнює 0,68:

а) 32 %;
б) 68 %;
в) 0,68 %;
г) 0,32 %.

17. Коефіцієнт детермінації 0,95 – це означає:

а) факторна змінна на 95 % залежить від результативної і на 5 % від інших величин, не врахованих у моделі;

б) результативна змінна на 95 % залежить від факторних і на 5 % від інших величин, не врахованих у моделі;

в) тісний прямий лінійний зв'язок;

г) тісний обернений лінійний зв'язок.

18. Ступені вільності (свободи) критерія Фішера для перевірки рівня значущості параметрів моделі, яка досліджується за даними 26 спостережень і 3-х факторів, дорівнює:

а) 26 і 3;

б) 22 і 3;

в) 29 і 3;

г) 22 і 4.

19. Якщо розрахований критерій Дарбіна-Уотсона потрапляє в інтервал [0; dl], то автокореляція:

а) відсутня;

б) у зоні невизначеності;

в) присутня;

г) можна визначити наближено.

20. Мультиколінеарність – це:

а) змінність дисперсії вільного члена;

б) лінійна залежність між незалежними змінними;

в) нелінійна залежність між незалежними змінними;

г) лінійна залежність між залежними змінними.

21. На якому етапі регресійного аналізу визначається структура, форма та щільність зв'язків:

а) параметричному;

б) кореляційному;

в) верифікаційному;

г) проблемному.

22. Обчислення достовірності оцінок параметрів, що входять у модель, визначається на етапі регресійного аналізу:

а) ідентифікаційному;
б) кореляційному;
в) верифікаційному;
г) параметричному.

23. Якщо розрахований критерій Дарбіна-Уотсона потрапляє в інтервал [4- d_u; 4], то автокореляція:

а) відсутня;
б) у зоні невизначеності;
в) присутня;
г) можна визначити наближено.

24. Прийняття гіпотези взаємозв'язку, вибір загального виду моделі, специфікація зв'язків у рівняннях:

а) формалізаційному;
б) постановчому;
в) параметричному;
г) кореляційному.

25. Ознака, яка характеризує наслідок дії фактору або факторів, залежна змінна – це змінні:

а) екзогенні;
б) ендогенні;
в) фіктивні;
г) латентні.

26. Ознака, яка характеризує причини та умови, які необхідні для виникнення певного наслідку, що не перебуває під його впливом, – це змінні:

а) екзогенні;
б) ендогенні;
в) латентні;
г) фіктивні.

27. Економічні величини, які не входять у рівняння регресійних моделей, але впливають на залежні змінні, – це змінні:

а) фіктивні;
б) наперед визначені;
в) лагові;
г) латентні.

28. Категорійні змінні, які мають якісні характеристики, ці змінні бінарного типу – це змінні:

а) наперед визначені;
б) лагові;
в) латентні;
г) фіктивні.

29. Змінні, значення яких відстають на один або декілька періодів, – це змінні:

а) лагові;
б) фіктивні;
в) латентні;
г) екзогенні.

ТЕМА 6
ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЕКОНОМІЧНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ

6.1. Сутність та загальна характеристика економічного прогнозування

Прогнозування в економіці – це наукове визначення ймовірносних шляхів і результатів розвитку економічної системи, оцінка показників, які характеризують цей розвиток протягом більш чи менш віддаленого майбутнього.

Мета економічного прогнозування – передбачення майбутніх наслідків господарських рішень, які приймаються в поточний момент часу. Результати прогнозів завжди лежать в основі планів майбутньої господарчої чи фінансової діяльності.

Метод прогнозування – сукупність способів і прийомів мислення, що дозволяють на основі аналізу ретроспективних зовнішніх і внутрішніх даних, а також їх змін у розглянутому періоді часу вивести судження певної вірогідності щодо майбутнього розвитку об'єкта.

Період упередження (період прогнозу) – відрізок часу L від моменту часу t_n, для якого маємо останні статистичні дані про досліджуваний процес, до моменту t_{n+L}, до якого належить прогноз. Розрізняють три види прогнозу:

– короткостроковий – до 1–3 років;

– середньостроковий – 3–5 років;

– довгостроковий – більше 5 років.

Методи прогнозування: евристичний і математичний.

Евристичні методи використовують явища та процеси, які не піддаються формалізації (досвід, інтуїція дослідника). До них можна віднести метод експертних оцінок.

Для математичних методів прогнозування характерний підбір та обґрунтування математичної моделі досліджуваного

процесу, а також способи (методи), визначення її параметрів. У групу математичних методів входять дві підгрупи:

1) методи прогнозної екстраполяції (екстрополяції тенденції):

– МНК;

– ковзні середні;

– адаптивне згладжування (експоненційне згладжування);

2) методи моделювання:

– структурне моделювання;

– мережеве моделювання;

– матричне моделювання;

– імітаційне моделювання.

6.2. Тенденція розвитку соціально-економічних показників

Розвиток більшості соціально-економічних явищ відбувається під впливом різних чинників, але за певною логікою руху (закономірністю). Зовнішнім проявом логіки розвитку масового явища є тенденція. Розрізняють основну тенденцію, що формується під впливом об'єктивних постійних чинників, які визначають основний напрям розвитку, і другорядні тенденції, пов'язані із впливом чинників випадкового або короткотермінового характеру.

Вивчення об'єктивної основної тенденції є умовою наукового прогнозування та управління суспільними процесами (впровадження енергоощадних технологій – зменшення природних ресурсів).

Інформаційною базою аналізу закономірностей розвитку і прогнозування є динамічні (часові) ряди.

Динамічний ряд – це послідовність значень показника, який характеризує зміну того чи іншого соціально-економічного явища в часі. Числа послідовності $y_1, y_2, \ldots, y_n$ – називаються рівнями ряду. Залежно від статистичної природи показник y_t характеризує явище за певний інтервал часу (рік, квартал, місяць тощо) або на певний момент часу (на початок року, квартал тощо). У динамічних рядах інформацію несе не лише значення окремих рівнів, але і їх послідовність, саме характер послідовних змін значень y_t відображає особливості руху процесу за певний період.

Будь-який ряд динаміки теоретично можна представити у формі таких складових:

1) основна тенденція розвитку явища (характеризується збільшенням або зменшенням рівнів ряду динаміки);

2) циклічні (періодичні), у тому числі сезонні, коливання;

3) випадкові коливання (відхилення від основної тенденції).

Завдання дослідження – розмежувати ці компоненти і за допомогою тренду виявити основну закономірність розвитку, а саме – виявити основні тенденції, вирівняти динамічний ряд і безпосередньо виділити тренд – це аналітичний вираз основної тенденції з екстраполяцією отриманих результатів.

Виявити основну тенденцію у ряді динаміки можна за допомогою таких статистичних методів: збільшення інтервалів; згладжування ряду за допомогою ковзної середньої; аналітичного вирівнювання.

Метод збільшення інтервалів – первинний ряд динаміки ділять на інтервали, об'єднуючи у кожному декілька рівнів первинного ряду. Для кожного інтервалу обчислюють середню величину, і замість первинного ряду динаміки аналізують динаміку значень середніх величин нового похідного ряду динаміки. Наприклад, середньоденний випуск продукції заміняють на середньодекадний.

Застосовують, якщо рівні ряду відносять до коротких проміжків часу і присутні незначні систематичні коливання рівнів ряду.

Метод аналітичного вирівнювання – емпіричні рівні ряду динаміки y_i розкладають на дві складові: теоретичні рівні Y_t, сукупність яких відображає основний напрям розвитку, і відхилення від тренду ε_t, пов'язані з впливом випадкових чинників.

Невідомі параметри лінійного тренду обчислюються методом найменших квадратів – метод дає змогу обчислити значення параметрів a і b, які мінімізують суму квадратів відхилень емпіричних значень від теоретичних, тобто суму квадратів залишкових величин ε_t.

6.3. Екстраполяція та інтерполяція тенденції (прогнозування на основі трендових моделей)

Для дослідження тенденцій часового ряду використовують засоби екстраполяції та інтерполяції.

Екстраполяція – продовження тенденцій, які встановлені в минулому, на майбутній період, тобто продовження виявленої тенденції за межі ряду динаміки. Умовою використання є незмінність причинового комплексу, що формує тенденцію. Екстраполяційні методи дають позитивні результати на найближчу перспективу прогнозування – 1–3 роки, тому результати екстраполяції найбільш надійні для короткострокового прогнозування.

Інтерполяція – знаходження проміжних (невідомих) величин динамічного ряду. В економічних часових рядах присутні певною мірою чотири джерела варіації:

– тренд (f_t);

– сезонні зміни (s_t);

– циклічні зміни (c_t);

– випадкові події (ε_t).

Узагальнена модель часового ряду має вид (адитивна модель часового ряду):

$$Y_t = f_t + s_t + c_t + \varepsilon_t .$$

Модель, в якій часовий ряд представлений як добуток перерахованих компонент, називається мультиплікативною моделлю.

Вплив випадкового фактора є непередбачуваним, але його можна усунути шляхом згладжування. Тренд і його циклічні зміни привертають основну увагу під час аналізу.

Тенденція розвитку (тренд) – це такі зміни рівнів ряду, які визначають загальний напрям розвитку: зростання, зменшення чи стабільність, тобто це тривала тенденція зміни економічних показників.

У коливних рядах тенденцію виявляють методом згладжування рівнів, заміною їх середніми заченнями за інтервалами: послідовно сформованими (ступінчаті середні) так, що кожен

наступний інтервал утворюється на основі попереднього заміною одного рівня (ковзні середні). Прогнозування за допомогою методів екстраполяції включає такі етапи:

1) аналіз об'єкта прогнозування, визначення цілей і завдань дослідження;

2) підготовка вихідних даних (зокрема, перевірка часового ряду на повноту, зіставленість членів ряду);

3) фільтрація вихідного часового ряду (ліквідація випадкових флуктуацій, які виникають під дією неврахованих факторів або помилок вимірювання).

На основі логічного аналізу досліджуваного процесу з існуючого масиву функцій відбирають найбільш прийнятні трендові рівняння (якою величиною є досліджуваний показник: монотонно зростаючою (спадаючою), стабільною, періодичною, має один або декілька екстремумів).

Рівняння тренду – це функція, що описує тенденцію розвитку $Y = f(t)$. Вибір функціонального виду залежить від інтенсивності зміни рівнів ряду:

– стабільна абсолютна швидкість: $\hat{Y}=a+bt_i$ (лінійна функція), де b – середня абсолютна швидкість;

– стабільне прирощення швидкості: $\hat{Y}=a+bt_i+ct_i^2$ (парабола 2-го порядку), b – початкова швидкість, c – прирощена швидкість;

– прискорений рівень зростання: $\hat{Y}=ae^{bt}$ (експоненційна функція), де b – середній коефіцієнт зростання;

– стабільна відносна швидкість: $\hat{Y}=at^b$ (степенева функція), де b – середній темп зростання;

– сповільнене зростання рівнів: $\hat{Y}=a+b\log t_i$ (логарифмічна функція), де зі зростанням x графік стає подібним до прямої лінії.

В усіх функціях параметр Y_i – теоретичні рівні тренду, a – це теоретичне значення рівня ряду при $t = 0$. Параметри трендових рівнянь оцінюються МНК (основною умовою якого є мінімізація суми квадратів відхилень фактичних значень y_i від теоретичних Y_i).

На період прогнозу визначають:

– точковий прогноз: $\hat{Y}_{t+v}$;

– інтервальний прогноз: $\hat{Y}_i = \hat{Y}_0 \pm t_{табл} \cdot S \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(t_i - \bar{t})^2}{Varx}}$,

$$Varx = \sum t_i^2 - \frac{(\sum t_i)^2}{n},$$

де $t_{табл}$ – табличне значення для відповідного рівня значимості $a = 0{,}05$, та $\gamma = n - m$ ступенів свободи.

Для оцінки адекватності функції тренду реальному процесу використовують:

– стандартну похибку: $S = \sqrt{\frac{\sum_1^n (y_i - Y_i)^2}{n - m}} = \sqrt{\frac{\varepsilon_i^2}{n - m}}$;

– похибку апроксимації (відносну похибку): $\hat{A} = 100 \cdot \sum_1^n \frac{|y_i - Y_i|}{y_i}$,

де n – довжина ряду, m – кількість параметрів функції (у однофакторній функції $m = 2$);

– коефіцієнт детермінації тощо.

Етапи побудови тренду за допомогою процесора *MS Excel*:

1. Будується динамічний ряд: виділяють показники із таблиці, обирають вкладку **«Вставка»** – **«Графік»** (рис. 6.1).

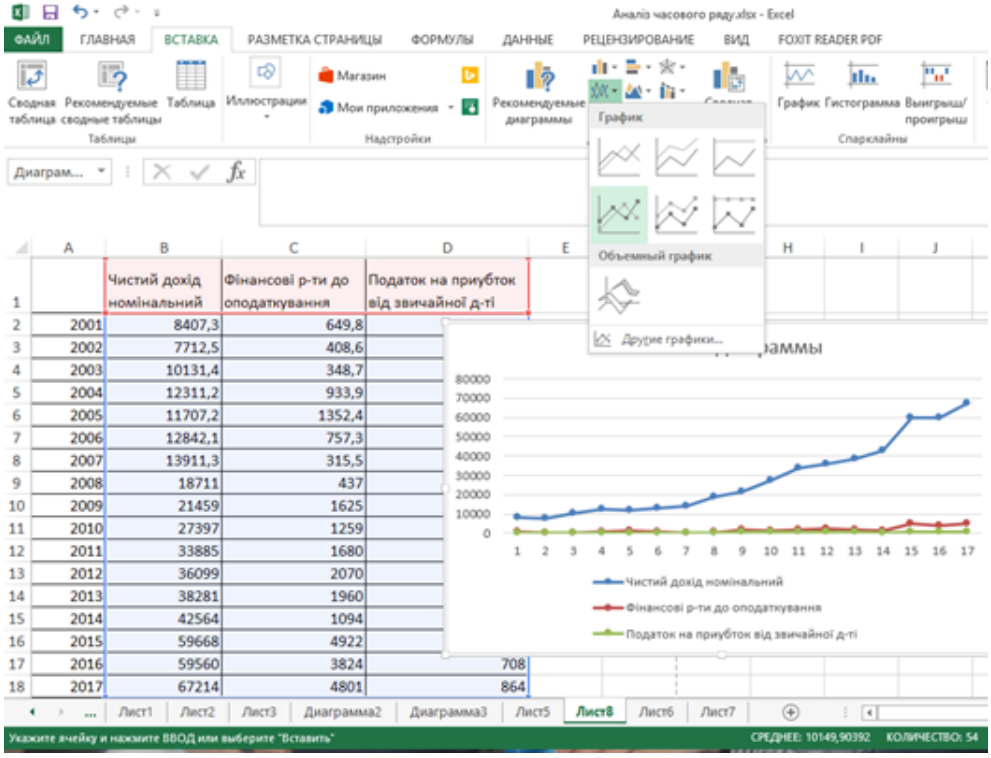


Рис. 6.1. Візуальне зображення тенденції за допомогою *MS Excel*

2. Уточнюють формат побудови графіка, а саме: прописують значення за віссю *x:* натиснути праву кнопку миші на поле графіка і обрати **«Вибрати дані»**.



Рис. 6.2. Редагування параметрів графіка

За допомогою вкладки «Змінити» можна підписати по горизонтальній осі роки, для цього натискаємо на кнопку і обираємо стовпчик, в якому подано динамічний ряд за роками (рис. 6.3 і 6.4), натискаємо «ОК».

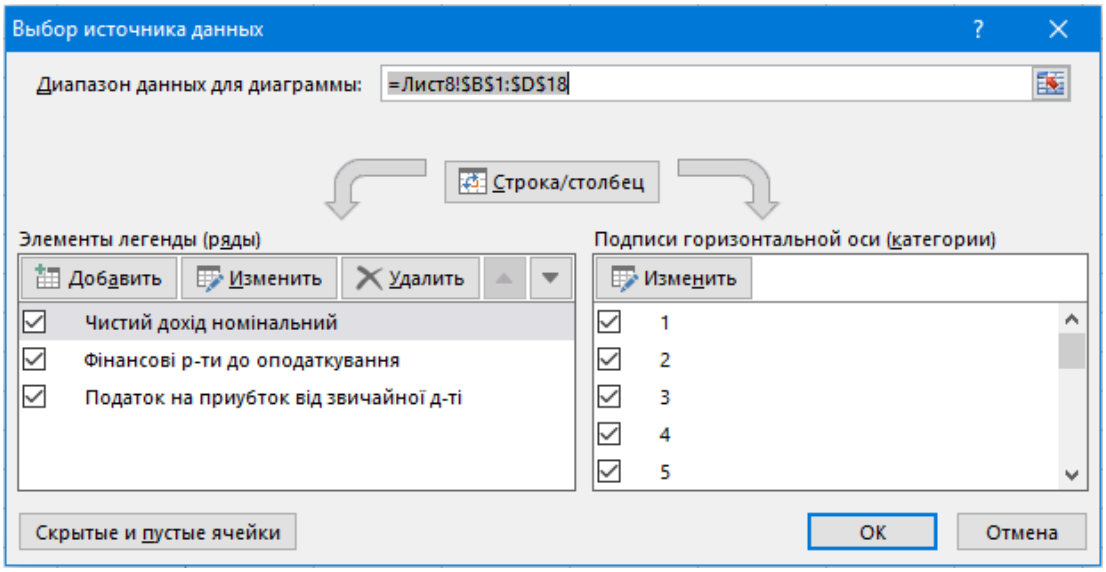
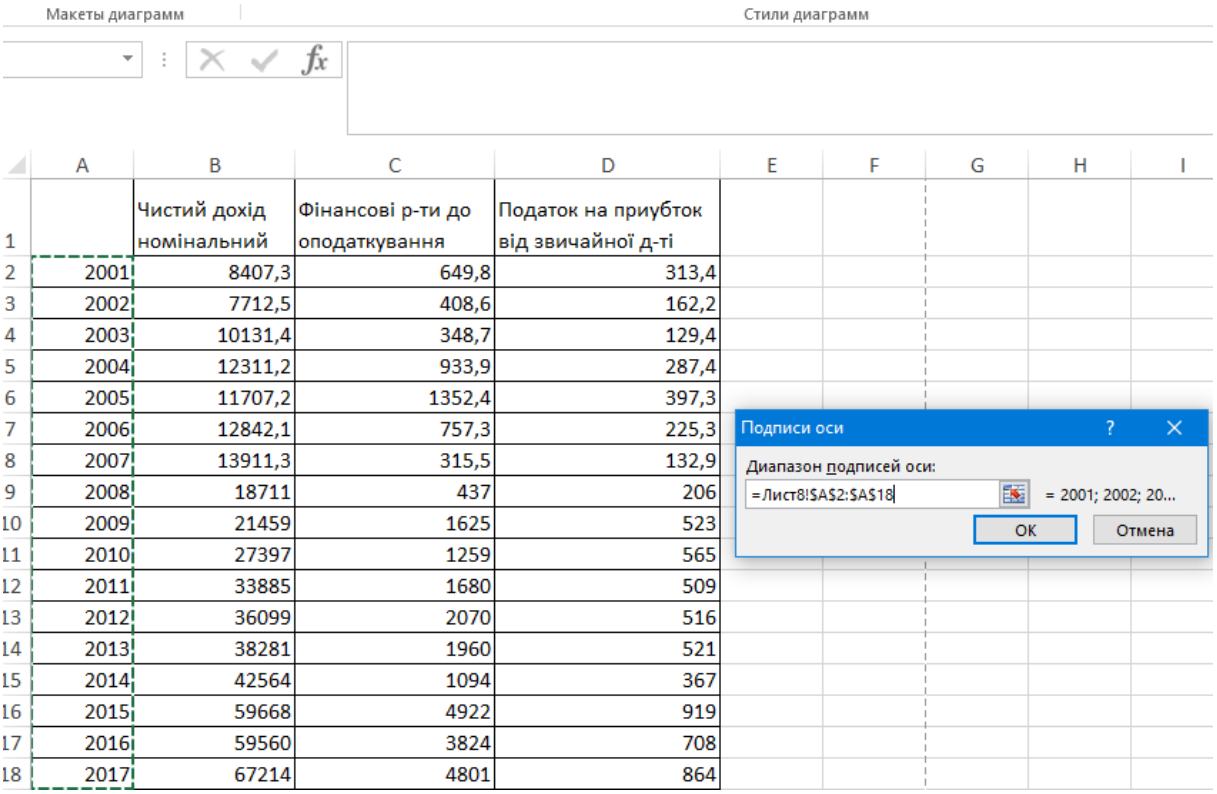


Рис. 6.3. Редагування інформації по рядах динаміки



	A	B	C	D
1		Чистий дохід номінальний	Фінансові р-ти до оподаткування	Податок на приубток від звичайної д-ті
2	2001	8407,3	649,8	313,4
3	2002	7712,5	408,6	162,2
4	2003	10131,4	348,7	129,4
5	2004	12311,2	933,9	287,4
6	2005	11707,2	1352,4	397,3
7	2006	12842,1	757,3	225,3
8	2007	13911,3	315,5	132,9
9	2008	18711	437	206
10	2009	21459	1625	523
11	2010	27397	1259	565
12	2011	33885	1680	509
13	2012	36099	2070	516
14	2013	38281	1960	521
15	2014	42564	1094	367
16	2015	59668	4922	919
17	2016	59560	3824	708
18	2017	67214	4801	864

Рис. 6.4. Внесення інформації для діапазону підпису горизонтальної осі

Виділяємо лівою кнопкою миші ряд динаміки, щоб усі показники активізувалися, і натискаємо правою кнопкою на виділений ряд.

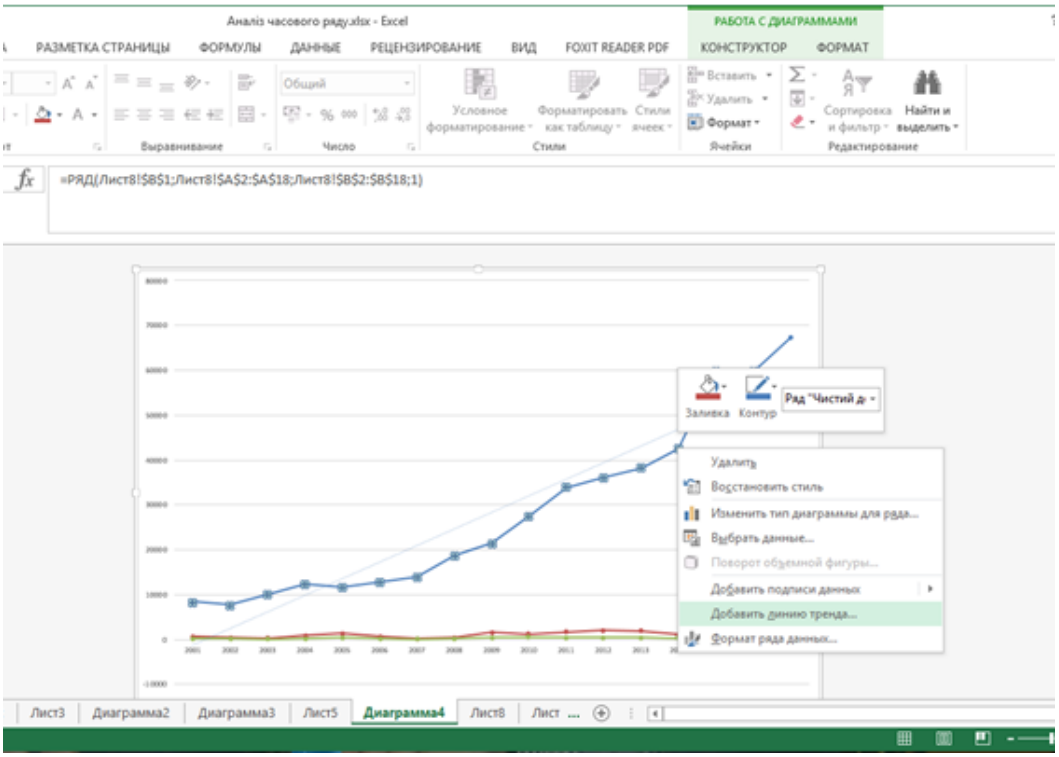


Рис. 6.5. Побудова лінії тренду в *MS Excel*

Із контексного меню обираємо команду **«Добавити лінію тренду»** (рис. 6.5). *MS Excel* дає можливість побудувати шість основних функції, які характеризують динаміку показника (рис. 6.6).

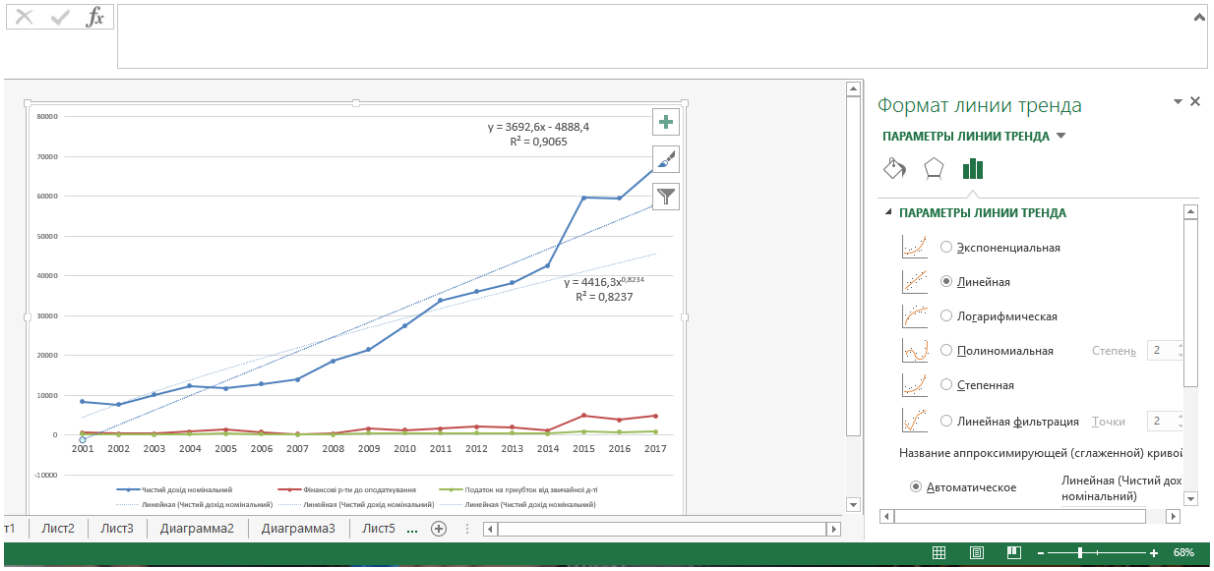


Рис. 6.6. Формат лінії тренду в *MS Excel*

Головним завданням дослідника є повне відображення результатів моделювання, а саме: запис функції і визначення її достовірності. Для цього треба поставити відмітку **«Відображати рівняння на діаграмі»** і **«Помістити на діаграму достовірність апроксимації»** (R^2). Отриманий результат лінійного тренду:

$$\hat{Y} = 3692{,}6x - 4888{,}4 \qquad R^2 = 0{,}907,$$

можна трактувати так: чистий дохід від реалізації товарів, робіт і послуг за 17 років має середній щорічний приріст у розмірі 3692,6 тис грн. Коефіцієнт апроксимації наближається до 1, що вказує на достовірність функції.

Степенева функція: $\hat{Y} = 4416{,}3x^{0{,}8234}$ $R^2 = 0{,}824,$
вказує на відносний приріст показника, а саме: щорічно в середньому за 2001–2017 рр. чистий дохід зростав на 82,34 %.

6.4. Вплив інфляції на ряди динаміки

Аналізуючи тривалий динамічний ряд, поданий у вартісній оцінці, необхідно враховувати інфляційні процеси в країні та аналізувати реальну динаміку показників. Вплив інфляції на ряди динаміки можна розрахувати за формулою:

$$R_i = \prod_{j \le i} \left(1 + r_j / 100\right),$$

де r_j – щорічні темпи інфляції у %, $\prod$ – визначає добуток виразу.

Приклад 1. Розрахувати реальні показники чистого доходу від реалізації товарів, робіт і послуг за даними 2001–2017 рр. (рис. 6.7).

Розрахуємо кумулятивний індекс інфляції у цінах базового 2000 року і знайдемо реальний чистий дохід (рис. 6.7).

F16

	A	B	C	D	E
1		Чистий дохід номінальний	Середньорічний темп росту інфляції	Кумулятивний індекс	Чистий дохід реальний
2	2000	-	-	1	-
3	2001	8407,3	106,1	=C3*D2/100	=B3/D3
4	2002	7712,5	99,4	=C4*D3/100	=B4/D4
5	2003	10131,4	108,2	=C5*D4/100	=B5/D5
6	2004	12311,2	112,3	=C6*D5/100	=B6/D6
7	2005	11707,2	110,3	=C7*D6/100	=B7/D7
8	2006	12842,1	111,6	=C8*D7/100	=B8/D8
9	2007	13911,3	116,6	=C9*D8/100	=B9/D9
10	2008	18711	122,3	=C10*D9/100	=B10/D10
11	2009	21459	112,3	=C11*D10/100	=B11/D11
12	2010	27397	109,1	=C12*D11/100	=B12/D12
13	2011	33885	104,6	=C13*D12/100	=B13/D13
14	2012	36099	99,8	=C14*D13/100	=B14/D14
15	2013	38281	100,5	=C15*D14/100	=B15/D15
16	2014	42564	124,9	=C16*D15/100	=B16/D16
17	2015	59668	143,3	=C17*D16/100	=B17/D17
18	2016	59560	112,4	=C18*D17/100	=B18/D18
19	2017	67214	113,7	=C19*D18/100	=B19/D19

Рис. 6.7. Проміжні розрахунки реального чистого показника

J17

	A	B	C	D	E
1		Чистий дохід номінальний	Середньорічний темп росту інфляції	Кумулятивний індекс	Чистий дохід реальний
2	2000	-	-	1	-
3	2001	8407,30	106,10	1,061	7923,94
4	2002	7712,50	99,40	1,055	7312,96
5	2003	10131,40	108,20	1,141	8878,52
6	2004	12311,20	112,30	1,281	9607,08
7	2005	11707,20	110,30	1,413	8282,64
8	2006	12842,10	111,60	1,577	8141,18
9	2007	13911,30	116,60	1,839	7563,46
10	2008	18711,00	122,30	2,249	8318,09
11	2009	21459,00	112,30	2,526	8494,86
12	2010	27397,00	109,10	2,756	9940,88
13	2011	33885,00	104,60	2,883	11754,33
14	2012	36099,00	99,80	2,877	12547,43
15	2013	38281,00	100,50	2,891	13239,66
16	2014	42564,00	124,90	3,611	11786,20
17	2015	59668,00	143,30	5,175	11529,93
18	2016	59560,00	112,40	5,817	10239,38
19	2017	67214,00	113,70	6,614	10162,91

Рис. 6. 8. Результати аналізу динаміки номінального і реального чистого доходу

Аналізуючи динаміку за сімнадцять років, необхідно зауважити, що реальне значення чистого доходу 2017 року в 6,6 раза завищене від його номінального значення.

6.5. Методи уникнення випадкових флуктуацій

Існують два загальноприйнятих методи усунення випадкових флуктуацій.

1. Згладжування за допомогою ковзної середньої – заміняють первинні рівні ряду розрахунковими середніми рівнями, обчисленими для послідовно ковзних укрупнених інтервалів, як правило, m=3 або 5 рівнів первинного ряду. Перехід до кожного наступного інтервалу здійснюється поступовим зміщенням на один рівень. Кожний похідний (середній) рівень ряду відповідає центральному первинному рівню у відповідному інтервалі з трьох чи п’яти первинних рівнів. Отриманий у підсумку похідний

ряд коротший за первинний на m-1. Формула розрахунку простого ковзного:

$$Y_t = \frac{y_{t-m} + y_{t-m+1} + \ldots + y_{t-1}}{m}.$$

Приклад 2. Провести згладжування ряду за допомогою ковзної середньої динаміки з надходження податку на прибуток підприємств за 5 точками, тобто m=5 (табл. 6.1).

$$Y_{3.2000} = \frac{602{,}37 + 484{,}73 + 425{,}57 + 693{,}95 + 411{,}96}{5} = 523{,}716, \text{ або } 1/5=0{,}2$$

$$Y_{3.2000} = 602{,}37 \cdot 0{,}2 + 484{,}73 \cdot 0{,}2 + 425{,}57 \cdot 0{,}2 + 693{,}95 \cdot 0{,}2 + 411{,}96 \cdot 0{,}2 = 523{,}716$$

і т. д.

Таблиця 6.1

Згладжування ряду динаміки за допомогою ковзної середньої

Місяць	Надходження ПП, млн грн	Згладжений ряд
I	602,37	0,00
II	484,73	0,00
III	425,57	586,17
IV	693,95	506,52
V	411,96	585,07
VI	516,41	690,77
VII	877,48	587,12
VIII	559,17	726,10
IX	570,60	860,54
X	1106,84	744,03
XI	690,54	0,00
XII	793,00	0,00

Якщо згладжування ряду проводиться по 7 точках, а саме: m=7, то 1/7=0,1429 і т.д.

На відміну від ковзної середньої у формуванні експоненційної середньої беруть участь усі рівні динамічного ряду, але з різною вагою. Вагу t-го рівня визначає параметр згладжування α, який змінюється у межах від 0 до 1. Чим віддаленіший від t-го моменту рівень ряду, тим менша його відносна вага і вклад у тенденцію. Надаючи більшого значення новій інформації, експоненційна середня адаптується до нових умов, що робить її досить ефективним і надійним методом короткострокового прогнозування.

Розглянемо можливості *MS Excel* для усунення випадкових флуктуацій, а саме: проведення згладження за допомогою ковзної середньої.

Приклад 3. За даними доходу від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) підприємства «Колос» за п'ятнадцять років 1998–2012 рр. (рис. 6.11) розрахувати його реальні показники та здійснити прогноз на наступний період (точка 16), використовуючи методи усунення випадкових коливань.

Порядок використання ковзної середньої: **«Дані» → «Аналіз даних» → «Ковзна середня»**, натискаємо «ОК» (рис. 6.9).

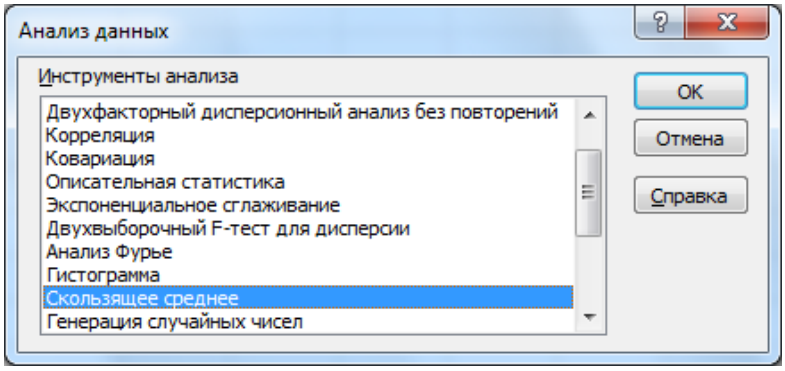


Рис. 6.9. Діалогове вікно MS Excel із вкладкою «Аналіз даних»

Заповнюється діалогове вікно, зображене на рис. 6.10, якщо заносяться дані з назвою, потрібно поставити відмітку **«Мітки у першому рядку»**. Для обирання інтервалу згладжування пропонується непарні значення. Результати згладжуваних рівнів треба скопіювати і вставити так, щоб виконувалася умова для інтервалу 5 (m-1=5-1=4) відсутніх 2-х значень знизу і зверху (рис. 6.11).

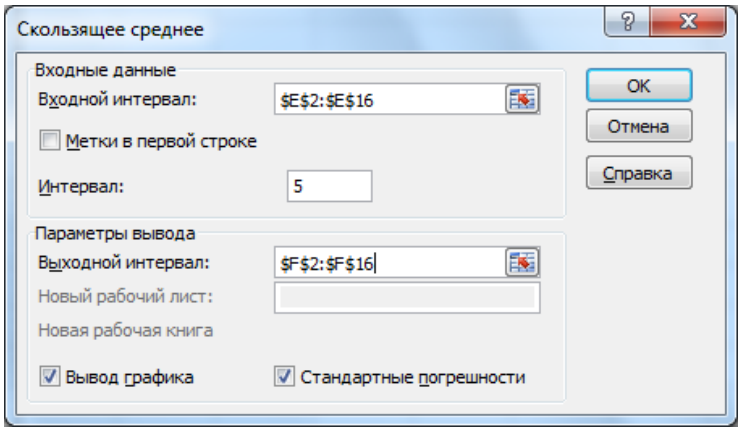
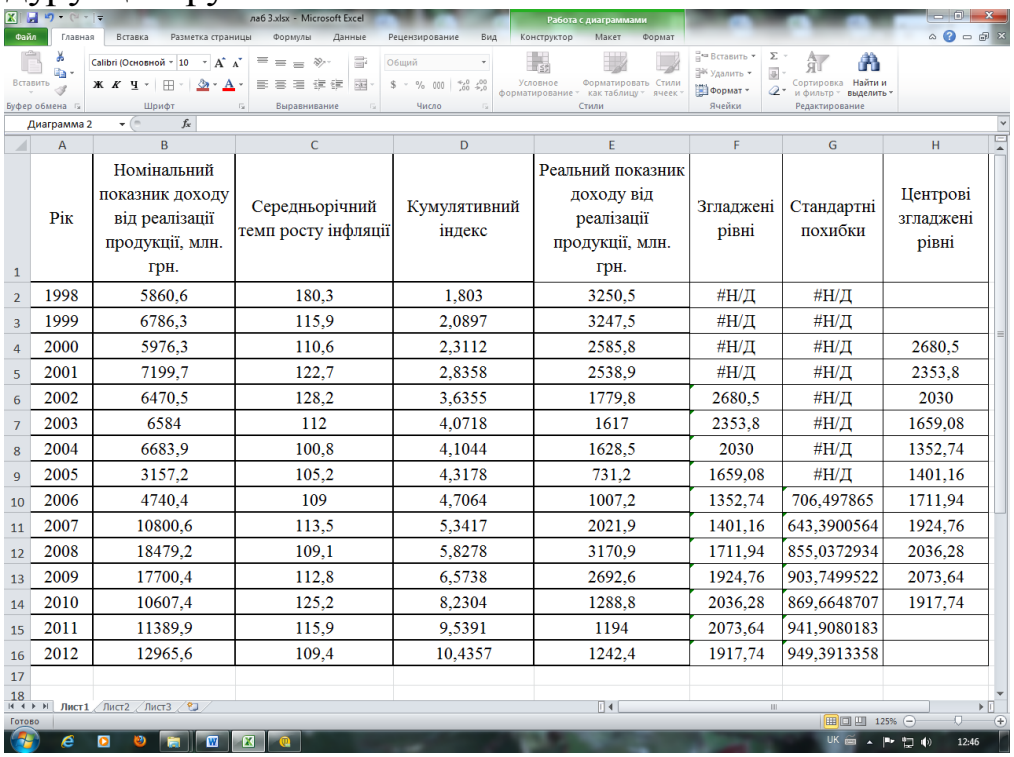


Рис. 6.10. Діалогове вікно MS Excel з функцією «Ковзна середня»

Натисніть кнопку «ОК».

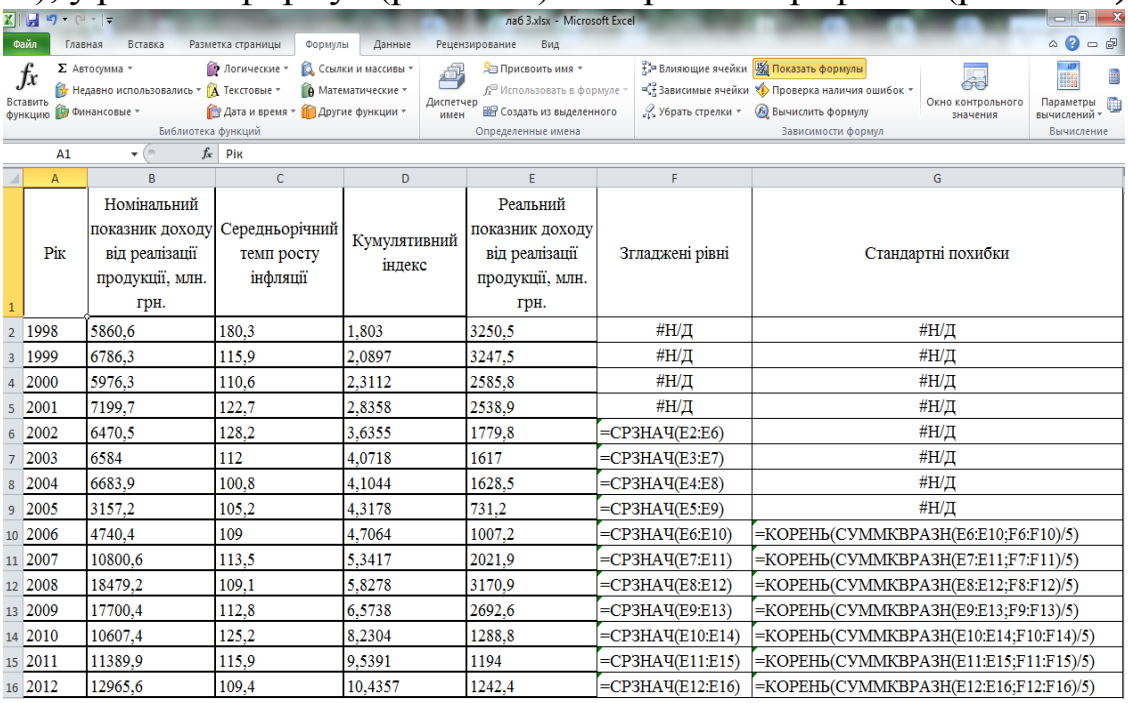
Якщо розмір згладжування є парним числом ($p = 2m$), розраховане згладжуване середнє значення неможна віднести до конкретного рівня часу, у таких випадках необхідно застосувати процедуру центрування.



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Рік	Номінальний показник доходу від реалізації продукції, млн. грн.	Середньорічний темп росту інфляції	Кумулятивний індекс	Реальний показник доходу від реалізації продукції, млн. грн.	Згладжені рівні	Стандартні похибки	Центрові згладжені рівні
2	1998	5860,6	180,3	1,803	3250,5	#Н/Д	#Н/Д	
3	1999	6786,3	115,9	2,0897	3247,5	#Н/Д	#Н/Д	
4	2000	5976,3	110,6	2,3112	2585,8	#Н/Д	#Н/Д	2680,5
5	2001	7199,7	122,7	2,8358	2538,9	#Н/Д	#Н/Д	2353,8
6	2002	6470,5	128,2	3,6355	1779,8	2680,5	#Н/Д	2030
7	2003	6584	112	4,0718	1617	2353,8	#Н/Д	1659,08
8	2004	6683,9	100,8	4,1044	1628,5	2030	#Н/Д	1352,74
9	2005	3157,2	105,2	4,3178	731,2	1659,08	#Н/Д	1401,16
10	2006	4740,4	109	4,7064	1007,2	1352,74	706,497865	1711,94
11	2007	10800,6	113,5	5,3417	2021,9	1401,16	643,3900564	1924,76
12	2008	18479,2	109,1	5,8278	3170,9	1711,94	855,0372934	2036,28
13	2009	17700,4	112,8	6,5738	2692,6	1924,76	903,7499522	2073,64
14	2010	10607,4	125,2	8,2304	1288,8	2036,28	869,6648707	1917,74
15	2011	11389,9	115,9	9,5391	1194	2073,64	941,9080183	
16	2012	12965,6	109,4	10,4357	1242,4	1917,74	949,3913358	
17								
18								

Рис. 6.11. Результати згладжування ковзної середньої

Отримані результати подані у формі числових значень (рис. 6.11), у режимі формул (рис.6.12) і зображені графічно (рис. 6.13).



	A	B	C	D	E	F	G
1	Рік	Номінальний показник доходу від реалізації продукції, млн. грн.	Середньорічний темп росту інфляції	Кумулятивний індекс	Реальний показник доходу від реалізації продукції, млн. грн.	Згладжені рівні	Стандартні похибки
2	1998	5860,6	180,3	1,803	3250,5	#Н/Д	#Н/Д
3	1999	6786,3	115,9	2,0897	3247,5	#Н/Д	#Н/Д
4	2000	5976,3	110,6	2,3112	2585,8	#Н/Д	#Н/Д
5	2001	7199,7	122,7	2,8358	2538,9	#Н/Д	#Н/Д
6	2002	6470,5	128,2	3,6355	1779,8	=СРЗНАЧ(E2:E6)	#Н/Д
7	2003	6584	112	4,0718	1617	=СРЗНАЧ(E3:E7)	#Н/Д
8	2004	6683,9	100,8	4,1044	1628,5	=СРЗНАЧ(E4:E8)	#Н/Д
9	2005	3157,2	105,2	4,3178	731,2	=СРЗНАЧ(E5:E9)	#Н/Д
10	2006	4740,4	109	4,7064	1007,2	=СРЗНАЧ(E6:E10)	=КОРЕНЬ(СУММКВРАЗН(E6:E10;F6:F10)/5)
11	2007	10800,6	113,5	5,3417	2021,9	=СРЗНАЧ(E7:E11)	=КОРЕНЬ(СУММКВРАЗН(E7:E11;F7:F11)/5)
12	2008	18479,2	109,1	5,8278	3170,9	=СРЗНАЧ(E8:E12)	=КОРЕНЬ(СУММКВРАЗН(E8:E12;F8:F12)/5)
13	2009	17700,4	112,8	6,5738	2692,6	=СРЗНАЧ(E9:E13)	=КОРЕНЬ(СУММКВРАЗН(E9:E13;F9:F13)/5)
14	2010	10607,4	125,2	8,2304	1288,8	=СРЗНАЧ(E10:E14)	=КОРЕНЬ(СУММКВРАЗН(E10:E14;F10:F14)/5)
15	2011	11389,9	115,9	9,5391	1194	=СРЗНАЧ(E11:E15)	=КОРЕНЬ(СУММКВРАЗН(E11:E15;F11:F15)/5)
16	2012	12965,6	109,4	10,4357	1242,4	=СРЗНАЧ(E12:E16)	=КОРЕНЬ(СУММКВРАЗН(E12:E16;F12:F16)/5)

Рис. 6.12. Алгоритм знаходження ковзної середньої в MS Excel

Скоригований графік ковзного середнього з розрахунком трендових рівнянь подано на рис. 6.13.

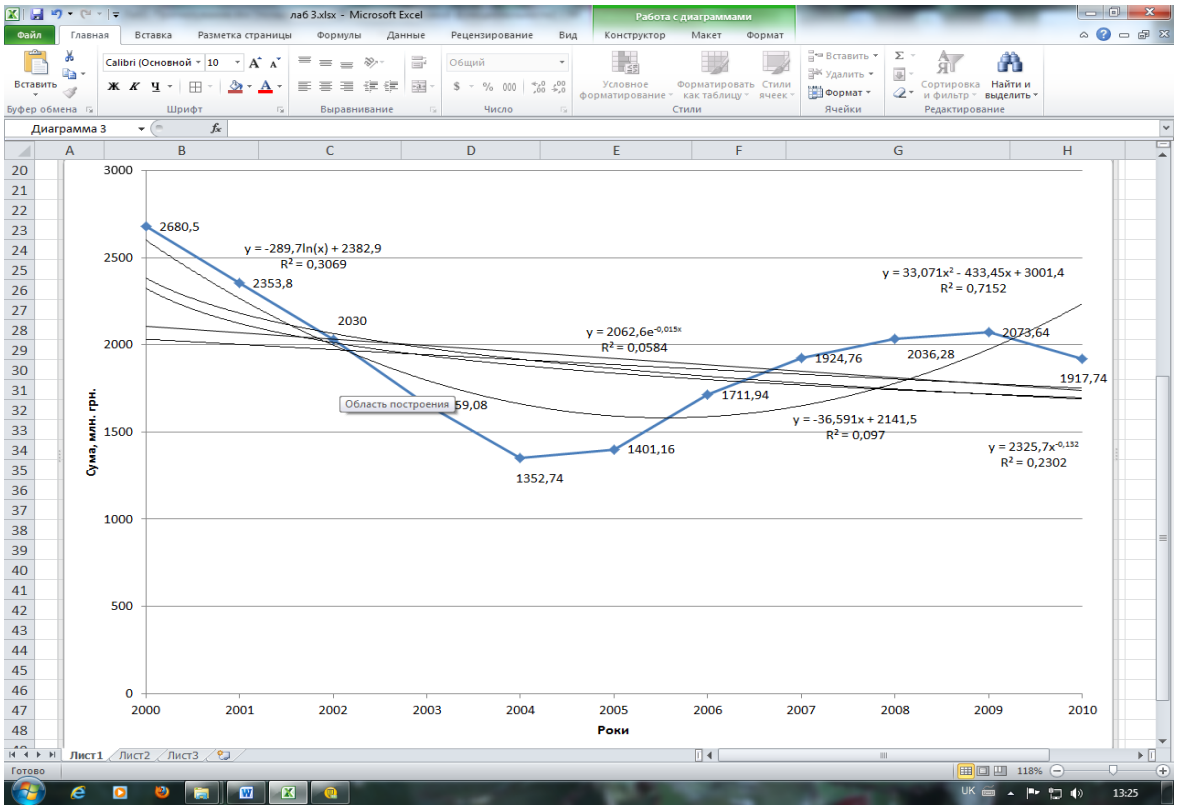


Рис. 6.13. Візуалізація результатів згладжування

Самостійно заповнити таблицю на основі згладжуваних рівнів (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Трендові рівняння реального доходу від реалізації продукції згладжувані за допомогою ковзного середнього

Вид тренду	Рівняння тренду	Коефіцієнт детермінації, R^2
Лінійний	$\hat{Y}$=-36,591x+2141,5	0,097
Логарифмічний	$\hat{Y}$=-289,7ln(x)+2382,9	0,307
Поліноміальний	$\hat{Y}$=33,071x^2-433,45x+3001,4	0,715
Степеневий	$\hat{Y}$=2325,7$x^{-0,132}$	0,230
Експоненційний	$\hat{Y}$=2062,6$e^{-0,015x}$	0,058

Прогноз необхідно зробити на 2013 рік – це 16 точка ряду спостереження, але за рахунок ковзної середньої похідний ряд зменшено від початкового на два значення зверху, тому в рівняння потрібно підставляти значення 16-2=14. Обрати необхідно функцію,

яка має найбільше значення коефіцієнта апроксимації (> 0,7). Найкраще рівняння тренду, у нашому випадку, має поліноміальна функція:

$$\hat{Y}=33,071x^2-433,45x+3001,4=33,071*14^2-$$
$$-433,45*14+3001,4=3415,016 \text{ млн грн.}$$

Висновок: реальний дохід від реалізації продукції, товарів, робіт та послуг у 2013 році становитиме 3415,016 млн грн.

2. Експоненційна середня Y_t, яка визначається шляхом коригування експоненційної середньої попереднього періоду Y_{t-1} на зважене її відхилення від фактичного рівня y_{t-1}: $Y_t = Y_{t-1} + (1-\alpha)(y_{t-1} - Y_{t-1})$.

Для розрахунку експоненційної середньої Y_t необхідно визначити початкову величину та параметр згладження. Початковою величиною зазвичай є перший рівень ряду. Щодо параметра згладження α, то на практиці найчастіше використовують його значення в інтервалі від 0,1 до 0,3. Пропонується визначати величину $\alpha = \frac{2}{n+1}$, де n – кількість спостережень.

Приклад 4. Здійснити експоненційне згладжування ряду динаміки середнього готівкового курсу купівлі грн/дол. (табл. 6.3). Зробити прогноз на грудень і перевірити його за наявним значенням. Параметр згладжування для швидкої середньої:

$$\alpha = \frac{2}{n+1} = 2/(12+1) = 0,15$$

для повільної – 0,15/2=0,075.

Лютий: $Y_2 = 5,5571$.

Березень: $Y_3 = 5,5571 + (1-0,075)(5,4982 - 5,5571) = 5,5026$.

Квітень: $Y_3 = 5,5026 + (1-0,075)(5,4698 - 5,5026) = 5,4723$.

За даними експоненційного середнього другого порядку Y_t^* здійснимо прогнозування курсу на грудень (табл. 6.3):

$$Y_{t+1} = \frac{(2-\alpha)Y_t - Y_t^*}{1-\alpha} = \frac{(2-0,075)\cdot 5,1915 - 5,1884}{1-0,075} = 5,1947.$$

Таблиця 6.3

Експоненційне згладжування готівкового курсу купівлі грн/дол.

Місяць	Фактичні значення y_t	Експоненційне згладжування	
		першого порядку Y_t	другого порядку Y_t^*
01	5,5571	-	-
02	5,4982	5,5571	-
03	5,4698	5,5026	5,5571
04	5,4581	5,4723	5,5067
05	5,4283	5,4592	5,4748
06	5,3500	5,4306	5,4603
07	5,2607	5,3560	5,4328
08	5,2671	5,2679	5,3618
09	5,1706	5,2949	5,2749
10	5,1924	5,1799	5,2934
11	5,2038	5,1915	5,1884
12	5,1980	-	-

Висновок: курс у грудні становитиме 5,195, що свідчить про високі прогнозні властивості моделі експоненційного згладжування.

Зауваження: формула для визначення прогнозу використовується у разі наявності лінійного тренду.

Продовжимо приклад 3. Порядок використання експоненційного згладжування в MS Excel: **«Дані» → «Аналіз даних» → «Експоненційне згладжування»** (рис. 6.14).

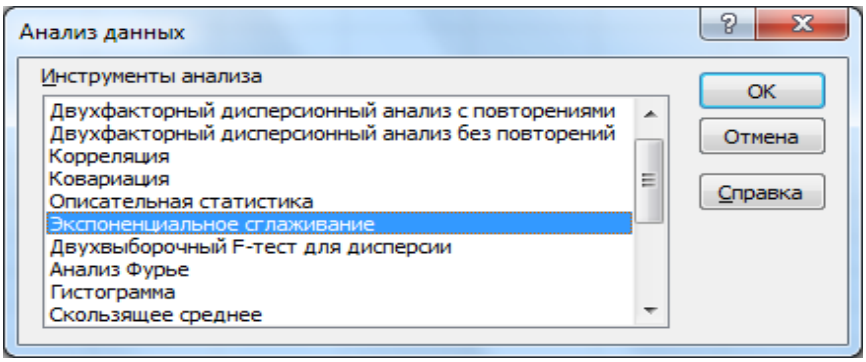


Рис. 6.14. Діалогове вікно MS Excel вкладка «Аналіз даних»

Стан діалогового вікна, що рекомендується, зображений на рис. 6.15. Натисніть кнопку «OK».

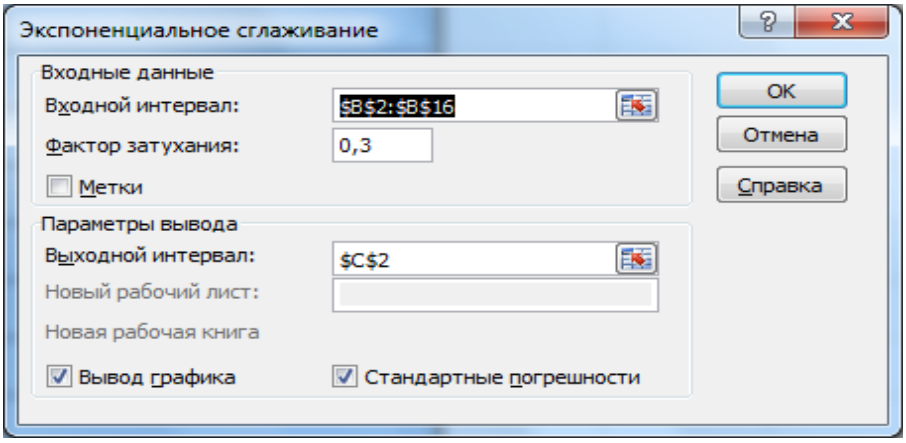
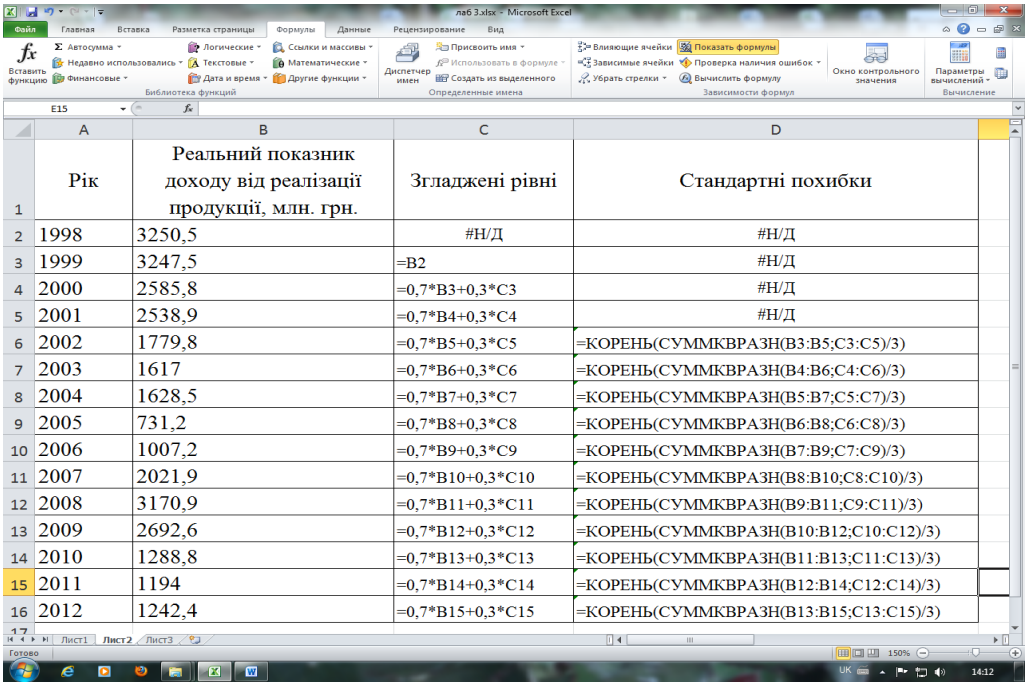


Рис. 6.15. Діалогове вікно MS Excel з функцією «Експоненційне зглажування»

Отримані значення згладжених рівнів у числовому виразі подано на рис. 6.16, а у режимі формул на рис. 6.17.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Рік	Реальний показник доходу від реалізації продукції, млн. грн.	Згладжені рівні	Стандартні похибки			
2	1998	3250,5	#Н/Д	#Н/Д			
3	1999	3247,5	3250,5	#Н/Д			
4	2000	2585,8	3248,4	#Н/Д			
5	2001	2538,9	2784,58	#Н/Д			
6	2002	1779,8	2612,604	408,0058915			
7	2003	1617	2029,6412	630,5975803			
8	2004	1628,5	1740,79236	555,035712			
9	2005	731,2	1662,187708	540,5074272			
10	2006	1007,2	1010,496312	591,5010416			
11	2007	2021,9	1008,188894	541,4051324			
12	2008	3170,9	1717,786668	794,640209			
13	2009	2692,6	2734,966	1022,930338			
14	2010	1288,8	2705,3098	1023,220967			
15	2011	1194	1713,75294	1171,86934			
16	2012	1242,4	1349,925882	871,4811167			

Рис. 6.16. Похідний ряд реального доходу за методом експоненційної середньої



	A	B	C	D
1	Рік	Реальний показник доходу від реалізації продукції, млн. грн.	Згладжені рівні	Стандартні похибки
2	1998	3250,5	#Н/Д	#Н/Д
3	1999	3247,5	=B2	#Н/Д
4	2000	2585,8	=0,7*B3+0,3*C3	#Н/Д
5	2001	2538,9	=0,7*B4+0,3*C4	#Н/Д
6	2002	1779,8	=0,7*B5+0,3*C5	=КОРЕНЬ(СУММКВРАЗН(B3:B5;C3:C5)/3)
7	2003	1617	=0,7*B6+0,3*C6	=КОРЕНЬ(СУММКВРАЗН(B4:B6;C4:C6)/3)
8	2004	1628,5	=0,7*B7+0,3*C7	=КОРЕНЬ(СУММКВРАЗН(B5:B7;C5:C7)/3)
9	2005	731,2	=0,7*B8+0,3*C8	=КОРЕНЬ(СУММКВРАЗН(B6:B8;C6:C8)/3)
10	2006	1007,2	=0,7*B9+0,3*C9	=КОРЕНЬ(СУММКВРАЗН(B7:B9;C7:C9)/3)
11	2007	2021,9	=0,7*B10+0,3*C10	=КОРЕНЬ(СУММКВРАЗН(B8:B10;C8:C10)/3)
12	2008	3170,9	=0,7*B11+0,3*C11	=КОРЕНЬ(СУММКВРАЗН(B9:B11;C9:C11)/3)
13	2009	2692,6	=0,7*B12+0,3*C12	=КОРЕНЬ(СУММКВРАЗН(B10:B12;C10:C12)/3)
14	2010	1288,8	=0,7*B13+0,3*C13	=КОРЕНЬ(СУММКВРАЗН(B11:B13;C11:C13)/3)
15	2011	1194	=0,7*B14+0,3*C14	=КОРЕНЬ(СУММКВРАЗН(B12:B14;C12:C14)/3)
16	2012	1242,4	=0,7*B15+0,3*C15	=КОРЕНЬ(СУММКВРАЗН(B13:B15;C13:C15)/3)

Рис. 6.17. Алгоритм розрахунку експоненційної середньої в MS Excel

Розраховані згладжені рівні не тільки дають уявлення про загальну тенденцію поведінки часового ряду, що вивчається, але можуть використовуватися і для розрахунку індексів сезонності. Метод простого експоненційного згладжування, на відміну від методу простої ковзної середньої, зберігає дрібні коливання (рис. 6.18). Аналогічно заповнюється таблиця побудованих функцій часового ряду на основі згладжуваних рівнів (табл. 6.2) і обирається найкращий тренд для прогнозу.



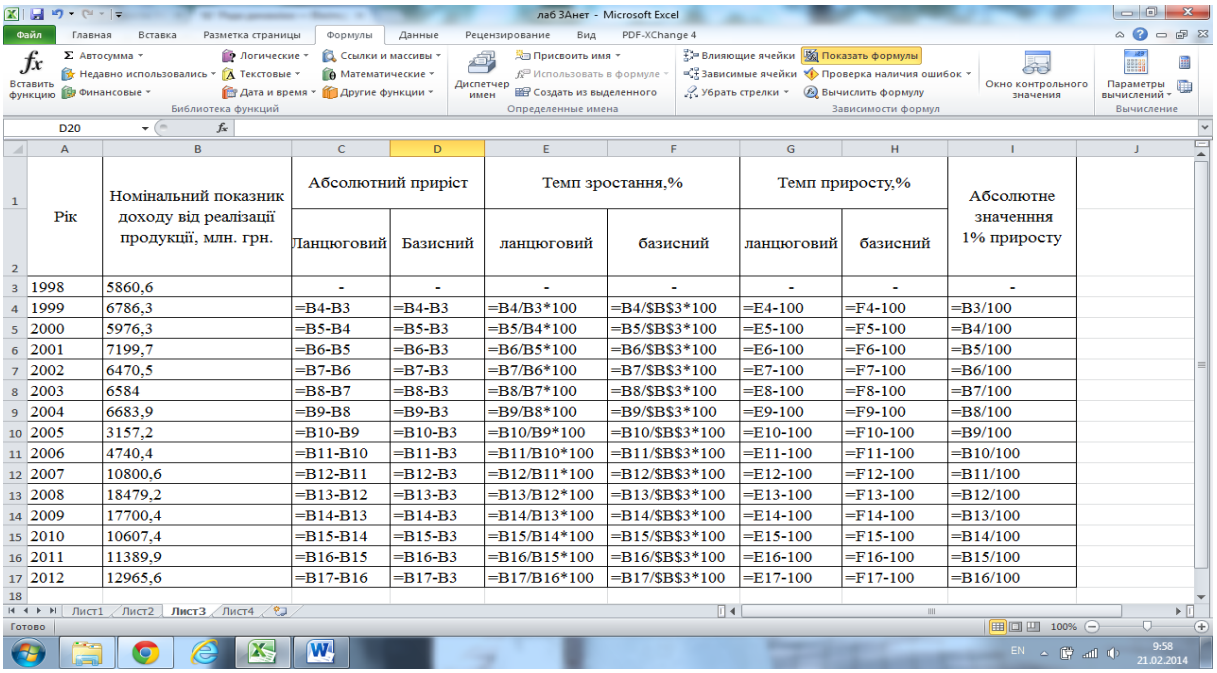
Рис. 6.18. Візуалізація результатів експоненційного згладжування

У нашому випадку це поліноміальна функція (рис. 6.18):

$$\hat{Y}=24{,}35x^2-466{,}1x+3842, \qquad R^2=0{,}524.$$

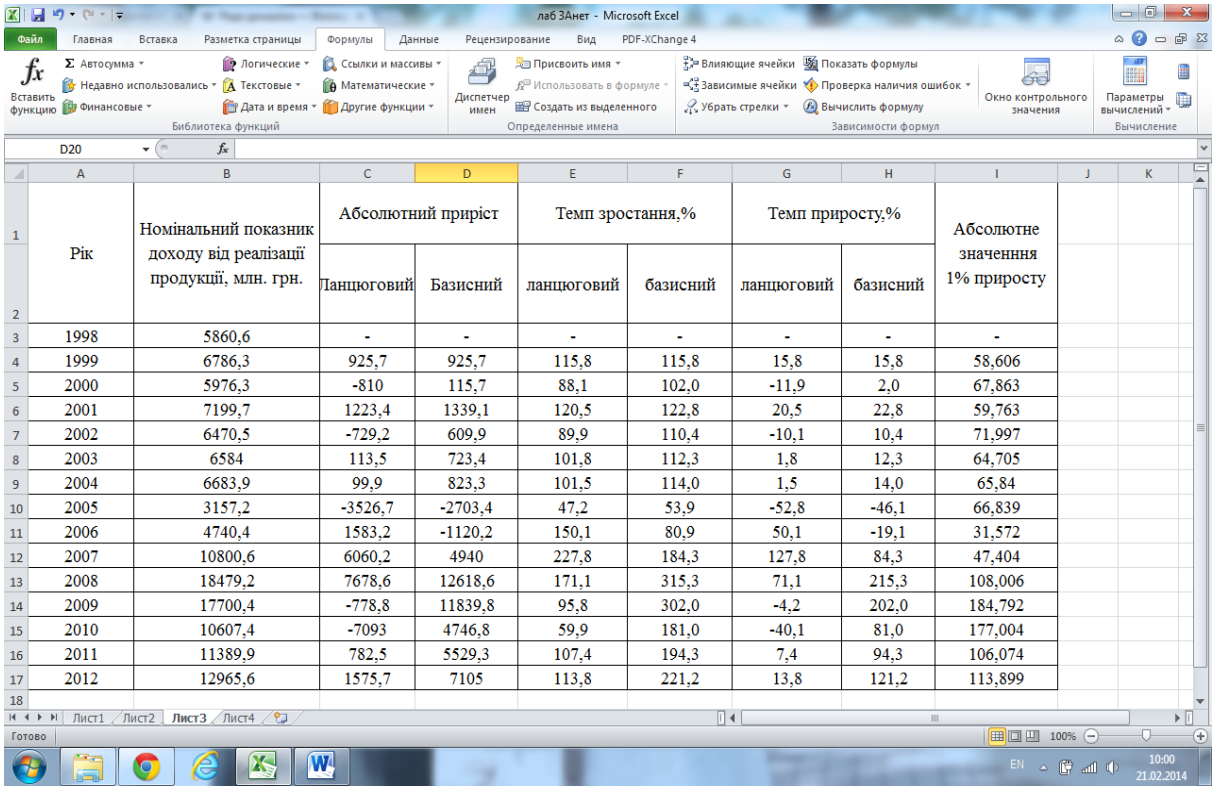
При цьому необхідно зауважити, що коефіцієнт апроксимації має значення 0,524, що значно менше за результатами усунення коливань за допомогою ковзної середньої, тому у цьому випадку робити прогноз не доречно.

Для більш детального аналізу розрахуйте абсолютний приріст, темп зростання, темп приросту та абсолютне значення 1 % приросту для номінального та реального доходу від реалізації (товарів, робіт, послуг) (рис. 6.19–6.22).



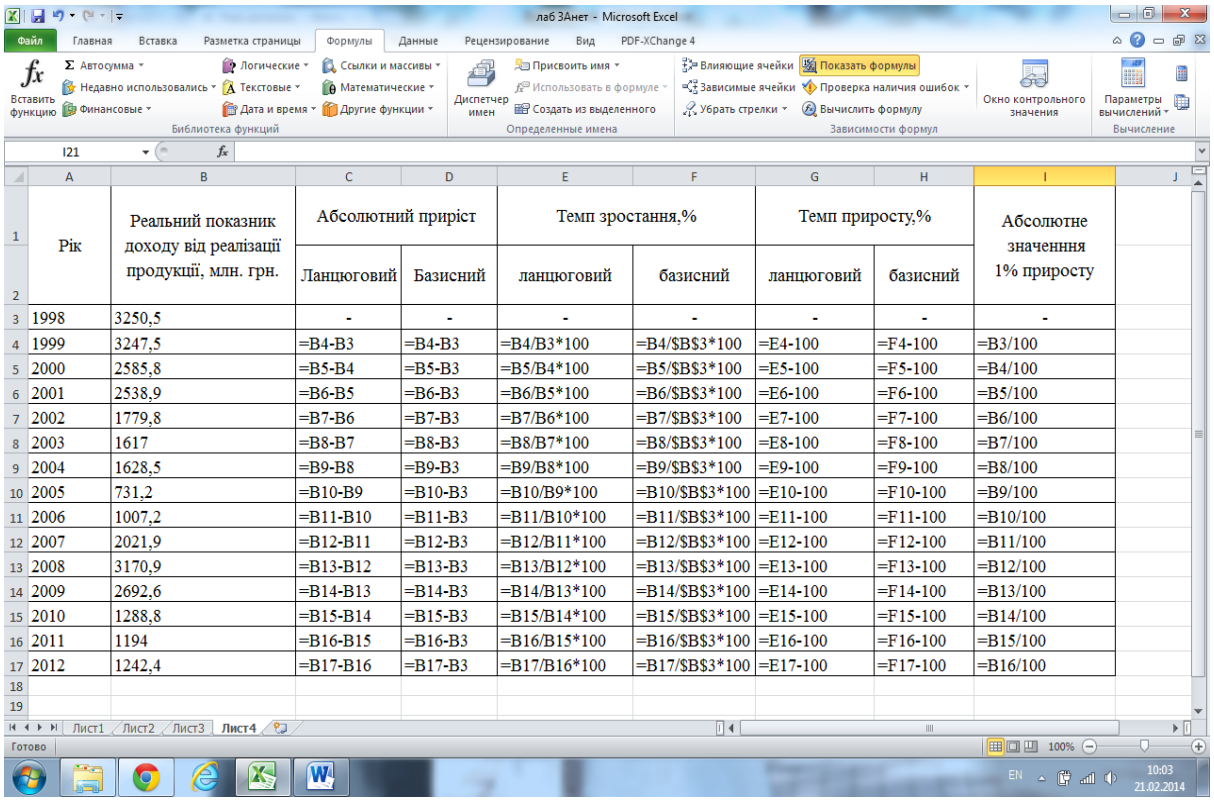
Рік	Номінальний показник доходу від реалізації продукції, млн. грн.	Абсолютний приріст		Темп зростання,%		Темп приросту,%		Абсолютне значення 1% приросту
		Ланцюговий	Базисний	ланцюговий	базисний	ланцюговий	базисний	
1998	5860,6	-	-	-	-	-	-	-
1999	6786,3	=B4-B3	=B4-B3	=B4/B3*100	=B4/$B$3*100	=E4-100	=F4-100	=B3/100
2000	5976,3	=B5-B4	=B5-B3	=B5/B4*100	=B5/$B$3*100	=E5-100	=F5-100	=B4/100
2001	7199,7	=B6-B5	=B6-B3	=B6/B5*100	=B6/$B$3*100	=E6-100	=F6-100	=B5/100
2002	6470,5	=B7-B6	=B7-B3	=B7/B6*100	=B7/$B$3*100	=E7-100	=F7-100	=B6/100
2003	6584	=B8-B7	=B8-B3	=B8/B7*100	=B8/$B$3*100	=E8-100	=F8-100	=B7/100
2004	6683,9	=B9-B8	=B9-B3	=B9/B8*100	=B9/$B$3*100	=E9-100	=F9-100	=B8/100
2005	3157,2	=B10-B9	=B10-B3	=B10/B9*100	=B10/$B$3*100	=E10-100	=F10-100	=B9/100
2006	4740,4	=B11-B10	=B11-B3	=B11/B10*100	=B11/$B$3*100	=E11-100	=F11-100	=B10/100
2007	10800,6	=B12-B11	=B12-B3	=B12/B11*100	=B12/$B$3*100	=E12-100	=F12-100	=B11/100
2008	18479,2	=B13-B12	=B13-B3	=B13/B12*100	=B13/$B$3*100	=E13-100	=F13-100	=B12/100
2009	17700,4	=B14-B13	=B14-B3	=B14/B13*100	=B14/$B$3*100	=E14-100	=F14-100	=B13/100
2010	10607,4	=B15-B14	=B15-B3	=B15/B14*100	=B15/$B$3*100	=E15-100	=F15-100	=B14/100
2011	11389,9	=B16-B15	=B16-B3	=B16/B15*100	=B16/$B$3*100	=E16-100	=F16-100	=B15/100
2012	12965,6	=B17-B16	=B17-B3	=B17/B16*100	=B17/$B$3*100	=E17-100	=F17-100	=B16/100

Рис. 6.19. Методика аналізу тенденції номінального доходу від реалізації



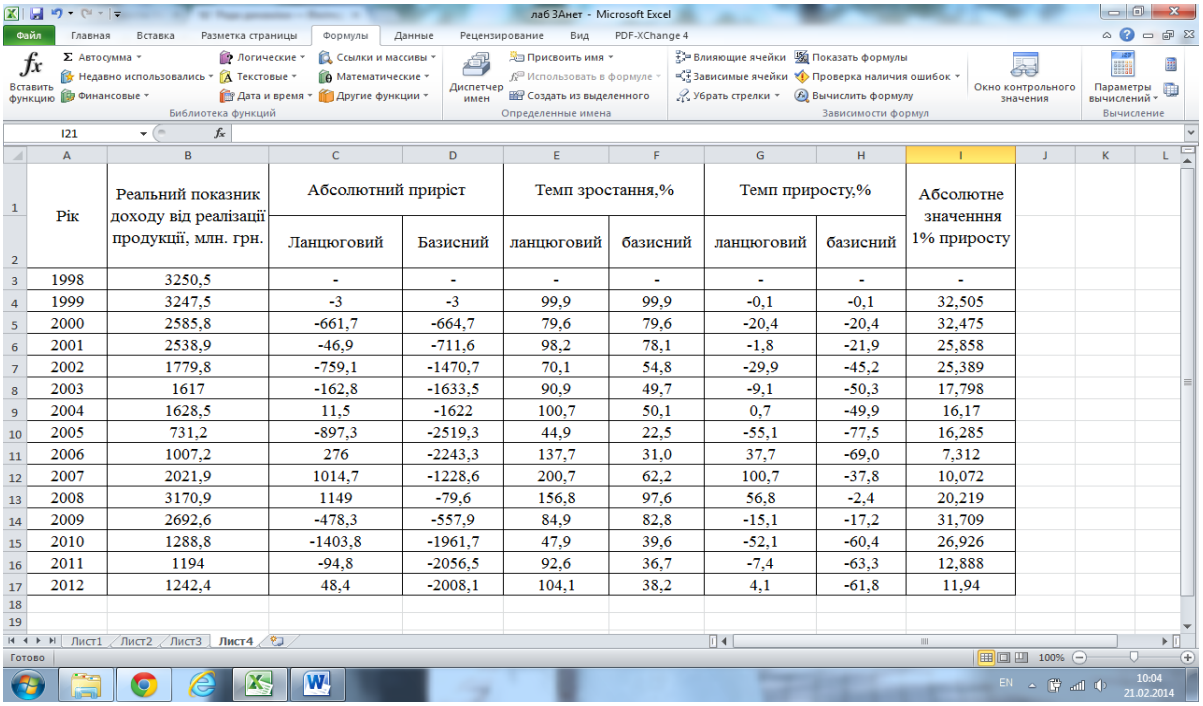
Рік	Номінальний показник доходу від реалізації продукції, млн. грн.	Абсолютний приріст		Темп зростання,%		Темп приросту,%		Абсолютне значеннння 1% приросту
		Ланцюговий	Базисний	ланцюговий	базисний	ланцюговий	базисний	
1998	5860,6	-	-	-	-	-	-	-
1999	6786,3	925,7	925,7	115,8	115,8	15,8	15,8	58,606
2000	5976,3	-810	115,7	88,1	102,0	-11,9	2,0	67,863
2001	7199,7	1223,4	1339,1	120,5	122,8	20,5	22,8	59,763
2002	6470,5	-729,2	609,9	89,9	110,4	-10,1	10,4	71,997
2003	6584	113,5	723,4	101,8	112,3	1,8	12,3	64,705
2004	6683,9	99,9	823,3	101,5	114,0	1,5	14,0	65,84
2005	3157,2	-3526,7	-2703,4	47,2	53,9	-52,8	-46,1	66,839
2006	4740,4	1583,2	-1120,2	150,1	80,9	50,1	-19,1	31,572
2007	10800,6	6060,2	4940	227,8	184,3	127,8	84,3	47,404
2008	18479,2	7678,6	12618,6	171,1	315,3	71,1	215,3	108,006
2009	17700,4	-778,8	11839,8	95,8	302,0	-4,2	202,0	184,792
2010	10607,4	-7093	4746,8	59,9	181,0	-40,1	81,0	177,004
2011	11389,9	782,5	5529,3	107,4	194,3	7,4	94,3	106,074
2012	12965,6	1575,7	7105	113,8	221,2	13,8	121,2	113,899

Рис. 6.20. Результати аналізу тенденції номінального доходу від реалізації



Рік	Реальний показник доходу від реалізації продукції, млн. грн.	Абсолютний приріст		Темп зростання,%		Темп приросту,%		Абсолютне значеннння 1% приросту
		Ланцюговий	Базисний	ланцюговий	базисний	ланцюговий	базисний	
1998	3250,5	-	-	-	-	-	-	-
1999	3247,5	=B4-B3	=B4-B3	=B4/B3*100	=B4/$B$3*100	=E4-100	=F4-100	=B3/100
2000	2585,8	=B5-B4	=B5-B3	=B5/B4*100	=B5/$B$3*100	=E5-100	=F5-100	=B4/100
2001	2538,9	=B6-B5	=B6-B3	=B6/B5*100	=B6/$B$3*100	=E6-100	=F6-100	=B5/100
2002	1779,8	=B7-B6	=B7-B3	=B7/B6*100	=B7/$B$3*100	=E7-100	=F7-100	=B6/100
2003	1617	=B8-B7	=B8-B3	=B8/B7*100	=B8/$B$3*100	=E8-100	=F8-100	=B7/100
2004	1628,5	=B9-B8	=B9-B3	=B9/B8*100	=B9/$B$3*100	=E9-100	=F9-100	=B8/100
2005	731,2	=B10-B9	=B10-B3	=B10/B9*100	=B10/$B$3*100	=E10-100	=F10-100	=B9/100
2006	1007,2	=B11-B10	=B11-B3	=B11/B10*100	=B11/$B$3*100	=E11-100	=F11-100	=B10/100
2007	2021,9	=B12-B11	=B12-B3	=B12/B11*100	=B12/$B$3*100	=E12-100	=F12-100	=B11/100
2008	3170,9	=B13-B12	=B13-B3	=B13/B12*100	=B13/$B$3*100	=E13-100	=F13-100	=B12/100
2009	2692,6	=B14-B13	=B14-B3	=B14/B13*100	=B14/$B$3*100	=E14-100	=F14-100	=B13/100
2010	1288,8	=B15-B14	=B15-B3	=B15/B14*100	=B15/$B$3*100	=E15-100	=F15-100	=B14/100
2011	1194	=B16-B15	=B16-B3	=B16/B15*100	=B16/$B$3*100	=E16-100	=F16-100	=B15/100
2012	1242,4	=B17-B16	=B17-B3	=B17/B16*100	=B17/$B$3*100	=E17-100	=F17-100	=B16/100

Рис. 6.21. Методика аналізу тенденції реального доходу від реалізації



Рік	Реальний показник доходу від реалізації продукції, млн. грн.	Абсолютний приріст		Темп зростання,%		Темп приросту,%		Абсолютне значеннння 1% приросту
		Ланцюговий	Базисний	ланцюговий	базисний	ланцюговий	базисний	
1998	3250,5	-	-	-	-	-	-	-
1999	3247,5	-3	-3	99,9	99,9	-0,1	-0,1	32,505
2000	2585,8	-661,7	-664,7	79,6	79,6	-20,4	-20,4	32,475
2001	2538,9	-46,9	-711,6	98,2	78,1	-1,8	-21,9	25,858
2002	1779,8	-759,1	-1470,7	70,1	54,8	-29,9	-45,2	25,389
2003	1617	-162,8	-1633,5	90,9	49,7	-9,1	-50,3	17,798
2004	1628,5	11,5	-1622	100,7	50,1	0,7	-49,9	16,17
2005	731,2	-897,3	-2519,3	44,9	22,5	-55,1	-77,5	16,285
2006	1007,2	276	-2243,3	137,7	31,0	37,7	-69,0	7,312
2007	2021,9	1014,7	-1228,6	200,7	62,2	100,7	-37,8	10,072
2008	3170,9	1149	-79,6	156,8	97,6	56,8	-2,4	20,219
2009	2692,6	-478,3	-557,9	84,9	82,8	-15,1	-17,2	31,709
2010	1288,8	-1403,8	-1961,7	47,9	39,6	-52,1	-60,4	26,926
2011	1194	-94,8	-2056,5	92,6	36,7	-7,4	-63,3	12,888
2012	1242,4	48,4	-2008,1	104,1	38,2	4,1	-61,8	11,94

Рис. 6.22. Результати аналізу тенденції реального доходу від реалізації

За результатами дослідження можна зробити порівняльні висновки про зміну реального і номінального доходу.

Перелік питань для самоконтролю

1. Назвіть основні методи прогнозування.
2. Сутність та загальна характеристика економічного прогнозування.
3. Поясніть поняття «екстраполяція» та «інтерполяція», у чому між ними відмінність.
4. Назвіть основні способи уникнення випадкових флуктуацій.
5. Охарактеризуйте основні рівняння тренду, у яких випадках використовують прогноз за допомогою тренду.
6. У чому полягає інфляційний вплив на показники ряду спостережень, як його уникнути?
7. Охарактеризуйте, у чому полягає мета економічного прогнозування.
8. За допомогою яких статистичних методів можна виявити основну тенденцію у ряді динаміки?
9. Назвіть показники, що використовують для оцінки адекватності функції тренду.

Лабораторна робота 6

Тема. Аспекти економічного прогнозування рядів динаміки

Мета: навчитися використовувати методи аналізу часового ряду динаміки для короткострокового прогнозування економічних показників із використанням електронних таблиць MS Excel.

Навчальні завдання

Дослідити часовий ряд номінальної та реальної середніх зарплат (додаток Г) з використанням можливостей ***MS Excel,*** здійснити короткостроковий прогноз. Обрати показники в розрізі регіонів (варіант – номер по списку в журналі).

Для виконання роботи студент повинен знати та вміти

1. Зміст роботи і порядок її проведення.

2. Алгоритм обчислення реальних показників, етапи побудови рівняння тренду, що використовуються для короткострокового прогнозування, умови якісного прогнозування часового ряду.

3. Користуватися пакетом Excel, а саме:

– майстром діаграм (знаходити: **«Вставка» → «Графік»**);

– майстром функцій (знаходити: **«Вставка» → «** f_x **Функція …» → «Категорія»**) вбудованими статистичними функціями.

ХІД РОБОТИ
ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ У ПАКЕТІ *MS EXCEL*

1. Сформувати вихідні дані для аналізу часового ряду у вигляді таблиці.

2. Розразувати кумулятивний індекс середнього темпу зростання інфляції у цінах базового року (від початкового року віднімаємо одиницю).

3. Розрахувати реальне значення показника без інфляційної складової.

4. Побудувати візуальне зображення динаміки номінальних і реальних показників.

5. Побудувати трендові рівняння і визначити, який тренд найкращий для здійснення короткострокового прогнозування.

6. Здійснити прогноз на наступний період, зробити обґрунтовані висновки і пояснення всіх етапів.

Лабораторна робота 7

Тема. Аспекти уникнення випадкових флуктуацій в аналізі рядів динаміки

Мета: навчитися використовувати методи уникнення випадкових флуктуацій у динамічному ряді, застосовувати моделі у прогнозуванні економічних показників із використанням електронних таблиць MS Excel.

Навчальні завдання

За даними лабораторної роботи 6 продовжити аналіз номінального і реального економічних показників часового ряду. З метою усунення випадкових флуктуацій провести згладжування ряду за допомогою вбудованих функцій ***MS Excel.***

Для виконання роботи студент повинен знати та вміти

1. Зміст роботи і порядок її проведення.

2. Алгоритми обчислення методів уникнення випадкових коливань у часовому ряді, а саме: ковзної і експоненційної середніх. Принцип короткострокового прогнозування ряду динаміки.

3. Користуватися пакетом MS Excel, а саме:

– майстром діаграм (знаходити: **«Вставка» → «Графік»**);

– вбудованими функціями аналізу даних (знаходити: **«Дані» → «Аналіз даних»**);

– майстром функцій (знаходити: **«Вставка» → «** f_x **Функція…» → «Категорія»**) вбудованими статистичними функціями.

ХІД РОБОТИ
ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ У ПАКЕТІ *MS EXCEL*

1. Сформувати вихідні дані для аналізу часового ряду у вигляді таблиці за даними лабораторної роботи 6.

2. Провести згладжування ряду спостереження методом ковзної середньої, обрати оптимальне рівняння тренду і спрогнозувати на наступний період значення показника.

3. Провести згладжування ряду спостереження методом експоненційної середньої, обрати оптимальне рівняння тренду і спрогнозувати на наступний період значення показника.

4. Провести порівняльний аналіз отриманих результатів, вказати, який метод найкраще усунув випадкові флуктуації. Визначити, яке рівняння є найкращим для прогнозу.

5. Для більш детального аналізу розрахуйте абсолютний приріст, темп зростання, темп приросту та абсолютне значення 1 % приросту для номінального та реального доходу від реалізації (товарів, робіт, послуг).

6. Обґрунтуйте висновки і поясніть, який середньорічний абсолютний і відносний приріст вашого показника відбувався упродовж цього періоду (характеристика показника β у лінійній і степеневій функції).

Економічна інтерпретація прогнозування часових рядів

Приклад 1. Метою дослідження є встановлення кількісної оцінки впливу деяких економічних показників на надходження податку на додану вартість (далі – ПДВ), а також його прогнозування на найближчий період. Для дослідження взято ПДВ, який є непрямим податком, в кінцевому підсумку податкове навантаження переноситься на кінцевого споживача. На обсяг суми податків, які підлягають сплаті до державного бюджету, впливає багато чинників. До них, зокрема, належать валовий внутрішній продукт (далі – ВВП), доходи та витрати населення. Аналіз спирається на динаміку надходжень ПДВ до Зведеного бюджету України за останні 13 років.

Динаміка надходжень з податку на додану вартість упродовж 2004–2016 років подана на рис. 6.7. Динаміка надходжень з ПДВ вказує на збільшення їх обсягу упродовж 2004–2016 рр. Для дослідження було побудовано модель вигляду:

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3,$$

де $\hat{Y}$ – ПДВ, млн грн, який залежить від трьох таких факторів: x_1 – ВВП, млн грн; x_2 – витрати та заощадження населення, млн грн; x_3 – доходи населення, млн грн.

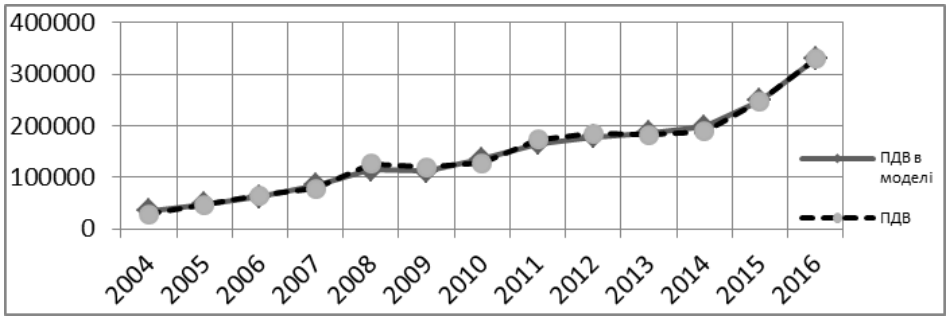


Рис. 6.7. Динаміка ПДВ за 2004–2016 рр.
Джерело: складено авторами за даними[30].

[30] Офіційний сайт Державної служби статистики. URL : http://www.ukrstat.gov.ua.

Після розрахунків за допомогою регресійного аналізу маємо модель вигляду:

$$\hat{Y} = -8\,589{,}69 + 0{,}11x_1 - 0{,}05x_2 + 0{,}06x_3$$
$$(\pm 12\,711{,}81) \quad (\pm 0{,}06) \quad (\pm 0{,}05) \quad (\pm 0{,}1)$$

Побудована модель є якісною ($R^2 = 0{,}99$, критерій Фішера 467,87), t-статистика коефіцієнтів моделі ($t_{\beta 1} = -1{,}51$, $t_{\beta 2} = 4{,}12$, $t_{\beta 3} = 2{,}25$, $t_{t'} = 2{,}23$) показує, що коефіцієнти β2, β3 є значущими, а β_1 незначущий, тобто фактор x_1 (ВВП) не має суттєвого статистичного впливу на значення ПДВ. Тому в подальшому з моделі його виключимо, у результаті чого отримаємо модель вигляду:

$$\hat{Y} = -9{,}48 - 0{,}11x_2 + 0{,}24x_3.$$
$$(\pm 0{,}055) \quad (\pm 0{,}049)$$

Ця модель є якісною ($R^2 = 0{,}98$, критерій Фішера 266,68), t-статистика коефіцієнтів моделі ($t_{\beta 2} = 4{,}66$, $t_{\beta 3} = 11{,}10$, $t_{t'} = 2{,}22$) вказує на те, що вони є значущими. Отже, на основі цієї моделі можна знайти прогноз, який наведено в табл. 6.7.

Таблиця 6.7

Прогноз ПДВ на 2017–2019 рр.

Показник	Значення		
	2017 р.	**2018 р.**	**2019 р.**
Витрати та заощадження населення, млн грн	2 133 247,00	2 011 664,00	2 254 830,00
Доходи населення, млн грн	2 077 348,00	2 219 158,00	2 360 968,00
ПДВ, млн грн	262 841,8	346 835,8	418 265,4
Межі	±11 758,73	±17 168,57	±26 707,29

Джерело: побудовано авторами.

Для оцінки прогнозних значень параметрів x_2 та x_3 використаємо рівняння тренду вигляду:

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 (t - 2003),$$

де t – календарний рік.

Згідно з побудованою моделлю, якщо витрати населення збільшаться на 1 млн грн, то ПДВ зменшиться на 0,11 млн грн, такий висновок можна пояснити тим, що в параметр x_2 також входять заощадження, а якщо доходи населення збільшаться на 1 млн грн, то ПДВ збільшиться на 0,24 млн грн. Дослідження дозволяє зробити висновок, що ВВП не впливає на ПДВ. Прогноз показав, що упродовж трьох років ПДВ збільшуватиметься у середньому на 77 711,8 млн грн щороку.

ПДВ є непрямим податком, який включається в ціну товарів та сплачується покупцем, але його облік та перерахування до державного бюджету здійснює продавець (податковий агент). Частка ПДВ у загальній структурі податкових надходжень до Державного бюджету України з кожним роком збільшується та станом на 2016 р. становила 65,5 %[31].

Динаміка надходжень з податку на додану вартість протягом 2004–2017 років подана на рис. 6.7.

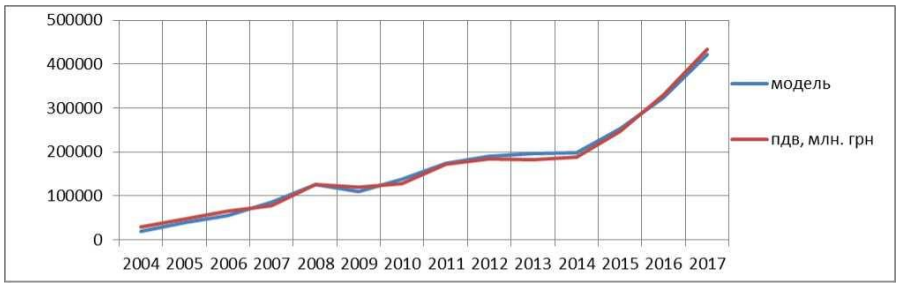


Рис. 6.7. Надходження ПДВ до Державного бюджету України, млн грн

Джерело: складено авторами за даними[32].

Динаміка надходжень з ПДВ вказує на збільшення їх обсягу упродовж 2004–2017 рр. Зростання номінальних надходжень ПДВ майже у 2 рази протягом 2011–2016 рр. обумовлене інфляцією, знеціненням гривні, запровадженням системи електронного адміністрування ПДВ, нововведеннями у механізмі підтримки сільськогосподарських виробників, зростанням імпортозалежності економіки країни. Так, 28 % податкових надходжень зведеного

[31] Щербина Ю. О., Манькута А. І. Податок на додану вартість та його роль у формуванні доходів Державного бюджету України. *Modern economics*. 2017. № 1. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/modecon_2017_1_13.

[32] Офіційний сайт Державної служби статистики. URL : http://www.ukrstat.gov.ua.

бюджету 2016 року становили надходження від оподаткування ПДВ імпортованих товарів. Крім того, відображено залежність надходжень ПДВ до зведеного бюджету від динамік ВВП, експорту та імпорту товарів і послуг, що може бути покладено в основу прогнозування[33]. Для дослідження на основі статистичних даних було побудовано таку модель:

$$\hat{Y} = \underset{(\pm 10\,241{,}42)}{-25\,330{,}67} + \underset{(\pm 0{,}04)}{0{,}15x_1} - \underset{(\pm 0{,}11)}{0{,}14x_2} + \underset{(\pm 0{,}09)}{0{,}13x_3},$$

де $\hat{Y}$ – ПДВ, млн грн, який залежить від трьох таких факторів:

x_1 – ВВП, млн грн;

x_2 – експорт товарів та послуг, млн грн;

x_3 – імпорт товарів та послуг, млн грн.

При рівні значущості 0,1 побудована модель є якісною ($R^2 = 0{,}99$, критерій Фішера 507,92), t-статистика коефіцієнтів моделі ($t_1 = 6{,}80$, $t_2 = -2{,}37$, $t_3 = 2{,}46$) показує, що всі коефіцієнти є значущими, тобто мають суттєвий вплив на значення ПДВ. Коефіцієнти рівняння регресії підтверджують існування високої залежності надходжень ПДВ до бюджету від обсягів ВВП. Так, у разі зростання ВВП на 1 млн грн надходження ПДВ збільшуються на $0{,}15 \pm 0{,}04$ млн грн. У свою чергу, зростання імпорту на 1 млн грн викликає збільшення надходжень ПДВ на $0{,}13 \pm 0{,}09$ млн грн. Суттєвий обернений зв'язок підтверджується між динамікою експорту та надходженнями ПДВ до зведеного бюджету. У разі збільшення експорту на 1 млн грн надходження ПДВ зменшуються на $0{,}14 \pm 0{,}11$ млн грн. Це є логічним, оскільки експортуючи платник претендує на отримання бюджетного відшкодування, що знижує реальні надходження бюджету від ПДВ.

На основі цієї моделі можна знайти прогноз надходжень ПДВ до бюджету України. Враховуючи прогнози Міністерства економічного розвитку і торгівлі України на 2018 рік (ВВП – 3 247 млрд грн, обсяг експорту – 54 млрд дол. США, імпорту – 61,8 млрд дол.), за умови незмінності усіх інших факторів розрахункові суми надходжень ПДВ у 2018 році за рівнянням регресії становлять 458 839,11 млн грн.

---

[33] Городецька Т. Е., Поровай А. С. Аналіз податкових надходжень в системі доходів бюджету. *Молодий вчений*. 2017. № 2 (42). URL: http://molodyvcheny.in.ua/files/j ournal/2017/2/59. pdf.

Отже, провівши дослідження, виявили, як впливає рівень ВВП, обсяги експорту та імпорту на суму надходжень податку на додану вартість до бюджету України. Досліджено, що всі коефіцієнти моделі є значущими, це свідчить про залежність зміни ПДВ від обраних факторів. Розрахований нами прогноз показав, що на наступний рік сума надходжень ПДВ збільшиться приблизно на 24 798,11 млн грн і становитиме 458 839,11 ± 94 139,05 млн грн.

ПДВ є одним із основних бюджетоформуючих платежів. При цьому система справляння ПДВ має багато суттєвих недоліків, що обмежують фіскальний потенціал податку і ефективність його реалізації. За наявності нестабільного політичного і фінансового становища в Україні прогнозування податкових надходжень буде якісним лише на короткостроковий період. Важливим аспектом фіскальної ефективності ПДВ є прогнозування надходжень ПДВ до бюджету. Але під час прогнозування необхідно враховувати вплив на номінальні показники ПДВ інфляційної складової, яка суттєво завищує значення. Тому доцільно проводити аналіз реальних даних ДПВ, розрахованих у цінах 2003 р.

Відповідно до динаміки ряду (табл. 6.7.2) можемо прослідкувати, що середній ланцюговий темп приросту номінального надходження ПДВ за період 2004–2014 роки становить 31,28 %, водночас середній абсолютний приріст – 17 250,7 млн грн, середній темп зростання – 131,28 %, абсолютне середнє значення 1 % приросту – 863,95 %. Аналогічно можемо прослідкувати (табл. 6.7.3), що середній темп приросту реального надходження ПДВ за період з 2004 по 2014 роки становить 18,70 %, тоді як середній абсолютний приріст – 4 489,6 млн грн, середній темп зростання – 118,7 %, абсолютне середнє значення 1% приросту – 410,47 %.

За допомогою методів уникнення випадкових флуктуацій у динамічному ряді було визначено, що метод експоненційного згладжування реального надходження ПДВ найкраще усунув випадкові флуктуації і надав найбільший коефіцієнт апроксимації (табл. 6.7.2, рис. 6.7.3)[34].

[34] Паянок Т. М. Методичні вказівки до проведення практичних занять з використанням комп'ютерних технологій з курсу «Методи економічних та статистичних досліджень». Ірпінь : Національний університет ДПС України, 2014. 61, [42–50] с.

Таблиця 6.7.2

Аналіз динаміки номінального ПДВ за 2004–2014 рр., млн грн

Роки	ПДВ	Абсолютний приріст		Темп зростання, %		Темп приросту, %		Абсолютне значення 1 % приросту
		ланцюговий	базисний	ланцюговий	базисний	ланцюговий	базисний	–
2004	16 733,5	–	–	–	–	–	–	–
2005	33 803,8	17 070,3	17 070,3	202,01	202,01	102,01	102,01	167,34
2006	50 396,7	16 592,9	33 663,2	149,09	301,17	49,09	201,17	338,04
2007	59 382,8	8 986,1	42 649,3	117,83	354,87	17,83	254,87	503,97
2008	92 082,6	32 699,8	75 349,1	155,07	550,29	55,07	450,29	593,83
2009	84 596,6	–7 486,0	67 863,1	91,87	505,55	–8,13	405,55	920,83
2010	86 315,9	1 719,3	69 582,4	102,03	515,83	2,03	415,83	845,97
2011	130 093,5	43 777,6	113 360,0	150,72	777,44	50,72	677,44	863,16
2012	128 826,8	–1 266,7	112 093,3	99,03	769,87	–0,97	669,87	1 300,94
2013	181 716,9	52 890,1	164 983,4	141,06	1 085,95	41,06	985,95	1 288,27
2014	189 240,5	7 523,6	172 507,0	104,14	1 130,91	4,14	1 030,91	1 817,17
Середнє значення		17 250,7	86 912,1	131,28	619,39	31,28	519,39	863,95

Джерело: розраховано авторами за даними[35, 36].

Таблиця 6.7.3

Аналіз динаміки реального ПДВ за 2004–2014 рр., млн грн

Роки	ПДВ	Абсолютний приріст		Темп зростання, %		Темп приросту, %		Абсолютне значення 1 % приросту
		ланцюговий	базисний	ланцюговий	базисний	ланцюговий	базисний	–
2004	14 900,71	–	–	–	–	–	–	–
2005	27 290,42	12 389,7	12 389,7	183,15	183,15	83,15	83,15	149,01
2006	36 457,14	9 166,7	21 556,4	133,59	244,67	33,59	144,67	272,90
2007	36 841,95	384,8	21 941,2	101,06	247,25	1,06	147,25	364,57
2008	46 712,50	9 870,5	31 811,8	126,79	313,49	26,79	213,49	368,42
2009	38 214,54	–8 498,0	23 313,8	81,81	256,46	–18,19	156,46	467,12
2010	35 738,95	–2 475,6	20 838,2	93,52	239,85	–6,48	139,85	382,15
2011	51 496,17	15 757,2	36 595,5	144,09	345,60	44,09	245,60	357,39
2012	51 096,95	–399,2	36 196,2	99,22	342,92	–0,78	242,92	514,96
2013	71 716,33	20 619,4	56 815,6	140,35	481,29	40,35	381,29	510,97
2014	59 796,31	–11 920,0	44 895,6	83,38	401,30	–16,62	301,30	717,16
Середнє значення		4 489,6	30 635,4	118,70	305,60	18,70	205,59	410,47

Джерело: розраховано авторами.

[35] Бюджетний моніторинг. Аналіз виконання бюджету за 2004–2014 рр. / Інститут бюджету та соціально-економічних досліджень. URL : http://www.ibser.org.ua/ news/558/

[36] Офіційний сайт Державної служби статистики. URL : http://www.ukrstat. gov.ua.

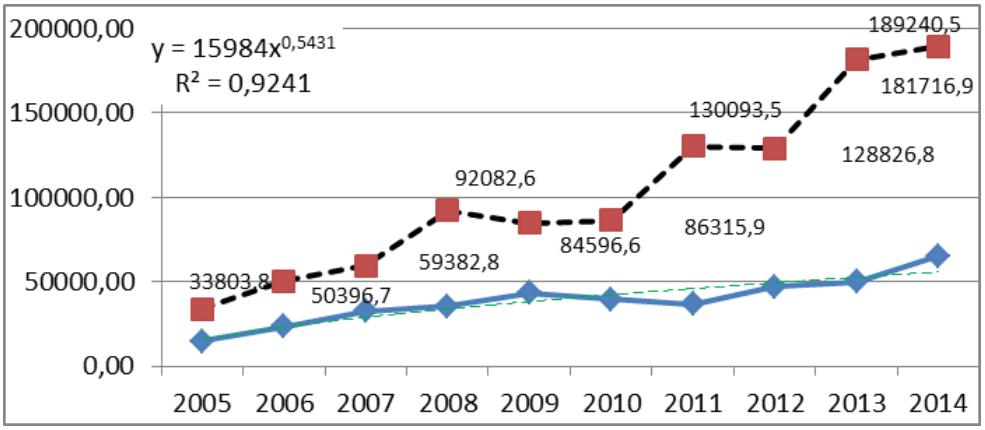


Рис. 6.7.3. Експоненційне згладжування реального ПДВ, млн грн

Таблиця 6.7.4

Тенденція номінального і реального ПДВ за 2004–2014 рр., млн грн

Показник	Рівняння тренду	Коефіцієнт детермінації
Номінальний ПДВ	$\hat{Y}$= 16 623·x^{0,9721}	R² = 0,97
Реальний ПДВ	$\hat{Y}$= 17 112·x^{0,53}	R² = 0,86
Експоненційне згладжування реального ПДВ	$\hat{Y}$= 15 984·x^{0,5431}	R² = 0,92
Згладження реального ПДВ за допомогою ковзної середньої	$\hat{Y}$= 200,84 x^2 + 1754,5·x + 27919	R² = 0,90

Джерело: розраховано авторами.

Таблиця 6.7.5

Прогноз номінального і реального ПДВ на 2015–2016 рр.

Показник	Прогноз на 2015 р.	Прогноз на 2016 р.
Номінальний ПДВ	171 020,13	186 115,05
Експоненційне згладжування реального ПДВ	58 784,91	61 629,52

Джерело: розраховано авторами.

Отже, аналізуючи ланцюговий приріст номінального і реального показника, можна зазначити, що інфляційна складова завищує темп приросту реальних надходжень ПДВ до бюджету майже у два рази (1,7). Щодо абсолютного приросту, то реальні надходження майже в 4 рази менші за номінальні, а це завищення на 12 761 млн грн. Якщо аналізувати базисний приріст і порівнювати зміну ПДВ із 2004 роком, то темп приросту завищений у 2,5 раза, абсолютний приріст реального ПДВ менший у 2,8 раза, а це 56 277 млн грн.

За короткостроковим прогнозом у 2015 році номінальні надходження ПДВ зменшилися на 10 % і становили 171 млрд грн, у 2016 році до бюджету надійшло 186 млрд грн. Це також нижче за надходження 2014 року на 2 % (2014 р. – 189 млрд грн). Причинами цього стали проведення АТО, девальвація гривні та скорочення доходів населення. Реальні надходження ПДВ у 2015 р. становлять 58,78 млрд грн, а у 2016 р. – 61,63 млрд грн, суттєвого приросту не відбулоя (2014 р. – 59,8 млрд грн).

Приклад 2. Проаналізуємо динаміку середньорічної заробітної плати і доходів населення за 2002–2018 рр. Доходи населення доцільно розглядати без інфляційної складової, щоб оцінити реальну їх динаміку. При цьому порівняємо номінальні і реальні дані, знайдемо їх за допомогою індексу споживчих цін. Для розрахунку реальних доходів доцільно розрахувати кумулятивний коефіцієнт у цінах базового 2001 року[37]:

$$R_i = \prod_{j \le i} \left(1 + r_j / 100\right) . \qquad (6.7.)$$

де r_j – щорічні темпи інфляції у %, $\prod$ – визначає добуток виразу.

Результати кумулятивного індексу споживчих цін і реальних показників доходів подано у таблиці 6.7.6.

[37] Аналітика та прогнозування соціально-економічних процесів і податкових надходжень: монографія / Паянок Т.М., Лаговський В.В., Краєвський В.М. та ін. Київ: ЦП «Компринт», 2019. 426 с.

Таблиця 6.7.6

Вихідні дані для статистичного аналізу

Показники	Середньомісячна заробітна плата, грн	Доходи населення України, млн грн	Індекси споживчих цін*	Кумулятивний індекс	Реальна середньомісячна заробітна плата, грн	Реальні доходи населення України, млн грн
2002	376	185073	99,4	0,99	378,27	1861,90
2003	462	215672	108,2	1,08	429,56	1993,27
2004	590	274241	112,3	1,21	488,49	2442,04
2005	806	381404	110,3	1,33	605,01	3457,88
2006	1041	472061	111,6	1,49	700,19	4229,94
2007	1351	623289	116,6	1,73	779,33	5345,53
2008	1806	845641	122,3	2,12	851,84	6914,48
2009	1906	894286	112,3	2,38	800,54	7963,37
2010	2239	1101175	109,1	2,60	861,97	10093,26
2011	2633	1266753	104,6	2,72	969,07	12110,45
2012	3025	1457864	99,8	2,71	1115,58	14607,86
2013	3265	1548733	100,5	2,73	1198,10	15410,28
2014	3480	1516768	124,91	3,40	1022,33	12142,89
2015	4195	1772016	143,32	4,88	859,88	12364,05
2016	5183	2051331	112,42	5,48	945,02	18247,03
2017	7104	2652082	113,72	6,24	1139,01	23321,16
2018	8865	3219518	109,82	6,85	1294,26	29316,32

*(грудень до грудня попереднього року)

Джерело: розраховано автором за даними Державної служби статистики України[38].

Аналізуючи динаміку номінальної середньомісячної заробітної плати за сімнадцять років, необхідно зазначити, що вона зростала на 435,23 грн щорічно, при цьому реальний показник вказує середній абсолютний приріст у дев'ять разів менший, а саме: щороку приріст становив лише 47,91 грн. Коефіцієнти апроксимації наближаються до одиниці, що вказує на можливість застосування лінійної функції для аналізу (рис. 6.7.4). 2013 року реальний рівень зарплати мав більшу купівельну спроможність ніж 2018 року, коли її розмір був на 100 грн більший.

[38] Фінансова звітність ПАТ. URL: https://smida.gov.ua/db/emitent/year/xml/showform/114722/156/templ.

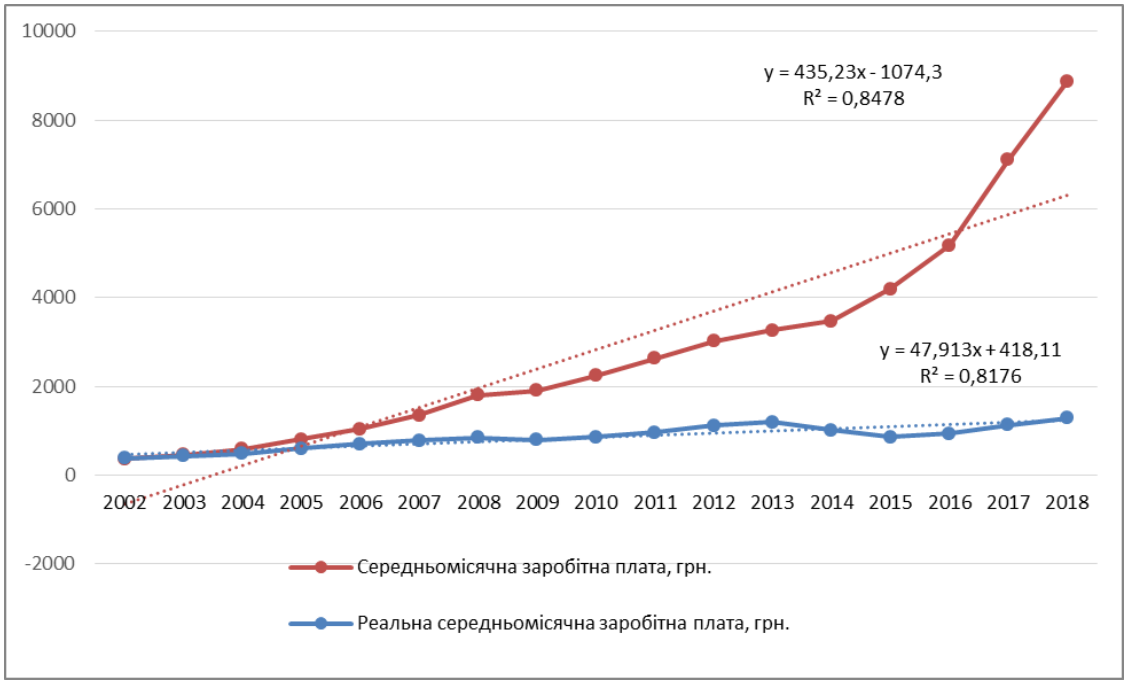


Рис. 6.7.4. Динаміка середньомісячної заробітної плати на 2002–2018 рр., грн

Джерело: розраховано автором за даними таблиці 6.7.6.

Аналізуючи номінальний дохід населення України за цей період, необхідно відзначити суттєве зростання динаміки з 2014 року, яке відбулося за рахунок девальвації гривні в країні. Номінальні доходи за 2002–2018 рр. щорічно зростали на 165,437 млрд грн (коефіцієнт апроксимації 0,92), при цьому реальний приріст становив лише 16,218 млрд грн (коефіцієнт апроксимації 0,56).

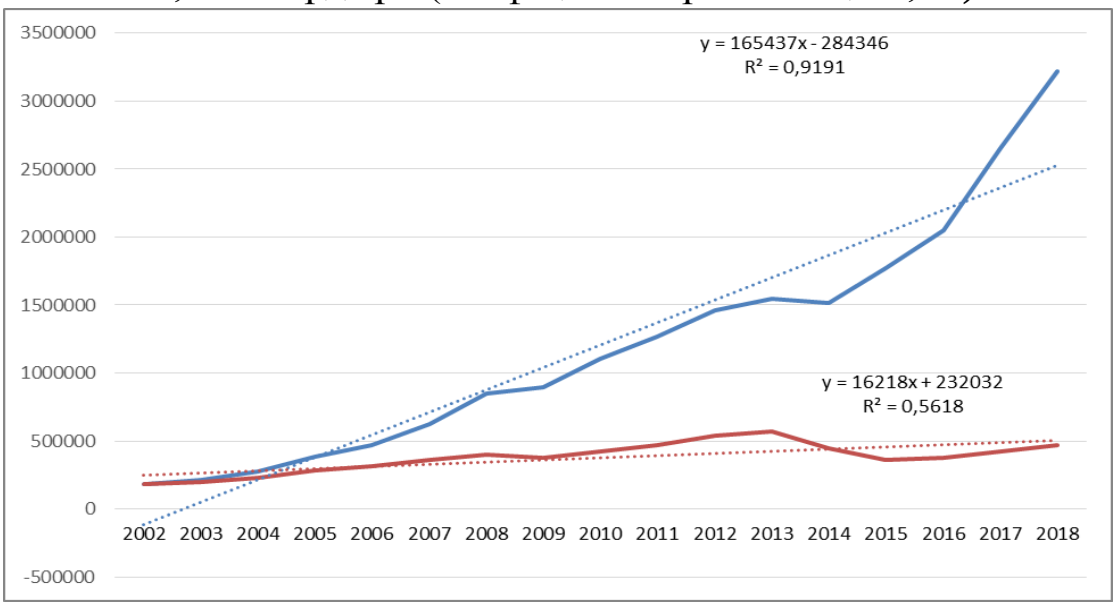


Рис. 6.7.5. Динаміка доходів населення України за 2002-2018 рр.

Джерело: розраховано автором за даними таблиці 6.7.6.

Висновки. Аналізуючи будь-які доходи, необхідно враховувати їх дійсну купівельну спроможність. Використаний кумулятивний індекс споживчих цін дозволяє виміряти вплив інфляційних процесів у цінах базового року, за базовий взято 2001 рік. Аналіз показав, що приріст показників завищений майже в десять разів до середнього розміру зарплати і доходів населення України.

Приклад 3. Пропонуємо розширити вищеперераховані види фінансового аналізу і за допомогою економіко-математичних методів знайти вплив інфляційних процесів на фінансові результати суб'єкта господарювання, здійснити якісний прогноз його діяльності. Для цього знайдемо реальні показники за допомогою кумулятивного індексу споживчих цін у цінах базового року, в нашому випадку це 2000 рік за формулою[39]:

$$R_i = \prod_{j \le i} \left(1 + r_j / 100\right), \qquad (6.7.2)$$

де r_j – щорічний індекс споживчих цін у %, $\prod$ – визначає добуток виразу (табл. 6.7.6.).

Для прикладу взято показники фінансово-господарської діяльності підприємства хлібопекарської галузі за 2001–2017 рр. (табл. 6.7.7).

Чистий дохід від реалізації продукції, робіт та послуг розрахований з урахуванням інфляційної складової (рис. 6.7.6). Номінальний показник у середньому щорічно зростав на 3692,6 тис. грн (коефіцієнт апроксимації 0,91), а середній приріст реального чистого доходу становив 265,3 тис. грн (коефіцієнт апроксимації 0,52). Фактично реальний приріст чистого доходу від реалізації продукції у чотирнадцять разів менший (3692,6/265,3=13,9) за номінальний.

[39] Аналітика та прогнозування соціально-економічних процесів і податкових надходжень: монографія / Паянок Т.М., Лаговський В.В., Краєвський В.М. та ін. Київ: ЦП «Компринт», 2019. 426, [139] с.

Таблиця 6.7.7

Вихідні дані за 2001–2017 рр., тис. грн

Роки	Чистий дохід від реалізації продукції	Фінансовий результат від операційної діяльності	Фінансовий результат до оподаткування	Чистий фінансовий результат	Витрати з податку на прибуток	Операційні витрати	Сплата дивідендів	Індекс споживчих цін,%
Код рядка	035/2000	100/2190	170/2290	220/2350	180/2300	280/2550	350/3355	
2001	8407,3	791,2	649,8	336,4	313,4	7883,7	0	106,1
2002	7712,5	466,1	408,6	246,4	162,2	7222,5	80,8	99,4
2003	10131,4	334,6	348,7	219,3	129,4	9982,4	64,5	108,2
2004	12311,2	919,2	933,9	646,5	287,4	11470,5	73	112,3
2005	11707,2	1357,5	1352,4	955,1	397,3	10391,6	87,4	110,3
2006	12842,1	803,5	757,3	532	225,3	12186,4	1	111,6
2007	13911,3	458,3	315,5	182,6	132,9	13596,1	0	116,6
2008	18711	724	437	231	206	18013	0	122,3
2009	21459	1806	1625	1102	523	19825	207	112,3
2010	27397	1370	1259	694	565	26211	274	109,1
2011	33885	1781	1680	1171	509	32456	319	104,6
2012	36099	2057	2070	1554	516	34291	532	99,8
2013	38281	1907	1960	1439	521	36606	993	100,5
2014	42564	1153	1094	727	367	41908	969	124,9
2015	59668	4955	4922	4003	919	55499	256	143,3
2016	59560	3639	3824	3116	708	56383	1420	112,4
2017	67214	4713	4801	3937	864	63118	1170	113,7

Джерело: побудовано автором за даними[40].

[40] Зведена таблиця індексів споживчих цін за 2001–2018 рр. URL: https://index.minfin.com.ua (дата звернення 05.04.2019).
Фінансова звітність ПАТ. URL: https://smida.gov.ua/db/emitent/year/xml/showform/114722/156/templ. (дата звернення 05.04.2019).



Рис. 6.7.6. Етапи аналізу фінансових результатів суб'єкта господарювання

Джерело: побудовано авторами.

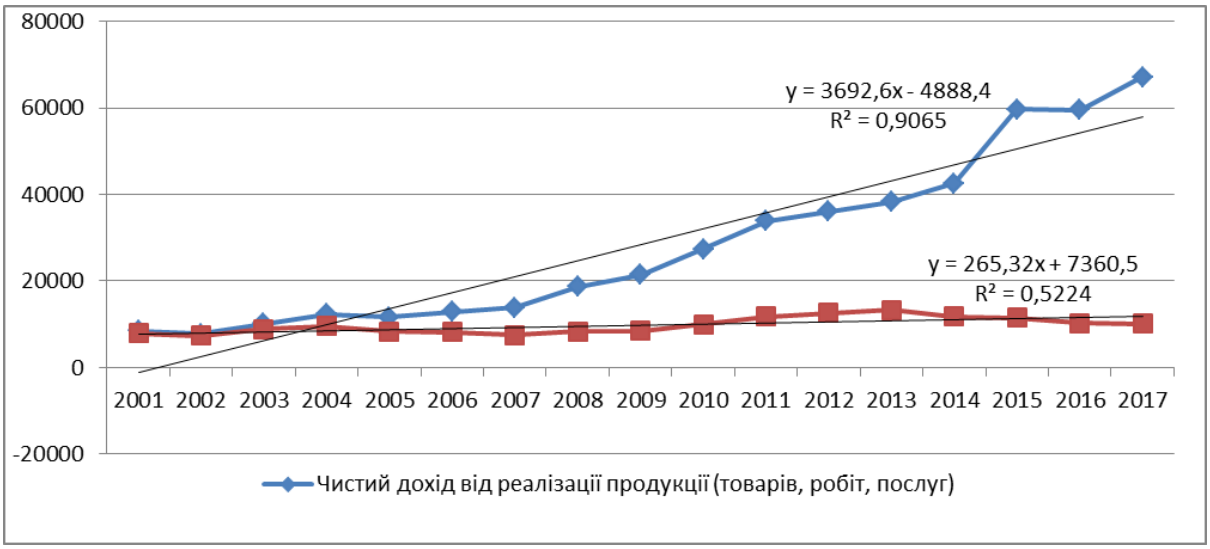


Рис. 6.7.7. Динаміка чистого номінального і реального доходів підприємства за 2001–2017 рр.

Джерело: розраховано авторами за даними таблиці 6.7.8.

Аналогічно проаналізуємо інші показники, що характеризують формування фінансових результатів (табл. 6.7.8).

Таблиця 6.7.8

Аналіз формування прибутку за 2001–2017 рр.

Показник	Функція	R^2	Прогноз на 2018 р.
Чистий дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг):			
– номінальний	$\hat{Y}$= 3692,6x - 4888,4	0,91	61578,40
– реальний*	$\hat{Y} = 7493{,}8e^{0{,}0274x}$	0,55	10997,62
Фінансовий результат від операційної діяльності:			
– номінальний	$\hat{Y}$= 224,82x - 303,64	0,64	3743,12
– реальний	$\hat{Y}$= $-1{,}2596x^2 + 15{,}04x + 533{,}13$	0,56	496,8
Фінансовий результат до оподаткування:			
– номінальний	$\hat{Y}$= 233,52x - 428,87	0,64	3774,49
– реальний	$\hat{Y}$= 7,5716x + 502,66	0,64	608,66
Чистий фінансовий результат:			
– номінальний	$\hat{Y}$= 194,7x - 511,59	0,62	2993,01
– реальний	$\hat{Y}$= 12,118x + 320,05	0,89	489,70

*Ряд згладжений ковзною середньою по 11 точках.

Джерело: розраховано автором.

Реальні показники мають досить низький коефіцієнт апроксимації, тому проведене згладжування рядів динаміки за допомогою ковзної середньої (табл. 6.7.8). Аналізуючи прогнозні значення формування прибутку підприємства, необхідно зазначити, що всі номінальні показники завищені за рахунок інфляційної складової. Прогнозний реальний фінансовий результат від операційної діяльності 2018 року в 7,5 раза менший (максимальне значення) і становив 3743,12 тис. грн, при цьому чистий дохід від реалізації товарів у 5,6 раза менший (мінімальне значення).

Звертають на себе увагу значні флуктуації за витратами з податку на прибуток підприємства (рис. 6.7.8). Інші показники фінансово-господарської діяльності підприємства їх не мають, ні

чистий дохід від реалізації, ні операційні витрати, які прямо пов'язані із базою оподаткування. При цьому за досліджуваний період сума реального податку не перевищує 207 тис грн, лише у 2001, 2004 і 2005 роках підприємство сплатило більше.

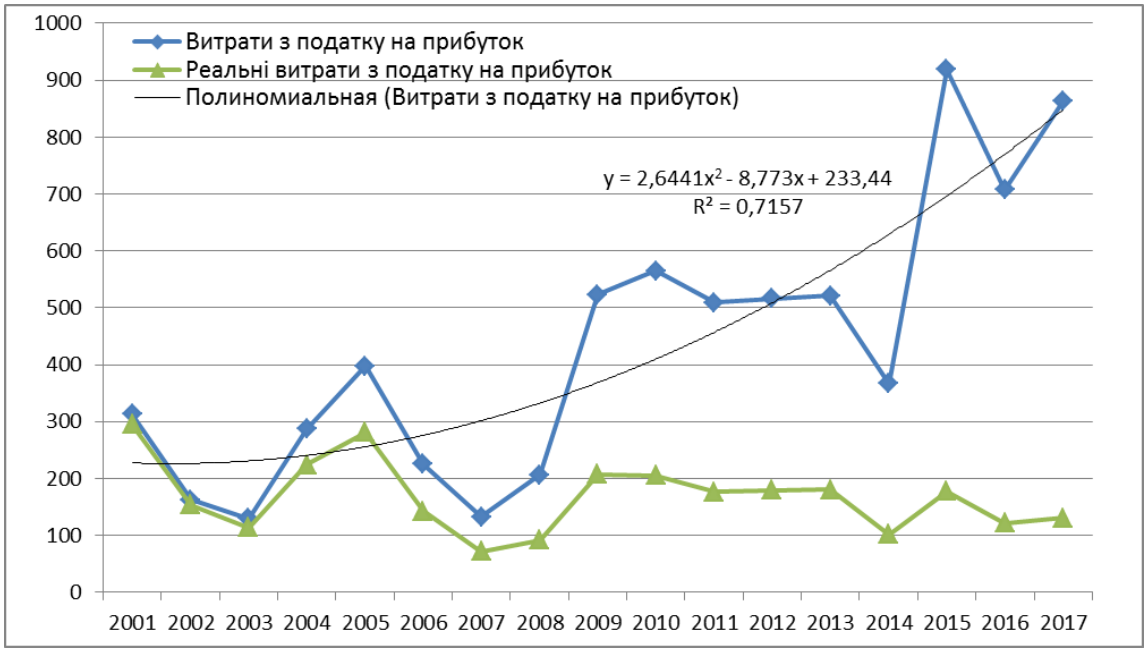


Рис. 6.7.8. Динаміка номінальних і реальних витрат з податку на прибуток підприємства за 2001–2017 рр.

Джерело: розраховано авторами за даними таблиці 6.7.8.

Таблиця 6.7.9

Аналіз використання прибутку за 2001–2017 рр.

Показник	Функція	R^2	Прогноз на 2018 р.
Витрати з податку на прибуток:			
– номінальний	$\hat{Y}$= 2,6441x2 - 8,773x + 233,44	0,72	932,21
– реальний	$\hat{Y}$= -0,5189x2 + 4,7931x + 165,38	0,88	140,00
Операційні витрати:			
– номінальний	$\hat{Y}$= 229,91x^2 - 637,38x + 8481,2	0,99	71499,20
– реальний	$\hat{Y}$ = -35,576x^2 + 924,35x + 4013,2	0,99	10017,41
Сплата дивідендів:			
– номінальний	$\hat{Y}$= 7,0846x^2 - 52,79x + 110,45	0,77	1455,64
– реальний	$\hat{Y}$= -0,9788x^2 + 32,408x - 109,49	0,98	146,40

*Ряд згладжений ковзною середньою по 11 точках.

Джерело: розраховано авторами.

Проаналізуємо рентабельність фінансових результатів. Коефіцієнт рентабельності власного капіталу характеризує ефективність вкладення активів (коштів) у діяльність суб'єкта господарювання. Ефективність використання активів суб'єкта господарювання характеризує коефіцієнт рентабельності активів. Рентабельність продажу показує, яку суму операційного прибутку одержує підприємство з кожної гривні проданої продукції. Іншими словами, скільки залишається у підприємства після покриття собівартості продукції [2], тобто характеризує реалізацію основної продукції і оцінює частку собівартості в обсягах продажу. Прибутковість господарської діяльності підприємства від основної діяльності характеризує коефіцієнт рентабельності реалізації продукції. Ці коефіцієнти повинні зростати.

Таблиця 6.7.10

Показники рентабельності фінансових результатів

Показник	**Алгоритм розрахунку**	**Джерело інформації**
Коефіцієнт рентабельності власного капіталу	Чистий прибуток	Ф. № 2, р. 2350 (або р.2355)
	Середньорічна вартість власного капіталу	Ф. № 1, р. 1495((гр3) + р.1495 (гр. 4))/2
Коефіцієнт рентабельності активів (майна)	Чистий прибуток	Ф. № 2, р. 2350 (або 2355)
	Середньорічна вартість активів	Ф. № 1, (р.1300(гр.3) + р. 1300 (гр.4))/2
Коефіцієнт рентабельності продажу	Чистий прибуток	Ф. № 2, р. 2350 (або р. 2355)
	Чиста виручка від реалізації	Ф. №2, р. 2000
Коефіцієнт рентабельності реалізованої продукції	Прибуток від реалізації продукції	Ф. № 2, р.2190 (або р. 2195) +р.2180-р.2120
	Витрати на її виробництво та збут	Ф. № 2, р. 2050+2130+2150

Джерело: складено авторами за даними[41].

[41] Фещенко О. П. Розрахунок показників фінансового стану господарських товариств з урахуванням нових форм фінансової звітності. *Бізнес-інформ.* 2015. № 2. С. 229–236.

Аналізуючи рентабельність основних фінансових результатів підприємства, можна зазначити, що 2016 рік втратив свої позиції щодо попереднього (табл. 6.7.11). Так коефіцієнти рентабельності зменшилися: власного капіталу на 39,4 %, активів на 39,2 %, продажу на 22 %, реалізації продукції на 19,5 % відповідно. 2017 року ситуація покращилася, спостерігається приріст усіх коефіцієнтів, але варто зазначити, що рівня 2015 року підприємство не досягло.

Таблиця 6.7.11

Показники рентабельності фінансових результатів за 2015–2017 рр.

Показник	2015	2016	2017	Приріст відносний	
				2016/2015	2017/2016
Коефіцієнт рентабельності власного капіталу	0,437	0,265	0,335	-39,416	26,348
Коефіцієнт рентабельності активів (майна)	0,323	0,197	0,200	-39,188	1,748
Коефіцієнт рентабельності продажу	0,067	0,052	0,059	-22,017	11,960
Коефіцієнт рентабельності реалізації продукції	0,124	0,100	0,101	-19,531	0,946

Джерело: розраховано авторами.

Аналіз резервів фінансових результатів необхідно шукати за такими напрямами діяльності:

– оновлення технологічного процесу виробництва. Дає можливість розширювати асортимент і підвищувати якість і ефективність продукції;

– сучасне технічне обладнання. Автоматизована обробка сировини в хлібопекарному виробництві оптимізує виготовлення продукції, зменшує трудозатрати, енергоємність і матеріаломісткість;

– ефективна організація роботи відділу збуту. Усунення конкурентів за рахунок збільшення якості продукції і освоєння нових ринків збуту продукції забезпечить зростання фінансових результатів підприємства;

– нарощення і вдосконалення кваліфікованих кадрів, які вміють працювати у команді на кінцевий результат, за умови застосування основного мотиваційного механізму – гідної зарплати.

Підприємство повинно раціонально використовувати ресурси, які знаходяться у його розпорядженні. Побудова оптимізаційної моделі виявляє резерви виробництва, збільшує обсяги виробництва, раціонально розподіляє витрати на одиницю продукції. Витрати виробництва контролюються у розрахунку на одиницю продукції, що зменшує собівартість, а в підсумку веде до збільшення прибутку від реалізації продукції.

Висновки. Перераховані вище заходи доповнюють один одного, тому на практиці їх необхідно застосовувати комплексно. Поєднання традиційних методів фінансового аналізу і економіко-математичного моделювання дозволить приймати обґрунтовані рішення. Аналіз реальних економічних показників дає можливість критично оцінювати ситуацію на підприємстві, здійснювати якісний прогноз фінансових результатів, впроваджувати резервні заходи. Запропоноване дослідження має прикладний аспект і адаптований до вимог сучасності.

ТЕМА 7
ПРИКЛАДНИЙ АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ

7.1. Декомпозиція часового ряду

Часовий ряд y_t, $t = 1, 2, ..., n$ можна представити у вигляді суми складових (адитивна модель часового ряду):

$$Y_t = f_t + s_t + c_t + \varepsilon_t,$$

або різноманітних комбінацій окремих функцій. Однак завжди припускають обов'язкову наявність випадкової складової. Модель, у якій часовий ряд представлений як добуток перерахованих компонент, називається мультиплікативною моделлю (рис. 7.1).

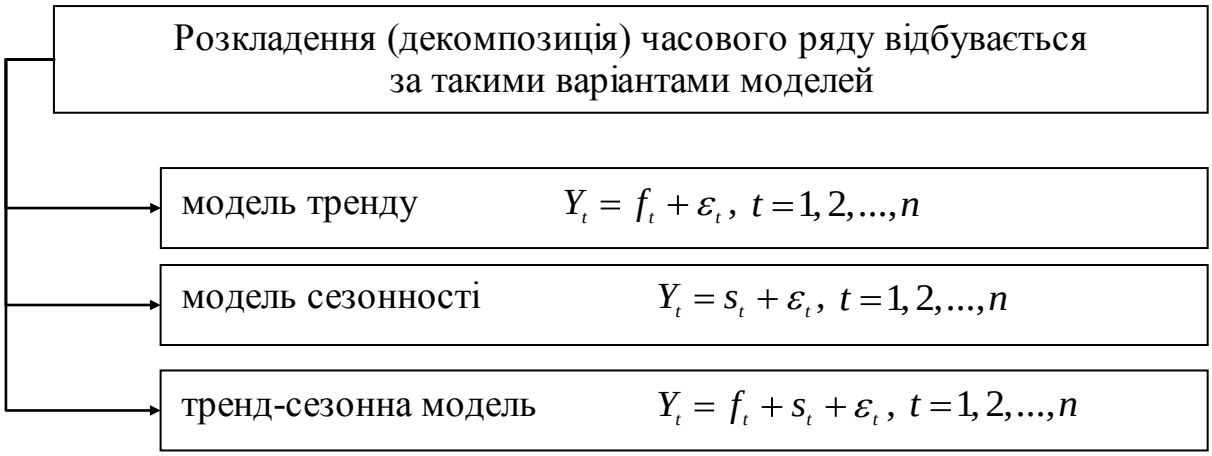


Рис. 7.1. Види моделей часового ряду

Побудова адитивної і мультиплікативної моделей пов'язана з розрахунком значення f_t, s_t, ε_t для кожного рівня ряду. Відомо декілька підходів до аналізу структури часових рядів, що містять сезонні або циклічні коливання. Найпростіший підхід – розрахунок значень сезонної компоненти методом ковзного середнього та побудови адитивної або мультиплікативної моделі часового ряду. Вибір однієї з двох моделей відбувається на основі аналізу структури сезонних коливань. Якщо амплітуда коливань приблизно постійна, будують адитивну модель часового ряду, в якій значення сезонної компоненти передбачаються постійними для

різних циклів. Якщо амплітуда сезонних коливань зростає або зменшується, будують мультиплікативну модель часового ряду, яка ставить рівні ряду в залежність від значень сезонної компоненти. Процес побудови моделі включає в себе такі кроки:

Крок 1. Вирівнювання вихідного ряду методом ковзного середнього. Для цього:

1) просумуємо рівні ряду послідовно за кожний квартал із зсувом на один момент часу і визначимо умовні значення (укрупнюємо дані);

2) розділимо отримані суми на число, яке дорівнює кількості періодів, що збільшувалися;

3) приведемо ці значення відповідно до фактичних моментів часу, для чого знайдемо середні значення з двох послідовних ковзних середніх – центровані ковзні середні.

Крок 2. Розрахунок значень сезонної компоненти s_t.

Крок 3. Усунення сезонної компоненти з вихідних рівнів ряду і утримання вирівняних даних ($f_t + \varepsilon_t$) в адитивній або ($f_t \cdot \varepsilon_t$) в мультиплікативній моделі.

Крок 4. Аналітичне вирівнювання рівнів ($f_t + \varepsilon_t$) або ($f_t \cdot \varepsilon_t$) і розрахунок значень f_t з використанням отриманого рівняння тренду.

Крок 5. Розрахунок отриманих з моделі значень ($f_t + \varepsilon_t$) або ($f_t \cdot \varepsilon_t$).

Крок 6. Розрахунок абсолютних та/або відносних помилок. Якщо отримані значення похибок не містять автокореляції, ними можна замінити вихідні рівні ряду і в подальшому використовувати часовий ряд похибок ε_t для аналізу взаємозв'язків вихідного рівня та інших часових рядів. Розглянемо алгоритм побудови на прикладі адитивної моделі.

Приклад. Є дані про споживання електроенергії мешканцями регіону за останні 4 роки. Цей ряд містить сезонні коливання періодичністю 4. За графіком ряду можна встановити наявність приблизно рівної амплітуди коливань (рис. 7.2). Це свідчить про відповідність ряду адитивній моделі.

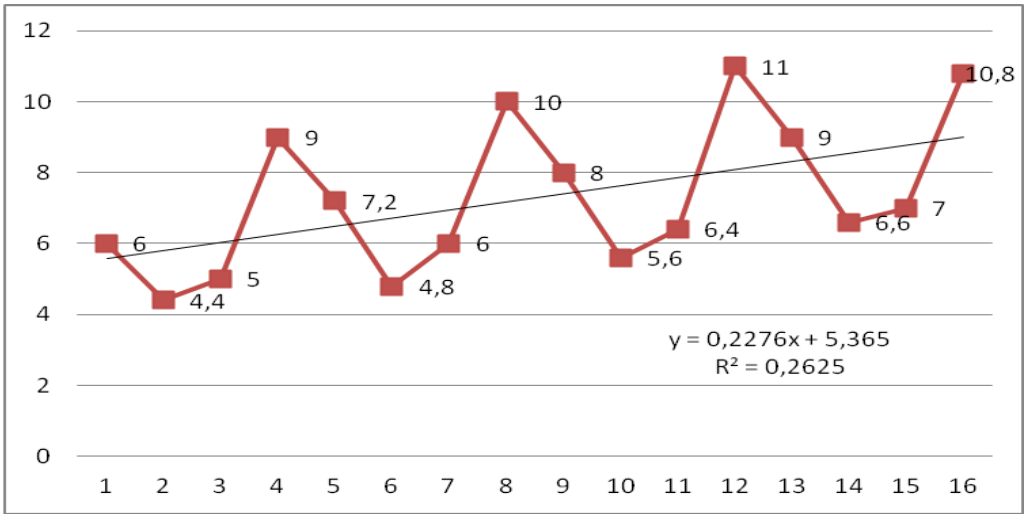


Рис. 7.2. Споживання електроенергії протягом 4-х років

Таблиця 7.1

Результати початкової регресійної моделі

Регресійна статистика	
Множинний R	0,51236
R-квадрат	0,262513
Нормований R-квадрат	0,209836
Стандартна похибка	1,880352
Спостереження	16

Дисперсійний аналіз	*df*	*SS*	*MS*	*F*
Регресія	1	17,61988	17,61988	4,983389
Залишок	14	49,50012	3,535723	
Всього	15	67,12		

	Коефіцієнти	*Стандартна похибка*	*t-статистика*	*P-значення*
Y-перетин	5,365	0,986065	5,440819	8,7E-05
Змінна X_1	0,227647	0,101976	2,232351	0,042442

Розрахуємо її компоненти.

Крок 1. Проведемо вирівнювання вихідних рівнів ряду методом ковзної середньої. Для цього розрахуємо ковзну середню за 4 квартали, центровану ковзну середню.

Крок 2. Знайдемо оцінки сезонної компоненти як різницю між фактичними рівнями ряду і центрованими ковзними середніми. Використовуємо ці оцінки для розрахунку значень сезонної компоненти S. У моделях існує припущення, що сезонні дії за період взаємно погашаються.

Таблиця 7.2

Проміжні розрахунки

№ кварталу	Споживання електроенергії	Разом за 4 квартали	Ковзна середня за 4 квартали	Центрована ковзна середня	Оцінка сезонної компоненти
1	6	-	-	-	-
2	4,4	24,4 (1+2+3+4)	6,1((1+2+3+4)/4)	-	-
3	5	25,6 (2+3+4+5)	6,4((2+3+4+5)/4)	6,25 ((2+3)/2)	-1,25 (5-6,25)
4	9	26	6,5	6,45 ((3+4)/2)	2,55 (9-6,45)
5	7,2	27	6,75	6,625	0,575
6	4,8	28	7	6,875	-2,075
7	6	28,8	7,2	7,1	-1,1
8	10	29,6	7,4	7,3	2,7
9	8	30	7,5	7,45	0,55
10	5,6	31	7,75	7,625	-2,025
11	6,4	32	8	7,875	-1,475
12	11	33	8,25	8,125	2,875
13	9	33,6	8,4	8,325	0,675
14	6,6	33,4	8,35	8,375	-1,775
15	7	-	-	-	-
16	10,8	-	-	-	-

В адитивній моделі це виражається у тому, що сума значень сезонної компоненти у всіх кварталах має дорівнювати нулю.

Таблиця 7.3

Сезонна компонента в ряду динаміки

Рік	I квартал	II квартал	III квартал	III квартал
1	-	-	-1,25	2,55
2	0,575	-2,075	-1,1	2,7
3	0,55	-2,025	-1,475	2,875
4	0,675	-1,775	-	-
Разом за *i*-й квартал за всі роки	1,8	-5,875	-3,825	8,125
Середня оцінка сезонної компоненти для і-го кварталу, $\bar{s}_t$	0,6	-1,958	-1,275	2,708
Скоригована сезонна компонента, s_t	0,581	-1,977	-1,294	2,69

Для цієї моделі маємо: 0,6-1,958+1,275+2,708=0,075.

Визначимо коригуючий коефіцієнт: k=0,075/4=0,01875.

Розрахуємо скориговані значення сезонної компоненти як різницю між її середньою оцінкою і коригуючим коефіцієнтом k:

$$s_t = \overline{s_t} - k, \qquad \text{де } t = 1:4.$$

Перевіримо рівність нулеві суми значень сезонної компоненти:

$$0{,}581 - 1{,}977 - 1{,}294 + 2{,}690 = 0.$$

Відтак, отримано такі значення сезонної компоненти (рис. 7.3):

I квартал: S1= 0,581.

II квартал: S2 = – 1,977.

III квартал: S3 = – 1,294.

IV квартал: S4 = 2,690.

Занесемо ці значення в таблицю для відповідних кварталів.

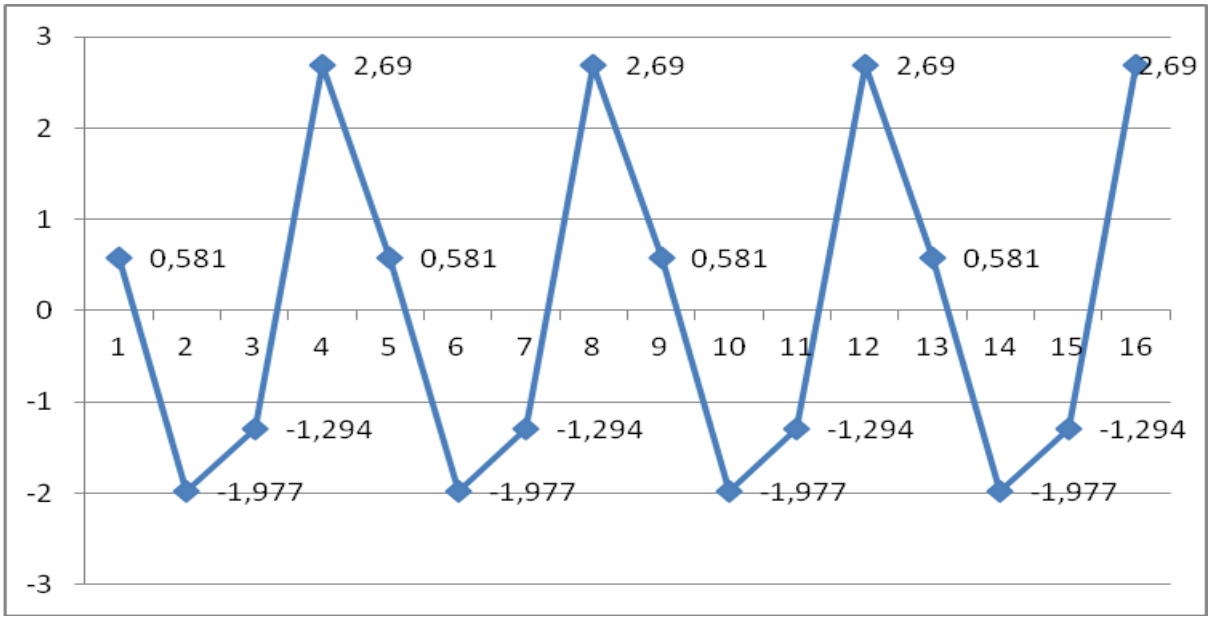


Рис. 7.3. Візуалізація сезонності моделі

Таблиця 7.4

Вихідні дані для регресійної моделі

t	y_t	s_t	$f_t+\varepsilon_t=y_t-s_t$	$f_t=5{,}7155+0{,}1864t$	f_t+s_t	$\varepsilon_t=y_t-(f_t+s_t)$	s_t^2
1	6	0,581	5,419 (6-0,581)	5,9019	6,4829	-0,4829 (6-6,4829)	0,2332
2	4,4	-1,977	6,377	6,0883	4,1113	0,2887	0,0833
3	5	-1,294	6,294	6,2747	4,9807	0,0193	0,0004
4	9	2,69	6,31	6,4611	9,1511	-0,1511	0,0228
5	7,2	0,581	6,619	6,6475	7,2285	-0,0285	0,0008
6	4,8	-1,977	6,777	6,8339	4,8569	-0,0569	0,0032
7	6	-1,294	7,294	7,0203	5,7263	0,2737	0,0749
8	10	2,69	7,31	7,2067	9,8967	0,1033	0,0107
9	8	0,581	7,419	7,3931	7,9741	0,0259	0,0007
10	5,6	-1,977	7,577	7,5795	5,6025	-0,0025	0,0000
11	6,4	-1,294	7,694	7,7659	6,4719	-0,0719	0,0052
12	11	2,69	8,31	7,9523	10,6423	0,3577	0,1279
13	9	0,581	8,419	8,1387	8,7197	0,2803	0,0786
14	6,6	-1,977	8,577	8,3251	6,3481	0,2519	0,0635
15	7	-1,294	8,294	8,5115	7,2175	-0,2175	0,0473
16	10,8	2,69	8,11	8,6979	11,3879	-0,5879	0,3456
Сума							1,0981

Крок 3. Елімінуємо вплив сезонної компоненти, вираховуючи її значення з кожного рівня вихідного часового ряду. Отримуємо: $f_t+\varepsilon_t=Y_t-s_t$. Ці значення розраховуються для кожного моменту часу і містять тільки тенденцію та випадкову компоненту (рис. 7.4).

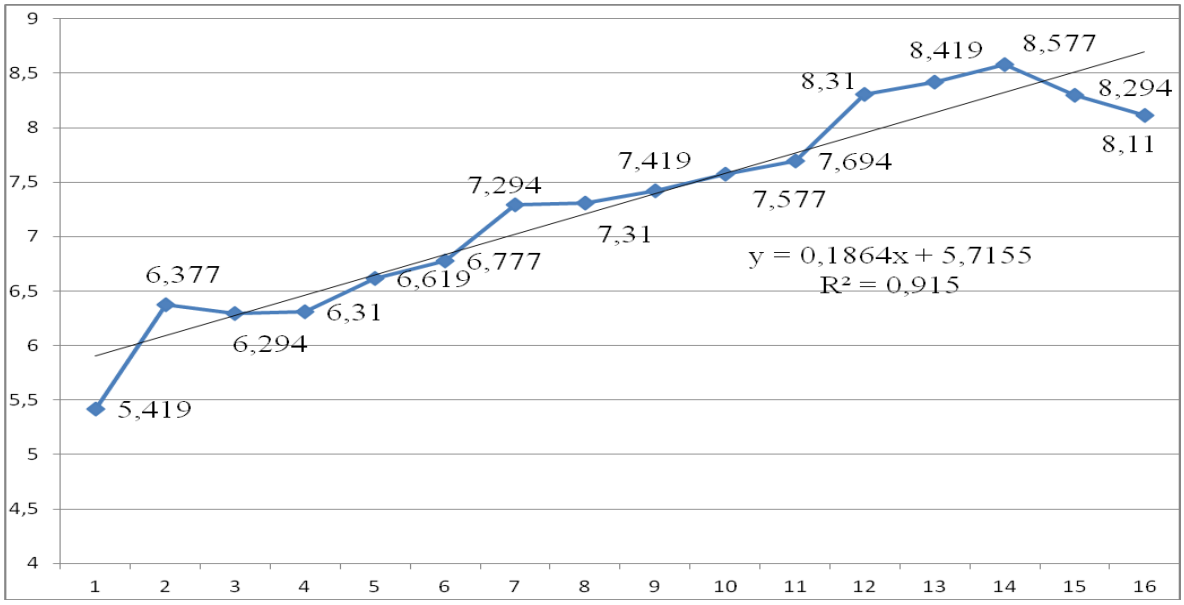


Рис. 7.4. Основна тенденція без сезонності

Крок 4. Визначимо компоненту f_t цієї моделі. Для цього проведемо аналітичне вирівнювання ряду ($f_t + \varepsilon_t$) за допомогою лінійного тренду. Результати аналітичного вирівнювання (побудови регресії ($f_t + \varepsilon_t$) залежно від t): f_t=5,7155+0,1864·t.

Підставивши в рівняння значення t, знаходимо рівні f_t для кожного моменту часу.

Крок 5. Знайдемо значення рівнів ряду, отримані за адитивною моделлю. Для цього додамо до рівнів f_t значення сезонної компоненти для відповідних кварталів.

Крок 6. Відповідно до методики побудови адитивної моделі розрахунок похибки проводиться за формулою $\varepsilon_t = y_t - (f_t + s_t)$ – це абсолютна похибка (рис. 7.5).

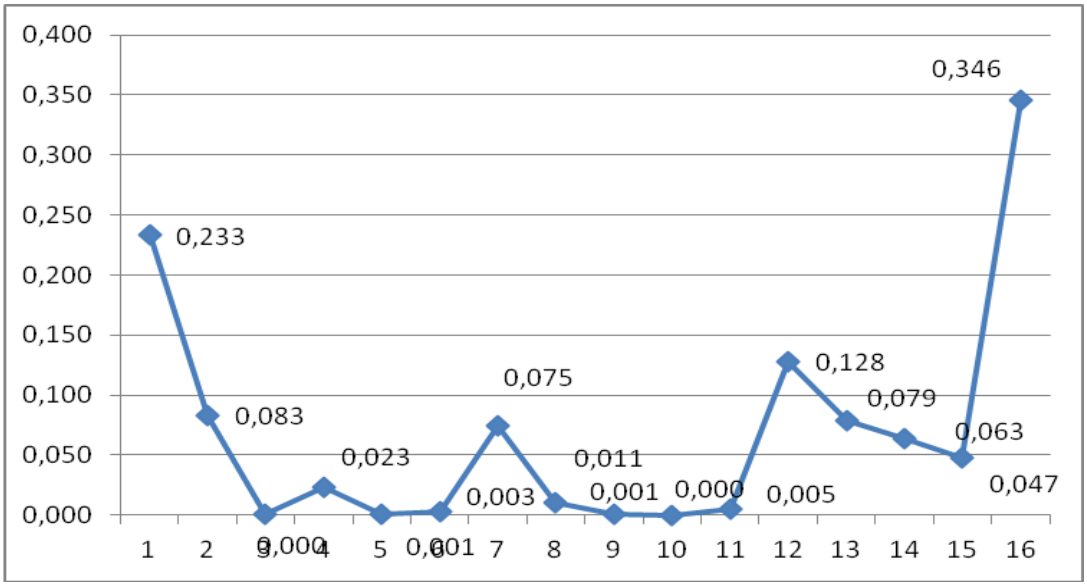


Рис. 7.5. Абсолютна похибка моделі

За аналогією з моделлю регресії для оцінки якості побудови моделі, а також для вибору найкращої моделі можна використовувати суму квадратів абсолютних помилок. Для цієї моделі сума квадратів абсолютних помилок дорівнює 1,10 (табл. 7.4). Щодо загальної суми квадратів відхилень рівнів ряду від його середнього рівня ($\sum (y - \bar{y})^2$), рівної 67,120, ця величина становить 1,64 %: (1-1,10/67,120)·100 = 98,36. Отже, можна зазначити, що адитивна модель пояснює 98,36 % загальної варіації рівнів часового ряду споживання електроенергії за останні 16 кварталів.

Таблиця 7.5

Результати регресійної моделі без сезонної складової

Регресійна статистика	
Множинний R	1
R-квадрат	1
Нормований R-квадрат	1
Стандартна похибка	4,15E-16
Спостереження	16

Дисперсійний аналіз

	df	*SS*	*MS*	*F*
Регресія	1	11,81329	11,81329	6,87E+31
Залишок	14	2,41E-30	1,72E-31	
Всього	15	11,81329		

	Коефіцієнти	*Стандартна похибка*	*t-статистика*	*P-значення*
Y-перетин	5,7155	2,17E-16	2,63E+16	2,9E-223
Змінна X_1	0,1864	2,25E-17	8,29E+15	3E-216

Мультиплікативна модель будується аналогічно, тільки у виразах «–» замінюється на «/», а «+» на «·».

7.2. Моделі з лаговими змінними

У разі наявності тенденції і циклічних коливань значення кожного наступного рівня ряду залежить від попередніх значень. Кореляційну залежність між послідовними рівнями часового ряду називають автокореляцією рівнів ряду. Кількісно її можна виміряти за допомогою лінійного коефіцієнта кореляції між рівнями вихідного часового ряду і рівнями цього ряду, зсунутими на декілька кроків у часі.

Доцільним для забезпечення статистичної достовірності коефіцієнтів автокореляції використовувати правило: «максимальний лаг повинен бути не більше n/4».

Зазначимо властивості коефіцієнта автокореляції. По-перше, він будується за аналогією з лінійним коефіцієнтом кореляції і тому характеризує тісноту тільки лінійного зв’язку поточного і попереднього рівнів ряду. Тому за коефіцієнтом автокореляції можна суди-

ти про наявність лінійної (або близької до лінійної) тенденції. Для деяких часових рядів, що мають сильну нелінійну тенденцію (наприклад, параболу другого порядку або експоненту), коефіцієнт автокореляції рівнів вихідного ряду може наближатися до нуля.

По-друге, за знаком коефіцієнта автокореляції неможливо зробити висновок про зростаючу або спадну тенденцію у рівнях ряду. Більшість часових рядів економічних даних містять позитивну автокореляцію рівнів, однак при цьому вони можуть мати спадну тенденцію. Послідовність коефіцієнтів автокореляції рівнів першого, другого і т. д. порядків називають *автокореляційною функцією* часового ряду. Графік залежності її значень від величини лагу (порядку коефіцієнта кореляції) називають *корелограмою*. Аналіз автокореляційної функції і корелограми дозволяє визначити лаг, за якого автокореляція більш висока, відповідно, лаг, за якого зв'язок між поточним і попереднім рівнями ряду найбільш щільний, тобто за допомогою аналізу автокореляційної функції і корелограми можна виявити структуру ряду. Якщо найбільш високим виявився коефіцієнт автокореляції першого порядку, досліджуваний ряд містить тільки тенденцію. Якщо найбільш високим виявився коефіцієнт автокореляції порядку i, то ряд містить циклічні коливання з періодичністю в i момент часу. Якщо жодний з коефіцієнтів автокореляції не є значущим, можна зробити припущення щодо структури цього ряду: або ряд не містить тенденції і циклічних коливань і має структуру, подібну до структури ряду, або ряд містить сильну нелінійну тенденцію, для виявлення якої необхідно провести додатковий аналіз. Тому коефіцієнт автокореляції рівнів і автокореляційну функцію доцільно використовувати для виявлення в часовому ряді наявності або відсутності трендової компоненти f і циклічної (сезонної) компоненти s. Шкода, але корелограму в MS Excel побудувати не можна, ця функція є у спеціалізованих програмах. Здійснений у них аналіз значень автокореляційної функції дозволяє зробити висновок про наявність у часовому ряді, що вивчається, по-перше, лінійної тенденції, по-друге, сезонних коливань періодичністю в

4 квартали. Наприклад, при аналізі часового ряду найбільш високим виявився коефіцієнт автокореляції другого порядку, ряд містить циклічні коливання з циклом, рівним двом періодам, тобто має пилоподібну структуру.

Застосуємо можливості MS Excel для аналізу регресійних моделей з лаговими змінними.

Приклад. Вихідними даними моделі є обсяг чистого доходу від реалізоції продукції, товарів, робіт і послуг за 2009–2019 рр. (табл. 7.6). Для дослідження взято період 11 років, визначимо, яку кількість лагів доцільно будувати 11/4=2,75.

Кількість періодів, за яким розраховується коефіцієнт автокореляції, називається лагом. Із збільшенням лагу кількість пар значень, за якими розраховується коефіцієнт автокореляції, зменшується. Сформуємо вихідні дані у таблиці 7.6 з урахуванням запізнення на один і два лаги.

Таблиця 7. 6

Показники фінансової звітності підприємства

Рік	**Чистий дохід (виручка) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг), $\hat{Y}$**	x_i	x_{i-1}	x_{i-2}
2009	475800	1	-	-
2010	685000	2	1	-
2011	851158	3	2	1
2012	926736	4	3	2
2013	1003350	5	4	3
2014	1186576	6	5	4
2015	1529184	7	6	5
2016	1774311	8	7	6
2017	1945225	9	8	7
2018	2250000	10	9	8
2019	2300000	11	10	9

Побудуємо три моделі і проаналізуємо значення коефіцієнтів кореляції. (табл. 7.7).

Таблиця 7.7

Регресійна статистика трьох регресійних моделей

Показник	Початкова	Запізнення на один лаг	Запізнення на два лаги
Множинний R	0,988	0,986	0,987
R-квадрат	0,977	0,973	0,974
Нормований R-квадрат	0,974	0,844	0,684
Стандартна похибка	102590,452	104839,949	98460,895
Спостереження	11	10	9

Отримані результати підтверджують висновок про те, що ряд чистий дохід від реалізації продукції, товарів, робіт і послуг містить лінійну тенденцію. Множинний R (коефіцієнт кореляції) за початковими значення має максимальне значення, тому для оцінки тенденції доречно застосовувати його результати (рис. 7.6):

$$\hat{Y}= 217893,5\ 5+189856,23x_i.$$

Щорічно упродовж одинадцяти років чистий дохід у середньому зростав на 189,86 млн грн.

A	B	C	D	E	F	G
Регрессионная статистика						
Множественный R	0,988					
R-квадрат	0,977					
Нормированный R-квадрат	0,974					
Стандартная ошибка	102590,452					
Наблюдения	11					
Дисперсионный анализ						
	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимость F*	
Регрессия	1	3,96499E+12	3,96499E+12	376,73	1,18247E-08	
Остаток	9	94723207863	10524800874			
Итого	10	4,05972E+12				
	Коэффициенты	*Стандартная ошибка*	*t-статистика*	*P-Значение*	*Нижние 95%*	*Верхние 95%*
Y-пересечение	217893,55	66342,15	3,28	0,01	67817,18	367969,91
Час	189856,23	9781,62	19,41	0,00	167728,67	211983,78

Рис. 7.6. Результати моделювання часового ряду

Модуль якісний коефіцієнт детермінації 0,977, розрахований критерій Фішера 376,73 значимий (p=0<0,05), розраховані значення t-статистики Стьюдента t_0=3,28 і t_1=19,41 значимі (p_0=0,01<0,05, p_1=0<0,05), що вказує на достовірність параметрів моделі. Отримані результати дають можливість зробити прогноз чистого доходу підприємства на 2020 рік:

$$\hat{Y}= 217893,5\ 5+189856,23*12=2496,168 \text{ млн грн.}$$

Отже, тенденція до зростання чистого доходу продовжиться і надалі.

Приклад. Визначити вплив вартості основних засобів на результати діяльності підприємства за допомогою регресійної моделі з лаговими змінними. Вихідними даними моделі є обсяг чистого доходу від реалізоції продукції, товарів, робіт і послуг та залишкової вартості основних засобів за 2009–2019 рр. (табл. 7.8).

Для дослідження взято період 11 років, визначимо, яку кількість лагів доцільно будувати 11/4=2,75. Сформуємо вихідні дані в таблиці 7.8 з урахуванням запізнення на один і два лаги.

Таблиця 7. 8

Показники фінансової звітності підприємства

Рік	**Чистий дохід (виручка) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг), $\hat{Y}$**	**Залишкова вартість основних засобів, x_i**	**Залишкова вартість основних засобів, x_{i-1}**	**Залишкова вартість основних засобів, x_{i-2}**
2009	475800	137720	-	-
2010	685000	155000	137720	-
2011	851158	247203	155000	137720
2012	926736	264647	247203	155000
2013	1003350	296264	264647	247203
2014	1186576	300187	296264	264647
2015	1529184	371055	300187	296264
2016	1774311	426317	371055	300187
2017	1945225	671689	426317	371055
2018	2250000	905000	671689	426317
2019	2300000	885000	905000	671689

Побудуємо три моделі, а саме: початкову (табл. 7.9), лагову із запізненням в один лаг (табл. 7.10) і лагову із запізненням у два лаги (табл. 7.11). У порівняльному аналізі оберемо найкращу для прогнозування чистого доходу за допомогою коефцієнта кореляції.

Таблиця 7.9

Результати однофакторної регресійної моделі

Регресійна статистика	
Множинний R	0,950
R-квадрат	0,903
Нормований R-квадрат	0,893
Стандартна похибка	208888,001
Спостереження	11

Дисперсійний аналіз

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимість F*
Регресія	1	3,667E+12	3,67E+12	84,040	7,342E-06
Залишок	9	3,927E+11	4,36E+10		
Усього	10	4,06E+12			

	Коефіцієнти	*Стандартна похибка*	*t-статистика*	*P-значення*	*Нижнє 95 %*	*Верхнє 95 %*
Y-перетин	420683,073	119996,971	3,506	0,007	149231,065	692135,080
ОЗ	2,210	0,241	9,167	0,000	1,665	2,756

Таблиця 7.10

Результати рересійної моделі із запізненням у один лаг

Регресійна статистика	
Множинний R	0,950
R-квадрат	0,902
Нормований R-квадрат	0,874
Стандартна похибка	211933,518
Спостереження	10

Дисперсійний аналіз

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимість F*
Регресія	2	2,8911E+12	1,4455E+12	32,183	0,0003
Залишок	7	3,1441E+11	4,4916E+10		
Усього	9	3,2055E+12			

	Коефіцієнти	*Стандартна похибка*	*t-статистика*	*P-значення*	*Нижнє 95%*	*Верхнє 95%*
Y-перетин	499156,56	135630,15	3,68	0,01	178442,21	819870,92
ОЗ	2,00	0,77	2,59	0,04	0,18	3,83
ОЗ-1	0,10	0,87	0,12	0,91	-1,96	2,17

Таблиця 7.11

Результати ресійної моделі із запізненням у два лаги

Регресійна статистика	
Множинний R	0,957
R-квадрат	0,916
Нормований R-квадрат	0,866
Стандартна похибка	207576,255
Спостереження	9

Дисперсійний аналіз

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимість F*
Регресія	3	2,348E+12	7,83E+11	18,165	0,004
Залишок	5	2,154E+11	4,31E+10		
Усього	8	2,563E+12			

	Коефіцієнти	*Стандартна похибка*	*t-статистика*	*P-значення*	*Нижнє 95%*	*Верхнє 95%*
Y-перетин	412696,624	185924,728	2,220	0,077	-65238,105	890631,354
ОЗ	2,090	0,781	2,675	0,044	0,081	4,099
ОЗ-1	-1,626	1,592	-1,021	0,354	-5,718	2,466
ОЗ-2	2,383	1,823	1,307	0,248	-2,303	7,069

Остання модель містить найбільший коефіцієнт кореляції (0,957), її і доцільно застосовувати для оцінки впливу основних засобів на чистий дохід від реалізації:

$$\hat{Y} = 412696{,}624 + 2{,}090x_i - 1{,}626x_{i-1} + 2{,}383x_{i-2}.$$

Збільшення залишкової вартості основних засобів на 1 тис. грн зумовить зростання чистого доходу від реалізації на 2,090 (можливе коливання показника від 0,081 до 4,099) тис. грн у наступному році, зменшить чистий дохід на 1,626 (від -5,718 до 2,466) тис. грн через рік і приведе до зростання чистого доходу на 2,383 (від –2,303 до 7,069) тис. грн через два роки. Розрахований критерій Фішера 18,165 значимий (p=0,004 < 0,05).

Перелік питань для самоконтролю

1. Поясніть сутність адитивної і мультиплікативної моделі.
2. У чому полягає декомпозиція часового ряду.
3. Поясніть випадки, коли будують адитивну і мультиплікативну моделі.
4. Назвіть етапи побудови моделі часового ряду.
5. Як визначити лаг моделі?
6. Назвіть сутність автокореляції рівнів ряду.
7. Назвіть етапи побудови корелограми і принципи її використання.
8. Назвіть критерії перевірки часового ряду.
9. Назвіть приклади нестаціонарних часових рядів та шляхи приведення їх до стаціонарних.

Лабораторна робота 8

Тема. Прикладний аналіз часових рядів

Мета: навчитися проводити економетричний аналіз моделей із лаговими змінними з використанням електронних таблиць MS Excel.

Навчальні завдання

За квартальними даними середньооблікової кількості штатних працівників за видами економічної діяльност (додаток Н) провести декомпозицію ряду динаміки, виділити основну тенденцію – тренд, сезонну складову і похибку, за допомогою електронних таблиць «***MS Excel***».

Для виконання роботи студент повинен знати та вміти

1. Зміст роботи та порядок її проведення.
2. Алгоритм поетапної декомпозиції часового ряду.
3. Користуватися пакетом ***MS Excel***, а саме:

– майстром діаграм (знаходити: **«Вставка» → «Графік»**);

– вбудованими функціями аналізу даних (знаходити: **«Дані» → «Аналіз даних» → «Регресія»**);

– майстром функцій (знаходити: **«Вставка» →** « f_x **Функція…» → «Категорія»**) вбудованими статистичними функціями.

ХІД РОБОТИ

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ У ПАКЕТІ *MS EXCEL*

1. Провести вирівнювання вихідних рівнів ряду методом ковзної середньої. Для цього розраховувати ковзну середню за 4 квартали, центровану ковзну середню.

2. Знайти оцінки сезонної компоненти як різницю між фактичними рівнями ряду і центрованими ковзними середніми.

3. Елімінувати вплив сезонної компоненти, вираховуючи її значення з кожного рівня вихідного часового ряду: $f_t + \varepsilon_t = Y_t - s_t$.

4. Визначити трендову компоненту f_t цієї моделі. Для цього провести аналітичне вирівнювання ряду ($f_t + \varepsilon_t$) за допомогою лінійного тренду, а саме: побудувати регресію ($f_t + \varepsilon_t$) залежно від t.

5. Знайти значення рівнів ряду, отриманих за адитивною моделлю. Для цього додати до рівнів f_t значення сезонної компоненти для відповідних кварталів.

6. Відповідно до методики побудови адитивної моделі розрахувати похибки за формулою $\varepsilon_t = y_t - (f_t + s_t)$.

Економічна інтерпретація моделі із сезонністю

Приклад. 1. Надходження ППП до бюджету містять сезонні коливання (різке зростання у першому кварталі та зменшення у другому), простежується загальна тенденція до зменшення, коефіцієнт апроксимації низький, тому рівняння не можна використовувати для короткострокового прогнозу ($R^2 = 0{,}5748$) (рис. 7.8.1).

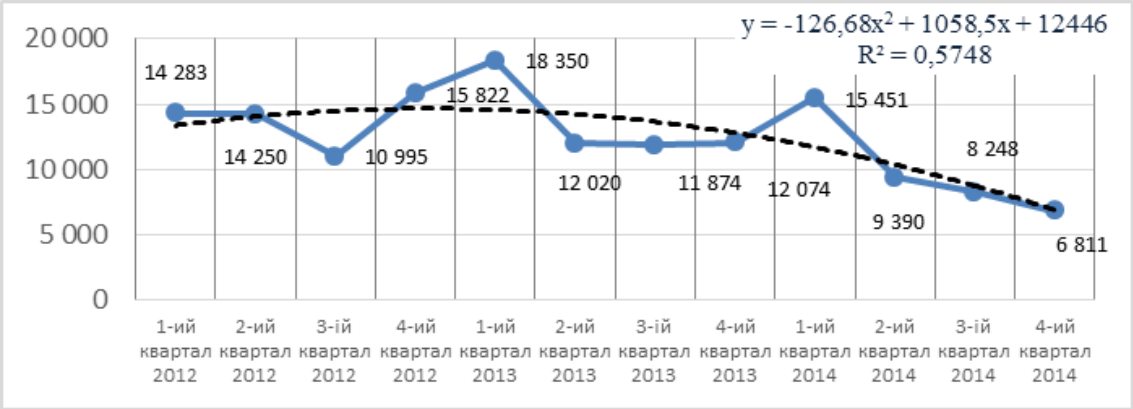


Рис. 7.8.1 Надходження ППП за квартальними даними за 2012–2014 рр.

Джерело: складено авторами[42].

Проведена декомпозиція часового ряду, а саме: вирівнювання вихідних даних методом ковзної середньої (по 4 точках) та вилучення сезонної компоненти із часового ряду (табл. 7.8.1).

Таблиця 7.8.1

Визначення сезонної компоненти

Рік	I квартал	II квартал	III квартал	IV квартал
2012	–	–	–3 350,87	1 246,5
2013	3 943,375	–2 028	–1 343,12	–452
2014	3 707	–1 242,875	–	–
Разом за і-й квартал за всі роки	7 650,375	–3 270,875	–4 694	794,5
Середня оцінка сезонної компоненти для і-го кварталу	3 825,187	–1 635,437	–2 347	397,25
Скоригована сезонна компонента	3 765,19	–1 695,44	–2 407,00	337,25

Джерело: розраховано авторами.

[42] Державна казначейська служба України. URL : http://treasury.gov.ua/main/uk/index.

У результаті отримано ряд динаміки надходжень ППП без сезонної компоненти, який дав можливість зробити прогноз ($R^2 = 0,7759$) (рис. 7.8.2).

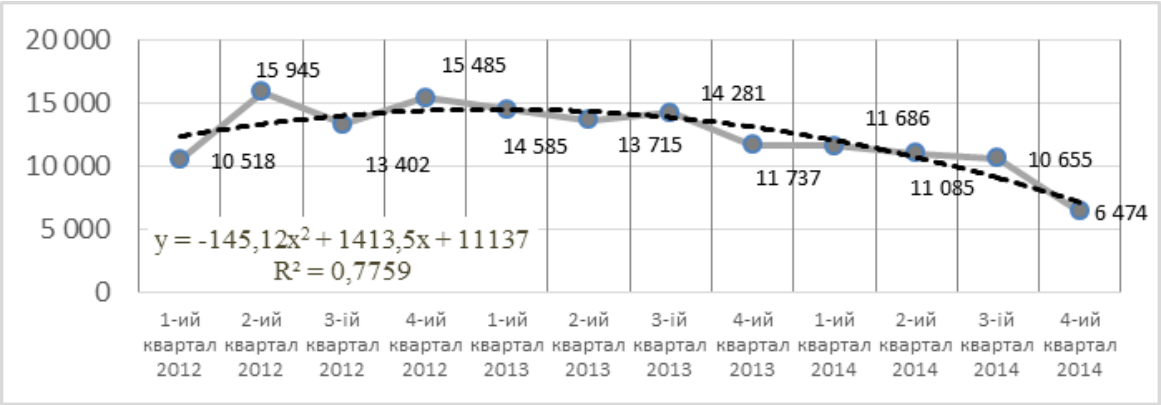


Рис. 7.8.2. Основна тенденція надходжень податку на прибуток підприємств без сезонної компоненти

Прогноз за поліноміальним рівнянням становитиме:

– на I квартал 2015 р.: y = 4 987,2 млн грн;

– на II квартал 2015 р.: y = 2 482,48 млн грн.

Проведена оцінка якості побудованої моделі за допомогою суми квадратів абсолютних похибок показує, що адитивна модель пояснюється на 82,52 % загальною варіацією рівнів часового ряду надходжень ППП за останні 12 кварталів і на 17,48 % іншими факторами, включаючи стохастичну змінну.

Отже, податок на прибуток підприємств є одним із основних бюджетоформуючих податків, але в умовах фінансово-економічної і політичної кризи в Україні спостерігається значне зменшення податкових надходжень від нього, ця тенденція буде продовжуватися і надалі. Наразі це обумовлено не лише загальним зменшенням обсягів виробництва, а і недосконалістю існуючої системи оподаткування. Надмірне податкове навантаження мотивує платників шукати правомірні способи оптимізації оподаткування, що, зазвичай, збільшує грошові обороти тіньового сектору та посилює тенденції до корупційних проявів тощо. Декомпозиція часового ряду дає можливість отримати рівняння тренду без сезонної компоненти, що покращує результати короткострокового прогнозу.

Тести

1. Складовими часового ряду є:

а) основна тенденція, сезонність, циклічність, похибка;

б) коливання, сезонність, циклічність, похибка;

в) сезонність, циклічність, похибка;

г) основна тенденція, сезонність, циклічність.

2. Флуктуація ряду динаміки – це:

а) інтеграція ряду;

б) правильної відповіді немає;

в) завмирання ряду;

г) коливання ряду.

3. Дослідження і пошук невідомих параметрів регресійної моделі в програмі MS EXCEL відбувається за допомогою команди:

а) «Пошук рішення»;

б) «Описова статистика»;

в) «Коваріація»;

г) «Аналіз даних».

4. В якій моделі коефіцієнт β при факторних ознаках не має економічного змісту:

а) поліноміальному;

б) лінійному;

в) степеневому;

г) в усіх перерахованих.

5. За часовою ознакою моделі можна поділити на:

а) правильної відповіді немає;

б) статичні та динамічні;

в) симулятивні та імітаційні;

г) періодичні та динамічні.

6. Побудована функція зміни ВВП за 15 років $\hat{Y}$=0,353 + 0,25*t*, пояснити результат можна так:

а) 0,25 – це середньорічний темп зростання ВВП;

б) 0,353 – це середньорічний темп зростання ВВП;

в) показники не мають прикладний аспект;

г) правильної відповіді немає.

7. Побудована функція зміни податок на прибуток за 10 років $\hat{Y}$=0,353 - 0,75*t*, пояснити результат можна так:

а) щороку в середньому податок на прибуток зменшувався на 0,75 тис. грн;

б) щороку в середньому податок на прибуток збільшувався на 0,75 тис. грн;

в) щороку в середньому податок на прибуток збільшувався на 0,353 тис. грн;

г) правильної відповіді немає.

8. Побудована функція зміни податок на прибуток за 8 років $\hat{Y}$=-0,353*$t^{0,52}$, пояснити результат можна так:

а) щороку в середньому податок на прибуток зменшувався на 52 %;

б) щороку в середньому податок на прибуток збільшувався на 52 %;

в) щороку в середньому податок на прибуток збільшувався на 0,353 тис. грн;

г) правильної відповіді немає.

9. Побудована функція зміни ВВП за 15 років $\hat{Y}$=0,62* $t^{0,25}$, пояснити результат можна так:

а) на 25 % в середньому зростав ВВП щороку;

б) на 62 % в середньому зростав ВВП щороку;

в) показники не мають прикладний аспект;

г) правильної відповіді немає.

10. Яке значення потрібно підставити у функцію $\hat{Y}=0,62*t^{0,25}$, щоб отримати короткостроковий прогноз на наступний період, якщо досліджувати імпорт за 12 років:

а) 13;

б) 12;

в) 11;

г) правильної відповіді немає.

11. Послідовність значень показника, який характеризує зміну того чи іншого соціально-економічного явища в часі:

а) динамічний ряд;

б) ранжований ряд;

в) кумулятивний ряд;

г) правильної відповіді немає.

12. Аналітичний вираз основної тенденції з екстраполяцією отриманих результатів – це:

а) тренд;

б) ранжований ряд;

в) кумулятивний ряд;

г) правильної відповіді немає.

13. Продовження тенденцій, які встановлені в минулому, на майбутній період, тобто продовження виявленої тенденції за межі ряду динаміки – це:

а) екстраполяція;

б) інтерполяція;

в) ранжування;

г) правильної відповіді немає.

14. Знаходження проміжних (невідомих) величин динамічного ряду – це:

а) інтерполяція;

б) екстраполяція;

в) ранжування;

г) правильної відповіді немає.

15. Назвіть метод, який застосовують для усунення випадкових коливань у часовому ряді, – це:

а) ковзної середньої;

б) рейтингової оцінки;

в) ранжування;

г) правильної відповіді немає.

16. Якщо згладжують ряд спостереження по 9 точках, на скільки значень зменшується похідний ряд:

а) 4 знизу та 4 зверху;

б) 5 знизу та 5 зверху;

в) 3 знизу та 3 зверху;

г) правильної відповіді немає.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Worldbank Stat. URL: http://www.worldbank.org.
2. Агентство з розвитку інфраструктури фондового ринку України. URL: http: //smida.gov.ua.
3. Аналітика та прогнозування соціально-економічних процесів і податкових надходжень: монографія / Паянок Т.М., Лаговський В.В., Краєвський В.М. та ін. Київ: ЦП «Компринт», 2019. 426 с.
4. Бюджетний моніторинг: аналіз виконання бюджету за 2002–2014 роки. URL: http://www.ibser.org.ua.
5. Городецька Т. Е., Поровай А. С. Аналіз податкових надходжень в системі доходів бюджету. *Молодий вчений*. 2017. № 2 (42). URL: http: //molodyvcheny.in.ua/files/j ournal/2017/2/59. pdf.
6. Державна казначейська служба України. URL: http://treasury.gov.ua/main/uk/index.
7. Довідник діючих банківських установ. URL: https://bank.gov.ua/control/bankdict/banks.
8. Дудко В. С., Краснова Т. Д., Лаговський В. В. Економіко-математичне моделювання: навчальний посібник для студ. вищ. навчал. закл. : у 2-х ч. Ірпінь: НУДПСУ, 2010. 448 с.
9. Інформаційна довідка щодо розвитку фондового ринку. *Офіційний сайт Національної комісії, що здійснює регулювання у сфері ринків фінансових послуг.* URL: http://nfp.gov.ua
10. Картаев Ф. С. Эконометрическое моделирование взаимосвязи курса рубля и динамики российского ВВП. *Вестник Московского университета*. 2014. № 2. С. 78–94.
11. Лаговський В.В., Паянок Т.М. Моделювання динаміки розвитку будівельної галузі України / *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2018. № 23. URL : http://global-national.in.ua/ issue-23-2018.
12. Минфин – всё о финансах: новости, курсы валют, банки. URL: http://minfin.com.ua.
13. Міністерство доходів і зборів України. URL : http://sta.gov.ua/.
14. Офіційний сайт Державної служби статистики України. UR : http:// www.ukrstat.gov.ua.

15. Офіційний сайт Міністерства фінансів України. URL: https://www.minfm. gov.ua.

16. Офіційний сайт Національного банку України. URL: https://bank.gov.ua.

17. Паянок Т. М. Методи економічних та статистичних досліджень: методичні вказівки до проведення практичних занять з використанням комп'ютерних технологій з курсу. Ірпінь: Національний університет ДПС України, 2014. 61с.

18. Паянок Т. М., Нягуська Н .П. Статистичний аналіз зовнішньоекономічної діяльності України. *Науковий вісник Національного університету ДПС України*, 2014. № 3. С. 45–58.

19. Паянок Т.М., Дудко В.С., Параниця Н.В. Оцінка взаємодії фінансового і промислового секторів України. *Вісник КНТЕУ*. 2016. № 3. С. 78–89.

20. Паянок Т.М., Задорожня Т.М. Економіко-математичні методи в прогнозуванні, на прикладі будівельної галузі України. *Глобальні та національні проблеми економіки*, 2018. № 22. URL : http://global-national.in.ua/issue-22-2018.

21. Положення про виведення неплатоспроможного банку з ринку. URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1581.

22. Руденок О. І., Малярець Л. М. Вплив факторів на прямі іноземні інвестиції в Україну. *Молодіжний економічний вісник ХНЕУ ім. С. Кузнеця*. 2015. № 2. С. 67–69.

23. Фінансові результати діяльності банків України (у розрізі банків). *Вісник НБУ,* 2007–2016 рр. №12. URL : https://bank.gov.ua/control/uk/publish/ article?art_id=42551443.

24. Фінансові результати Ощадбанку за підсумками. URL: https://minfin.com.ua/ua/company/oschadbank/rating/?date=2018-05-14

25. Щербина Ю. О., Манькута А. І. Податок на додану вартість та його роль у формуванні доходів державного бюджету України. *Modern economics.* 2017. № 1. URL: http://nbuv.gov.ua/ UJRN/modecon_2017_1_13.

ГЛОСАРІЙ

Автокореляція – це залежність випадкового члена ряду спостереження від минулих значень.

Асиметрія – відносне відхилення, яке характеризує напрям і міру скошеності всередині розподілу, тобто в який бік щодо середнього зміщена більшість значень розподілу.

Варіаційний ряд – це сукупність значень властивості, записаних у порядку зростання. Варіаційний ряд називається дискретним, якщо будь-які його варіанти відрізняються на сталу величину, і неперервним (інтервальним), якщо варіанти можуть відрізнятись один від одного на будь-яку малу величину.

Варіація – це мінливість (коливання) індивідуальних значень ознаки сукупності, тобто вимірювання ступеня коливання ознаки.

Верифікація моделі – зіставлення реальних і розрахункових даних, перевірка адекватності моделі, оцінка точності та стійкості отриманих рівнянь зв'язку, побудова прогнозів та сценаріїв розвитку.

Вибірка – частина генеральної сукупності, випадково відібрана для дослідження з метою отримання висновків про властивості генеральної сукупності.

Генеральна сукупність – уся сукупність об'єктів, яка цікавить дослідника.

Гетероскедастичність – це змінність дисперсії вільного члена, виникає щодо перехресної вибірки, рідше у часовому ряді, тобто у системі наявні різні дисперсії помилок.

Гістограма – це стовпчикова діаграма частот, а не даних.

Дані – факти і числа, за допомогою яких можуть прийматися рішення.

Довірчий інтервал – це розрахований на основі вибірки інтервал значень ознак, який з відомою ймовірністю містить оціночний параметр генеральної сукупності.

Екзогенні змінні (факторні змінні) – причини та умови, які необхідні для виникнення певного наслідку (x), екзогенні зміни визначають ендогенні, але самі не перебувають під їх впливом.

Ендогенна змінна (результативна змінна) – ознака, яка характеризує наслідок дії фактора або факторів, залежна змінна (Y).

Збурення або латентні змінні – це економічні величини, які не входять у рівняння регресійної моделі, але впливають на спільно залежні змінні. Вони формуються завдяки випадковим впливам, помилкам і припущенням.

Змінні – будь-яка характеристика об'єкта.

Коефіцієнт детермінації визначає міру впливу факторної ознаки на результативну, полягає в межах від 0 до 1. Якщо $R^2 = 0$, то це означає, що залежність між Y та X відсутня, тобто X не впливає на Y.

Кореляційний аналіз – статистичний метод, який дозволяє визначити, чи є залежність між випадковими змінними, який вона має напрям і наскільки вона сильна.

Кореляція – це статистична залежність між випадковими величинами, що має ймовірнісний характер, перебуває у межах від –1 до +1.

Кумулятивною кривою називають криву накопичених частот (частостей).

Мультиколінеарність – це лінійна залежність між незалежними змінними (факторами), вона не дає можливості визначити вплив кожного з них на результативну ознаку.

Набір даних – дані, що відібрані для конкретного аналізу.

Наперед визначена змінна (лагова) – змінна, значення якої відстає на один або декілька періодів. Якщо x_t, k – значення звичайної змінної xk, зафіксовані в цей момент часу t, то x_{t-1}, k – її лагові значення, зміщенні на один період.

Негативна лінійна залежність (негативна кореляція або зворотний зв'язок) – у разі зростання значень однієї змінної зменшуються значення іншої, розраховане значення перебуває в межах $-1 < r < 0$.

Нульова кореляція – це відсутність зв'язку між змінними. При цьому нульова загальна кореляція може свідчити про відсутність лише лінійної залежності, а не про відсутність будь-якого статистичного зв'язку.

Параметри – це числові характеристики генеральної сукупності.

Позитивна лінійна залежність ($0 < r < 1$) – зростання рівня значень однієї змінної супроводжується підвищенням значення іншої змінної.

Ранжування – це впорядкування статистичного матеріалу, розміщення варіанта у порядку зростання (спадання).

Регресія – це вимірювання одностороннього стохастичного зв'язку між факторною і результативною ознаками.

Рівень значимості гіпотези – називають ймовірність здійснити похибку першого роду, тобто відхилити правильну нульову гіпотезу ($a = 10$ % або 5 %, або 1 %).

Розмах варіації – це різниця між максимальним і мінімальним значенням ознаки.

Середнє значення – рівне сумі всіх значень розподілу, поділене на їх кількість.

Середній квадрат відхилень відносно регресії дає оцінку залишкової дисперсії щодо регресії, яка базується на $n - k$ ступенів свободи.

Скоригований коефіцієнт детермінації (або нормований) використовують для оцінки реальної тісноти зв'язків між результативною і факторною ознаками, для порівняння моделі з різною кількістю параметрів (x), при цьому ряд спостереження повинен бути однаковий.

Спільнозалежні змінні – це звичайні ендогенні змінні, які пояснюються регресійною моделлю в момент часу. Між ними існують багатосторонні зв'язки і визначаються не одним рівнянням, а одночасними рівняннями моделі.

Стандартна похибка – це оцінка середнього квадратичного відхилення коефіцієнта регресії від його істинного значення. Стандартна похибка параметрів моделі вказує, наскільки будуть варіювати коефіцієнти від вибірки до вибірки.

Чітка негативна кореляція дорівнює -1, коли прослідковується 100-%-а спільна варіація двох змінних, при цьому випадкові змінні повністю накладаються на пряму (яка прямує з нижнього правого кута – у верхній лівий), відсутня зона розсіювання.

Строга позитивна кореляція дорівнює +1, коли прослідковується 100-%-а спільна варіація двох змінних, при цьому напрям функції з лівого нижнього кута – у правий верхній.

Точність оцінювання – ступінь допустимого відхилення величини, що оцінюється, від істинної.

Фіктивні змінні (дихотомічні) – це категорійні змінні, які мають якісні характеристики, ці змінні бінарного типу, тобто кожна змінна може приймати всього два значення – одиницю і нуль.

Частотами називаються числа, які показують, скільки разів зустрічаються варіанти з цього інтервалу.

ДОДАТКИ

Додаток А

Зайняте населення за регіонами, тис. осіб

№	Регіони	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	Україна	20175,0	19971,5	20091,2	20163,3	20295,7	20680,0	20730,4	20904,7	20972,3	20191,5
2	АР Крим	909,9	910,6	963,8	931,8	899,7	906,1	908,6	916,5	918,7	905,7
3	Вінницька	839,4	797,8	798,2	821,0	720,8	723,0	722,6	726,8	725,6	693,5
4	Волинська	486,2	489,5	490,3	452,7	423,9	429,9	430,2	433,9	438,6	428,0
5	Дніпропетровська	1534,3	1583,0	1577,6	1585,1	1554,7	1573,8	1582,0	1582,4	1580,0	1537,1
6	Донецька	2153,2	2077,1	2069,5	2074,2	2086,0	2124,9	2132,3	2135	2138,8	1981,3
7	Житомирська	548,0	510,1	507,0	502,7	561,6	570,6	568,1	570,4	568,2	555,2
8	Закарпатська	503,3	448,3	483,9	551,2	537,8	551,0	543,3	547,6	552,2	524,7
9	Запорізька	807,4	812,5	841,2	793,0	824,8	846,0	850,6	850,4	850,4	824,2
10	Івано-Франківська	584,7	528,9	511,7	473,2	513,5	522,5	522,3	535,7	541,9	526,3
11	Київська	739,0	735,6	735,6	739,0	764,4	791,0	791,7	795,1	796,1	755,0
12	Кіровоградська	435,2	428,2	470,0	454,9	444,5	457,5	458,9	462,4	459,1	432,7
13	Луганська	1008,3	974,1	988,1	978,7	1019,8	1054,4	1054,6	1066,7	1068,8	1026,2
14	Львівська	1082,7	1079,0	1042,3	1069,4	1057,0	1064,6	1070,1	1077,3	1092,5	1085,0
15	Миколаївська	501,0	523,4	526,5	506,6	534,7	539,8	542,7	547,1	548,5	535,2
16	Одеська	1015,0	1033,3	1045,2	1051,7	1039,4	1028,1	1039,2	1059,7	1067,2	1040,2
17	Полтавська	672,3	670,4	629,6	662,8	670,3	690,3	692,7	695,2	691,6	647,1
18	Рівненська	431,8	440,6	400,7	422,7	437,4	461,6	465,4	471,8	478,1	461,5
19	Сумська	513,8	487,5	515,4	556,3	534,4	546,0	542,2	543,1	543,7	500,1
20	Тернопільська	409,4	380,3	379,7	374,1	387,7	425,1	411,7	423,5	424,9	422,1
21	Харківська	1272,4	1278,1	1324,2	1301,5	1285,7	1297,2	1305,8	1311,5	1312,9	1265,6
22	Херсонська	479,3	466,6	462,1	456,4	477,6	499,9	504,6	505,7	507,5	486,9
23	Хмельницька	562,9	568,0	566,8	543,1	573,6	586,0	585,0	589,1	594,4	579,0
24	Черкаська	534,9	557,7	569,5	538,1	561,1	578,7	580,8	585,2	583,1	561,7
25	Чернівецька	293,6	300,2	284,1	323,5	353,4	361,7	363,4	376,0	381,0	376,3
26	Чернігівська	520,5	511,0	499,5	523,0	506,1	517,9	502,3	503,9	501,4	479,8
27	м. Київ	1218,3	1259,4	1279,7	1334,9	1348,9	1352,0	1375,6	1405,3	1420,2	1381,0
28	м. Севастополь	118,2	120,3	129,0	141,7	176,9	180,4	183,7	187,4	186,9	180,1

№	Регіони	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Україна	20266,0	20324,2	20354,3	20404,1	18073,3	16443,2	16276,9	16156,4	16360,9
2	АР Крим	904,5	913,9	914,2	911,0	-	-	-	-	-
3	Вінницька	694,3	698,7	701,1	704,6	661,6	674,9	658,8	640,9	652,7
4	Волинська	433,6	440,1	442,8	445,7	410,5	397,3	382,1	366,0	371,1
5	Дніпропетровська	1541,9	1531,3	1528,5	1531,0	1472,8	1479,6	1425,4	1390,9	1402,3
6	Донецька	1983,7	1995,4	1985,4	1968,1	1752,4	756,3	748,4	734,3	741,0
7	Житомирська	560,3	553,5	550,3	552,3	514,8	506,6	507,6	510,6	516,7
8	Закарпатська	531,8	522,7	530,8	541,2	521,4	519,3	505,5	496,3	502,4
9	Запорізька	825,7	827,4	821,2	821,9	773,5	745,1	734,9	719,7	732,2
10	Івано-Франківська	530,3	529,7	548,5	562,7	547,8	558,3	556,9	559,0	656,8
11	Київська	757,9	754,4	757,5	758,4	724,3	739,9	736,3	741,1	755,7
12	Кіровоградська	431,2	433,1	433,7	434,0	391,1	386,8	375,7	376,8	380,5
13	Луганська	1015,4	1002,2	1008,6	1011,7	877,6	306,3	298,5	292,1	298,2
14	Львівська	1096,7	1100,7	1099,9	1104,7	1038,2	1042,0	1047,0	1050,8	1061,2
15	Миколаївська	536,7	537,5	533,7	534,5	501,5	508,7	498,1	489,7	496,2
16	Одеська	1044,5	1048,5	1060,4	1064,5	1009,4	1016,2	1000,6	986,6	1001,9
17	Полтавська	644,8	654,2	652,7	648,3	602,9	583,6	570,4	575,0	580,6
18	Рівненська	471,2	489,2	492,5	494,9	476,0	487,7	474,2	460,2	473,6
19	Сумська	497,0	518,9	519,6	515,9	481,4	470,5	478,5	481,4	485,1
20	Тернопільська	431,3	433,6	439,4	442,9	416,0	406,2	407,6	399,1	410,8
21	Харківська	1267,3	1279,0	1280,6	1282,8	1225,3	1230,8	1236,6	1247,1	1258,9
22	Херсонська	488,8	480,7	477,7	480,2	450,2	445,8	441,0	442,2	448,2
23	Хмельницька	580,6	572,2	571,3	573,7	521,9	500,5	510,1	516,0	522,0
24	Черкаська	564,9	566,4	562,7	562,1	524,5	523,5	517,5	518,4	522,6
25	Чернівецька	382,4	385,4	387,2	391,6	370,6	367,2	376,1	379,3	382,9
26	Чернігівська	480,1	475,3	475,5	473,4	439,5	432,3	424,8	426,1	429,7
27	м. Київ	1387,8	1401,0	1399,8	1413,1	1368,1	1357,8	1364,3	1356,8	1368,6
28	м. Севастополь	181,3	179,2	178,7	178,9	-	-	-	-	-

Додаток Б

Попит на робочу силу за регіонами на кінець періоду, тис. осіб

№	Регіони	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	Україна	68,2	96,9	123,9	138,8	166,5	186,6	170,5	169,7	91,1	65,8
2	АР Крим	2,1	2,6	3,1	4,8	4,8	5,3	5,3	6,4	3,4	2,6
3	Вінницька	1,1	1,5	1,8	2,7	2,6	3,0	2,7	2,2	1,1	0,6
4	Волинська	0,7	1,1	1,6	1,7	2,1	2,2	3,3	3,6	2,0	1,0
5	Дніпропетровська	5,3	8,3	10,6	10,5	16,3	18,2	17,6	18,9	10,0	6,5
6	Донецька	15,1	20,5	24,6	26,0	33,4	34,8	28,8	25,0	10,1	3,3
7	Житомирська	0,8	1,2	2,2	2,9	2,8	3,3	2,7	3,9	2,4	1,5
8	Закарпатська	0,8	1,6	1,9	3,4	2,7	3,4	3,6	2,1	1,1	0,7
9	Запорізька	2,1	3,3	4,9	5,1	5,8	6,7	7,2	6,8	1,9	1,1
10	Івано-Франківська	1,0	1,4	1,5	2,1	1,3	2,0	1,5	1,3	0,6	0,2
11	Київська	2,2	2,3	3,0	4,0	5,8	7,0	6,1	7,4	3,7	2,1
12	Кіровоградська	1,2	2,4	2,9	3,1	3,5	3,8	3,0	3,5	1,1	0,6
13	Луганська	6,5	6,2	8,0	7,8	8,9	9,3	7,2	1,8	2,2	1,3
14	Львівська	1,2	2,3	3,2	4,5	4,6	4,9	4,7	4,0	2,1	1,2
15	Миколаївська	1,4	2,5	3,2	3,3	3,9	4,0	2,3	2,7	1,7	1,0
16	Одеська	1,7	2,4	2,4	3,3	4,7	5,7	5,6	5,8	3,0	2,2
17	Полтавська	2,2	3,0	3,7	3,4	5,0	5,3	4,6	6,2	2,8	2,9
18	Рівненська	0,5	1,0	1,4	1,7	1,9	1,8	3,0	3,6	2,1	0,7
19	Сумська	2,6	3,1	4,1	3,8	3,4	2,6	1,9	2,0	1,3	0,7
20	Тернопільська	0,5	1,0	1,3	1,7	1,6	1,8	1,1	1,8	1,3	1,0
21	Харківська	6,2	8,8	10,1	9,9	11,2	12,5	12,5	10,7	4,4	2,6
22	Херсонська	1,1	1,4	1,7	1,9	2,0	2,2	1,5	2,9	3,0	1,6
23	Хмельницька	1,2	1,6	1,8	2,6	3,9	3,5	2,1	1,1	0,7	0,3
24	Черкаська	1,5	1,8	1,8	2,1	1,8	1,5	1,3	1,3	0,5	0,3
25	Чернівецька	0,4	1,0	1,8	1,8	1,8	1,8	1,6	1,5	0,8	0,4
26	Чернігівська	0,9	1,9	2,2	2,4	2,7	3,9	4,4	4,5	2,2	1,1
27	м. Київ	6,2	10,9	17,0	20,1	25,7	33,9	32,3	36,2	24,1	27,1
28	м. Севастополь	1,7	1,8	2,1	2,2	2,3	2,2	2,6	2,5	1,5	1,2

2019	Регіони	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
	Україна	63,9	59,3	48,6	47,5	35,3	25,9	36,0	50,4	58,4
	АР Крим	2,8	3,3	3,0	4,8	-	-	-	-	-
	Вінницька	0,6	0,6	0,5	0,3	0,4	0,4	0,5	0,8	0,9
	Волинська	0,8	1,8	0,6	0,5	0,5	0,8	1,6	2,2	2,6
	Дніпропетровська	7,7	8,0	7,2	7,5	5,9	2,7	3,4	4,5	6,4
	Донецька	2,9	4,1	3,4	2,1	1,1	0,4	0,4	0,7	0,8
	Житомирська	1,8	2,4	1,9	1,8	1,7	1,3	1,6	1,9	2,2
	Закарпатська	0,9	1,2	1,0	0,6	0,5	0,2	0,4	0,8	1,2
	Запорізька	1,6	0,8	0,4	1,0	0,4	0,2	0,5	0,8	0,8
	Івано-Франківська	0,2	0,4	0,3	0,5	0,3	0,5	0,5	1,1	1,4
	Київська	3,2	2,2	1,9	2,2	1,8	1,9	2,3	4,7	4,9
	Кіровоградська	0,6	0,7	0,6	0,8	0,6	0,6	1,5	2,0	1,8
	Луганська	2,0	2,6	0,8	0,7	0,2	0,1	0,4	0,5	0,5
	Львівська	2,3	1,9	2,0	1,1	1,0	1,5	2,8	5,7	6,2
	Миколаївська	1,1	1,3	1,0	1,3	1,0	1,0	1,4	1,8	1,4
	Одеська	2,6	3,8	2,3	2,2	2,5	1,8	2,7	3,0	3,3
	Полтавська	1,8	2,4	2,2	2,4	1,7	1,4	1,8	2,2	3,7
	Рівненська	0,8	0,6	0,9	1,1	0,8	0,7	0,9	1,1	1,3
	Сумська	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	1,0	1,3	1,4
	Тернопільська	0,9	1,1	1,2	1,2	1,3	1,0	1,1	1,0	1,2
	Харківська	3,3	2,8	3,9	3,7	2,6	2,2	2,8	3,5	3,3
	Херсонська	1,1	1,9	1,3	0,8	0,6	0,4	0,4	0,5	0,6
	Хмельницька	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,4	0,6	1,2	1,7
	Черкаська	0,3	0,2	0,2	0,5	0,4	0,6	0,5	0,2	0,5
	Чернівецька	0,7	0,9	0,8	0,5	0,4	0,5	0,7	1,2	1,3
	Чернігівська	0,9	1,2	1,2	1,3	1,3	0,6	0,7	1,1	1,2
	м. Київ	20,9	11,4	8,5	7,5	7,4	4,0	5,5	6,6	7,8
28	м. Севастополь	1,0	0,7	0,5	0,1	-	-	-	-	-

Додаток В

Постійне населення, середня чисельність, тис. осіб

№	Регіони	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	Україна	47986,3	476147	47290,3	46939,4	46607,4	46329	46077,8	45873	45690,4
2	АР Крим	2015,4	2002,8	1991,6	1980,8	1971,7	1965,3	1960,4	1957,5	1955,7
3	Вінницька	1753,6	1746,0	1722,1	1704,7	1686,9	1672,2	1659,0	1648,2	1638,8
4	Волинська	1053,7	1052,1	1044,4	1040,1	1036,5	1034,5	1033,6	1033,7	1034,2
5	Дніпропетровська	3541,8	3519,1	3487,7	3459,6	3431,7	3407,4	3383,0	3361,5	3342,7
6	Донецька	4789,0	4750,1	4686,0	4636,6	4588,8	4546,9	4506,8	4470,7	4437,0
7	Житомирська	1380,6	1367,6	1354,3	1339,2	1324,4	1312,1	1300,6	1290,8	1283,2
8	Закарпатська	1251,8	1252,7	1247,3	1244,3	1241,8	1240,4	1240,2	1241,3	1243,2
9	Запорізька	1915,8	1901,6	1885,0	1869,0	1853,2	1839,1	1826,3	1815,7	1805,7
10	Івано-Франківська	1402,5	1401,1	1393,4	1388,8	1384,4	1381,3	1379,1	1378,2	1377,5
11	Київська	1810,1	1801,8	1781,6	1766,4	17\51,7	1738,4	1726,8	1719,0	1713,9
12	Кіровоградська	1116,1	1108,6	1086,5	1069,9	1053,7	1040,0	1027,0	1016,0	1007,5
13	Луганська	2518,9	2491,7	2453,5	2421,4	2390,9	2364,0	2339,0	2317,1	2296,8
14	Львівська	2597,0	2605,4	2576,6	2564,8	2554,4	2545,7	2538,0	2532,9	2528,8
15	Миколаївська	1255,7	1246,5	1235,0	1224,3	1215,0	1207,0	1199,0	1192,0	1185,7
16	Одеська	2443,7	2439,8	2412,4	2398,5	2387,8	2384,0	2382,4	2380,5	2378,8
17	Полтавська	1609,8	1600,9	1574,6	1556,5	1539,9	1524,9	1510,3	1497,7	1485,8
18	Рівненська	1168,4	1166,5	1161,7	1157,8	1154,4	1152,1	1150,4	1150,2	1151,0
19	Сумська	1285,9	1271,7	1251,5	1233,7	1216,7	1201,9	1188,2	1176,0	1164,7
20	Тернопільська	1133,8	1130,7	1120,3	1113,0	1105,5	1098,7	1092,7	1087,9	1083,2
21	Харківська	2881,1	2878,2	2842,8	2823,8	2804,9	2788,4	2773,5	2760,1	2746,5
22	Херсонська	1165,0	1156,2	1173,2	1131,4	1120,3	1110,9	1101,9	1094,9	1089,4
23	Хмельницька	1417,9	1408,6	1392,2	1378,3	1364,2	1352,7	1342,7	1334,5	1327,3
24	Черкаська	1389,2	1380,2	1362,1	1346,5	1331,1	1318,1	1306,2	1296,1	1286,7
25	Чернівецька	916,3	916,7	910,3	907,0	904,2	902,3	901,2	901,2	901,3
26	Чернігівська	1225,0	1216,9	1189,8	1170,4	1151,7	1135,4	1120,1	1107,0	1095,4
27	м. Київ	2571,7	2629,1	2609,2	2635,7	2664,4	2687,9	2711,6	2734,0	2750,9
28	м. Севастополь	376,5	378,5	376,5	376,8	377,2	377,4	377,8	378,3	378,7

	Регіони	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Україна	45531,1	45413,0	45309,3	42831,4	42675	42502,9	42315836	42100165
2	АР Крим	1954,4	1955,3	1957,4	-	-	-	-	-
3	Вінницька	1631,0	1623,5	1615,6	1607,3	1599,3	1589,2	1575997	1561016
4	Волинська	1035,1	1036,6	1037,9	1039,4	1040,1	1039,1	1036977	1034165
5	Дніпропетровська	3325,6	3310,7	3296,8	3281,2	3262,4	3239,3	3227466	3215499
6	Донецька	4406,5	4376,4	4346,7	4307,6	4268,3	4241,7	4209374	4170296
7	Житомирська	1277,1	1271,8	1266,5	1260,0	1252,5	1244,8	1236629	1226485
8	Закарпатська	1246,1	1249,8	1252,8	1255,4	1256,5	1256,1	1255633	1254645
9	Запорізька	1796,0	1787,7	1779,7	1770,1	1759	1745,8	1730540	1713714
10	Івано-Франківська	1377,2	1378,2	1379,2	1379,6	1379,7	1378,4	1375979	1372648
11	Київська	1712,5	1715,0	1718,0	1721,6	1724,9	1727,6	1738599	1755333
12	Кіровоградська	1000,2	992,4	985	977,7	970,4	963,0	954588	944484
13	Луганська	2278,1	2260	2243,4	2225,2	2208,2	2195,7	2176949	2155221
14	Львівська	2524,9	2522,5	2521,2	2519,7	2517,6	2515,7	2513448	2507445
15	Миколаївська	1180,3	1175,1	1170,2	1165,6	1160,6	1153,4	1145010	1135495
16	Одеська	2377,3	2380,7	2384,8	2385,4	2382,3	2377,3	2373736	2370631
17	Полтавська	1475,0	1464,7	1455,2	1445,7	1436,1	1425,1	1412491	1399296
18	Рівненська	1152,2	1154,5	1156,8	1158,9	1160,4	1161,2	1160645	1157914
19	Сумська	1155,1	1145,6	1135,9	1126,0	1116,2	1106,7	1097215	1085659
20	Тернопільська	1079,2	1075,6	1072,1	1068,4	1064,6	1059,2	1052501	1045845
21	Харківська	2733,5	2727,7	2725,2	2718,6	2709,3	2694,3	2681962	2669167
22	Херсонська	1084,6	1079,4	1074,0	1068,8	1063,7	1057,6	1049883	1040878
23	Хмельницька	1320,7	1313,9	1307,3	1301,0	1294,7	1286,7	1276675	1266394
24	Черкаська	1278,1	1269,5	1260,8	1252,3	1243,8	1233,5	1222156	1209728
25	Чернівецька	901,7	903,1	904,8	906,2	906,9	905,9	904346	902473
26	Чернігівська	1085,3	1074,6	1063,7	1052,7	1041,8	1030,7	1018203	1004370
27	м. Київ	2764,6	2788,3	2815,6	2837	2856,0	2874,9	2888834	2901364
28	м. Севастополь	379,0	380,4	382,7	-	-	-	-	-

Додаток Г

Середньомісячна заробітна плата за регіонами, грн

№	Регіони	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	Україна	230	311	376	462	590	806	1041	1351	1806	1906
2	АР Крим	225	301	358	433	543	730	952	12220	1611	1707
3	Вінницька	159	215	265	334	435	597	793	1028	1404	1511
4	Волинська	150	201	253	319	412	591	773	1013	1380	1427
5	Дніпропетровська	273	370	438	526	667	913	1139	1455	1876	1963
6	Донецька	292	383	452	550	712	962	1202	1535	2015	2116
7	Житомирська	164	220	268	334	434	602	793	1033	1405	1493
8	Закарпатська	172	238	295	379	479	665	868	1091	1453	1562
9	Запорізька	289	379	445	541	671	860	1091	1394	1812	1843
10	Івано-Франківська	188	259	318	402	510	718	923	1180	1543	1627
11	Київська	241	317	378	470	592	811	1058	1362	1852	1987
12	Кіровоградська	170	231	282	353	455	624	819	1054	1429	1537
13	Луганська	232	320	393	474	596	805	1022	1323	1769	1873
14	Львівська	196	272	339	419	523	713	923	1183	1570	1667
15	Миколаївська	227	327	398	470	565	744	955	1202	1621	1806
16	Одеська	236	306	379	454	566	768	966	1226	1633	1787
17	Полтавська	220	292	354	437	560	758	961	1243	1661	1733
18	Рівненська	173	245	312	390	506	685	888	1133	1523	1614
19	Сумська	194	259	307	379	473	663	857	1098	1472	1593
20	Тернопільська	135	190	237	304	388	553	727	943	1313	1412
21	Харківська	230	310	370	455	569	759	974	1251	1679	1804
22	Херсонська	173	233	289	356	451	625	800	1017	1375	1482
23	Хмельницька	156	211	258	323	419	584	792	1045	1429	1521
24	Черкаська	175	229	276	350	465	642	846	1085	1459	1532
25	Чернівецька	157	218	271	344	441	621	816	1051	1403	1523
26	Чернігівська	177	235	277	342	438	602	790	1016	1370	1465
27	м. Київ	405	549	643	761	967	1314	1729	2300	3074	3161
28	м. Севастополь	251	325	391	486	594	803	1005	1302	1726	1882

№	Регіони	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Україна	2239	2633	3025	3265	3480	4195	5183	7104	8865
2	АР Крим	1991	2295	2654	2850	2810	-	-	-	-
3	Вінницька	1782	2074	2432	2651	2721	3395	4189	6121	7801
4	Волинська	1692	1994	2339	2580	3641	3291	4047	5849	7324
5	Дніпропетровська	2369	2791	3138	3336	38582	4367	5075	6939	8862
6	Донецька	2549	3063	3495	3755	2763	4986	5989	7764	9686
7	Житомирська	1785	2071	2369	2561	2744	3271	4000	5836	7372
8	Закарпатська	1846	2069	2351	2553	3432	3381	4298	6355	8070
9	Запорізька	2187	2606	2927	3142	2875	4200	5080	6863	8726
10	Івано-Франківська	1927	2212	2540	2679	3489	3405	4202	6074	7551
11	Київська	2295	2761	3157	3351	2789	4153	5229	7188	9097
12	Кіровоградська	1815	2114	2428	2608	33772	3282	3974	5792	7191
13	Луганська	2271	2742	3090	3337	2961	3427	4637	5862	7365
14	Львівська	1941	2244	2578	2789	3344	3647	4559	6391	8001
15	Миколаївська	2122	2448	2822	3094	3129	3984	4887	6709	8160
16	Одеська	2046	2387	2700	2947	3179	3893	4809	6542	8011
17	Полтавська	2102	2481	2850	2988	3033	3783	4621	6551	8375
18	Рівненська	1960	2211	2575	2844	2877	3573	4364	6013	7469
19	Сумська	1866	2177	2503	2702	2527	3449	4131	5946	7324
20	Тернопільська	1659	1871	2185	2359	3143	2994	3695	5554	6969
21	Харківська	2060	2407	2752	2975	2617	3697	4448	6244	7657
22	Херсонська	1733	1970	2268	2464	2878	3122	4046	5842	7058
23	Хмельницька	1786	2075	2425	2641	2829	3370	4043	5938	7346
24	Черкаська	1835	2155	2508	2682	2578	3360	4148	6042	7478
25	Чернівецька	1772	1986	2329	2484	2690	3049	3828	5621	6991
26	Чернігівська	1711	1974	2308	2504	5376	3295	4002	5636	6995
27	м. Київ	3431	4012	4607	5007	3480	6732	8648	11135	13542
28	м. Севастополь	2167	2477	2652	3114	2810	-	-	-	-

Додаток Д

Рівень зареєстрованого безробіття за регіонами на кінець року, у % до населення працездатного віку

№	Регіони	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	Україна	4,1	3,6	3,7	3,5	3,5	3,1	2,7	2,3	2,1	2,5
2	АР Крим	2,2	2,3	3,5	3,4	3,4	2,9	2,4	1,7	1,5	1,6
3	Вінницька	4,1	4,2	3,7	3,2	4,3	4,3	3,8	3,3	3,0	3,3
4	Волинська	5,8	5,6	4,2	4,5	4,4	4,0	3,1	2,6	2,9	3,0
5	Дніпропетровська	4,3	3,7	3,8	3,5	3,0	2,4	1,9	1,6	1,5	2,3
6	Донецька	3,4	2,6	2,7	2,5	2,3	1,9	1,6	1,3	1,3	2,0
7	Житомирська	7,8	5,2	4,4	4,9	5,0	4,3	3,7	3,3	3,2	3,8
8	Закарпатська	6,0	5,0	5,4	4,4	3,8	3,4	2,8	2,3	2,4	2,4
9	Запорізька	3,4	3,4	3,4	3,3	3,2	3,0	2,7	2,3	2,0	2,9
10	Івано-Франківська	5,7	4,8	4,7	4,2	4,3	4,1	3,5	3,1	3,0	2,9
11	Київська	5,1	4,2	3,8	3,0	2,8	2,5	2,1	1,9	1,8	2,3
12	Кіровоградська	5,0	4,2	4,8	5,4	5,0	4,6	4,0	3,3	2,9	3,4
13	Луганська	3,9	3,2	3,2	2,9	2,5	2,3	2,2	1,8	1,7	1,9
14	Львівська	6,0	4,1	4,0	3,9	4,0	3,4	2,7	2,1	2,1	2,4
15	Миколаївська	3,8	3,3	3,3	3,7	3,8	4,2	3,4	2,9	2,5	2,8
16	Одеська	1,1	1,3	1,9	2,1	2,1	2,1	2,0	1,8	1,5	1,5
17	Полтавська	5,2	4,9	4,6	4,2	4,4	4,4	4,1	3,6	3,2	4,0
18	Рівненська	6,9	6,7	6,5	5,5	5,9	5,2	4,7	3,9	3,7	3,6
19	Сумська	6,3	5,2	4,6	4,2	4,2	4,0	3,6	3,1	2,9	3,5
20	Тернопільська	6,8	6,3	6,7	6,5	7,5	6,6	5,3	4,4	3,9	3,3
21	Харківська	3,5	3,2	3,2	3,0	3,0	2,6	2,4	2,1	1,9	2,3
22	Херсонська	3,7	4,2	6,1	5,8	5,0	4,0	3,3	2,7	2,4	2,1
23	Хмельницька	3,7	3,6	3,3	3,5	4,0	3,7	3,7	3,0	2,8	3,2
24	Черкаська	4,4	4,2	4,8	5,5	5,7	5,2	4,4	3,9	3,4	4,1
25	Чернівецька	4,2	4,4	6,4	5,7	6,0	4,9	3,7	2,9	2,8	2,5
26	Чернігівська	5,7	4,4	4,2	4,1	3,9	3,8	3,4	3,2	3,2	3,8
27	м. Київ	0,8	0,7	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,6
28	м. Севастополь	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,5	0,9

	Регіони	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Україна	1,6	1,8	1,7	1,8	1,7	2,7	2,4	2,1	1,9
2	АР Крим	1,2	1,5	1,4	1,3	-	-	-	-	-
3	Вінницька	2,3	2,8	2,6	2,7	2,5	3,3	3,3	3,0	2,7
4	Волинська	2,0	2,1	2,0	2,0	1,8	2,7	2,6	2,3	2,0
5	Дніпропетровська	1,4	1,6	1,5	1,6	1,6	2,2	2,2	1,9	1,7
6	Донецька	1,2	1,2	1,1	1,2	1,3	2,6	2,2	1,6	1,4
7	Житомирська	2,7	3,1	2,9	2,7	2,5	3,8	3,5	2,9	2,6
8	Закарпатська	1,6	1,9	1,7	1,6	1,2	1,6	1,3	1,1	0,9
9	Запорізька	1,9	2,1	1,8	2,1	2,2	3,4	2,9	2,6	2,4
10	Івано-Франківська	1,8	2,1	2,0	2,0	1,9	2,6	2,2	1,9	1,5
11	Київська	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	2,5	2,1	1,8	1,6
12	Кіровоградська	2,5	2,8	2,7	2,8	2,8	4,5	4,12	3,7	3,4
13	Луганська	1,1	1,3	1,3	1,5	1,4	2,8	2,4	2,1	2,1
14	Львівська	1,5	1,7	1,6	1,7	1,5	2,1	1,8	1,4	1,3
15	Миколаївська	2,0	2,5	2,3	2,4	2,3	3,2	3,0	2,9	2,8
16	Одеська	1,0	1,2	1,0	1,0	0,9	1,3	1,2	1,1	1,0
17	Полтавська	2,9	3,1	2,6	2,6	2,6	4,2	3,7	3,2	3,0
18	Рівненська	2,5	2,8	2,6	2,5	2,4	3,5	3,1	3,0	2,5
19	Сумська	2,5	2,7	2,3	2,4	2,4	3,5	3,0	2,9	2,9
20	Тернопільська	1,9	2,3	2,3	2,3	2,3	2,8	2,5	2,2	1,9
21	Харківська	1,6	1,8	1,6	1,6	1,5	2,1	1,9	1,7	1,6
22	Херсонська	1,3	1,6	1,6	1,8	1,8	2,7	2,3	1,9	1,9
23	Хмельницька	2,1	2,2	2,0	2,1	2,1	2,8	2,7	2,4	2,1
24	Черкаська	2,6	3,0	3,0	3,0	2,9	4,2	3,5	3,1	2,9
25	Чернівецька	1,7	1,9	1,9	1,9	1,7	2,4	2,2	2,0	1,6
26	Чернігівська	2,5	2,6	2,4	2,4	2,3	3,4	3,0	2,6	2,4
27	м. Київ	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	1,3	1,0	0,8	0,7
28	м. Севастополь	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-	-	-	-

Додаток Е

Валовий регіональний продукт у фактичних цінах, млн грн

№	Регіони	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	Україна	137993	183296	204342	244497	345113	441452	544153	720731	948056	913345
2	АР Крим	4085	5492	6033	7309	9901	12848	16044	20874	27365	27396
3	Вінницька	3802	5008	5319	6167	8123	10207	12414	15381	20094	20104
4	Волинська	2195	2872	3112	3512	4994	6553	7687	10072	12784	12225
5	Дніпропетровська	13163	16340	18059	21311	30040	41227	52347	71173	104687	93331
6	Донецька	17278	22863	25285	30316	45617	58044	72361	92093	117646	103739
7	Житомирська	2835	3173	3549	4201	5947	7430	8784	11127	15008	14731
8	Закарпатська	2151	2781	3211	4016	5297	6700	8185	10508	13208	12542
9	Запорізька	7568	7968	8629	10177	15255	19968	24787	33158	42445	37446
10	Івано-Франківська	3117	3901	4518	5544	7211	9622	11316	13916	17883	17241
11	Київська	5926	6439	6868	8129	11883	15362	19188	26221	35687	37548
12	Кіровоградська	2159	3174	3399	4023	5594	6877	8187	9989	13961	13389
13	Луганська	6403	7451	8570	9954	14672	19716	24159	32280	42985	38451
14	Львівська	5850	7305	8578	10547	13992	17192	21486	27987	35534	35955
15	Миколаївська	3314	4353	4702	5337	7934	9553	11876	14767	19410	20336
16	Одеська	7072	9525	10788	12792	17029	20762	24898	33116	46994	48647
17	Полтавська	5712	6638	7811	8853	13983	18099	22179	28355	34118	33629
18	Рівненська	2513	3186	3467	4053	5599	7263	8924	11180	14074	13469
19	Сумська	3495	4121	4384	4822	6275	8025	9566	12341	16210	16060
20	Тернопільська	1853	2347	2631	3098	3948	5137	6452	8276	10618	11173
21	Харківська	8271	10465	11801	14515	20524	25618	32023	43868	59389	58923
22	Херсонська	22348	2999	3265	3799	5200	6469	7565	9034	13174	13436
23	Хмельницька	2949	3611	3944	4698	6344	7958	9603	12339	16061	15758
24	Черкаська	3179	3590	3852	4565	6623	9014	10957	13656	19101	18707
25	Чернівецька	1313	1864	2135	2539	3277	4234	5126	6672	8833	8484
26	Чернігівська	3073	3465	3836	4576	6181	7627	8950	11532	14918	14636
27	м. Київ	15715	31167	35200	43920	61357	77124	95267	135900	169564	169537
28	м. Севастополь	654	1198	1396	1724	2213	2823	3822	4916	6305	6452

№	Регіони	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Україна	1082569	1302079	1459096	1522657	1586915	1988544	2385367	2983882	3082350
2	АР Крим	32426	38220	44536	46393	-	-	-	-	-
3	Вінницька	23589	29099	33024	36191	43990	59871	74411	92427	98342,3
4	Волинська	14429	17637	20005	20622	24195	31688	35744	51972	53687,1
5	Дніпропетровська	116136	140020	147970	152905	176540	215206	244478	313830	321676
6	Донецька	128986	161021	170775	164926	119983	115012	137500	166404	167902
7	Житомирська	18743	21928	24849	25676	29815	38425	47919	61470	65219,7
8	Закарпатська	15299	18054	21404	21400	24120	28952	32390	43043	45066
9	Запорізька	42736	49525	54828	54352	65968	89061	104323	130377	132854
10	Івано-Франківська	20446	26752	32286	33196	37643	45854	51404	63850	67553,3
11	Київська	44953	59154	69663	68931	79561	104030	128638	157043	167251
12	Кіровоградська	15749	20041	22056	25313	28758	38447	46021	53031	56106,8
13	Луганська	45541	57202	58767	55108	31393	23849	31356	30285	30587,9
14	Львівська	41655	52103	61962	63329	72923	94690	114842	147404	155364
15	Миколаївська	24055	27633	29205	32030	35408	48195	57815	69371	72215,2
16	Одеська	53878	61499	64743	69760	74934	99761	119800	149530	150876
17	Полтавська	44291	52252	56580	58464	69831	95867	116272	150904	159656
18	Рівненська	15882	19302	21795	22004	28724	35252	39469	48836	49129
19	Сумська	18333	22907	24933	26765	30397	41567	46287	56530	58734,7
20	Тернопільська	12726	16294	17957	18085	21676	26656	31072	40747	41561,9
21	Харківська	65293	76866	82223	85315	96596	124843	154871	187454	190828
22	Херсонська	15649	18448	19357	20767	23250	32215	38743	47868	48155,2
23	Хмельницька	18096	22843	26237	26426	32162	41088	48859	63882	64648,6
24	Черкаська	22354	27012	31265	33087	38466	50843	59412	73176	77347
25	Чернівецька	9892	11969	13166	13757	15049	18506	21239	28591	29877,6
26	Чернігівська	17008	21165	23934	24237	28156	36966	43362	56672	59052,2
27	м. Київ	196639	223774	275685	312552	357377	451700	559140	699185	719461
28	м. Севастополь	7785	9359	9891	11066	-	-	-	-	-

Додаток Ж

Валовий регіональний продукт у розрахунку на одну особу, грн

№	Регіони	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1.	Україна	2788	3766	4239	5114	7273	9372	11630	15496	20495	19832
2.	АР Крим	1937	2691	2979	3633	4951	6460	8101	10574	13898	13933
3.	Вінницька	2104	2812	3019	3534	4700	5966	7328	9159	12061	12145
4.	Волинська	2077	2702	2943	3339	4771	6285	7397	9711	12340	11796
5.	Дніпропетровська	3562	4558	5090	6058	8609	11909	15239	20868	30918	27737
6.	Донецька	3509	4692	5263	6385	9713	12490	15725	20197	26028	23137
7.	Житомирська	1987	2269	2570	3074	4397	5554	6636	8485	11545	11419
8.	Закарпатська	1677	2208	2557	3207	4238	5373	6576	8452	10626	10081
9.	Запорізька	3795	4114	4498	5353	8093	10683	13369	18022	23232	20614
10.	Івано-Франківська	2142	2756	3213	3958	5238	6916	8157	10055	12940	12485
11.	Київська	3255	3506	3780	4513	6652	8673	10918	15033	20593	21769
12.	Кіровоградська	1860	2790	3025	3632	5122	6394	7723	9546	13515	13096
13.	Луганська	2439	2900	3394	3997	5973	8131	10085	13628	18338	16562
14.	Львівська	2159	2768	3277	4049	5396	6657	8351	10915	13902	14093
15.	Миколаївська	2563	3422	3739	4284	6424	7801	9769	12227	16175	17050
16.	Одеська	2828	3843	4391	5245	7028	8619	10379	13827	19638	20341
17.	Полтавська	3423	4043	4825	5533	8841	11574	14330	18500	22476	22337
18.	Рівненська	2118	2709	2963	3475	4817	6269	7724	9695	12217	11699
19.	Сумська	2631	3149	3401	3795	5009	6497	7848	10249	13622	13631
20.	Тернопільська	1605	2048	2313	2741	3516	4603	5819	7510	9688	10240
21.	Харківська	2799	3580	4070	5045	7182	9025	11353	15645	21294	21228
22.	Херсонська	1925	2537	2797	3287	4546	5713	6744	8122	11944	12256
23.	Хмельницька	2028	2511	2773	3337	4549	5764	7023	9100	11932	11780
24.	Черкаська	2203	2545	2764	3309	4853	6681	8209	10331	14581	14393
25.	Чернівецька	1411	2015	2321	2771	3589	4654	5650	7369	9771	9383
26.	Чернігівська	2407	2780	3108	3764	5163	6474	7714	10081	13213	13121
27.	м. Київ	5965	11944	13456	16697	23130	28780	35210	49795	61592	61088
28.	м. Севастополь	1682	3154	3684	4557	5847	7452	10079	12961	16592	16966

№	Регіони	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Україна	23600	28488	32002	33473	36904	46413	55899	70233	72920,86
2	АР Крим	16507	19467	22675	23595	-	-	-	-	-
3	Вінницька	14332	17768	20253	22303	27249	37270	46615	58384	62714,28
4	Волинська	13916	16993	19249	19817	23218	30387	34310	49987	51776,87
5	Дніпропетровська	34709	42068	44650	46333	53749	65897	75396	97137	99936,3
6	Донецька	28986	36446	38907	37830	27771	26864	32318	39411	40137,31
7	Житомирська	14616	17184	19551	20286	23678	30698	38520	49737	53209,45
8	Закарпатська	12278	14455	17088	17044	19170	22989	25727	34202	35838,42
9	Запорізька	23657	27567	30656	30526	37251	50609	59729	75306	77488,44
10	Івано-Франківська	14814	19386	23379	24022	27232	33170	37220	46312	49116,31
11	Київська	26140	34420	40483	39988	46058	60109	74216	90027	94968,86
12	Кіровоградська	15533	19918	22082	25533	29223	39356	47469	55183	59003,95
13	Луганська	19788	25067	25950	24514	14079	10778	14251	13883	14162,23
14	Львівська	16353	20490	24387	24937	28731	37338	45319	58221	61510,37
15	Миколаївська	20276	23402	24838	27355	30357	41501	50091	60549	63557,98
16	Одеська	22544	25748	27070	29118	31268	41682	50159	62701	63348,17
17	Полтавська	29652	35246	38424	39962	48040	66390	81145	106248	113462,1
18	Рівненська	13785	16735	18860	19003	24762	30350	33958	42038	42390,09
19	Сумська	15711	19800	21722	23517	26943	37170	41741	51419	53991,47
20	Тернопільська	11713	15055	16644	16819	20228	24963	29247	38593	39616,91
21	Харківська	23639	27966	29972	31128	35328	45816	57150	69489	71077,16
22	Херсонська	14346	16990	17910	19311	21725	30246	36585	45532	46200,47
23	Хмельницька	13602	17260	19920	20165	24662	31660	37881	49916	50922,16
24	Черкаська	17325	21082	24558	26168	30628	40759	48025	59697	63746,31
25	Чернівецька	10939	13228	14529	15154	16552	20338	23365	31509	32994,3
26	Чернігівська	15406	19357	22096	22603	26530	35196	41726	55198	58299,46
27	м. Київ	70424	79729	97429	109402	1E+05	155904	191736	238622	244492,6
28	м. Севастополь	20455	24564	25872	28765	-	-	-	-	-

Додаток И

Наявний дохід у розрахунку на одну особу, грн

№	Регіони	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	Україна	2938,0	3400,3	4468,4	6332,1	7771,0	10126,0	13716,3	14372,8	18485,6	21637,9
2	АР Крим	2422,3	2974,0	3838,6	5432,9	6567,0	8589,7	11515,8	12036,3	15480,0	18231,0
3	Вінницька	2707,2	3211,4	4059,7	5791,1	6980,5	8963,3	11676,4	12191,7	16018,0	19090,8
4	Волинська	2594,0	2974,1	3729,5	5254,2	6387,6	8022,6	10597,3	10966,8	14311,9	16657,7
5	Дніпропетровська	3165,7	3701,7	4907,3	7015,9	8632,3	11439,0	15459,9	16386,5	20739,4	24302,4
6	Донецька	3091,4	3637,6	4984,0	7088,9	8855,9	11625,7	16220,1	17014,0	21317,3	24890,3
7	Житомирська	2541,6	3040,5	3985,2	5568,5	6754,3	8864,5	12022,6	12179,8	15775,9	18716,4
8	Закарпатська	2072,0	2678,6	3444,6	4821,2	5757,7	7323,8	9664,5	9764,5	12699,6	15002,4
9	Запорізька	3165,0	3769,7	4994,4	7074,5	8693,6	11276,2	15265,2	15652,6	20221,4	23684,9
10	Івано-Франківська	2349,1	2941,3	3780,2	5321,6	6463,4	8336,0	11262,8	11692,4	15009,4	17732,6
11	Київська	3114,6	3521,7	4426,8	6305,0	7953,8	10248,8	14292,4	15024,9	19513,9	22520,1
12	Кіровоградська	2576,6	3050,0	3885,5	5568,6	6672,0	8564,6	11489,3	11727,3	15417,7	18039,2
13	Луганська	2615,1	3150,6	4139,0	5900,9	7343,4	9620,0	13411,0	14071,6	17850,0	20879,9
14	Львівська	2741,8	3401,6	4396,1	6203,1	7394,7	9523,8	12718,3	13211,3	16513,8	19204,4
15	Миколаївська	2771,2	3385,3	4354,7	6137,5	7318,4	9376,5	12626,5	13154,2	16993,4	20040,7
16	Одеська	2472,8	3163,9	4221,4	5883,4	7006,1	8780,8	11754,4	12404,2	16275,2	19135,0
17	Полтавська	3048,1	3560,1	4683,5	6653,5	8064,2	10382,3	13922,0	14742,6	17990,9	20917,4
18	Рівненська	2560,1	2984,8	3787,9	5344,4	6540,6	8285,6	11124,6	11316,8	14629,8	17326,2
19	Сумська	2686,3	3276,7	4141,1	5972,0	7459,2	9876,3	13187,2	13426,4	16875,5	19592,9
20	Тернопільська	2158,1	2794,6	3524,2	5032,7	6283,4	8063,5	10583,0	10634,2	13824,2	16351,3
21	Харківська	2929,1	3468,9	4489,6	6355,7	7819,6	10328,5	14065,7	14633,1	18450,5	21787,8
22	Херсонська	2399,6	2832,3	3792,0	5400,5	6492,2	8374,5	11248,1	11440,3	14881,7	17654,3
23	Хмельницька	2640,3	3075,3	4024,1	5733,3	6943,1	8965,3	11938,6	12238,2	15781,0	18738,2
24	Черкаська	2481,9	2961,9	3883,4	5534,0	6795,5	8782,7	11987,2	12517,5	15769,2	18246,3
25	Чернівецька	2028,6	2741,9	3607,9	5078,0	6078,0	7738,0	9793,2	10013,3	13503,3	15992,5
26	Чернігівська	2769,2	3256,6	4228,7	5979,1	7201,3	9337,4	12353,4	13155,5	16625,0	19465,0
27	м. Київ	4257,4	5541,8	7623,9	10683,3	13566,9	18233,2	24960,2	27474,5	37012,7	42576,7
28	м. Севастополь	2399,2	3149,8	4177,0	5723,3	6790,6	9093,1	12111,6	12566,4	17078,3	19918,6

№	Регіони	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Україна	25206,4	26719,4	26782,1	31803,1	37079,9	47269,7	57908,6
2	Автономна Республіка Крим	20751,0	22793,2	-	-	-	-	-
3	Вінницька	21734,9	23000,6	23421,7	29637,1	34931,4	45436,2	54992,0
4	Волинська	18806,9	19804,9	20137,2	24979,9	30012,5	38514,0	46475,1
5	Дніпропетровська	28771,6	30300,6	32036,2	39142,0	44365,9	57332,5	72883,4
6	Донецька	29336,6	31048,5	26234,4	21346,4	20927,0	25278,4	31888,0
7	Житомирська	21288,0	21652,1	22102,1	27801,4	32979,1	42683,9	52135,9
8	Закарпатська	17191,4	17929,3	17358,1	22456,7	26856,2	33891,1	40471,6
9	Запорізька	27107,6	28388,1	30181,8	36277,4	43461,6	54261,0	67982,5
10	Івано-Франківська	20148,4	20987,8	20356,7	26540,1	31718,9	40579,5	48367,7
11	Київська	26541,7	27390,6	28443,3	33955,6	40126,9	50664,4	63498,4
12	Кіровоградська	20553,7	21671,4	21954,1	27382,5	32744,7	42226,8	51018,0
13	Луганська	24024,1	25590,3	19788,3	15633,6	13792,7	16416,4	20618,6
14	Львівська	21992,3	23138,3	23595,2	29542,2	35325,0	44981,0	55510,7
15	Миколаївська	22878,0	23868,8	23458,5	29342,1	34970,5	45355,7	55543,9
16	Одеська	22224,4	25571,8	24242,0	32384,5	39132,1	50111,1	61165,6
17	Полтавська	24027,2	25371,2	26195,7	31996,5	37938,4	48663,0	60217,5
18	Рівненська	19859,8	21165,0	21781,0	26707,7	31294,8	40325,4	47729,1
19	Сумська	22582,3	23558,6	23938,1	30572,3	36084,4	45852,3	55934,4
20	Тернопільська	18560,6	18993,8	18400,5	24040,1	28194,7	36203,8	43512,5
21	Харківська	24870,0	26098,2	26274,0	32197,9	38196,6	48370,4	60117,7
22	Херсонська	19939,9	21724,0	20727,9	27880,0	32967,9	41695,0	50109,4
23	Хмельницька	21590,6	22789,0	22686,1	29291,9	34394,5	43638,1	52487,6
24	Черкаська	20717,9	21633,2	21760,5	26969,7	32327,2	41853,5	50292,6
25	Чернівецька	18107,5	19438,2	18475,6	23929,0	28360,8	36214,5	42850,4
26	Чернігівська	22769,6	23599,7	23093,4	28440,4	33231,3	42501,2	50895,4
27	м.Київ	52708,9	55841,6	62715,1	76513,7	92253,6	118207,6	141173,8
28	м. Севастополь	23186,0	26584,4	-	-	-	-	-

Додаток К

Індекси споживчих цін за регіонами (з грудя до грудня попереднього року)

№	Регіони	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	Україна	106,1	99,4	108,2	112,3	110,3	111,6	116,6	122,3	112,3	109,1
2	АР Крим	107,2	98,3	108,5	110,7	111,5	111,5	115,6	123,3	114,8	109,6
3	Вінницька	107,0	98,9	109,6	111,6	110,7	111,5	117,8	119,1	111,2	107,0
4	Волинська	106,2	98,8	105,8	112,9	109,1	109,6	115,1	121,3	110,0	108,1
5	Дніпропетровська	106,9	102,0	109,3	112,7	108,0	119,8	114,4	124,4	113,0	109,3
6	Донецька	107,4	99,5	108,8	113,5	111,9	112,1	113,9	124,0	113,1	110,3
7	Житомирська	104,3	99,0	108,2	113,3	110,8	110,3	113,9	120,8	111,9	108,9
8	Закарпатська	103,6	100,9	106,8	107,8	111,6	108,7	111,3	115,4	111,8	108,5
9	Запорізька	105,4	98,7	109,9	112,5	111,9	110,3	115,2	123,6	113,0	109,7
10	Івано-Франківська	107,7	95,8	106,0	109,5	110,3	106,0	114,0	121,8	110,3	108,3
11	Київська	107,3	98,7	108,2	112,9	112,6	111,7	114,3	125,6	109,5	107,9
12	Кіровоградська	108,4	96,1	110,4	115,5	110,0	109,1	113,4	121,4	109,7	108,5
13	Луганська	106,1	97,1	106,3	111,7	112,0	116,1	115,4	123,3	112,8	110,5
14	Львівська	105,0	101,5	106,0	110,3	108,4	107,0	116,8	125,1	113,4	109,7
15	Миколаївська	107,2	102,2	109,5	112,5	111,5	109,1	118,1	121,8	112,8	110,0
16	Одеська	107,3	98,7	108,6	111,7	108,8	110,0	119,2	123,7	114,4	110,5
17	Полтавська	105,5	96,2	109,2	113,8	113,7	111,2	118,3	123,5	112,8	108,4
18	Рівненська	104,8	97,8	110,7	112,3	110,3	109,6	116,0	122,1	112,0	108,3
19	Сумська	106,1	98,2	108,1	114,3	112,2	113,3	115,0	121,0	110,8	108,9
20	Тернопільська	104,1	98,4	104,2	110,7	108,4	110,0	120,1	118,6	111,2	108,5
21	Харківська	103,0	97,2	109,3	112,9	108,9	112,7	119,1	123,8	112,9	109,0
22	Херсонська	109,4	99,3	110,5	112,8	109,2	109,2	118,3	121,9	112,6	110,6
23	Хмельницька	105,2	97,6	107,5	113,5	108,5	110,8	117,9	122,7	113,0	109,6
24	Черкаська	106,2	98,6	107,3	112,7	111,4	110,2	117,9	122,3	111,5	109,0
25	Чернівецька	103,9	100,8	107,2	109,9	111,3	109,2	117,3	119,0	110,1	108,2
26	Чернігівська	101,9	96,6	108,0	114,7	109,9	111,6	115,0	123,1	112,7	109,5
27	м. Київ	107,0	103,6	108,1	111,0	110,5	109,2	121,0	121,6	113,4	109,8
28	м. Севастополь	108,9	100,0	104,8	111,4	110,0	111,7	118,2	119,5	113,9	112,8

№	Регіони	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Україна	104,6	99,8	100,5	124,9[1]	143,3[2]	112,4[2]	113,7[2]	109,8[2]
2	Автономна Республіка Крим	106,0	98,4	99,5	-	-	-	-	-
3	Вінницька	102,8	99,0	99,7	123,3	138,8	110,0	113,0	109,0
4	Волинська	103,2	99,0	99,7	125,9	143,3	111,8	114,6	109,9
5	Дніпропетровська	104,3	99,7	100,4	125,7	142,6	112,7	112,8	109,2
6	Донецька	105,0	101,3	101,3	122,0	146,9	111,6	115,9	112,3
7	Житомирська	103,9	99,0	99,4	125,2	143,7	112,6	113,0	109,1
8	Закарпатська	103,0	98,8	99,7	125,7	144,0	111,7	113,9	112,2
9	Запорізька	104,6	99,3	100,3	125,7	142,1	112,3	114,1	109,2
10	Івано-Франківська	102,9	99,3	100,0	125,0	143,4	110,9	113,7	109,1
11	Київська	103,9	99,1	99,9	124,7	144,3	112,2	113,8	110,0
12	Кіровоградська	103,7	98,8	100,1	124,4	141,3	112,3	113,8	109,0
13	Луганська	105,6	100,3	101,3	125,2	138,8	110,7	114,9	109,3
14	Львівська	104,9	99,3	100,2	126,7	145,2	111,9	113,0	110,1
15	Миколаївська	104,4	99,3	100,7	124,9	143,5	112,2	113,5	109,4
16	Одеська	105,4	99,4	100,9	127,2	144,6	113,6	114,6	109,3
17	Полтавська	103,7	99,1	99,6	123,8	145,0	114,2	113,1	109,3
18	Рівненська	103,4	98,9	99,3	127,0	144,9	112,3	115,0	109,3
19	Сумська	103,6	98,8	99,5	124,7	145,5	114,2	113,6	109,7
20	Тернопільська	103,7	98,9	99,2	125,4	145,1	111,6	113,3	109,7
21	Харківська	104,1	99,2	99,6	125,3	144,2	114,1	113,8	111,2
22	Херсонська	104,5	99,4	100,5	124,1	145,8	112,8	114,4	109,5
23	Хмельницька	104,0	99,6	100,0	123,7	142,5	111,4	113,8	109,2
24	Черкаська	103,5	99,5	100,3	124,2	143,8	112,7	114,6	109,7
25	Чернівецька	102,4	98,8	99,9	123,5	142,0	111,0	112,4	108,7
26	Чернігівська	103,6	98,8	99,4	126,7	145,6	112,8	113,9	109,6
27	м.Київ	106,1	101,6	101,5	125,8	138,6	114,0	113,4	108,8
28	м.Севастополь	106,7	100,7	100,2	-	-	-	-	-

Додаток Л

Доходи населення по регіонах України за 2002–2012 рр., млн грн

№	Регіони	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	Україна	185073	215672	274241	381404	472061	623289	845641	894286	1101175	1266753
2	АР Крим	6558	8135	10022	13883	16834	22878	30386	32046	39393	45562
3	Вінницька	5814	7053	8747	12193	14788	19264	25170	26813	33602	38990
4	Волинська	3445	4043	4941	6808	8414	10943	14662	15177	19137	22584
5	Дніпропетровська	14757	17331	22241	31344	38694	50955	68420	72138	88922	101868
6	Донецька	19572	22847	29497	40753	50947	67057	92213	96596	118223	135599
7	Житомирська	4481	5326	6867	9418	11472	15132	20216	20655	26124	30069
8	Закарпатська	3360	4337	5451	7504	9134	12103	16033	16492	20841	24446
9	Запорізька	7957	9381	11807	16360	20148	26424	35628	37019	45779	52272
10	Івано-Франківська	4191	5189	6545	9120	11232	14779	20143	21023	26504	31224
11	Київська	7067	8144	9929	13824	17424	23145	31666	34358	42732	48990
12	Кіровоградська	3722	4335	5372	7451	8991	11602	15452	16149	20213	23443
13	Луганська	8540	10102	12885	17860	22042	28967	39861	41916	51338	58619
14	Львівська	9221	11466	14352	19823	23804	31361	42220	43813	54838	63602
15	Миколаївська	4558	5478	6754	9301	11246	14772	19950	20723	26034	29800
16	Одеська	7982	10173	13467	18558	22457	29186	39367	42422	52924	61435
17	Полтавська	6279	7334	9260	12831	15573	20283	27024	28239	34462	39299
18	Рівненська	3872	4601	5675	7821	9656	12555	16865	17458	22362	26144
19	Сумська	4504	5388	6531	9114	11281	14965	19819	20318	24918	28347
20	Тернопільська	3119	3983	4942	6969	8708	11367	14999	15608	19587	22712
21	Харківська	11253	13395	16524	22926	28188	37835	51971	54519	67102	77316
22	Херсонська	3529	4209	5480	7664	9281	12070	16206	16731	20978	24096
23	Хмельницька	4693	5434	7059	9868	11967	15551	20596	21526	26987	31336
24	Черкаська	4452	5314	6744	9392	11589	15177	20424	21351	26194	29646
25	Чернівецька	2401	3198	4145	5776	7010	9178	12214	12619	16114	18682
26	Чернігівська	4298	5050	6303	8650	10433	13560	17908	18917	23179	26277
27	м. Київ	17653	22769	30594	43348	57307	77435	109781	122516	143903	164057
28	м. Севастополь	1283	1657	2107	2845	3441	4745	6447	7144	8785	10338

№	Регіони	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Україна	1457864	1548733	1516768	1772016	2051331	2652082	3219518
2	АР Крим	51759	57324	-	-	-	-	-
3	Вінницька	44265	46157	49418	60923	71888	94417	112916
4	Волинська	25741	26907	27986	34064	40792	53204	63741
5	Дніпропетровська	118823	124594	136810	166076	188816	245778	305510
6	Донецька	158003	166366	142745	117471	117735	141340	174157
7	Житомирська	34110	34947	36814	45053	53684	70126	83714
8	Закарпатська	28028	29102	29988	37182	44137	56568	67323
9	Запорізька	59191	62671	68327	81737	96695	122759	149083
10	Івано-Франківська	36186	37310	37848	47152	56418	73474	86956
11	Київська	55941	58894	63342	76150	90505	117755	145715
12	Кіровоградська	27129	27695	28901	35350	41875	54514	64523
13	Луганська	67025	71485	56233	44157	41267	49342	60086
14	Львівська	72828	75762	79378	97740	116285	152256	185963
15	Миколаївська	33907	35125	36373	44275	52390	67558	81497
16	Одеська	70429	78285	80438	101179	118472	153640	188312
17	Полтавська	44835	46984	49928	60610	71926	92768	112856
18	Рівненська	29557	31811	33314	40309	47356	61831	72819
19	Сумська	32415	33469	35375	44311	52551	67287	80348
20	Тернопільська	26102	26345	26892	33851	40277	52196	61684
21	Харківська	88352	91333	95897	116880	135675	175850	216333
22	Херсонська	27221	29489	30077	38233	44268	57144	67894
23	Хмельницька	35458	36770	38853	48653	57367	73520	87254
24	Черкаська	33484	35024	36694	44708	53496	69399	82043
25	Чернівецька	21012	22408	22941	28316	33657	43542	51288
26	Чернігівська	29654	30393	31998	38780	45716	58255	68630
27	м.Київ	194436	218747	240198	288856	338083	447559	548873
28	м.Севастополь	11973	13336	-	-	-	-	-

Додаток М

Мобілізовано податку з доходів фізичних осіб* до бюджету, млн грн

№	Регіони	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	Україна	6394	8801	10847	13548	13241	17346	22820	34812	45928	44515	51057	60227
2	АР Крим	225	316	374	465	460	592	750	1164	1537	1524	1782	2032
3	Вінницька	130	186	230	287	292	384	509	764	1037	1041	1233	1452
4	Волинська	69	95	121	154	161	217	287	449	610	570	643	762
5	Дніпропетровська	574	821	1003	1240	1225	1625	2074	3128	3966	3747	4406	5196
6	Донецька	793	1084	1296	1630	1686	2159	2707	4102	5255	4982	5873	6938
7	Житомирська	94	133	169	218	246	325	416	648	858	823	971	1117
8	Закарпатська	90	118	143	188	186	245	314	480	633	641	730	820
9	Запорізька	347	466	552	665	619	788	992	1476	1912	1783	2089	2457
10	Івано-Франківська	109	149	183	232	221	297	383	594	775	776	860	992
11	Київська	202	272	341	447	470	621	803	1400	1835	1703	1983	2468
12	Кіровоградська	86	123	154	191	202	266	336	506	670	694	810	950
13	Луганська	264	385	464	578	656	829	1033	1541	2047	2006	2301	2726
14	Львівська	261	358	453	580	583	742	950	1445	1926	1914	2183	2523
15	Миколаївська	158	228	288	335	303	378	477	693	942	957	1090	1246
16	Одеська	345	451	557	669	619	812	1027	1656	2057	2037	2385	2820
17	Полтавська	210	285	360	446	425	554	696	1046	1418	1393	1657	1992
18	Рівненська	78	116	158	203	214	274	348	530	713	704	828	947
19	Сумська	137	189	222	275	260	337	425	639	855	853	983	1125
20	Тернопільська	60	85	111	146	143	192	245	376	517	529	618	704
21	Харківська	396	552	690	868	802	1042	1289	1968	2525	2481	2822	3321
22	Херсонська	87	124	152	186	184	246	316	475	650	652	745	849
23	Хмельницька	96	134	173	217	236	302	386	602	816	815	956	1110
24	Черкаська	126	169	211	263	261	348	455	681	915	901	1056	1243
25	Чернівецька	54	75	94	123	121	162	210	328	441	444	504	571
26	Чернігівська	112	147	182	225	225	298	377	563	735	732	834	955
27	м. Київ	1227	1654	2040	2567	2301	3139	4799	7229	9861	9382	10229	12325
28	м. Севастополь	64	86	126	150	140	172	216	329	422	429	488	587

*2000–2003 прибутковий податок.

№	Регіони	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Україна	68092	72151	75203	99983	138782	185686	229901
2	АР Крим	2254	2331	444	-	-	-	-
3	Вінницька	1645	1748	1949	2628	3962	5832	7367
4	Волинська	852	888	1012	1391	2096	3054	3881
5	Дніпропетровська	5891	5083	5691	7744	10477	14443	17683
6	Донецька	7938	7539	6153	5397	7496	8944	10677
7	Житомирська	1250	1321	1507	2011	3021	4306	5412
8	Закарпатська	896	943	1058	1458	2206	3206	4030
9	Запорізька	2700	2097	2301	3087	4528	6077	7341
10	Івано-Франківська	1109	1163	1272	1654	2468	3646	4511
11	Київська	2809	2966	3263	4440	6589	8897	11374
12	Кіровоградська	1116	1190	1361	1729	2563	3742	4609
13	Луганська	2985	2905	2272	1647	2393	2687	3011
14	Львівська	2830	2824	3142	4356	6451	9121	11091
15	Миколаївська	1399	1469	1684	2246	3313	4465	5415
16	Одеська	3041	2906	3163	4272	6153	8642	10466
17	Полтавська	2299	2412	2582	3452	5058	6946	8630
18	Рівненська	1082	1147	1248	1653	2368	3378	4224
19	Сумська	1304	1374	1490	1979	2965	4199	5106
20	Тернопільська	817	855	934	1279	1868	2810	3554
21	Харківська	3787	3298	3626	4727	7078	10345	12587
22	Херсонська	953	989	1095	1454	2163	3164	3849
23	Хмельницька	1248	1335	1504	1998	2941	4276	5394
24	Черкаська	1417	1487	1641	2101	3072	4463	5569
25	Чернівецька	625	648	717	935	1354	1991	2513
26	Чернігівська	1098	1152	1310	1785	2610	3683	4596
27	м. Київ	14053	11471	12536	17108	20351	27025	35250
28	м. Севастополь	698	758	148	-	-	-	-
29	Офіс великих платників	-	7852	10099	17452	23239	26345	31761

Додаток Н

Середньооблікова кількість штатних працівникі за видами економічної діяльності за квартал у 2017–2018 рр., тис осіб

	Вид діяльності	2017 р.				2018 р.			
		I квартал	II квартал	III квартал	IV квартал	I квартал	II квартал	III квартал	IV квартал
1	**Усього**	**7707,3**	**7686,1**	**7658,6**	**7665,8**	**7698,4**	**7687,4**	**7621,1**	**7639,1**
2	Сільське господарство, лісове господарство та рибне господарство	424,1	482,8	499,6	463,4	409,4	466,1	483,8	452,8
3	з них сільське господарство	363,3	420,4	436,7	401,4	348,2	403,8	420,9	390,8
4	Промисловість	1932,0	1887,2	1877,2	1878,3	1870,3	1850,7	1834,1	1848,5
5	Будівництво	162,4	168,0	169,2	167,8	175,4	178,0	180,2	181,2
6	Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	689,3	697,3	697,5	702,7	767,2	761,7	755,7	759,0
7	Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	666,3	661,9	649,4	643,4	655,2	651,5	646,5	640,4
8	наземний і трубопровідний транспорт	276,1	277,7	268,2	265,0	257,2	254,2	252,3	251,1
9	водний транспорт	2,3	2,4	2,4	2,3	2,4	2,6	2,7	2,6
10	авіаційний транспорт	7,8	8,1	8,5	8,5	8,0	8,1	8,3	8,0
11	складське господарство та допоміжна діяльність у сфері транспорту	304,0	296,8	294,2	292,5	312,2	311,0	308,9	307,2
12	поштова та кур'єрська діяльність	76,1	76,9	76,1	75,0	75,4	75,4	74,3	71,5
13	Тимчасове розміщування й організація харчування	69,7	70,0	70,6	67,9	70,3	71,2	69,5	70,1
14	Інформація та телекомунікації	121,2	119,8	118,2	116,8	121,2	118,6	117,0	115,5
15	Фінансова та страхова діяльність	170,0	167,5	166,4	167,2	169,6	167,9	166,5	167,6
16	Операції з нерухомим майном	86,7	85,0	83,2	82,7	85,2	86,1	85,3	85,3
17	Професійна, наукова та технічна діяльність	219,8	218,9	219,4	218,7	241,2	241,0	238,7	237,0
18	з неї наукові дослідження та розробки	86,5	87,1	88,1	87,4	93,2	93,0	92,5	92,0
19	Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	184,4	176,0	172,1	170,4	178,7	177,8	173,9	172,2
20	Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування	457,8	452,7	453,6	460,6	456,7	454,7	452,2	457,1
21	Освіта	1391,5	1371,2	1355,3	1397,6	1389,4	1364,3	1333,8	1372,3
22	Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	953,1	950,3	951,0	951,1	938,3	928,5	917,8	911,9
23	з них охорона здоров'я	851,5	849,1	850,2	848,9	839,6	831,4	822,1	816,6
24	Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	151,8	150,5	148,8	150,2	144,0	142,9	140,0	142,2
25	діяльність у сфері творчості, мистецтва та розваг	84,2	83,9	82,6	84,0	80,9	80,1	78,3	80,3
26	функціювання бібліотек, архівів, музеїв та інших закладів культури	43,9	43,6	43,5	43,7	40,8	40,4	39,8	39,7
27	Надання інших видів послуг	27,4	27,1	27,1	27,0	26,4	26,5	26,1	26,0

Дані наведено по юридичних особах та відокремлених підрозділах юридичних осіб із кількістю працівників 10 і більше осіб.

Джерело: URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2017/gdn/skp/skp_ek/skp_ek_u.htm.

Продовження додатку Н

Середньооблікова кількість штатних працівникі за видами економічної діяльності за квартал у 2019–2020 рр., тис осіб

	Вид діяльності	2019 р.				2020 р.	
		I квартал	II квартал	III квартал	IV квартал	I квартал	II квартал
1	**Усього**	**7546,1**	**7478,4**	**7397,4**	**7350,1**	**7469,5**	**7321,8**
2	Сільське господарство, лісове господарство та рибне господарство	411,5	458,2	466,2	426,1	383,1	418,6
3	з них сільське господарство	353,2	399,1	408,5	370,8	331,3	366,6
4	Промисловість	1904,6	1871,5	1850,1	1842,3	1844,0	1791,2
5	Будівництво	191,9	195,5	196,1	191,4	194,5	193,4
6	Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	782,1	763,9	758,5	757,0	810,0	785,1
7	Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	651,3	645,0	626,7	617,3	635,1	624,8
8	наземний і трубопровідний транспорт	251,6	249,8	237,8	236,4	252,5	245,1
9	водний транспорт	2,6	2,9	2,9	2,8	2,4	2,4
10	авіаційний транспорт	16,3	16,3	16,2	16,1	16,5	16,2
11	складське господарство та допоміжна діяльність у сфері транспорту	311,0	307,2	301,4	294,4	296,5	294,7
12	поштова та кур'єрська діяльність	69,7	69,0	68,3	67,6	67,1	66,4
13	Тимчасове розміщування й організація харчування	76,7	77,2	75,5	73,7	77,0	64,9
14	Інформація та телекомунікації	115,0	111,9	109,8	109,4	112,2	106,8
15	Фінансова та страхова діяльність	168,1	166,7	165,4	166,8	172,0	173,3
16	Операції з нерухомим майном	77,5	75,3	74,3	72,9	76,0	73,7
17	Професійна, наукова та технічна діяльність	200,2	199,2	197,0	194,6	206,9	204,7
18	з неї наукові дослідження та розробки	80,0	79,6	78,9	78,1	78,6	78,3
19	Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	185,4	180,3	177,0	174,4	173,4	165,5
20	Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування	396,7	393,0	389,0	382,8	422,6	424,8
21	Освіта	1339,0	1310,0	1290,1	1322,6	1341,2	1310,0
22	Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	885,6	871,7	866,3	862,6	858,0	825,2
23	з них охорона здоров'я	798,7	785,6	780,9	777,3	770,3	738,4
24	Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	136,2	134,0	131,8	133,7	138,4	136,0
25	діяльність у сфері творчості, мистецтва та розваг	75,2	73,6	72,4	74,4	76,6	75,2
26	функціювання бібліотек, архівів, музеїв та інших закладів культури	38,9	38,4	38,1	38,2	38,3	37,8
27	Надання інших видів послуг	24,4	24,7	23,5	22,5	25,2	23,9

Дані наведено по юридичних особах та відокремлених підрозділах юридичних осіб із кількістю працівників 10 і більше осіб.

Джерело:
URL:http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2017/gdn/skp/skp_ek/skp_ek_u.htm.

Критичні точки розподілу Стьюдента (t -розподіл)

k \ α	**0,1**	**0,05**	**0,02**	**0,01**	**0,001**
1	6,3138	12,7062	31,8205	63,6567	636,6192
2	2,9200	4,3027	6,9646	9,9248	31,5991
3	2,3534	3,1824	4,5407	5,8409	12,924
4	2,1318	2,7764	3,7469	4,6041	8,6103
5	2,0150	2,5706	3,3649	4,0321	6,8688
6	1,9432	2,4469	3,1427	3,7074	5,9588
7	1,8946	2,3646	2,9980	3,4995	5,4079
8	1,8595	2,3060	2,8965	3,3554	5,0413
9	1,8331	2,2622	2,8214	3,2498	4,7809
10	1,8125	2,2281	2,7638	3,1693	4,5869
11	1,7959	2,2010	2,7181	3,1058	4,4370
12	1,7823	2,1788	2,6810	3,0545	4,3178
13	1,7709	2,1604	2,6503	3,0123	4,2208
14	1,7613	2,1448	2,6245	2,9768	4,1405
15	1,7531	2,1314	2,6025	2,9467	4,0728
16	1,7459	2,1199	2,5835	2,9208	4,0150
17	1,7396	2,1098	2,5669	2,8982	3,9651
18	1,7341	2,1009	2,5524	2,8784	3,9216
19	1,7291	2,0930	2,5395	2,8609	3,8834
20	1,7247	2,0860	2,5280	2,8453	3,8495
21	1,7207	2,0796	2,5176	2,8314	3,8193
22	1,7171	2,0739	2,5083	2,8188	3,7921
23	1,7139	2,0687	2,4999	2,8073	3,7676
24	1,7109	2,0639	2,4922	2,7969	3,7454
25	1,7081	2,0595	2,4851	2,7874	3,7251
26	1,7056	2,0555	2,4786	2,7787	3,7066
27	1,7033	2,0518	2,4727	2,7707	3,6896
28	1,7011	2,0484	2,4671	2,7633	3,6739
29	1,6991	2,0452	2,4620	2,7564	3,6594
30	1,6973	2,0423	2,4573	2,7500	3,6460
35	1,6896	2,0301	2,4377	2,7238	3,5911
40	1,6839	2,0211	2,4233	2,7045	3,5510
45	1,6794	2,0141	2,4121	2,6896	3,5203
50	1,6759	2,0086	2,4033	2,6778	3,4960
55	1,6730	2,004	2,3961	2,6682	3,4764
60	1,6706	2,0003	2,3901	2,6603	3,4602
70	1,6669	1,9944	2,3808	2,6479	3,4350
80	1,6641	1,9901	2,3739	2,6387	3,4163
90	1,6620	1,9867	2,3685	2,6316	3,4019
100	1,6602	1,9840	2,3642	2,6259	3,3905
110	1,6588	1,9818	2,3607	2,6213	3,3812
120	1,6577	1,9799	2,3578	2,6174	3,3735
∞	1,6448	1,9600	2,3263	2,5758	3,2905

Значення критерію Фішера (*F*-критерій)
для рівня значимості $p = 0.05$
f_1 – число ступеня свободи большою дисперсії,
f_2 – число ступеня свободи меньшою дисперсії

	f_1										
f_2	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**15**
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88	245.95
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.46
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.40
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.31
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.27
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.23
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.20

Матеріали сайта: URL: chemstat.com.ru

Статистика Дарбіна-Уотсона: d_L и d_U, рівень значимості 5 %

n	k = 1		k = 2		k = 3		k = 4		k = 5	
	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U
8	0,763	1,332	0,559	1,777	0,368	2,287	-	-	-	-
9	0,824	1,320	0,624	1,699	0,455	2,128	0,296	2,588	-	-
10	0,879	1,320	0,697	1,641	0,525	2,016	0,376	2,814	0,243	2,822
11	0,927	1,324	0,758	1,604	0,595	1,928	0,444	2,283	0,316	2,645
12	0,971	1,331	0,812	1,579	0,658	1,864	0,512	2,177	0,379	2,506
13	1,010	1,340	0,861	1,562	0,715	1,816	0,574	2,094	0,445	2,390
14	1,045	1,350	0,905	1,551	0,767	1,779	0,632	2,030	0,505	2,296
15	1,08	1,36	0,95	1,54	0,82	1,75	0,69	1,97	0,56	2,21
16	1,10	1,37	0,98	1,54	0,86	1,73	0,74	1,93	0,62	2,15
17	1,13	1,38	1,02	1,54	0,90	1,71	0,78	1,90	0,67	2,10
18	1,16	1,39	1,05	1,53	0,93	1,69	0,82	1,87	0,71	2,06
19	1,18	1,40	1,08	1,53	0,97	1,68	0,86	1,85	0,75	2,02
20	1,20	1,41	1,10	1,54	1,00	1,68	0,90	1,83	0,79	1,99
21	1,22	1,42	1,13	1,54	1,03	1,67	0,93	1,81	0,83	1,96
22	1,24	1,43	1,15	1,54	1,05	1,66	0,96	1,80	0,86	1,94
23	1,26	1,44	1,17	1,54	1,08	1,66	0,99	1,79	0,90	1,92
24	1,27	1,45	1,19	1,55	1,10	1,66	1,01	1,78	0,93	1,90
25	1,29	1,45	1,21	1,55	1,12	1,66	1,04	1,77	0,95	1,89
26	1,30	1,46	1,22	1,55	1,14	1,65	1,06	1,76	0,98	1,88
27	1,32	1,47	1,24	1,56	1,16	1,65	1,08	1,76	1,01	1,86
28	1,33	1,48	1,26	1,56	1,18	1,65	1,10	1,75	1,03	1,85
29	1,34	1,48	1,27	1,56	1,20	1,65	1,12	1,74	1,05	1,84
30	1,35	1,49	1,28	1,57	1,21	1,65	1,14	1,74	1,07	1,83
31	1,36	1,50	1,30	1,57	1,23	1,65	1,16	1,74	1,09	1,83
32	1,37	1,50	1,31	1,57	1,24	1,65	1,18	1,73	1,11	1,82
33	1,38	1,51	1,32	1,58	1,26	1,65	1,19	1,73	1,13	1,81
34	1,39	1,51	1,33	1,58	1,27	1,65	1,21	1,73	1,15	1,81
35	1,40	1,52	1,34	1,58	1,28	1,65	1,22	1,73	1,16	1,80
36	1,41	1,52	1,35	1,59	1,29	1,65	1,24	1,73	1,18	1,80
37	1,42	1,53	1,36	1,59	1,31	1,66	1,25	1,72	1,19	1,80
38	1,43	1,54	1,37	1,59	1,32	1,66	1,26	1,72	1,21	1,79
39	1,43	1,54	1,38	1,60	1,33	1,66	1,27	1,72	1,22	1,79
40	1,44	1,54	1,39	1,60	1,34	1,66	1,29	1,72	1,23	1,79
45	1,48	1,57	1,43	1,62	1,38	1,67	1,34	1,72	1,29	1,78
50	1,50	1,59	1,46	1,63	1,42	1,67	1,38	1,72	1,34	1,77
55	1,53	1,60	1,49	1,64	1,45	1,68	1,41	1,72	1,38	1,77
60	1,55	1,62	1,51	1,65	1,48	1,69	1,44	1,73	1,41	1,77
65	1,57	1,63	1,54	1,66	1,50	1,70	1,47	1,73	1,44	1,77
70	1,58	1,64	1,55	1,67	1,52	1,70	1,49	1,74	1,46	1,77
75	1,60	1,65	1,57	1,68	1,54	1,71	1,51	1,74	1,49	1,77
80	1,61	1,66	1,59	1,69	1,56	1,72	1,53	1,74	1,51	1,77
85	1,62	1,67	1,60	1,70	1,57	1,72	1,55	1,75	1,52	1,77
90	1,63	1,68	1,61	1,70	1,59	1,73	1,57	1,75	1,54	1,78

Навчальне видання

СЕРІЯ «НА ДОПОМОГУ СТУДЕНТУ УДФСУ»

Паянок Тетяна Миколаївна,
Краєвський Володимир Миколайович,
Параниця Надія Володимирівна,
Богдан Святослав Володимирович

ЕКОНОМЕТРИКА: ПРИКЛАДНИЙ АСПЕКТ

Навчальний посібник

Відповідальний за випуск *Д. Ф. Салахова*

Відповідальний редактор *І. Є. Врублевська*
Редактори *Н. І. Грицюк*

Форматування та
комп'ютерна верстка *Д. П. Завальніцька*

Здано до друку 15.12.2020. Формат 60×84/16
Папір офсетний № 1. Гарнітура «Times New Roman».
Друк. арк. 12.0.
Тираж 300 примірників. Замовлення № 914.

Підготовлено до друку Видавничо-поліграфічним центром
Університету ДФС України
08205, вул. Університетська, 31, м. Ірпінь, Київська область,
Україна

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготовлювачів і
розповсюджувачів видавничої продукції
Серія ДК № 5104 від 20.05.2016*