

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ**

**Завдання до самостійної роботи**  
**з навчальної дисципліни**  
**"АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ**  
**РЯДІВ ДИНАМІКИ"**  
**для студентів напряму підготовки**  
**6.030506 "Прикладна статистика"**  
**денної форми навчання**

**Харків. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015**

Затверджено на засіданні кафедри статистики та економічного прогнозування.

Протокол № 9 від 27.03.2015 р.

**Укладачі:** Раєвнєва О. В.

Бровко О. І.

Чанкіна І. В.

3-13 Завдання до самостійної роботи з навчальної дисципліни "Аналіз та прогнозування рядів динаміки" для студентів напряму підготовки 6.030506 "Прикладна статистика" денної форми навчання / уклад. О. В. Раєвнєва, О. І. Бровко, І. В. Чанкіна. – Х. : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. – 40 с. (Укр. мов.)

Наведено загальні підходи до організації самостійної роботи студентів, які розроблені відповідно до Положення про самостійну роботу студентів і відбивають специфіку навчального процесу напряму підготовки "Прикладна статистика".

Рекомендовано для студентів напряму підготовки 6.030506 "Прикладна статистика" денної форми навчання.

## Вступ

Дослідження в економіці напряду пов'язані з аналізом розвитку та змін явищ та процесів. Ці питання розглядаються в теорії часових рядів. Основною рисою, що виділяє аналіз часових рядів серед інших видів статистичного аналізу, є істотність порядку, в якому проводяться спостереження.

Часовий ряд – це послідовність впорядкованих у часі числових показників, що характеризують рівень стану і зміни досліджуваного явища. Процес зміни соціально-економічних явищ у часі полягає в тому, що відбувається зміна впливу на цей розвиток багатьох факторів соціального, економічного, технологічного і будь-якого іншого процесу, а фактор часу акумулює їх вплив. Тому використання статичних та математичних методів у дослідженні рядів динаміки може забезпечити урахування впливу усіх факторів в прогнозуванні змін у соціально-економічних системах.

Самостійна робота студента (СРС) – це форма організації навчального процесу, за якої заплановані завдання виконуються студентом самостійно під методичним керівництвом викладача.

Організація СРС на основі компетентісного підходу надає можливості особистого включення студента в освоєння професійної діяльності й формування у нього професійно значущих якостей. На відміну від знання компетентність існує у формі діяльності, а не інформації про неї; на відміну від навичок – компетентність є усвідомлена, а на відміну від уміння – вона пов'язана з саморозвитком творчого потенціалу студента.

У результаті самостійної роботи за навчальною дисципліною "Аналіз та прогнозування рядів динаміки" студент набуває таких компетентностей (табл. 1).

Таблиця 1

### **Компетентності, що отримують студенти в процесі вивчення навчальної дисципліни "Аналіз та прогнозування часових рядів" (згідно з Національною рамкою кваліфікацій)**

№ п/п	Зміст компетентності	Теми дисципліни, що формують компетентність
1	2	3
1. Здатність набувати теоретичні знання з аналізу часових рядів, що описують поведінку соціально-економічних процесів		
Знання	Знання основних категорій аналізу часових рядів, вимог до статистичної інформації, що формує часовий ряд, методів визначення та аналізу аномальних спостережень, основних складових часових рядів, методів визначення присутності складових у часовому ряді	Тема 1. Основні категорії аналізу часових рядів

Продовження табл. 1

1	2	3
Уміння	Проводити декомпозицію часового ряду; визначати наявність еволюторної компоненти в ряді; здійснювати згладжування часового ряду; здійснювати усунення аномальних спостережень у часовому ряді; визначати стійкість часового ряду за допомогою критеріїв стійкості тенденції	Тема 2. Методи дослідження та виміру стійкості рівнів часового ряду
Комунікація	Розвиток креативного мислення у ході вирішення поставлених завдань. Здатність до критики та самокритики	Тема 3. Компонентний аналіз часового ряду
Автономність і відповідальність	Здібність виділяти серед різноманітних пропозицій щодо вирішення проблеми інформацію, яка дозволяє це здійснити. Здатність до розвитку креативного мислення у ході вирішення поставлених завдань	Тема 4. Методи згладжування часових рядів
2. Здатність до моделювання компонентів часового ряду		
Знання	Поняття еволюторної складової часового ряду; знання методів визначення наявності тренда в ряді; знання лінійних та нелінійних видів трендових моделей; знання емпіричних методів вибору форми тренда	Тема 5. Моделювання трендової компоненти
Уміння	Здійснювати вибір форми тренда на підставі теоретичного аналізу та емпіричних методів. Проводити оцінку параметрів трендової моделі	
Комунікація	Розвиток креативного мислення у ході вирішення поставлених завдань. Здатність до критики та самокритики	
Автономність і відповідальність	Здатність до розвитку креативного мислення у ході вирішення поставлених завдань	
Знання	Знання завдань дослідження випадкового компоненту часового ряду; знання методів перевірки випадковості залишків моделі; поняття стаціонарного процесу та методів приведення нестаціонарного процесу до стаціонарного	Тема 7. Моделювання випадкового компоненту
Уміння	Оцінювати гіпотезу про стаціонарність залишків на підставі коефіцієнта кореляції, критерію серій, критерію мінімуму та максимуму	
Комунікація	Навички командної роботи та розробки колективного рішення. Здатність до критики та самокритики	

1	2	3
Автономність і відповідальність	Здатність до самостійного пошуку необхідної інформації для дослідження соціально-економічних процесів, що віддзеркалюються у вигляді часових рядів. Прагнення до неперервного особистісного та професійного вдосконалення	
3. Здатність до моделювання зв'язаних часових рядів		
Знання	Знання передумов наявності автокореляції в часовому ряді; класифікації та наслідків автокореляції; знання методів визначення автокореляції в ряду; знання методів усунення автокореляції; поняття автокореляційної та частково автокореляційної функцій; поняття авто-регресійних моделей та моделей з розподіленими лагами	Тема 8. Моделі зв'язаних часових рядів (автокореляція)  Тема 9. Моделі часових рядів з лаговими змінними
Уміння	Оцінювати моделі з лагами в незалежних змінних. Визначати довжину лагів змінних моделі за допомогою методу послідовного збільшення та перетворення Койка. Будувати моделі з поліноміально розподіленими лагами Алмона. Здійснювати оцінку авторегресійних моделей	
Комунікація	Розвиток креативного мислення у ході вирішення поставлених завдань	
Автономність і відповідальність	Здатність до розвитку креативного мислення у ході вирішення поставлених завдань. Прагнення до неперервного особистісного та професійного вдосконалення	
4. Здатність до прогнозування часових рядів за допомогою простих методів прогнозування технологій		
Знання	Знання основних категорій прогнозування часових рядів; знання методів екстраполяції рівнів часових рядів; знання методів прогнозування на основі темпів зростання; знання методів прогнозування на підставі кривих зростання	
Уміння	Прогнозувати соціально-економічні процеси, що представлені у вигляді часових рядів за допомогою методу середнього рівня, середнього абсолютного приросту, методу середнього темпу зростання. Здійснювати підбір тренду та прогнозувати часові ряди на підставі його екстраполяції. Прогнозувати часові ряди на підставі кривих зростання.	

1	2	3
	Оцінювати якість та адекватність прогностичних моделей. Оцінювати точність прогнозу	Тема 10. Прості методи прогнозу екстраполяції
Комунікація	Розвиток креативного мислення у ході вирішення поставлених завдань. Навички толерантного ставлення до іншої думки у ході вирішення завдання. Здатність до критики та самокритики	Тема 11. Прогнозування на підставі кривих зростання
Автономність і відповідальність	Здатність виділяти серед різноманітних пропозицій щодо вирішення проблеми інформацію, яка дозволяє це здійснити. Прагнення до неперервного особистісного та професійного вдосконалення. Навички толерантного ставлення до іншої думки. Здатність до критики та самокритики	

## 1. Технологія організації СРС з навчальної дисципліни "Аналіз та прогнозування рядів динаміки"

### 1.1. Планування та організація СРС

Планування СРС з навчальної дисципліни "Аналіз та прогнозування рядів динаміки" здійснюється на основі визначення науково обґрунтованих нормативів часу на виконання всіх видів навчальних завдань за кожною темою.

Головним під час проведення СРС є не стільки оптимізація її окремих видів, скільки утворення умов високої активності, самостійності й відповідальності в ході всіх видів навчальної діяльності.

**Мета СРС** – засвоєння в повному обсязі навчальної програми та формування у студентів загальних і професійних компетентностей, які відіграють суттєву роль у становленні майбутнього фахівця вищого рівня кваліфікації.

Навчальний час, відведений для самостійної роботи студентів денної форми навчання, визначається навчальним планом від загального обсягу навчального часу на вивчення дисципліни.

У ході самостійної роботи студент має перетворитися на активного учасника навчального процесу, навчитися свідомо ставитися до оволодіння

теоретичними і практичними знаннями, вільно орієнтуватися в інформаційному просторі, нести індивідуальну відповідальність за якість власної професійної підготовки.

СРС включає: опрацювання лекційного матеріалу; опрацювання та вивчення рекомендованої літератури, основних термінів та понять за темами дисципліни; підготовку до лабораторних занять; виконання індивідуальних завдань (вирішення розрахункових індивідуальних та комплексних завдань) за вивченою темою; контрольну перевірку студентами особистих знань за запитаннями для самодіагностики; підготовку до тестових контрольних робіт; підготовку до модульного контролю; систематизацію вивченого матеріалу з метою підготовки до семестрового екзамену.

Необхідним елементом успішного засвоєння матеріалу навчальної дисципліни є самостійна робота студентів з вітчизняною та закордонною спеціальною літературою, статистичною інформацією.

Організація СРС під час вивчення дисципліни "Аналіз та прогнозування рядів динаміки" становить єдність двох взаємопов'язаних видів: *аудиторної СРС та позааудиторної СРС*.

Важливим елементом позааудиторної СРС є виконання комплексного домашнього завдання (ДЗ).

Основні види самостійної роботи, які запропоновані студентам для засвоєння теоретичних знань з навчальної дисципліни, наведені в табл. 2.

Таблиця 2

### **Завдання для самостійної роботи студентів та форми її контролю**

Зміст самостійної роботи студентів	Форми контролю СРС	Література
1	2	3
<b>Змістовий модуль 1. Вступ до аналізу часових рядів</b>		
<i>Тема 1.</i> Пошук, підбір та огляд літературних джерел за темою 1. Вирішення завдання щодо оцінки основних характеристик динамічного ряду, виявлення аномальних точок. Підготовка до тестової контрольної роботи		[1; 4; 11; 21; 22]
<i>Тема 2.</i> Пошук, підбір та огляд літературних джерел за темою 2. Вирішення завдання щодо комплексної оцінки стійкості динамічного ряду. Підготовка до тестової контрольної роботи		[6; 7; 16]

1	2	3
<i>Тема 3.</i> Пошук, підбір та огляд літературних джерел за темою 3. Підготовка до тестової контрольної роботи. Виконання домашнього завдання щодо підготовки вихідного інформаційного простору для прогнозування рядів динаміки	Перевірка ДЗ	[3; 5; 11; 20]
<i>Тема 4.</i> Пошук, підбір та огляд літературних джерел за темою 4. Підготовка до модульної контрольної роботи. Виконання самостійного завдання щодо перевірки динамічного ряду на наявність не випадкової складової		[3; 26 – 28]
<b>Змістовий модуль 2. Моделювання компонентів часового ряду</b>		
<i>Тема 5.</i> Пошук, підбір та огляд літературних джерел за темою 5. Підготовка до тестової контрольної роботи. Виконання самостійного завдання щодо проведення згладжування динамічних рядів показників соціально-економічного розвитку регіонів України		[2; 7; 9; 22]
<i>Тема 6.</i> Пошук, підбір та огляд літературних джерел за темою 6. Підготовка до тестової контрольної роботи. Виконання самостійного завдання щодо побудови нелінійних трендових моделей		[3; 6; 28; 29]
<i>Тема 7.</i> Пошук, підбір та огляд літературних джерел за темою 7. Підготовка до тестової контрольної роботи. Виконання самостійного завдання щодо дослідження сезонності в розвитку галузей економіки		[3; 6; 26; 29]
<i>Тема 8.</i> Пошук, підбір та огляд літературних джерел за темою 8. Підготовка до тестової КР. Виконання домашнього завдання щодо прогнозування за всіма компонентами часового ряду	Перевірка ДЗ	[3; 10; 26; 28; 29]
<i>Тема 9.</i> Пошук, підбір та огляд літературних джерел за темою 9. Підготовка до тестової контрольної роботи. Виконання самостійного завдання щодо прогнозування експрес-методами розвитку галузей економіки України		[5; 14; 17]
<i>Тема 10.</i> Пошук, підбір та огляд літературних джерел за темою 10. Підготовка модельної контрольної роботи. Виконання домашнього завдання щодо прогнозування розвитку економіки країни в умовах нестабільності	Перевірка ДЗ	[1; 3; 7; 14; 21]



## **1.2. Мотивація та контроль**

Передусім, ефективність реалізації СРС залежить від зацікавленості в досягненні результату, тобто від стійкої мотивації.

СРС оцінюється за такими критеріями:

- а) самостійності виконання;
- б) логічності та деталізації плану завдання;
- в) правильності розрахунків;
- г) наявності економічної інтерпретації проведених розрахунків;
- д) якості оформлення.

Оцінка за кожне домашнє завдання становить 3 бали, з них:

3 бали – у випадку коректного вирішення завдання, а також наведення повної економічної інтерпретації результатів;

2 бали – у випадку правильного вирішення завдання;

1 бал – наявність помилок;

0 балів – завдання не виконано.

## **2. Завдання з СРС навчальної дисципліни "Аналіз та прогнозування рядів динаміки"**

### **Змістовий модуль 1**

### **Вступ до аналізу часових рядів**

#### **Тема 1. Основні категорії аналізу часових рядів**

##### *Питання для самодіагностики*

1. Наведіть основні особливості моделювання рядів динаміки.
2. Наведіть перелік попередніх процедур аналізу ряду динаміки.
3. Перерахуйте методи виявлення "аномальних явищ" у рядах динаміки.
4. Які методи використовуються для усунення "аномальних явищ" у рядах динаміки?
5. Дайте класифікацію методів виявлення закономірності в рядах динаміки.
6. Перерахуйте показники, що характеризують швидкість вимірювання рівнів ряду.

##### *Варіативні завдання для самостійної роботи*

**Варіативне завдання 1.** Проведіть зіставлення динамічних рядів, наведених у табл. 3. Дайте економічну інтерпретацію результатів зіставлення.

## Вхідні дані

Показник \ Рік	2009 р.	2010 р.	2011 р.	2012 р.	2013 р.
Середня заробітна плата	1 351	1 806	1 906	2 239	2 633
Обсяг реалізації промислової продукції	717 076,7	917 035,5	806 550,6	1 065 108,2	1 329 256,3

**Варіативне завдання 2.** Здійснити перевірку на наявність аномальних точок у динамічному ряду ВВП на душу населення, наведеному на табл. 4 та провести їх усунення за необхідності.

## ВВП України у розрахунку на одну особу, грн

Період	ВВП у розрахунку на одну особу, грн	Період	ВВП у розрахунку на одну особу, грн	Період	ВВП у розрахунку на одну особу, грн
3 квартал 2004 р.	1 890	1 квартал 2007 р.	3 214	3 квартал 2009 р.	4 847
4 квартал 2004р.	1 864	2 квартал 2007 р.	3 436	4 квартал 2009 р.	5 048
1 квартал 2005 р.	1 889	3 квартал 2007 р.	3 651	1 квартал 2010 р.	5 294
2 квартал 2005 р.	1 958	4 квартал 2007 р.	3 854	2 квартал 2010 р.	5 591
3 квартал 2005 р.	2 066	1 квартал 2008 р.	4 037	3 квартал 2010 р.	5 943
4 квартал 2005р.	2 207	2 квартал 2008 р.	4 195	4 квартал 2010 р.	6 346
1 квартал 2006 р.	2 376	3 квартал 2008 р.	4 325	1 квартал 2011 р.	6 792
2 квартал 2006 р.	2 567	4 квартал 2008 р.	4 439	2 квартал 2011 р.	7 273
3 квартал 2006 р.	2 774	1 квартал 2009 р.	4 554	3 квартал 2011 р.	7 782
4 квартал 2006 р.	2 992	2 квартал 2009 р.	4 685	4 квартал 2011 р.	8 309

**Варіативне завдання 3.** У 2009 році до транснаціональної корпорації було приєднано ще одну організацію. У табл. 5 наведено прибуток транснаціональної корпорації до та після приєднання. Проведіть змикання двох рядів та зробіть висновок за розрахунками.

Таблиця 5

### Вхідні дані

Показник \ Рік	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Прибуток ТНК, млрд \$	9 589	1 378	1 812	1 958			
Прибуток ТНК, млрд \$				2 235	2 458	2 896	3 002

## Тема 2. Методи дослідження та виміру стійкості рівнів часового ряду

### *Питання для самодіагностики*

1. Які методи використовуються для оцінки стійкості рівнів ряду?
2. Перерахуйте відомі вам комплексні показники стійкості часового ряду.
3. Наведіть критерії оцінки стійкості тенденції ряду.
4. У чому відмінність стаціонарних від нестаціонарних часових рядів.
5. Охарактеризуйте складові компоненти тимчасового ряду.
6. Що показує коефіцієнт стійкості? Як його можна інтерпретувати.

### *Варіативні завдання для самостійної роботи*

**Варіативне завдання 1.** У табл. 6 наведено показники Зведеного бюджету України. На основі графічного аналізу сформулюйте гіпотезу щодо стійкості наведених динамічних рядів.

Таблиця 6

### Показники Зведеного бюджету України

Період	Доходи (млн грн)	Видатки (млн грн)
1	2	3
2004 р.	91 529,4	101 415,5
2005 р.	134 183,2	141 698,8

1	2	3
2006 р.	171 811,5	175 284,3
2007 р.	219 936,5	226 054,4
2008 р.	297 844,6	309 216,2
2009 р.	272 967,0	307 399,4
2010 р.	314 506,3	377 842,8
2011 р.	398 553,6	416 853,6
2012 р.	445 525,3	492 454,7
2013 р.	442 742,9	505 791,9
2014 р.	455 927,4	523 004,8

**Варіативне завдання 2.** Проведіть комплексну оцінку стійкості наведених динамічних рядів (табл. 6).

**Варіативне завдання 3.** Визначте причини відсутності стійкості в динамічних рядах (табл. 6).

### Тема 3. Компонентний аналіз часового ряду

#### *Питання для самодіагностики*

1. Охарактеризуйте складові компоненти тимчасового ряду.
2. У чому відмінність понять "тренд" і "тенденція"?
3. Назвіть види тенденції у рядах динаміки.
4. Перерахуйте методи виявлення тенденції у рядах динаміки.
5. У чому полягає сутність методу порівняння середніх рівнів часового ряду?
6. Наведіть етапи реалізації методу Фостера – Стюарта.

#### *Варіативні завдання для самостійної роботи*

**Варіативне завдання 1.** Відповідно до даних наведених у табл. 7, перевірте вихідний динамічний ряд на наявність трендової складової за допомогою критерію Аббе.

## Доходи Державного бюджету України, млн грн

Рік	Місяць	Доходи	Рік	Місяць	Доходи	Рік	Місяць	Доходи	Рік	Місяць	Доходи
2008	січень	13 950	2010	січень	15 095	2012	січень	21 709	2014	січень	25 299
	лютий	31 278		лютий	30 938		лютий	51 804		лютий	52 343
	березень	46 738		березень	51 712		березень	77 239		березень	88 803
	квітень	66 275		квітень	74 321		квітень	101 123		квітень	120 555
	травень	89 363		травень	93 836		травень	133 446		травень	150 645
	червень	104 833		червень	112 055		червень	162 949		червень	175 931
	липень	123 527		липень	136 187		липень	186 580		липень	199 064
	серпень	149 179		серпень	143 471		серпень	220 712		серпень	230 574
	вересень	169 164		вересень	162 678		вересень	246 330		вересень	260 869
	жовтень	188 028		жовтень	184 439		жовтень	273 502		жовтень	289 473
листопад	207 951	листопад	215 277	листопад	305 640	листопад	319 073				
грудень	231 686	грудень	240 615	грудень	346 054	грудень	356 958				
2009	січень	13 417	2011	січень	18 352	2013	січень	23 201	2015	січень	22 346
	лютий	31 954		лютий	44 700		лютий	54 493		лютий	60 341
	березень	51 270		березень	66 426		березень	83 789			
	квітень	70 454		квітень	89 872		квітень	106 118			
	травень	88 599		травень	119 046		травень	135 340			
	червень	101 142		червень	139 348		червень	162 657			
	липень	115 857		липень	168 778		липень	189 849			
	серпень	135 348		серпень	201 906		серпень	217 789			
	вересень	148 917		вересень	226 688		вересень	250 745			
	жовтень	166 029		жовтень	251 845		жовтень	278 678			
	листопад	200 557		листопад	284 225		листопад	308 807			
	грудень	209 700		грудень	314 617		грудень	339 180			

**Варіативне завдання 2.** За допомогою критерію серій визначте наявність не випадкової складової в часовому ряді, що характеризує доходи Державного бюджету України в річному розрізі. За основу розрахунків рекомендується взяти табл. 7.

**Варіативне завдання 3.** Використовуючи дані Державної служби статистики (табл. 8), визначте наявність тенденцій у динамічних рядах індексу цін за видами послуг, використовуючи будь-який з критеріїв. Вихідні дані обираються відповідно до варіанта.

## Зміна індексу споживчих цін за видами послуг

Індекс споживчих цін		Освіта	Ресторани та готелі	Особистий догляд
Період	Варіант	1	2	3
2009	1 квартал	100,3666	101,4661	103,166
	2 квартал	100,2999	101,0997	102,3294
	3 квартал	100,2665	100,8331	101,731
	4 квартал	100,1333	100,7666	101,1331
2010	1 квартал	100,1667	100,6666	100,8666
	2 квартал	100,1333	100,6666	100,3643
	3 квартал	100,1667	100,6666	100,1651
	4 квартал	100,333	100,5999	100,0323
2011	1 квартал	100,3333	100,633	100,7666
	2 квартал	100,3333	100,8666	99,75481
	3 квартал	100,2333	100,8666	99,65575
	4 квартал	100,2	100,9332	99,62281
2012	1 квартал	100,3331	100,2333	100,3999
	2 квартал	100,2664	100,2333	99,69634
	3 квартал	100,0667	100,3333	99,56377
	4 квартал	100,0667	100,4666	99,56377
2013	1 квартал	100,1667	100,1	100,3328
	2 квартал	100,1333	100,1333	99,63114
	3 квартал	100,0666	100,1667	99,46498
	4 квартал	100,1332	100,2666	99,49809
2014	1 квартал	100,2776	100,6332	100,3208
	2 квартал	100,3332	100,6998	100,1837
	3 квартал	100,3	100,7887	100,0578
	4 квартал	100,2555	100,8888	99,67777

## Тема 4. Методи згладжування часових рядів

*Питання для самодіагностики*

1. Які методи згладжування динамічних рядів вам відомі?
2. У чому сутність процедури центрування в методі ковзних середніх?
3. Яким чином визначається порядок ковзання в методі ковзних середніх?

4. Наведіть основні вимоги реалізації методу ковзних середніх.
5. Наведіть переваги та недоліки методу аналітичного вирівнювання.
6. Які ви знаєте згладжуючі функції? Як відбувається вибір функції?

*Варіативні завдання для самостійної роботи*

**Варіативне завдання 1.** Проведіть згладжування динамічного ряду обсягу реалізації продукції промислового комплексу регіону (регіон обирається відповідно до варіанта табл. 9) на основі 3-компонентної ковзної середньої.

Таблиця 9

**Варіанти для самостійного завдання**

Регіон	Варіант	Регіон	Варіант	Регіон	Варіант	Регіон	Варіант
Вінницька	1	Запорізька	7	Миколаївська	13	Харківська	19
Волинська	2	Івано-Франківська	8	Одеська	14	Херсонська	20
Дніпропетровська	3	Київська	9	Полтавська	15	Хмельницька	21
Донецька	4	Кіровоградська	10	Рівненська	16	Черкаська	22
Житомирська	5	Луганська	11	Сумська	17	Чернівецька	23
Закарпатська	6	Львівська	12	Тернопільська	18	Чернігівська	24

**Варіативне завдання 2.** За допомогою методу експоненційного згладжування проаналізуйте кількість народжуваних у регіонах України за останні 10 років (регіон обирається відповідно до варіанта табл. 9).

**Варіативне завдання 3.** Порівняйте згладжений та вихідний ряд обсягу експорту регіонів України (регіон обирається відповідно до варіанта табл. 9). Для згладжування використовуйте будь-які з відомих вам методів.

## Комплексне домашнє завдання

**Задача:** проведення підготовки динамічного ряду для подальшого прогнозування.

### Методичні рекомендації

**Крок 1.** Побудова графіка вихідного динамічного ряду, що дозволить провести загальний попередній аналіз наявних тенденцій у динамічному ряді. Так, на рис. 1 наведено приклад графічного подання динамічного ряду.

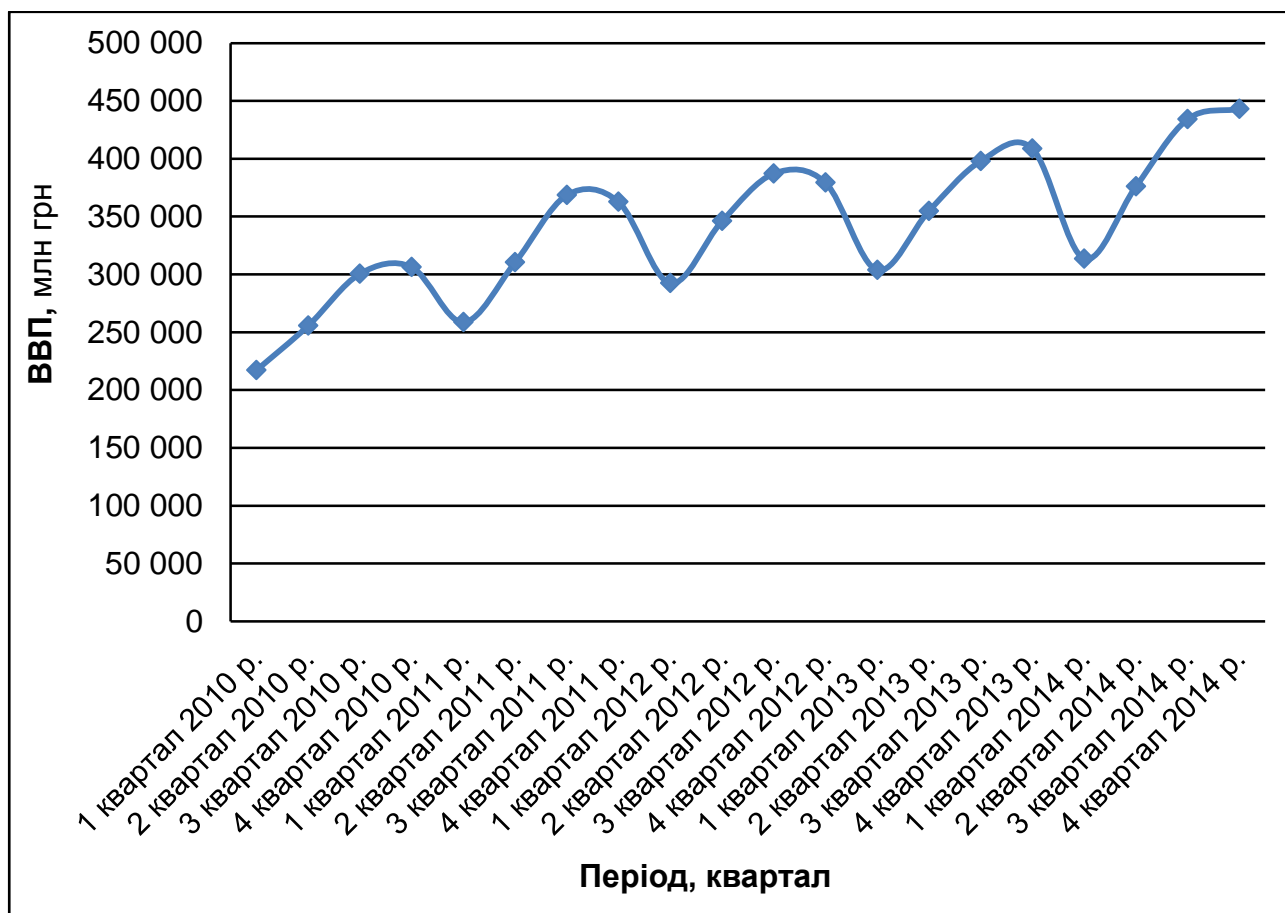


Рис. 1. Динаміка ВВП України за 2010 – 2014 рр.

**Крок 2.** Розрахунок загальних статистичних характеристик ряду. Приклад результату розрахунку, проведеного в надбудові "Аналіз даних", наведено на рис. 2 – 3.



	A	B	C
1	Столбец1		
2			
3	Среднее	340796,6	
4	Стандартная ошибка	13661,76071	
5	Медиана	350409,5	
6	Мода	#Н/Д	
7	Стандартное отклонение	61097,2513	
8	Дисперсия выборки	3732874116	
9	Эксцесс	-0,572624356	
10	Асимметричность	-0,197818376	
11	Интервал	226017	
12	Минимум	217074	
13	Максимум	443091	
14	Сумма	6815932	
15	Счет	20	
16			

Рис. 2. Описові статистики

Ср уровень	4345,466
Ср. Тр	100,8549
Ср Тпр	0,854879

Рис. 3. Середні значення показників інтенсивності рядів динаміки

Крок 3. Оцінка стійкості динамічного ряду (рис. 4).

Не благоприятные	3557,196
Благоприятные	5277,057
Размах	1719,861
Индекс устойчивости	1,483488
Среднелинейное	4384,513
Среднеквадратическое отклонение	4549,532

Рис. 4. Проміжні розрахунки для оцінки стійкості динамічного ряду

Проаналізувавши рис. 2 – 4, можна зробити висновок, що розмах є достатньо великим, а повинен прагнути до мінімуму – це говорить про високу коливаємість часового ряду. Індекс стійкості дорівнює 1,5, а повинен прагнути до 1, що так само підтверджує високу коливаємість вивчаємої ознаки. Також це підтверджується середньолінійним та середньоквадратичним відхиленнями.

**Варіативне завдання 1.** Для регіону України (регіон обирається відповідно до варіанта табл. 9) провести попередній аналіз динамічного

ряду обсягу реалізації сільськогосподарської продукції за останні 6 років у поквартальному розрізі. Завдання:

1. Перевірка ряду на нормальність закону розподілу.
2. Оцінка наявності аномальних точок та їх усунення.
3. Перевірка ряду на стійкість.
4. Формування висновку щодо природності ряду для подальшого використання.

**Варіативне завдання 2.** Створити форми засобами VBA-однорідності динамічного ряду та стійкості за будь-яким із критеріїв.

## **Тема 5. Моделювання трендової компоненти**

### *Питання для самодіагностики*

1. Перерахуйте відомі вам методи вибору форми кривої.
2. У чому особливість використання критеріального підходу для визначення виду тренду?
3. Які види трендової моделі вам відомі?
4. Чи використовуються методи дисперсійного аналізу у ході моделювання трендової складової ряду динаміки?
5. В яких випадках виправдане використання експоненційного тренду?
6. Перерахуйте відомі вам критерії оцінки якості трендової моделі.

### *Варіативні завдання для самостійної роботи*

**Варіативне завдання 1.** Оцінити вид трендової моделі методом характеристик приросту для динамічного ряду обсягу реалізації промислової продукції (табл. 10).

Таблиця 10

### **Обсяг реалізованої промислової продукції**

Роки	Обсяг реалізованої промислової продукції, млн грн
1	2
2004	400 757,1
2005	468 562,6
2006	551 729,0

1	2
2007	717 076,7
2008	917 035,5
2009	806 550,6
2010	1 065 850,5
2011	1 331 887,6
2012	1 400 680,2
2013	1 354 130,1

**Варіативне завдання 2.** За даними, наведеними в табл. 10, побудуйте лінійну, логарифмічну та показникову трендову моделі. Порівняйте якість побудованих моделей.

**Варіативне завдання 3.** Виробництво валової продукції сільського господарства в Харківській області характеризується такими даними, у порівняльних цінах 2005 р., млн грн (табл. 11). Оберіть вид трендової моделі для кожного з динамічних рядів, та розробіть прогноз розвитку сільського господарства в регіоні.

Таблиця 11

### Валова продукція сільського господарства

Рік	Валова продукція, всього	У тому числі	
		сільськогосподарські підприємства	господарства населення
1	2	3	4
2007	3 612	2 187	1 425
2008	3 151	1 794	1 357
2009	3 409	1 724	1 685
2010	2 821	1 415	1 406
2011	2 655	1 363	1 293
2012	3 084	1 331	1 754
2014	3 768	1 733	2 035
2013	3 755	1 923	1 832

## Тема 6. Моделювання періодичних компонент часового ряду

### Питання для самодіагностики

1. У чому особливість вивчення сезонного компонента?
2. Перерахуйте методи виявлення сезонного компонента.
3. У чому особливість моделювання сезонного компонента?
4. Чим визначається порядок гармоніки Фур'є?
5. Наведіть класифікацію коливань за їх довжиною.
6. У чому відмінність між сезонними і циклічними коливаннями?

### Варіативні завдання для самостійної роботи

**Варіативне завдання 1.** Маємо такий обсяг реалізованої продукції сільськогосподарським комплексом України (табл. 12). Необхідно оцінити наявність сезонності в вихідному динамічному ряді.

Таблиця 12

### Обсяг реалізованої продукції сільськогосподарським комплексом України

Рік	Місяць	Обсяг продукції, млрд грн	Рік	Місяць	Обсяг продукції, млрд грн
1	2	3	4	5	6
2008	січень	3,4	2012	січень	6,1
	січень-лютий	7,1		січень-лютий	13,1
	січень-березень	10,8		січень-березень	19,0
	січень-квітень	17,0		січень-квітень	29,4
	січень-травень	24,5		січень-травень	41,8
	січень-червень	34,1		січень-червень	54,3
	січень-липень	78,1		січень-липень	107,4
	січень-серпень	105,9		січень-серпень	147,6
	січень-вересень	115,7		січень-вересень	181,3
	січень-жовтень	126,5		січень-жовтень	203,6
	січень-листопад	139,4		січень-листопад	228,1
	січень-грудень	152,2		січень-грудень	261,8

1	2	3	4	5	6
2009	січень	3,6	2013	січень	6,7
	січень-лютий	7,6		січень-лютий	14,6
	січень-березень	11,5		січень-березень	21,3
	січень-квітень	18,3		січень-квітень	32,3
	січень-травень	25,7		січень-травень	45,7
	січень-червень	32,9		січень-червень	65,2
	січень-липень	74,9		січень-липень	128,7
	січень-серпень	105,3		січень-серпень	173,2
	січень-вересень	118,3		січень-вересень	191,7
	січень-жовтень	125,7		січень-жовтень	230,5
	січень-листопад	140,2		січень-листопад	262,7
	січень-грудень	153,8		січень-грудень	308,1
2010	січень	4,4	2014	січень	7,2
	січень-лютий	9,4		січень-лютий	16,0
	січень-березень	14,1		січень-березень	23,3
	січень-квітень	21,9		січень-квітень	34,9
	січень-травень	30,9		січень-травень	50,5
	січень-червень	39,1		січень-червень	66,1
	січень-липень	85,2		січень-липень	141,3
	січень-серпень	116,7		січень-серпень	200,5
	січень-вересень	140,5		січень-вересень	253,7
	січень-жовтень	150,3		січень-жовтень	287,4
	січень-листопад	167,6		січень-листопад	336,0
	січень-грудень	189,4		січень-грудень	370,8
2011	січень	5,3	2015 <sup>4</sup>	січень	9,7
	січень-лютий	11,2		січень-лютий	21,8
	січень-березень	16,3		січень-березень	...
	січень-квітень	25,2			
	січень-травень	35,7			
	січень-червень	45,4			
	січень-липень	105,4			
	січень-серпень	147,2			
	січень-вересень	181,5			
	січень-жовтень	203,3			
	січень-листопад	225,6			
	січень-грудень	253,6			

**Варіативне завдання 2.** Розробити модель циклічної складової для динамічного ряду, наведеного в табл. 9.

**Варіативне завдання 3.** Оцінити наявність сезонної та циклічної складових для показника обсягу реалізації сільськогосподарської продукції за регіонами України (регіон обирається відповідно до табл. 9).

## **Тема 7. Моделювання випадкового компоненту**

### *Питання для самодіагностики*

1. Дайте поняття категорії "автокореляція".
2. До яких наслідків призводить наявність автокореляції в моделі?
3. Наведіть основні методи перевірки наявності автокореляції помилок у моделі.
4. Які особливості має графічний метод виявлення автокореляції помилок у моделі?
5. Наведіть алгоритм використання методу рядів.
6. Наведіть формулу розрахунку критерію Дарбіна – Уотсона.

### *Варіативні завдання для самостійної роботи*

**Варіативне завдання 1.** Прокоментуйте результати розрахунків, наведених на рис. 5, щодо наявності автокореляції в моделі.

Durbin-Watson d (Spreadsheet and serial correlation of residu		
	Durbin-Watson d	Serial Corr.
Estimate	1,59539	0,12414

**Рис. 5. Результати розрахунку критерію Дарбіна – Уотсона**

**Варіативне завдання 2.** Після усунення трендової складової ряду отримано ряд залишків моделі табл. 13. Необхідно оцінити чи є отриманий ряд випадковим.

**Залишки моделі**

Період	Залишки
1	1 961,5
2	-2 901,2
3	-14 461,7
4	-8 837,6
5	29 178,2
6	-17 784,6
7	7 512,8
8	1 377,6
9	31 832,7
10	23,9
11	-27 909,2

**Комплексне домашнє завдання**

**Мета:** узагальнення знань студента щодо моделювання компонент часового ряду.

**Завдання.** Провести дослідження ВВП України за період з 2006 по 2013 рік на наявність загальної тенденції. Перевірити вид трендової складової ряду та побудувати модель даної складової (табл. 14).

**ВВП України за період з 2006 по 2013 рік**

Період	ВВП, млн грн	Період	ВВП, млн грн
1	2	3	4
1 кв 2006 р.	106 348	1 кв 2010 р.	23 860
2 кв 2006 р.	126 319	2 кв 2010 р.	23 986
3 кв 2006 р.	152 406	3 кв 2010 р.	24 567
4 кв 2006 р.	159 080	4 кв 2010 р.	25 322
1 кв 2007 р.	15 330	1 кв 2011 р.	25 689
2 кв 2007 р.	16 800	2 кв 2011 р.	311 022
3 кв 2007 р.	18 330	3 кв 2011 р.	369 818
4 кв 2007 р.	19 660	4 кв 2011 р.	363 557

1	2	3	4
1 кв 2008 р.	20 530	1 кв 2012 р.	293 493
2 кв 2008 р.	20 800	2 кв 2012 р.	349 212
3 кв 2008 р.	20 610	3 кв 2012 р.	387 620
4 кв 2008 р.	20 210	4 кв 2012 р.	378 564
1 кв 2009 р.	19 860	1 кв 2013 р.	301 598
2 кв 2009 р.	19 800	2 кв 2013 р.	351 896
3 кв 2009 р.	20 290	3 кв 2013 р.	392 630
4 кв 2009 р.	21 560		

### Методичні рекомендації

1. Побудуємо графік динамічного ряду, що досліджується (рис. 6).

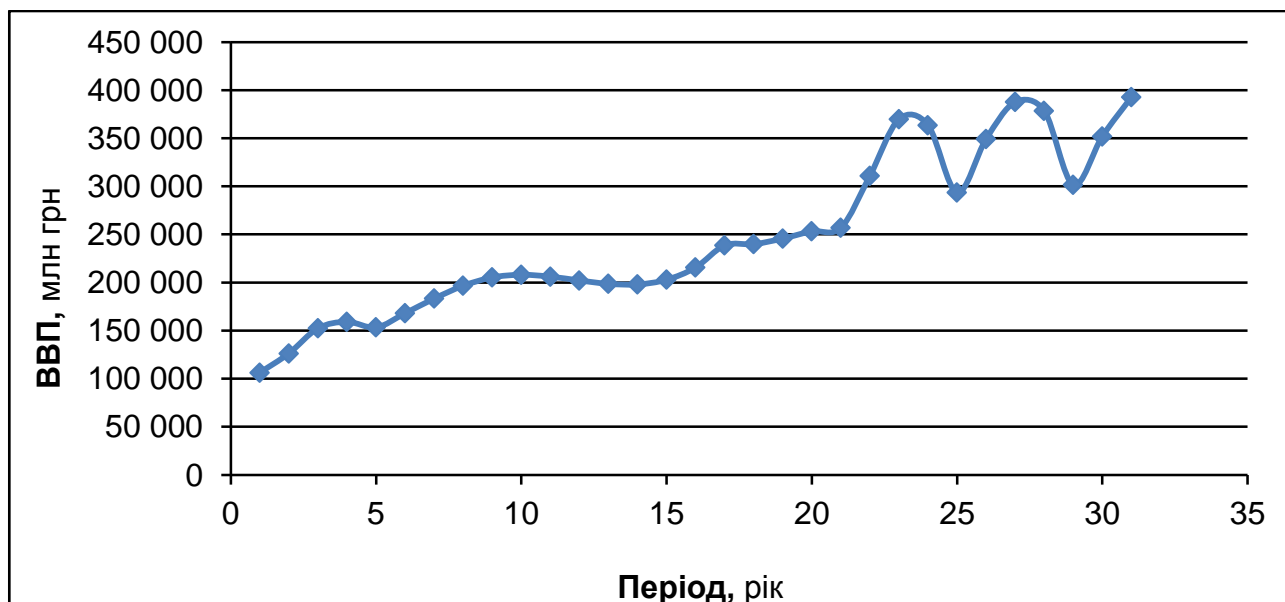


Рис. 6. Динаміка ВВП, млн грн

Виходячи з візуального аналізу динаміки ВВП з 2006 по 2013 рр., можна висунути гіпотезу про наявність трендової складової в досліджуваному ряді.

Для перевірки даної гіпотези використаємо кумулятивний Т-критерій, критерій Аббе.

1. Розрахуємо Кумулятивний Т-критерій, що дозволяє визначити наявність не тільки самої тенденції, але і її математичного виразу – тренду.

Висувається основна гіпотеза ( $H_0$ :) про відсутність тенденції у вихідному часовому ряді.



Розрахункове значення критерію визначається як відношення накопиченої суми квадратів відхилень емпіричних значень рівнів часового ряду від їх середнього значення ( $\sum_n Z_n^2$ ) і самих відхилень за формулою:

$$T_p = \frac{\sum_n Z_n^2}{\sigma_n^2},$$

де  $Z_n$  – накопичений підсумок відхилень емпіричних значень від середнього рівня вихідного часового ряду;

$\sigma_n^2$  – загальна сума квадратів відхилень, що визначається за формулою:

$$\sigma_n^2 = \sum_n y_t^2 - (\bar{y})^2 \times n,$$

де  $y_t$  – вихідні значення ознаки;

$\bar{y}$  – середні рівні вихідного ряду;

$n$  – довжина часового ряду.

Фрагмент проведених розрахунків за другою формулою наведено на рис. 7.

Період	$y_t$	$y_t^2$	$y_t - \text{уср}$	$Z_t$	$Z_t^2$
1 кв 2006	106348	11309897104	-139317	-139317	1,941E+10
2 кв 2006	126319	15956489761	-119346	-258662	6,691E+10
3 кв 2006	152406	23227588836	-93259	-351921	1,238E+11
4 кв 2006	159080	25306446400	-86585	-438505	1,923E+11
1 кв 2007	153300,00	23500890000	-92365	-530870	2,818E+11
2 кв 2007	168000,00	28224000000	-77665	-608535	3,703E+11
3 кв 2007	183300,00	33598890000	-62365	-670899	4,501E+11
4 кв 2007	196600,00	38651560000	-49065	-719964	5,183E+11
1 кв 2008	205300,00	42148090000	-40365	-760329	5,781E+11
2 кв 2008	208000,00	43264000000	-37665	-797993	6,368E+11
3 кв 2008	206100,00	42477210000	-39565	-837558	7,015E+11
4 кв 2008	202100,00	40844410000	-43565	-881122	7,764E+11
1 кв 2009	198600,00	39441960000	-47065	-928187	8,615E+11
2 кв 2009	198000,00	39204000000	-47665	-975852	9,523E+11
3 кв 2009	202900,00	41168410000	-42765	-1E+06	1,038E+12
4 кв 2009	215600,00	46483360000	-30065	-1E+06	1,1E+12
1 кв 2010	238600,00	56929960000	-7064,6	-1E+06	1,115E+12
2 кв 2010	239860	57532819600	-5804,6	-1E+06	1,127E+12
3 кв 2010	245670	60353748900	5,3871	-1E+06	1,127E+12
4 кв 2010	253220	64120368400	7555,39	-1E+06	1,111E+12
1 кв 2011	256890	65992472100	11225,4	-1E+06	1,087E+12
2 кв 2011	311 022	96734684484	65357,4	-977406	9,553E+11
3 кв 2011	369 818	1,36765E+11	124153	-853253	7,28E+11
4 кв 2011	363 557	1,32174E+11	117892	-735361	5,408E+11
1 кв 2012	293 493	86138141049	47828,4	-687532	4,727E+11
2 кв 2012	349 212	1,21949E+11	103547	-583985	3,41E+11
3 кв 2012	387 620	1,50249E+11	141955	-442030	1,954E+11
4 кв 2012	378 564	1,43311E+11	132899	-309130	9,556E+10
1 кв 2013	301 598	90961353604	55933,4	-253197	6,411E+10
2 кв 2013	351896	1 23831E+11	106231	-146965	2 16E+10

Рис. 7. Фрагмент розрахунку кумулятивного Т-критерію

Розрахункові значення кумулятивного Т-критерію порівнюються з критичними при заданому рівні значущості  $\alpha = 0,01$ .

Якщо розрахункове значення  $T_p = 86$ , перевищує критичне (табличне) значення критерію ( $T_{кр} = 2,75$ ), то гіпотеза про відсутність тренду відкидається. Отже, у вихідному часовому рядуіснує тенденція, описувана трендом.

2. Критерій квадратів послідовних різниць (критерій Аббе). Якщо є підстави вважати, що рівні ряду динаміки щодо свого середнього значення підпорядковані нормальному (гауссову) закону розподілу, то для з'ясування питання про наявність не випадкової складової використовують критерій послідовних різниць.

2.1. Розрахуємо різницю між рівнями ряду та між рівнем ряду та середнім таненням. Результати проведених розрахунків наведено на рис. 8.

Період	$y_t$	$y_{i+1} - y_i$	$(y_{i+1}y_i)^2$	$\bar{y}$	$y_i - \bar{y}$	$(y_i - \bar{y})^2$
1 кв 2006	106348	19971	398840841		-139317	19409118631
2 кв 2006	126319	26087	680531569		-119346	14243375319
3 кв 2006	152406	6674	44542276		-93258,6	8697168881
4 кв 2006	159080	-5780	33408400		-86584,6	7496895192
1 кв 2007	153300,00	14700	216090000		-92364,6	8531221717
2 кв 2007	168000,00	15300	234090000		-77664,6	6031792097
3 кв 2007	183300,00	13300	176890000		-62364,6	3889344943
4 кв 2007	196600,00	8700	75690000		-49064,6	2407336239
1 кв 2008	205300,00	2700	7290000		-40364,6	1629301975
2 кв 2008	208000,00	-1900	3610000		-37664,6	1418623065
3 кв 2008	206100,00	-4000	16000000		-39564,6	1565358594
4 кв 2008	202100,00	-3500	12250000		-43564,6	1897875497
1 кв 2009	198600,00	-600	360000		-47064,6	2215077788
2 кв 2009	198000,00	4900	24010000		-47664,6	2271915323
3 кв 2009	202900,00	12700	161290000		-42764,6	1828812117
4 кв 2009	215600,00	23000	529000000		-30064,6	903880949
1 кв 2010	238600,00	1260	1587600		-7064,61	49908755,47
2 кв 2010	239860	5810	33756100		-5804,61	33693530,96
3 кв 2010	245670	7550	57002500	5,387097	29,02081165	
4 кв 2010	253220	3670	13468900	7555,387	57083874,18	
1 кв 2011	256890	54132	2930273424	11225,39	126009315,5	
2 кв 2011	311 022	58796	3456969616	65357,39	4271588048	
3 кв 2011	369 818	-6261	39200121	124153,4	15414063528	
4 кв 2011	363 667	-70064	4908964096	117892,4	13898614935	
1 кв 2012	293 493	55719	3104606961	47828,39	2287554612	
2 кв 2012	349 212	38408	1475174464	103547,4	10722061375	
3 кв 2012	387 620	-9056	82011136	141955,4	20151331926	
4 кв 2012	378 664	-76966	5923765156	132899,4	17662247091	
1 кв 2013	301 598	50298	2529888804	55933,39	3128543792	

Рис. 8. Фрагмент проміжних розрахунків до критерію Аббе

2.2. Проведемо безпосередні розрахунки за критерієм:

$$q^2(n) = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (y_{i+1} - y_i)^2}{2n - 1} = 472\,620\,011,8;$$

$$s^2(n) = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (y_i - \bar{y})^2}{n - 1} = 6\,117\,496\,891;$$

$$\gamma(n) = \frac{q^2(n)}{s^2(n)} = 0,077.$$

2.3. Визначення  $y_\alpha$  – величина, що розраховується за таблицею значень функції Лапласа  $\Phi(x)$  для обраного рівня значущості  $\alpha$ , виходячи зі співвідношення:

$$\Phi(y_\alpha) = \alpha, \alpha = 1 - \gamma = 1 - 0,077 = 0,92.$$

$$y_\alpha = 0,62.$$

2.4. Потім значення  $\gamma(n)$  порівнюється з величиною:

$$\gamma_{\min}(n; \alpha) = 1 + \frac{y_\alpha}{n + 0,5(1 + y_\alpha^2)} = 1 + \frac{0,62}{31 + 0,5(1 + 0,38)} = 1,11.$$

Правило перевірки гіпотези. Якщо виконується нерівність:

$$\gamma(n) \leq \gamma_{\min}(n; \alpha),$$

$$0,077 \leq 1,11$$

тобто з імовірністю 0,92 можна стверджувати, що в ряді даного економічного показника ВВП присутня не випадкова складова.

3. Проведемо згладжування рівнів ряду за допомогою пакету Statistica 8.0. Аналіз часових рядів у пакеті проводиться в модулі *Advanced Linear / Nonlinear Models / Time Series / Forecasting*. Отримані результати згладжування з урахування квартальної сезонності наведено на рис. 9.

Seasonal Decomposition: Additive season (4) (Spreadsheet47)							
Case	Y						
	Y	Moving Averages	Diffrncts	Seasonal Factors	Adjusted Series	Smoothed Trend-c.	Irreg. Compon.
1	106348,0			-17883,1	124231,1	125360,2	-1129,1
2	126319,0			-1004,1	127323,1	130841,1	-3518,0
3	152406,0	136038,3	16367,8	11436,9	140969,1	141803,0	-833,9
4	159080,0	147776,3	11303,8	7450,4	151629,6	152835,6	-1206,0
5	153300,0	158196,5	-4896,5	-17883,1	171183,1	163072,1	8111,0
6	168000,0	165920,0	2080,0	-1004,1	169004,1	170431,6	-1427,5
7	183300,0	175300,0	8000,0	11436,9	171863,1	180695,9	-8832,8
8	196600,0	188300,0	8300,0	7450,4	189149,6	192838,8	-3689,2
9	205300,0	198300,0	7000,0	-17883,1	223183,1	203598,1	19585,0
10	208000,0	204000,0	4000,0	-1004,1	209004,1	205167,1	3837,0
11	206100,0	205375,0	725,0	11436,9	194663,1	203440,3	-8777,2
12	202100,0	203700,0	-1600,0	7450,4	194649,6	201583,3	-6933,7
13	198600,0	201200,0	-2600,0	-17883,1	216483,1	202542,6	13940,5
14	198000,0	200400,0	-2400,0	-1004,1	199004,1	201744,9	-2740,8
15	202900,0	203775,0	-875,0	11436,9	191463,1	206851,5	-15388,3
16	215600,0	213775,0	1825,0	7450,4	208149,6	217801,1	-9651,4
17	238600,0	224240,0	14360,0	-17883,1	256483,1	232574,8	23908,3
18	239860,0	234932,5	4927,5	-1004,1	240864,1	239771,6	1092,5
19	245670,0	244337,5	1332,5	11436,9	234233,1	245247,0	-11013,9
20	253220,0	248910,0	4310,0	7450,4	245769,6	256468,0	-10698,3

Рис. 9. Результати згладжування часового ряду

Згладжені значення ряду отримаємо в стовпчику *Smoothed*.

4. Проведемо визначення виду тренду за допомогою графічного методу. Графік згладженого ряду наведено на рис. 10.

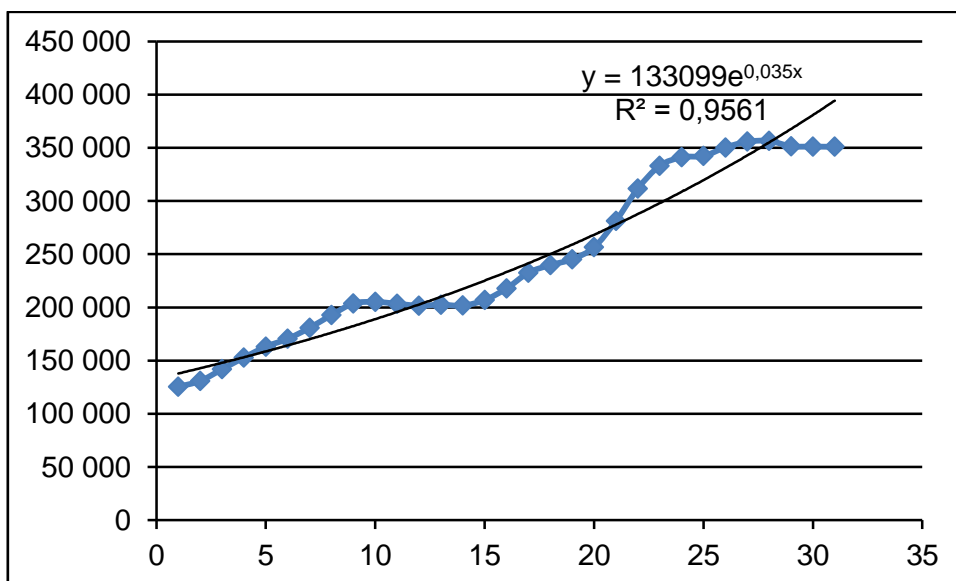


Рис. 10. Графік згладженого динамічного ряду

Як видно з графіку, експоненційна функція відображає загальну тенденцію в ряді динаміки.

5. Метод характеристик приросту. Порівнюються характеристики зміни приростів рівнів часового ряду з відповідними характеристиками обраної кривої. Розраховані характеристики наведено в табл. 15.

Таблиця 15

### Характеристики приросту

Період	$y_t$	$\Delta_t^1$	$\frac{\Delta_t}{y_t}$	$\log \Delta_t$	$\log \frac{\Delta_t}{y_t}$
1 кв 2006 р.	125 360,2				
2 кв 2006 р.	130 841,1	5 480,9	0,041890107	3,7388	-1,377888535
3 кв 2006 р.	141 803,0	10 961,9	0,077303693	4,0398	-1,111799757
4 кв 2006 р.	152 835,6	11 032,6	0,072186121	4,0426	-1,141546293
1 кв 2007 р.	163 072,1	10 236,5	0,062772814	4,0101	-1,202228403
2 кв 2007 р.	170 431,6	7 359,4	0,043181228	3,8668	-1,364705007
3 кв 2007 р.	180 695,9	10 264,3	0,056804482	4,0113	-1,245617395
4 кв 2007 р.	192 838,8	12 142,9	0,062969389	4,0843	-1,200870523
1 кв 2008 р.	203 598,1	10 759,3	0,052845643	4,0317	-1,27699081
2 кв 2008 р.	205 167,1	1 569,0	0,007647424	3,1956	-2,116484825
3 кв 2008 р.	203 440,3	-1 726,8	-0,00848786	3,2372	-2,07120164
4 кв 2008 р.	201 583,3	-1 857,1	-0,00921234	3,2688	-2,035629641
1 кв 2009 р.	202 542,6	959,3	0,004736159	2,9819	-2,324573724
2 кв 2009 р.	201 744,9	-797,7	-0,00395383	2,9018	-2,402981123
3 кв 2009 р.	206 851,5	5 106,6	0,024687085	3,7081	-1,607530193
4 кв 2009 р.	217 801,1	10 949,6	0,050273449	4,0394	-1,298661317
1 кв 2010 р.	232 574,8	14 773,7	0,063522441	4,1694	-1,197072824
2 кв 2010 р.	239 771,6	7 196,8	0,030015143	3,8571	-1,52265959
3 кв 2010 р.	245 247,0	5 475,4	0,022326259	3,7384	-1,65118404
4 кв 2010 р.	256 468,0	11 220,9	0,043751837	4,0500	-1,359003706
1 кв 2011 р.	281 391,7	24 923,7	0,088573047	4,3966	-1,052698417
2 кв 2011 р.	311 584,8	30 193,1	0,096901749	4,4799	-1,013668384
3 кв 2011 р.	333 062,0	21 477,2	0,064484166	4,3319	-1,190546915
4 кв 2011 р.	341 119,6	8 057,6	0,023621072	3,9062	-1,626700405
1 кв 2012 р.	342 370,9	1 251,3	0,003654732	3,0973	-2,437144491
2 кв 2012 р.	350 331,9	7 961,0	0,022724165	3,9009	-1,643512062
3 кв 2012 р.	355 785,1	5 453,2	0,015327302	3,7366	-1,814534277
4 кв 2012 р.	356 420,6	635,5	0,001783006	2,8031	-2,748847275
1 кв 2013 р.	351 538,6	-4 882,1	-0,01388769	3,6886	-1,857369908
2 кв 2013 р.	351 191,5	-347,1	-0,00098833	2,5404	-3,005070456
3 кв 2013 р.	351 017,9	-173,6	-0,00049444	2,2394	-3,305885772

Як видно з табл. 15 співвідношення абсолютного приросту до значення рівня ряду мають дуже не великі значення, що свідчить про підтвердження гіпотези про експоненційний вид трендової складової.

6. Визначення параметрів трендової моделі в пакеті *Statistica 8.0*. Для побудови нелінійної трендової моделі необхідно перейти в *Advanced Linear / Nonlinear Models / Nonlinear Estimation*. У вікні модуля необхідно ввести вид функції в даному випадку експоненціної (рис. 11).

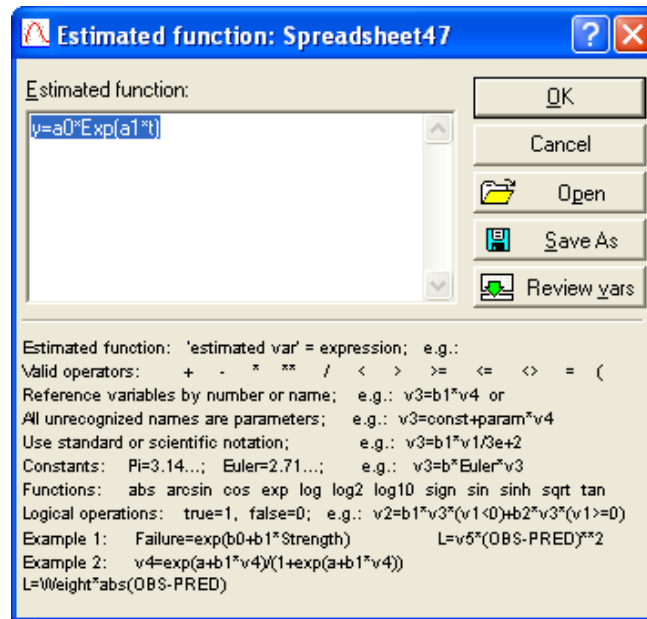


Рис. 11. Визначення виду нелінійної функції

На рис. 12 наведено результати визначення параметрів експоненційної функції.

Model is: $y=a_0 \cdot \text{Exp}(a_1 \cdot t)$
Dependent variable: y                      Independent variables: 1
Loss function: least squares
Final value: 22677538051,34
Proportion of variance accounted for: ,88944459    R =,9431037

Model is: $y=a_0 \cdot \text{Exp}(a_1 \cdot t)$ (Spreadsheet47)						
Dep. Var.: y						
Level of confidence: 95.0% ( alpha=0.050)						
	Estimate	Standard error	t-value df = 29	p-level	Lo. Conf Limit	Up. Conf Limit
a0	133932,9	7391,433	18,12002	0,000000	118815,8	149050,1
a1	0,0	0,002	14,34701	0,000000	0,0	0,0

Рис. 12. Результати побудови експоненційної функції

Як видно з розрахунків побудована трендова модель є якісною та адекватною, та має загальний вигляд:

$$y = 133932,9e^{0,034*t}.$$

На рис. 13 наведено графік трендової складової та емпіричного ряду.

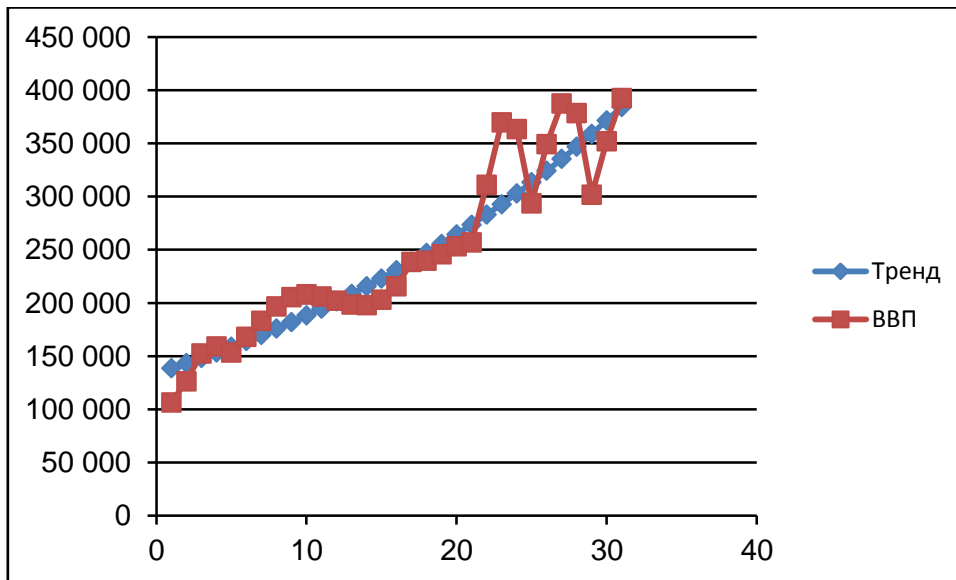


Рис. 13. Графік трендової складової та вихідного динамічного ряду

Як видно з графіка для більш точного моделювання досліджуваного процесу доцільно враховувати, крім загальної тенденції, сезонні та циклічні коливання. Було виявлено наявність трендової складової в даному динамічному ряді та побудована модель експоненційного тренду.

### Варіативні завдання для самостійного виконання студентами

**Варіативне завдання 1.** Для регіону України (регіон обирається відповідно до варіанта табл. 9) побудувати прогноз динамічного ряду обсягу реалізації сільськогосподарської продукції на наступний рік.

**Варіативне завдання 2.** Створити форми засобами VBA для оцінки якості побудованого прогнозного значення.

### Тема 9. Моделі часових рядів з лаговими змінними

#### *Питання для самодіагностики*

1. Наведіть визначення категорії "лаг".
2. Наведіть визначення категорії "лагові змінні".
3. Наведіть алгоритм перетворення Койка.

4. Які моделі називають моделями з нескінченною кількістю лагів?
5. Наведіть алгоритм побудови моделей адаптивних очікувань.
6. Наведіть алгоритм побудови моделей часткового корегування.

*Варіативні завдання для самостійної роботи*

**Варіативне завдання 1.** Оцінити довжину лагу затримки впливу маркетингових досліджень на прибуток підприємства (табл. 16).

Таблиця 16

**Вихідні данні**

Період (квартал)	Прибутки компанії, млн грн	Витрати на маркетингові дослідження, тис. грн	Період (квартал)	Прибутки компанії, млн грн	Витрати на маркетингові дослідження, тис. грн
1	988	60	11	1281	78
2	1 035	66	12	1253	67
3	1 089	73	13	1302	74
4	1 082	67	14	1382	94
5	1 073	54	15	1426	93
6	1 126	65	16	1468	91
7	1 177	75	17	1513	93
8	1 234	83	18	1593	96
9	1 265	83	19	1612	98
10	1 258	74	20	1628	93

**Варіативне завдання 2.** Побудувати модель залежності прибутку компанії від витрат на маркетингові дослідження (табл. 16), з урахуванням ефекту затримки від отримання результатів подібних досліджень.

**Тема 10. Прості методи прогнозування екстраполяції**

*Питання для самодіагностики*

1. Розкрийте зміст основних показників точності прогнозів.
2. Розкрийте сутність точкового та інтервального прогнозів.
3. Перерахуйте найпростіші методи прогнозування динаміки.
4. Охарактеризуйте основні методи прогнозування динаміки основи екстраполяції трендів.
5. Чи може дисконтування інформації вплинути на якість прогнозу?
6. Які методи використовуються у процесі прогнозування ряду динаміки, що не має тенденцій?



**Варіативне завдання 1.** Виходячи з даних, наведених у табл. 17, кон'юнктури товарного ринку України, розробити короткостроковий прогноз на основі темпів зростання.

Таблиця 17

**Динаміка товарообігу за період з 2001 по 2014 рр.**

Роки	Товарообіг, тис грн
2001	28 530,0
2002	34 050,2
2003	39 192,4
2004	48 913,7
2005	65 738,2
2006	91 903,7
2007	123 668,0
2008	175 122,8
2009	243 898,4
2010	229 855,1
2011	274 599,6
2012	346 497,9
2013	404 862,6
2014	429 242,3

**Варіативне завдання 2.** Виходячи з даних, поданих в табл. 17, кон'юнктури товарного ринку України, розробити довгостроковий прогноз на основі темпів зростання.

**Тема 11. Прогнозування на підставі кривих зростання**

*Питання для самодіагностики*

1. Які типи кривих зростання вам відомі?
2. Охарактеризуйте основні методи прогнозування динаміки на основі кривих зростання.
3. З яких етапів складається процедура прогнозування на основі кривих зростання?
4. Наведіть процедуру знаходження параметрів S-подібної кривої?
5. У чому особливість прогнозування на основі моделі Гомперця?
6. Які методи використовуються у процесі прогнозування ряду динаміки, що не має тенденцій?

**Варіативне завдання 1.** Виходячи з даних, наведених у табл. 18, кон'юнктури товарного ринку України, розробити та визначити тип кривої зростання.

Таблиця 18

**Динаміка товарообігу за період з 2001 по 2014 рр.**

Роки	Товарообіг, тис грн
2001	28 530,0
2002	34 050,2
2003	39 192,4
2004	48 913,7
2005	65 738,2
2006	91 903,7
2007	123 668,0
2008	175 122,8
2009	243 898,4
2010	229 855,1
2011	274 599,6
2012	346 497,9
2013	404 862,6
2014	429 242,3

**Варіативне завдання 2.** Виходячи з даних, наведених у табл. 18, кон'юнктури товарного ринку України, побудувати прогноз на основі обраної кривої зростання.

**Комплексне домашнє завдання**

**Мета:** узагальнення знань студента щодо методів короткострокового прогнозування.

**Завдання:** побудувати прогноз ВВП на 3 квартал 2015 р. відповідно до даних, наведених у табл. 19, за допомогою простих методів прогнозування.

Обрати вид кривої зростання для досліджуваного показника та розрахувати за нею прогноз на одну точку.

Порівняти результати прогнозу за різними методами.

**Методичні рекомендації**

1. Побудова прогнозу методом середнього абсолютного приросту.

1.1. Середній абсолютний приріст, що розраховується за такою формулою:

$$\Delta = \frac{y_n - y_1}{n - 1} = \frac{392\,630 - 106\,348}{30} = 9\,542,733 \text{ млрд грн.}$$

1.2. Розрахунок теоретичних значень ряду наведено в табл. 19.

Таблиця 19

**Розрахунок за методом середнього абсолютного приросту**

Період	$y_t$	$\Delta_t$	$y_t$	$(y_t - y_t)^2$	$\Delta_t^2$
1 кв 2006 р.	106 348		106 348		
2 кв 2006 р.	126 319	19 971	115 890,7	108 748 745,7	398 840 841
3 кв 2006 р.	152 406	26 087	125 433,5	727 517 554,4	680 531 569
4 кв 2006 р.	159 080	6 674	134 976,2	580 993 174,4	44 542 276
1 кв 2007 р.	153 300	-5 780	144 518,9	77 107 131,8	33 408 400
2 кв 2007 р.	168 000	14 700	154 061,7	194 277 136,1	216 090 000
3 кв 2007 р.	183 300	15 300	163 604,4	387 916 659,4	234 090 000
4 кв 2007 р.	196 600	13 300	173 147,1	550 036 954,9	176 890 000
1 кв 2008 р.	205 300	8 700	182 689,9	511 218 129,4	75 690 000
2 кв 2008 р.	208 000	2 700	192 232,6	248 610 902,8	7 290 000
3 кв 2008 р.	206 100	-1 900	201 775,3	18 702 741,78	3 610 000
4 кв 2008 р.	20 210	-4 000	211 318,1	84 972 753,07	16 000 000
1 кв 2009 р.	198 600	-3 500	220 860,8	495 543 216,6	12 250 000
2 кв 2009 р.	198 000	-600	230 403,5	1 049 988 972	360 000
3 кв 2009 р.	202 900	4 900	239 946,3	1 372 425 874	24 010 000
4 кв 2009 р.	215 600	12 700	249 489	1 148 464 321	161 290 000
1 кв 2010 р.	238 600	23 000	259 031,7	417 455 727	529 000 000
2 кв 2010 р.	239 860	1 260	268 574,5	824 520 596	1 587 600
3 кв 2010 р.	245 670	5 810	278 117,2	1 052 820 788	33 756 100
4 кв 2010 р.	253 220	7 550	287 659,9	1 186 109 008	57 002 500
1 кв 2011 р.	256 890	3 670	297 202,7	1 625 111 094	13 468 900
2 кв 2011 р.	311 022	54 132	306 745,4	18 289 307,56	2 930 273 424
3 кв 2011 р.	369 818	58 796	316 288,1	2 865 446 625	3 456 969 616
4 кв 2011 р.	363 557	-6 261	325 830,9	1 423 261 136	39 200 121
1 кв 2012 р.	293 493	-70 064	335 373,6	1 753 984 656	4 908 964 096
2 кв 2012 р.	349 212	55 719	34 4916,3	18 452 752,11	3 104 606 961
3 кв 2012 р.	387 620	38 408	354 459,1	1 099 647 500	1 475 174 464
4 кв 2012 р.	378 564	-9 056	364 001,8	212 057 668,8	82 011 136
1 кв 2013 р.	301 598	-76 966	373 544,5	5 176 303 659	5 923 765 156
2 кв 2013 р.	351896	50 298	383 087,3	972 895 116,3	2 529 888 804
3 кв 2013 р.	392 630	40 734	392 630	1,35525E-20	1 659 258 756
Всього	7 615 603	286 282		26 202 879 901	28 829 820 720

1.3. Перевірка відповідності обраного методу. Якщо нерівність  $\sigma_{\text{ост}}^2 \leq \rho^2$  виконується, то вважається що метод середнього абсолютного приросту можна використовувати для прогнозування.

$$\sigma_{\text{ост}}^2 = \frac{26\,202\,879\,901}{31} = 845\,254\,190,4;$$

$$\rho^2 = \frac{1}{2} \times \frac{28\,829\,820\,720}{31} = 464\,997\,108,4.$$

Відповідно до проведених розрахунків видно, що основна умова використання методу не виконується, тому для прогнозування ВВП доцільно використати інші методи.

2. Побудова прогнозу методом середнього темпу росту.

2.1. Розрахунок середнього темпу зростання для досліджуваної сукупності.

$$T_p = \sqrt[n-1]{\frac{\bar{y}_n}{y_1}} = 1,044.$$

2.2. Розрахунок прогнозу ВВП на 4 квартал 2014 р.

$$y = 392\,630 \times 1,044 = 410\,102,1 \text{ млрд грн.}$$

Виходячи з того, що ВВП у 4 кварталі склало 404 311, то отриманий прогноз відхиляється від реальних даних на 2 %, що свідчить про адекватність вибору методу прогнозування.

### **Варіативні завдання для самостійного виконання студентами**

**Варіативне завдання 1.** Для регіону України (регіон обирається відповідно до варіанта табл. 9) побудувати прогноз ВДВ на наступний рік за допомогою простих методів прогнозування.

**Варіативне завдання 2.** Створити форми засобами VBA для прогнозування динамічного ряду на основі темпів зростання.

### 3. Рекомендована література

#### 3.1. Основна

1. Антохонова И. В. Методы прогнозирования социально-экономических процессов : учеб. пособ. / И. В. Антохонова. – Улан-Удэ : Изд. ВСГТУ, 2004. – 212 с.

2. Бабешко Л. О. Основы эконометрического моделирования : учеб. пособ. / Л. О. Бабешко. – 3-е изд. – М. : Ком книга, 2007. – 432 с.

3. Геєць В. М. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування : підручник / В. М. Геєць, Т. С. Клебанова, О. І. Черняк та ін. – 2-ге вид., виправ. – Х. : ВД "ІНЖЕК", 2008. – 396 с.

4. Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування : навч. посіб. / А. М. Єріна. – К. : КНЕУ, 2001.

5. Магнус Я. Р. Эконометрика. Начальный курс : учебник / Я. Р. Магнус, П. К. Катышев, А. А. Пересецкий. – 8-е изд., испр. – М. : Дело, 2007. – 504 с.

6. Присенко Г. В. Прогнозування соціально-економічних процесів : навч. посіб. / Г. В. Присенко, Є. І. Равікович. – К. : КНЕУ, 2005. – 378 с.

7. Садовникова Н. А. Анализ временных рядов и прогнозирование. Вып. 2 : учеб. пособ., руководство по изучению дисциплины, практикум, тесты, учебная программа / Н. А. Садовникова, Р. А. Шмойлова ; Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. – М., 2004. – 200 с.

8. Статистика : навч. посіб. / під ред. д. е. н., професора О. В. Раєвнєвої. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2010. – 520 с.

9. Статистичне моделювання та прогнозування : навч. посіб. / під ред. д. е. н., професора О. В. Раєвнєвої. – Х. : Вид. "ІНЖЕК", 2014. – 576 с.

10. Экономическое прогнозирование : учеб. пособ. / Ю. Н. Лапыгин, В. Е. Крылов, А. П. Чернявский. – М. : Эксмо, 2009. – 256 с.

11. Христиановский В. В. Анализ временных рядов в экономике: практика применения : учеб.пособ. / В. В. Христиановский, В. П. Щербина. – Донецк : ДонНУ, 2011. – 125 с.

#### 3.2. Додаткова

12. Бокс Дж. Анализ временных рядов. Прогноз и управление / Дж. Бокс, Г. Дженкинс. – М. : Мир, 1974. – Вып. 1. – 408 с.

13. Боровиков В. П. Прогнозирование в системе STATISTICA в среде WINDOWS / В. П. Боровиков, Г. И. Ивченко. – М. : Финансы и статистика, 1999. – 384 с.
14. Бородич С. А. Вводный курс эконометрики : учеб. пособ. / С. А. Бородич. – Мн. : БГУ, 2000. – 354 с.
15. Клебанова Т. С. Методы прогнозирования : учеб. пособ. / Т. С. Клебанова, В. В. Иванов, Н. А. Дубровина. – Х. : Изд. ХГЭУ, 2002. – 372 с.
16. Кричевский М. Л. Интеллектуальные методы в менеджменте / М. Л. Кричевский. – СПб. : Питер, 2005.
17. Кэндел М. Временные ряды / М. Кэндел. – М. : Финансы и статистика, 1981. – 199 с.
18. Лещинський О. Л. Економетрія : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. Л. Лещинський, В. В. Рязанцева, О. О. Юнькова. – К. : МАУП, 2003. – 208 с.
19. Мардас А. Н. Эконометрика / А. Н. Мардас. – СПб. : Питер, 2001. – 144 с.
20. Наконечний С. І. Економетрія : підручник / С. І. Наконечний, Т. О. Терещенко, Т. П. Романюк. – 2-ге вид., допов. та перероб. – К. : КНЕУ, 2000. – 296 с.
21. Халафян А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных / А. А. Халафян. – М. : ООО "Бином-Пресс", 2008. – 512 с.
22. Христіановський В. В. Економетрія : навч.-метод. посіб. / В. В. Христіановський, В. В. Фортуна. – Донецьк : ДонНУ, 2009. – 113 с.
23. Шамилева Л. Л. Статистическое моделирование и прогнозирование: курс лекций : учеб. пособ. / Л. Л. Шамилева. – Донецк : Каштан, 2008. – 310 с.
24. Четыркин Е. М. Статистические методы прогнозирования / Е. М. Четыркин. – М. : Статистика, 1975. – 184 с.
25. Эконометрия : учеб. пособ. / В. И. Суслов, Н. М. Ибрагимов и др. – Новосибирск : Изд. "Новосибирский государственный университет", 2005. – 742 с.
26. Эконометрика :учебник / И. И. Елисеева, С. В.Курышева, Т. В. Костеева и др. ; под ред. И. И. Елисеевой. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Финансы и статистика, 2005. – 576 с.
27. Dickey D. A. Distribution of the estimators for autoregressive time-series with a unit root / D. A.Dickey, W. A. Fuller // Journal of the American statistical association. – 1979. – Vol. 74. – Pp. 427–431.

28. Gencay R. Differentiating intraday seasonalities through wavelet multi-scaling / R. Gencay, F. Selcuk, B. Whitcher // A.Physica, 2001. – No. 289. – Pp. 543–556.
29. Granger C.W. Time series modelling and interpretation / C. W. Granger, M. J. Morris // J. of the Royal Stat. Soc. – 1976. – Ser. A. – Vol. 139. – Part 2, Pp. 234–256.
30. Granger C. W. J. Forecasting economic time series / C. W. J. Granger, P. Newbold. – 2nd ed. – N. Y. : Academic Press, 1986. – 324 p.
31. Круглов В. В. Искусственные нейронные сети [Электронный ресурс] / В. В. Круглов, В. В. Борисов. – Режим доступа : <http://www.socioego.ru>.
32. Электронный учебник StatSoft. – Режим доступа : <http://www.statsoft.ru>.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

**Завдання до самостійної роботи  
з навчальної дисципліни  
"АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ  
РЯДІВ ДИНАМІКИ"**

**для студентів напряму підготовки  
6.030506 "Прикладна статистика"  
денної форми навчання**

Укладачі: **Раєвська** Олена Валентинівна  
**Бровко** Ольга Іванівна  
**Чанкіна** Ірина Володимирівна

Відповідальний за випуск *Раєвська О. В.*

Редактор *Лященко О. Г.*

Коректор *Міхно В. В.*

План 2015 р. Поз. № 98.

Підп. до друку 19.11.2015 р. Формат 60 x 90 1/16. Папір офсетний. Друк цифровий.  
Ум. друк. арк. 2,5. Обл.-вид. арк. 3,13. Тираж 50 пр. Зам. № 209.

---

Видавець і виготівник – ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 61166, м. Харків, просп. Леніна, 9-А

---

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру  
ДК № 4853 від 20.02.2015 р.*