

### List of sources used

1. Gusev M. S. Import substitution as a strategy of economic development // Forecasting problems. - 2016. - No. 2. - p. 30-43.
  2. Aubakirova G. M. Import substitution in the economy of Kazakhstan: current state and prospects // Economist. - 2016. - No. 12. - pp. 79-90.
- 

**Никипорець Ю. І.**, здобувач вищої освіти гр. ОМ-3,  
*Київський національний університет імені Тараса Шевченка ( м. Київ, Україна)*  
Науковий керівник – **Мініна О.В.**, к.е.н., доцент  
*Національний університет «Чернігівська політехніка» (м. Чернігів, Україна)*

### **ВИКОРИСТАННЯ КОЕФІЦІЄНТА АВТОКОРЕЛЯЦІЇ ЗАЛИШКІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІЧНИХ ЯВИЩ**

При дослідженні характеристик економічних явищ і процесів доводиться працювати як із просторовими (сукупність різних об'єктів у певний момент/період часу) та і часовими вибірками (один об'єкт за ряд послідовних моментів/періодів часу). Моделі, побудовані за даними другого типу, називають моделями часових рядів [2].

Кожен рівень часового ряду формується під впливом великої кількості факторів, які умовно можна поділити на ті, що: формують тенденцію ряду; формують циклічні коливання ряду; є випадковими. Більшість рядів динаміки характеризуються тенденцію, під котрою розуміють зміну, яка визначає загальний напрям розвитку (тренд). Виявлення саме тенденцій розвитку економічних явищ, надання їм формалізованого виразу є одним із найактуальніших питань економічних досліджень. Важливим аспектом такого дослідження є достовірність обраної математичної моделі тенденції. Для її обґрунтування можна скористатись показниками автокореляції.

Тренд, відображуючи загальний напрям змін явища, що відбуваються у часі, водночас визначає й залежність між членами ряду динаміки. Ця залежність, яка визначається формою лінії тренда, має таку ж саму статистичну природу, як і лінія регресії. Зазначену кореляційну залежність між сусідніми (попередніми і наступними) членами ряду називають автокореляцією. Кількісно її можна виміряти за допомогою лінійного коефіцієнта кореляції між рівнями вихідного часового ряду і рівнями цього ряду, зміщеними на декілька кроків у часі. [3] Саме наявність автокореляції рівнів часового ряду вказує на присутність тенденції.

Проведемо дослідження динаміки доходів населення Чернігівської області за 2010-2019 рр. з метою виявлення математичного виразу тенденції їх зміни. Коефіцієнт автокореляції першого порядку для часового ряду доходів населення становить 0,987, що вказує на високу залежність поточного рівня доходів населення Чернігівської області від їх рівня за попередній період (майже у 99-ти відсотках зростання доходів у поточному періоді буде супроводжуватись їх ростом у наступному періоді), тобто динаміка доходів має чітку тенденцію.

Щоб виявити математичне рівняння тренду проведемо аналітичне вирівнювання ряду за методом найменших квадратів. Використання певної математичної функції (прямої, параболи, експоненти та ін.) у якості моделі тренду в обов'язковому порядку необхідно перевірити на адекватність. Найчастіше з цією метою пропонують використовувати коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ). Однак на практиці не завжди високе значення коефіцієнта детермінації вказує на адекватність рівняння як моделі загальної тенденції.

Використавши метод аналітичного згладжування для ряду динаміки доходів населення Чернігівської області ми отримаємо кілька рівнянь (лінійне ( $R^2 = 0,90$ ), експоненційне ( $R^2 = 0,96$ ), квадратичне ( $R^2 = 0,98$ )), корті зважаючи на значення коефіцієнтів детермінації моделі гарно його апроксимують, тобто є математично

адекватними (табл. 1). Для вибору адекватної моделі загальної тенденції доходів скористаємося методом автокореляції залишків.

Визначені моделі регресії дозволяють провести розрахунки їх залишків (відхилень теоретичних значень від фактичних) та відповідних коефіцієнтів автокореляції. Наявність автокореляції залишків свідчить, що вони містять тенденцію або циклічні коливання, тобто обраний тип моделі є неправильним і не описує повністю загальний тренд.

За розрахованими даними (табл. 1) ми бачимо, що для лінійної моделі характерний високий рівень автокореляції залишків першого порядку (0,74), тобто лінійна модель лише частково описує загальну тенденцію, і не може використовуватись для прогнозування або факторного аналізу.

Таблиця 1 - Характеристики моделей доходів населення Чернігівської області\*

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Доходи, млрд. грн.	23,18	26,28	29,65	30,39	31,99	38,78	45,72	58,25	69,25	76,81
лінійна модель: $D = 10390 + 5934,6 \cdot t$										
Теоретичне значення, млрд. грн.	16,32	22,26	28,19	34,13	40,06	45,99	51,93	57,87	63,80	69,74
Залишки, млрд.грн.	6,85	4,02	1,46	-3,74	-8,06	-7,22	-6,22	0,39	5,45	7,07
Коефіцієнт автокореляції залишків першого порядку						0,743469				
експоненційна модель: $D = 18827 \cdot e^{0,1355 \cdot t}$										
Теоретичне значення, млрд. грн.	21,56	24,69	28,27	32,37	37,07	42,45	48,61	55,66	63,74	72,99
Залишки, млрд. грн.	1,62	1,59	1,38	-1,98	-5,07	-3,67	-2,89	2,59	5,51	3,82
Коефіцієнт автокореляції залишків першого порядку						0,6838				
поліноміальна модель: $D = 26359 - 2049,7 \cdot t + 725,84 \cdot t^2$										
Теоретичне значення, млрд. грн.	25,04	25,16	26,74	29,77	34,26	40,19	47,58	56,42	66,71	78,45
Залишки, млрд. грн.	-1,86	1,11	2,91	0,62	-2,26	-1,41	-1,86	1,84	2,54	-1,64
Коефіцієнт автокореляції залишків першого порядку						0,125				

\* Джерело: розраховано автором

Подібна ситуація характерна і для експоненційної моделі коефіцієнт автокореляції залишків першого порядку котрої рівний 0,68. Використання ж квадратичної моделі дозволяє виключити автокореляцію із залишків, що вказує на її адекватність і повне урахування тенденції. Саме дану модель слід використовувати як рівняння тренду (рис. 1).

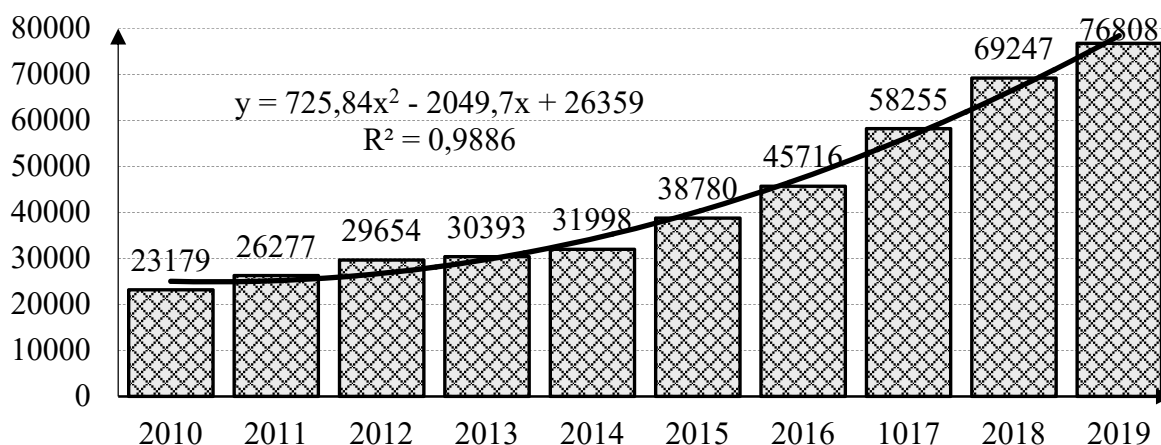


Рисунок 1 – Динаміка доходів населення Чернігівської області, млн. грн. [1]

Проведені аналітичні дослідження підтверджують доцільність використання коефіцієнта автокореляції залишків при визначенні рівняння тренду для аналізу економічних явищ і процесів.

#### Список використаних джерел

1. Головне управління статистики у Чернігівській області [Офіційний сайт]. – Режим доступу: <http://www.chernigivstat.gov.ua/books/silgosp.php>

2. Прокопенко І.Ф. Методика і методологія економічного аналізу : навч. посібн. для студ. вищ. навч. закладів / І.Ф. Прокопенко, В.І. Ганін. – К.: ЦУЛ, 2008. – 429 с.

3. Руська Р. В. Економетрика: навчальний посібник / Р.В. Руська. – Тернопіль: Тайп, 2012. – 224 с.

---

**Пашкевич К. В.**, здобувачка вищої освіти гр. ЕП-31

Науковий керівник – **Шумак В. В.**, к.б.н., доцент

*Барановичський державний університет (м. Барановичі, Республіка Білорусь)*

## **РОБОТОТЕХНІКА У МЕДИЦИНІ**

Все більш чітко простежується тенденція найактивнішого розвитку робототехнічних систем. При цьому напрямку робототехніки охоплюють все більше сфер суспільного життя і стають різноманітнішими. Що цікаво - прогрес у цьому напрямку акселерується безпосередньо суспільством, оскільки кожне досягнення цієї сфери сприяє поліпшенню життя.

Взагалі, робототехніка як перспективний напрямок вже перетворилася на невід'ємну частину нинішньої промислової революції, ключовими факторами якої стали роботизація виробництва і широке використання адитивних технологій. Хоча роботизовані системи знайшли застосування вже далеко за межами безпосередньо промисловості, навіть сьогодні досить складно спрогнозувати, як саме ця сфера змінить повсякденне життя [1].

Медичні роботи одна з найбільш мотивованих сфер, оскільки від її розвитку безпосередньо залежить порятунок людських життів. Вже сьогодні машини повсюдно використовуються при проведенні хірургічних операцій і багатьох інших процедур. Щорічний приріст автоматизованих машин у медицині становить 20% і більше. Медична робототехніка - один із лідируючих за рівнем технологій і затребуваності сегментів професійної сервісної робототехніки. Ринок медичних роботів розвивається вже протягом 25 років. Медичні роботи підвищують якість медичних маніпуляцій за рахунок точного напрямку медичних інструментів для діагностики і терапії, підвищують точність і безпеку хірургічних операцій і скорочують термін реабілітації за рахунок точності і можливості мінімально інвазивної хірургії та унеможливлення потрапляння інфекцій.

Використання робототехніки у медицині підвищує економічну ефективність догляду за пацієнтами, полегшує процес підготовки та навчання персоналу за рахунок медичних тренажерів. Інформація, зібрана роботами в процесі обслуговування та діагностики, може бути використана для аналізу і прогнозування на хмарних серверах.

Продажі медичних роботів виросли у 2018 році до 5 100 одиниць, на 50% в порівнянні з 2017 роком. Медичні роботи склали у 2018 році 31% від загальної вартості продажів всіх професійних сервісних роботів. Обсяг ринку збільшився на 27% і склав 2,8 млрд. доларів [2].

У результаті демографічних змін у багатьох країнах системи охорони здоров'я стикаються зі зростаючим навантаженням, оскільки їм доводиться обслуговувати старіюче населення. На тлі зростання попиту на послуги удосконалюються процедури, що призводить до поліпшення результатів. Одночасно зростають витрати на надання медичних послуг, незважаючи на зниження числа людей, зайнятих у галузі надання медичної допомоги [3].

Існує цілий ряд роботичних рішень для застосування у системі охорони здоров'я без безпосереднього контакту з пацієнтами. До них відносяться лабораторні та транспортні системи. Роботизовані лабораторні комплекси здатні забезпечити