

УДК 330.3:330.4

*Л. Ю. Мельник,  
кандидат економічних наук, доцент кафедри обліку і оподаткування,  
Уманський національний університет садівництва, м. Умань*

## **ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ СТРУКТУРНИХ ЗМІН АГРАРНОЇ ЕКОНОМІКИ ПІД ЧАС ФОРМУВАННЯ ЕКОНОМІКИ ЗНАНЬ**

*L. Melnyk,  
PhD in Economics, associate Professor of the Department of Accounting and Taxation,  
Uman national University of horticulture, Uman*

### **FORECASTING INDICATORS OF STRUCTURAL CHANGES IN THE AGRARIAN ECONOMY DURING THE FORMATION OF THE KNOWLEDGE ECONOMY**

*У статті здійснено прогнозування показників складових економіки знань аграрної сфери України за допомогою моделі поліноміальної регресії та моделі авторегресії. Проведене прогнозування відображає напрями динаміки зміни показників на найближчі п'ять років.*

*The article presents the forecasting performance of the components of the knowledge economy of the agrarian sector of Ukraine using the model of polynomial regression and autoregression models. Conducted forecasting reflects the direction of change of indicators over the next five years.*

**Ключові слова:** *прогнозування, економіка знань, аграрна сфера, регресія, авторегресія.*

**Keywords:** *forecasting, knowledge-based economy, the agricultural sector, regression, autoregres.*

**Постановка проблеми.** Формування економіки знань країни і аграрної сфери зокрема, передбачає розробку національної стратегії формування економіки знань, зосередження ресурсів на обраних напрямках і формування конкурентних переваг у відповідних сферах та реалізацію цих переваг на світових ринках. Тому розробка та застосування адекватних і результативних методик середньострокового і довгострокового прогнозування є необхідною передумовою вирішення проблеми визначення пріоритетних напрямів формування економіки знань, що вимагають першочергової підтримки держави в цілому і аграрної сфери. Ефективна політика економічного зростання вимагає застосування методології технологічного прогнозування, орієнтованої на пошук нових можливостей інноваційного розвитку та активізації наявних і створених нових конкурентних переваг економіки.

За останні десятиріччя практично всі розвинені держави в якості інструменту реалізації інноваційної моделі розвитку почали розробляти науково-технологічні прогнози (Форсайти). На жаль, Україна є однією з не багатьох держав, які й до цього часу не мають науково обґрунтованих прогнозів й орієнтирів майбутнього.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанню формування економіки знань присвятили свої дослідження такі вітчизняні і зарубіжні вчені: Ю.Бажал, П.Дракер, В.Геєць, Г. Жаворонкова, М.Згуровський, В.Іванова, Ф. Махлуп, В.Семиноженко, Е. Тоффлер, Л.Федулова та ін.

**Постановка завдання.** Метою статті є здійснення прогнозування показників складових економіки знань аграрної сфери України та встановлення напрямів динаміки їх зміни на найближчі п'ять років. Для досягнення мети визначено такі завдання:

- відібрати фактичні значення показників економіки знань аграрної сфери України;
- для кожного показника розрахувати рівняння регресії нульового або першого порядку;
- за допомогою отриманого рівняння регресії зробити прогноз всіх показників на період 2017-2021 роки.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Задача прогнозування часових рядів є складною в тому сенсі, що чинники, які впливають на розвиток того чи іншого економічного показника, можуть змінюватись з часом. Тому ми зробили формальне прогнозування на 5 років методами математичної статистики у припущенні, що у ці роки вказані чинники не зміняться і тенденції, які існували у попередні роки, збережуться.

Прогнозування виконувалось двома методами:

- 1) за допомогою моделі поліноміальної регресії [1];
- 2) за допомогою моделі авто регресії [2].

**Модель поліноміальної регресії.** У загальному вигляді поліноміальна модель може бути представлена формулою:

$$f(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots + a_n t^n, \quad (1)$$

де  $f$  – економічний показник,  $t$  – час у роках,  $a_i$  – параметри моделі,  $n$  – порядок моделі. Найбільш поширеною в економетриці є лінійна модель регресії, тобто модель порядку  $n = 1$ . Поліноміальні моделі вище першого порядку також використовуються, але у випадку необхідності екстраполяції, яка виникає у задачах прогнозування, такі моделі можуть давати хибні екстремуми в області екстраполяції. Тому ми використовували регресію тільки нульового або першого порядку. Регресія нульового порядку є оцінкою середнього значення відповідного економічного показника. Регресія першого порядку дає оцінку загального тренду показника з часом.

Для прогнозування було вибрано показники економіки знань в аграрній сфері, які мали щорічні дані за 2000-2016 рр. На основі цих даних для кожного показника було отримано рівняння регресії нульового або першого порядку. Вибір порядку здійснювався за допомогою критерію Фішера для регресії [1] з рівнем значущості 0.05. Це означає, що лінійна регресія застосовувалась тільки тоді, коли довірна імовірність того, що існує ненульовий тренд, була більше 95%. В інших випадках, коли значущого тренду немає, застосовувалась модель нульового порядку, тобто оцінювалось тільки середнє значення показника. За допомогою отриманого рівняння регресії було зроблено прогноз всіх показників на 2017-2021 роки.

Оцінка погрешності отриманих прогнозів здійснювалась за допомогою довірчих інтервалів прогнозу [1] з рівнем значущості 0.05. Це означає, що фактичні значення показників мають опинитись у вказаних довірчих інтервалах з імовірністю 95%.

На рис.1-8 (панель а) представлено часові залежності економічних показників. Точками позначено фактичні значення, суцільною прямою – прогнозовані значення (лінія регресії), штриховими лініями – верхню та нижню границі довірчого інтервалу. Зона між штриховими лініями є довірчою зоною, у якій мають опинитись всі точки, як минулі, так і майбутні, з імовірністю 95%. Зона прогнозу 2017-2021 рр. показана вертикальною штриховою лінією. Над кожним графіком записано відповідне рівняння регресії. Для деяких показників було зроблено додаткове прогнозування з відкиданням поганих точок. Поганими точками вважались точки, які значуще відхиляються від знайдених регресійних залежностей (точки екстремуму). Результат додаткового прогнозування показано на панелях “б” рисунків для тих показників, для яких воно робилось.

**Модель авторегресії.** На відміну від моделі регресії, використовує не зв'язок економічного показника з часом, а зв'язок значень показника з попередніми значеннями цього ж показника [2]. Модель авторегресії можна представити формулою:

$$f(t) = b_0 + b_1 f(t-1) + b_2 f(t-2) + \dots + b_n f(t-n), \quad (2)$$

де  $f$  – економічний показник,  $t$  – час у роках,  $b_i$  – параметри моделі,  $n$  – порядок моделі. Якщо існує кореляція між сусідніми значеннями часового ряду (автокореляція), модель авторегресії може дати більш точний прогноз, ніж модель регресії. Для того, щоб перевірити, чи існує автокореляція для наших економічних показників, ми побудували часткову автокореляційну функцію (PACF) для кожного показника. Оптимальний порядок моделі авторегресії може бути оцінено як максимальний лаг, на якому часткова автокореляційна функція значимо більше нуля. Для цього, за стандартною методикою, ми вимагали, щоб  $PACF > \frac{1}{\sqrt{N}}$  де  $N=17$  – кількість значень у вибірці. Виявилось, що для більшості показників оптимальний порядок моделі  $n=1$ . Але для двох показників (1 та 7)

виявилось  $n=0$ , тобто автокореляція відсутня навіть на відстані 1 рік, і тому побудувати модель авторегресії для цих двох показників неможливо.

Отже, ми побудували моделі авторегресії першого порядку для шести економічних показників (2–6 та 8). Вони представлені на рис.2-6, 8 (панель *в*) разом з довірчими інтервалами. Крім цього, для моделі показника 3 побудована аналогічна модель з відкинutoю точкою 2016 р. (рис.3, панель *з*).

На рисунках 1-8 окрім прогнозу на 2017-2021 роки представлено також і прогноз на попередні роки з довірчими інтервалами, який отримано тими ж методами. Видно, що цей прогноз узгоджується з фактичними даними за винятком декількох точок, що вийшли з довірчого інтервалу. Це можливо, оскільки довірна імовірність побудованих інтервалів – 95%, тобто існує імовірність 5%, що невідомі чинники приведуть до значного відхилення показника.

У табл.1 наведено значення показників за 2016 р. та представлено їх прогнозовані значення, отримані обома методами з погрішностями у числовому вигляді. Під погрішністю ми розуміємо довірчий інтервал прогнозу (зображений штриховими лініями на рисунках), побудований з довірчою імовірністю 95%.

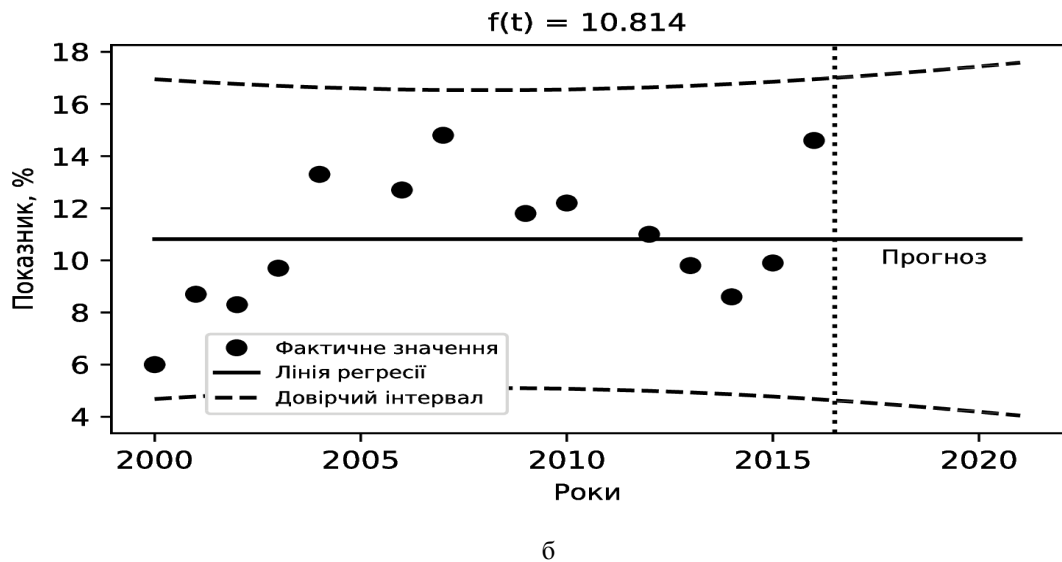
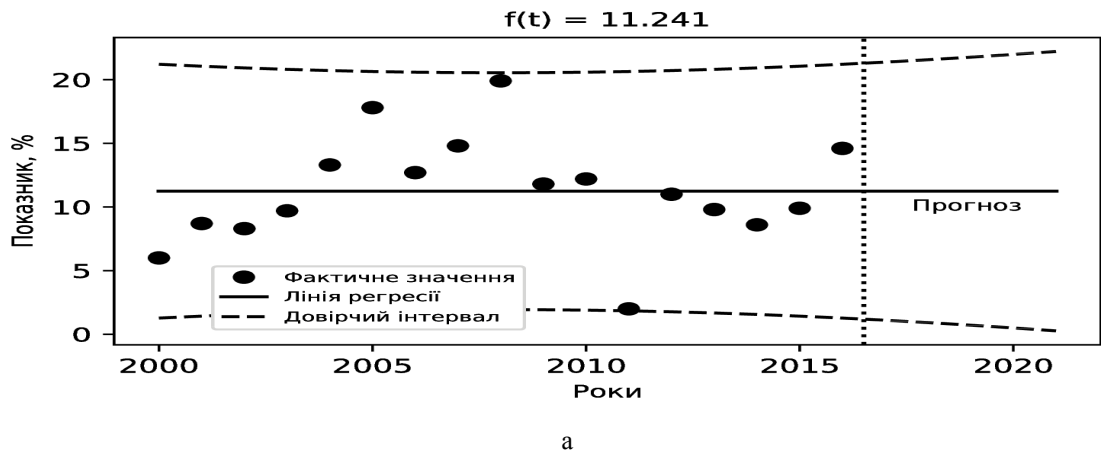
**Таблиця 1.**  
**Прогноз показників складових економіки знань аграрної сфери України на період 2017-2021 рр.**

Показник	Модель	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1. Коефіцієнт оновлення основних засобів в сільському господарстві, %	регресія	14.6	11.2 ± 10.1	11.2 ± 10.3	11.2 ± 10.5	11.2 ± 10.7	11.2 ± 11.0
	регресія*		10.8 ± 6.2	10.8 ± 6.4	10.8 ± 6.5	10.8 ± 6.6	10.8 ± 6.8
2. Рівень рентабельності операційної діяльності сільськогосподарських підприємств, %	регресія	37.3	35.2 ± 14.6	37.3 ± 14.9	39.4 ± 15.2	41.5 ± 15.5	43.6 ± 15.8
	регресія*		38.1 ± 11.3	40.5 ± 11.5	42.8 ± 11.8	45.1 ± 12.0	47.4 ± 12.3
	авторегресія		34.7 ± 16.5	35.3 ± 15.5	36.1 ± 16.3	39.9 ± 22.2	44.3 ± 20.2
3. Частка сільськогосподарської продукції у ВВП країни, %	регресія	17.4	22.3 ± 13.5	22.3 ± 13.7	22.3 ± 14.0	22.3 ± 14.3	22.3 ± 14.6
	регресія*		22.6 ± 14.0	22.6 ± 14.3	22.6 ± 14.6	22.6 ± 15.0	22.6 ± 15.4
	авторегресія		18.2 ± 8.9	18.8 ± 8.8	19.4 ± 8.8	19.9 ± 9.2	20.8 ± 9.0
	авторегресія*		24.8 ± 9.2	22.0 ± 9.1	20.3 ± 9.1	18.1 ± 9.5	-
4. Частка освітніх та інформаційно-комунікаційних послуг у ВВП країни, %	регресія	7.7	8.2 ± 1.2	8.3 ± 1.2	8.4 ± 1.2	8.6 ± 1.3	8.7 ± 1.3
	авторегресія		7.7 ± 2.3	7.6 ± 2.5	7.7 ± 2.2	7.7 ± 2.1	7.6 ± 2.0
5. Частка площі органічних с/господарських угідь у загальній площі земель сільськогосподарського призначення, %	регресія	0.98	1.01 ± 0.17	1.05 ± 0.17	1.09 ± 0.18	1.13 ± 0.18	1.17 ± 0.19
	авторегресія		0.98 ± 0.18	0.97 ± 0.18	0.97 ± 0.21	1.01 ± 0.21	1.05 ± 0.21
6. Частка працівників у сільському господарстві до загальної кількості працюючих, %	регресія	17.6	15.6 ± 3.4	15.3 ± 3.4	15.0 ± 3.5	14.8 ± 3.6	14.5 ± 3.6
	авторегресія		17.4 ± 2.7	17.3 ± 2.7	17.2 ± 2.7	17.1 ± 2.7	17.0 ± 2.7
7. Індекс продуктивності праці в сільськогосподарських підприємствах, у % до попереднього року	регресія	123.3	116.3 ± 42.8	116.3 ± 43.6	116.3 ± 44.4	116.3 ± 45.3	116.3 ± 46.3
	регресія*		113.3 ± 32.3	113.3 ± 32.9	113.3 ± 33.5	113.3 ± 34.3	113.3 ± 35.0
8. Рівень забезпеченості сільського населення житлом, у середньому на 1 особу, кв.м загальної площі	регресія	29.3	29.7 ± 0.5	30.1 ± 0.6	30.4 ± 0.6	30.8 ± 0.6	31.2 ± 0.6
	регресія*		29.7 ± 0.4	30.2 ± 0.4	30.6 ± 0.4	31.0 ± 0.4	31.4 ± 0.4
	авторегресія		29.8 ± 1.0	30.2 ± 1.1	30.7 ± 1.1	31.2 ± 1.1	31.7 ± 1.2

\* модель побудовано з відкиданням поганих точок (точок екстремуму)

)

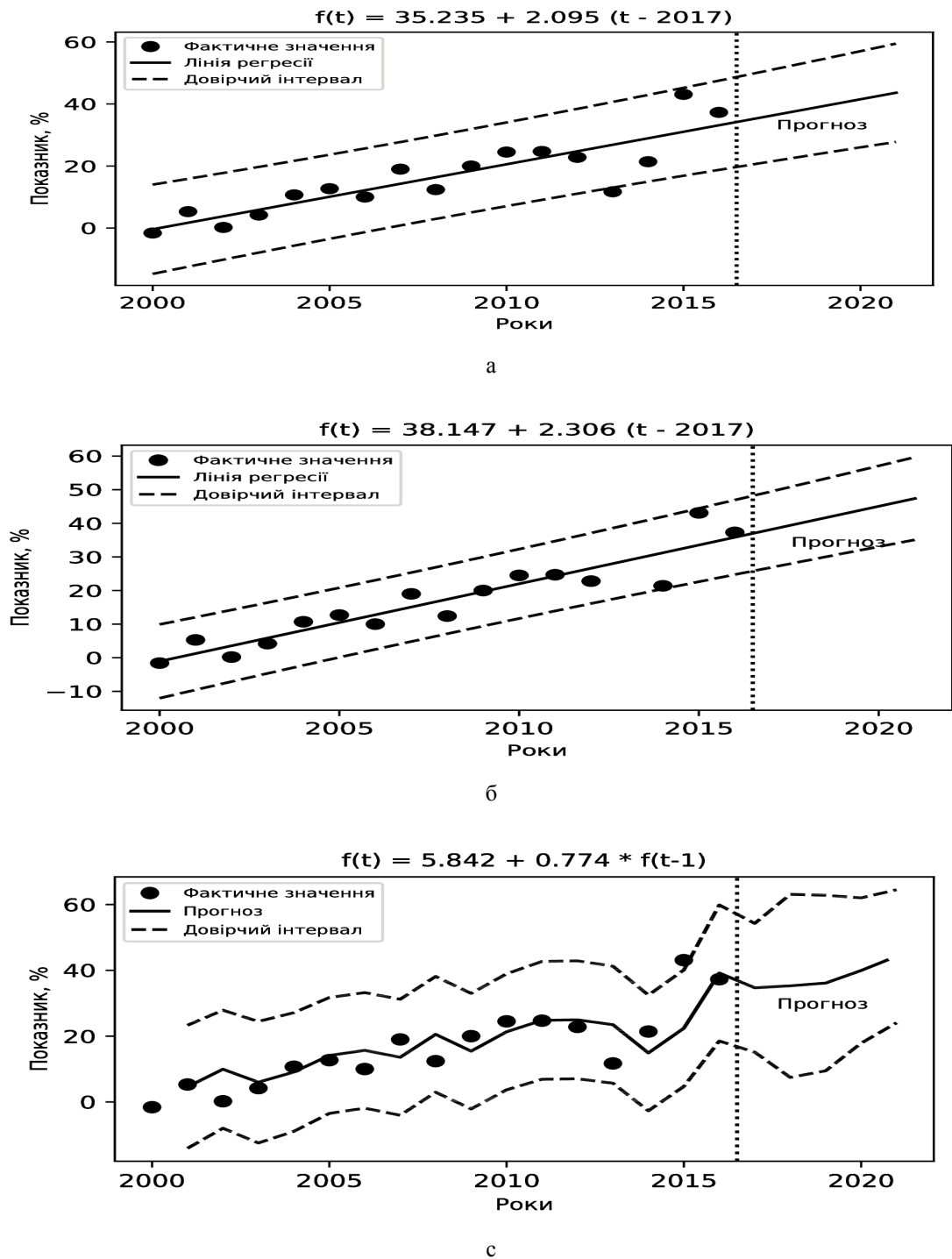
Розберемо детальніше отримання прогнозу кожного економічного показника з варіантами.  
1. Коефіцієнт оновлення основних засобів в сільському господарстві (рис. 1).



**Рис. 1. Коефіцієнт оновлення основних засобів в сільському господарстві, %**

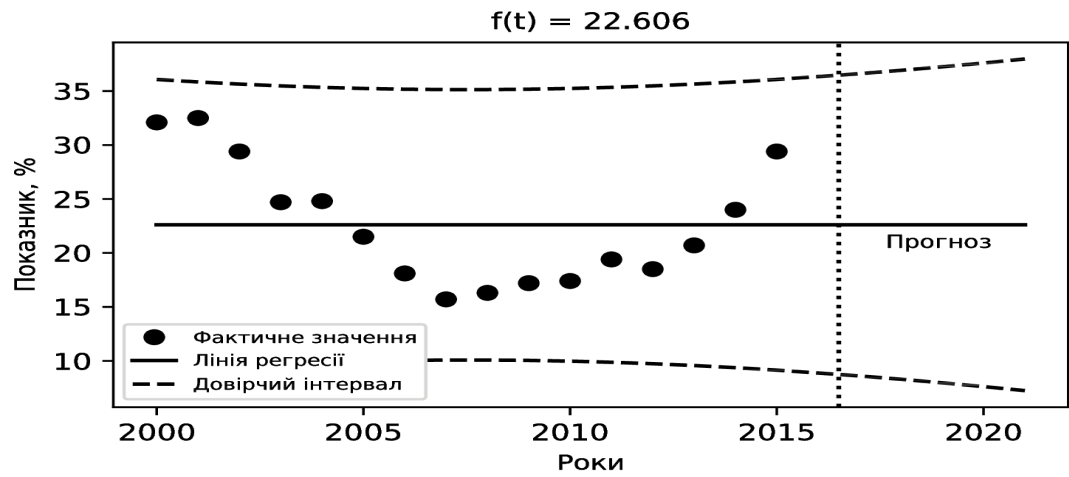
Цей показник має велику дисперсію, і через великий розкид точок жодна модель не дала значущого тренду з часом. Навіть після відкидання точок 2005, 2008 та 2011 рр. з екстремальними значеннями (панель б) тренду не виявлено ні з довірчою імовірністю 95%, ні навіть з 90%. Тому прогноз побудовано на основі середнього рівня показника, тобто очікується, що коефіцієнт оновлення основних засобів буде коливатися навколо свого середнього значення 11%.

2. Рівень рентабельності операційної діяльності сільськогосподарських підприємств (рис.2). Всі моделі показали зростання показника на рівні значущості 0,05. Швидкість зростання, згідно лінійної регресії (панелі а, б), становить приблизно 2.2% на рік. Відкидання точки 2013 р., яка відхиляється від лінії регресії за межі довірчого інтервалу, покращило значущість регресії та зменшило довірчий інтервал прогнозу (панель б). Модель авторегресії (панель в) також прогнозує зростання рівня рентабельності операційної діяльності, незважаючи на істотні коливання в останні роки.

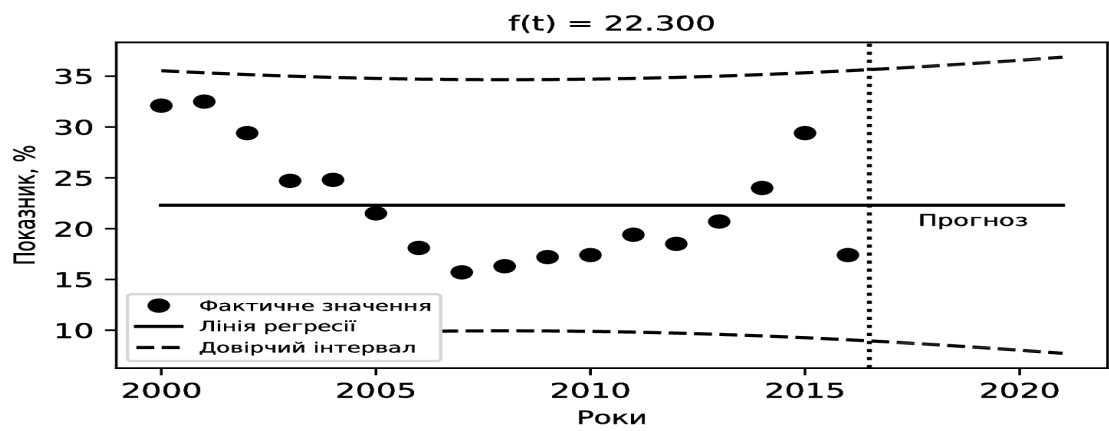


**Рис. 2. Рівень рентабельності операційної діяльності сільськогосподарських підприємств, %**

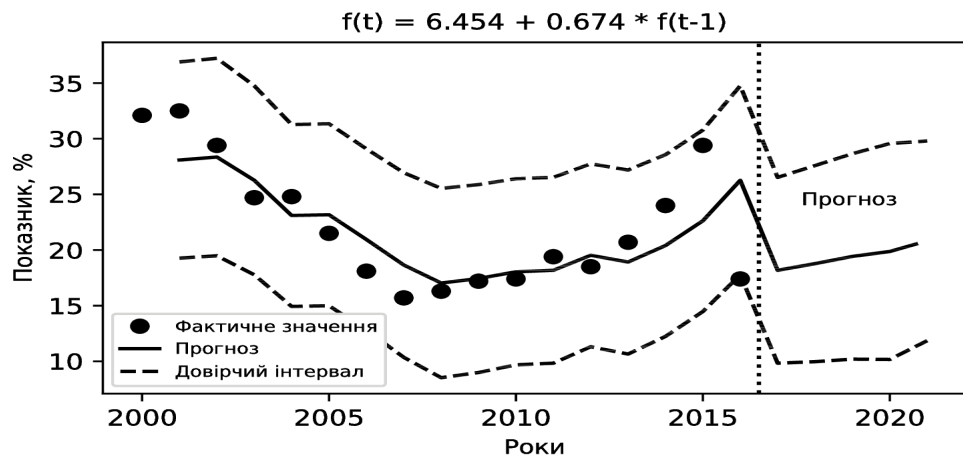
3. Частка сільськогосподарської продукції у ВВП країни (рис.3). Вона зменшувалась до 2007 року, після чого почала зростати. Але у останньому 2017 році було зафіксовано різке падіння. Все це не дозволяє виявити значущий тренд за допомогою моделі лінійної регресії. Навіть відкидання точки 2016 року не дає побудувати модель регресії першого порядку на рівні значущості 0,05 (панель *б*). Тому прогноз побудовано тільки на основі середнього рівня 22,5% (панель *а-б*). Очікується, що частка сільськогосподарської продукції у ВВП країни буде коливатися навколо свого середнього значення. Такий самі проноз дає і модель авторегресії (панель *в*): після низького значення 2016 року очікується невелике зростання. Якщо ж не брати до уваги точку 2016 року, а робити проноз тільки за даними 2015 року (панель *г*), то прогнозується тенденція до зниження показника. Цей прогноз підтверджується низьким фактичним значенням 2016 року.



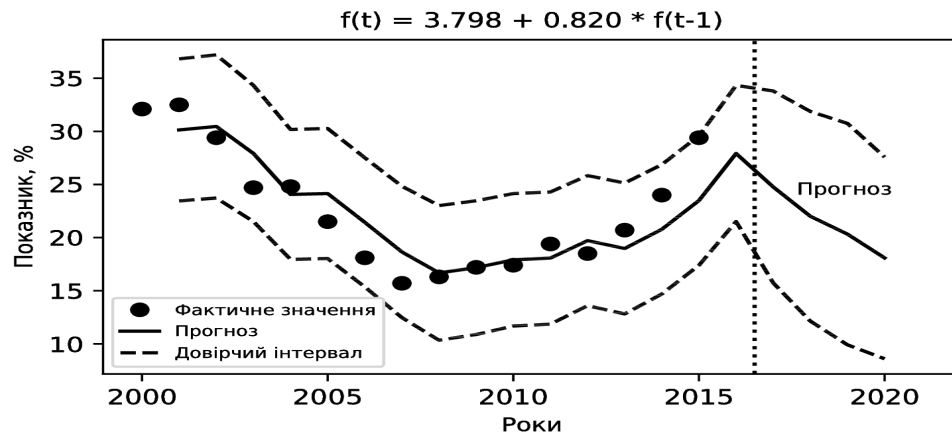
а



б



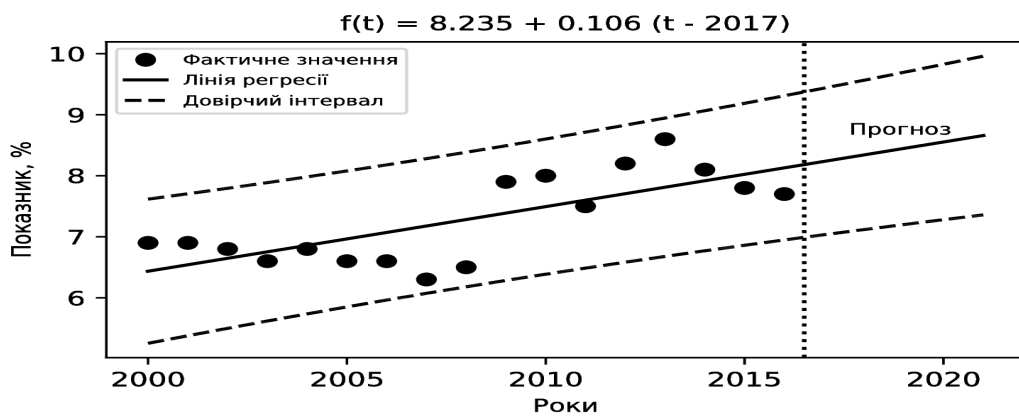
в



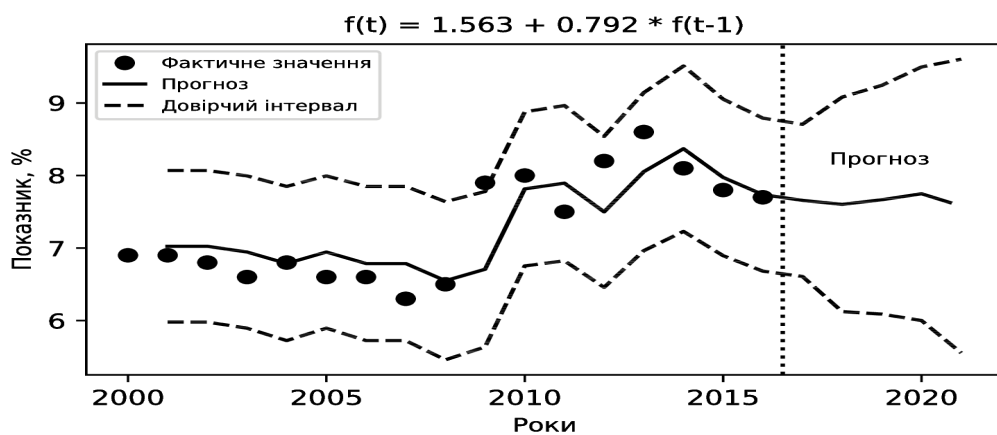
Г

**Рис. 3. Частка сільськогосподарської продукції у ВВП країни, %**

4. Частка освітніх та інформаційно-комунікаційних послуг у ВВП країни (рис.4). Модель регресії (панель *a*) виявляє значущий тренд зростання показника із середньою швидкістю 0.1% на рік. Тобто існує довгострокова тенденція зростання частки освітніх та інформаційно-комунікаційних послуг у ВВП країни з часом. У той же час модель авторегресії дає нейтральний проноз на найближчі 5 років. Це пояснюється тим, що більшу частину часу показник не проявляє зростання. І лише у 2009 році спостерігався стрибок угору. Цей стрибок розділив часовий ряд на дві частини, які обидві представляють собою майже сталий процес (до 2009 року показник навіть трохи зменшувався). Тому модель авторегресії прогнозує лише коливання показника навколо його середнього значення за 2009-2016 роки. Це буде відбуватися, якщо не відбудеться новий стрибок, подібний до стрибку 2009 р. Через значну імовірність такого стрибку довірчий інтервал прогнозу на 2017-2021 роки істотно розширюється з часом.



а

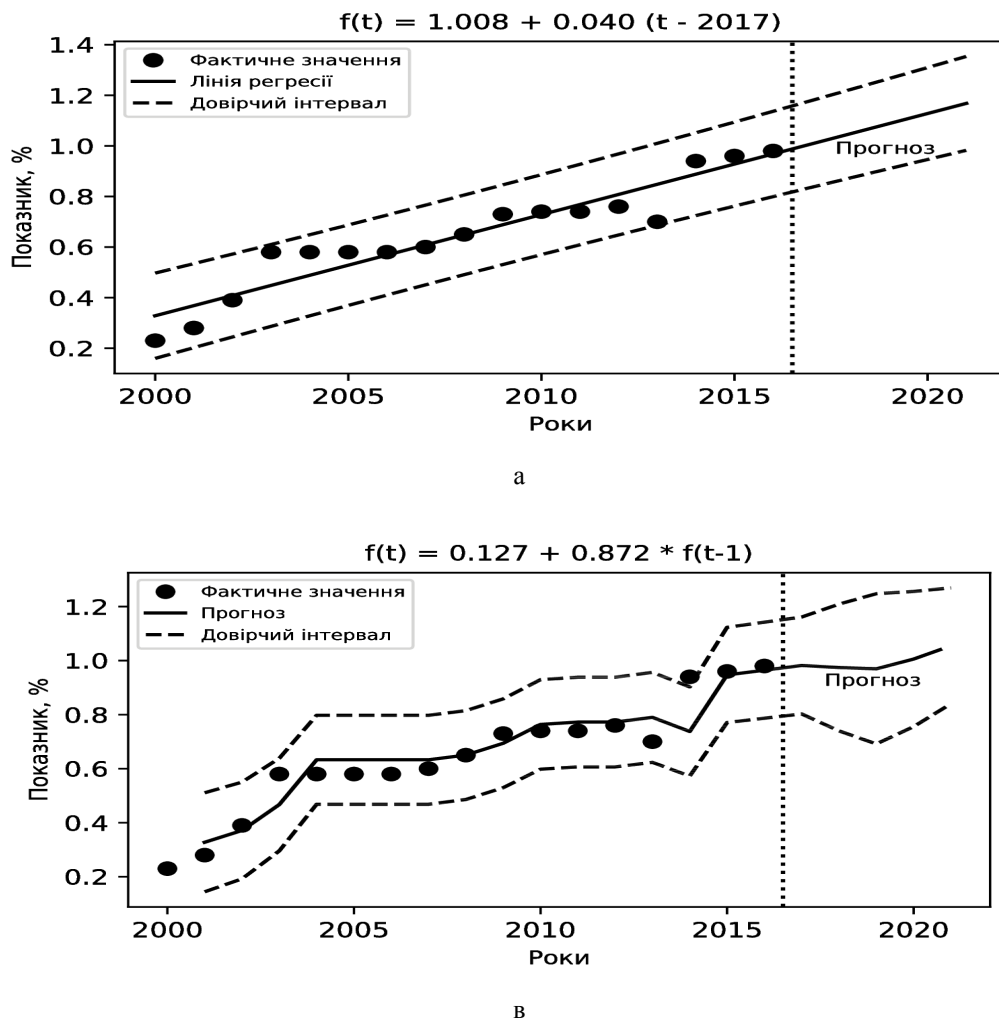


в



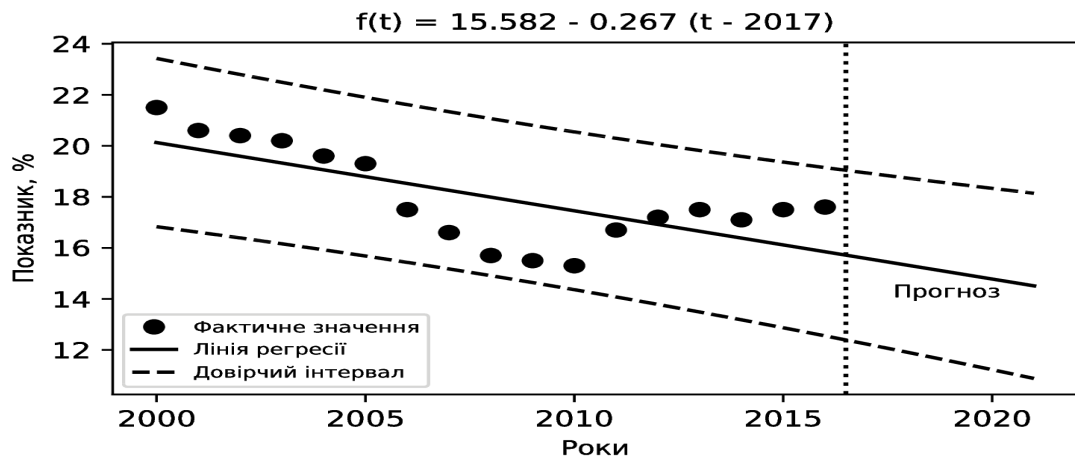
**Рис. 4. Частка освітніх та інформаційно-комунікаційних послуг у ВВП країни, %**

5. Частка площі органічних сільськогосподарських угідь у загальній площі земель сільськогосподарського призначення (рис. 5). Модель регресії (панель а) та модель авторегресії (панель в) виявляють значущий тренд зростання показника з часом. Швидкість, згідно лінійній регресії, становить 0.04% на рік. За прогнозом у найближчі 5 років частка площі органічних сільськогосподарських угідь у загальній площі земель сільськогосподарського призначення буде продовжувати збільшуватися.

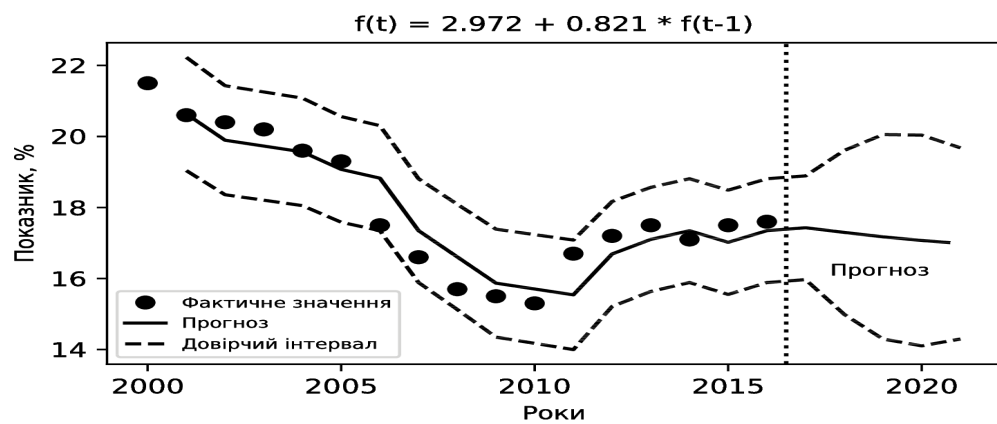


**Рис. 5. Частка площі органічних сільськогосподарських угідь у загальній площі земель сільськогосподарського призначення, %**

6. Частка зайнятого населення у сільському господарстві до загальної кількості зайнятих (рис.6). Обидві моделі показують значущий тренд зниження показника. Лінійна регресія дає зменшення частки зайнятого населення у сільському господарстві до загальної кількості зайнятих із середньою швидкістю 0.27% на рік. Модель авторегресії, зважаючи на провал показника у 2006-2010 рр. і наступне зростання, прогнозує зменшення, але не таке сильне. Втім довірчий інтервал прогнозу сильно зростає з часом.



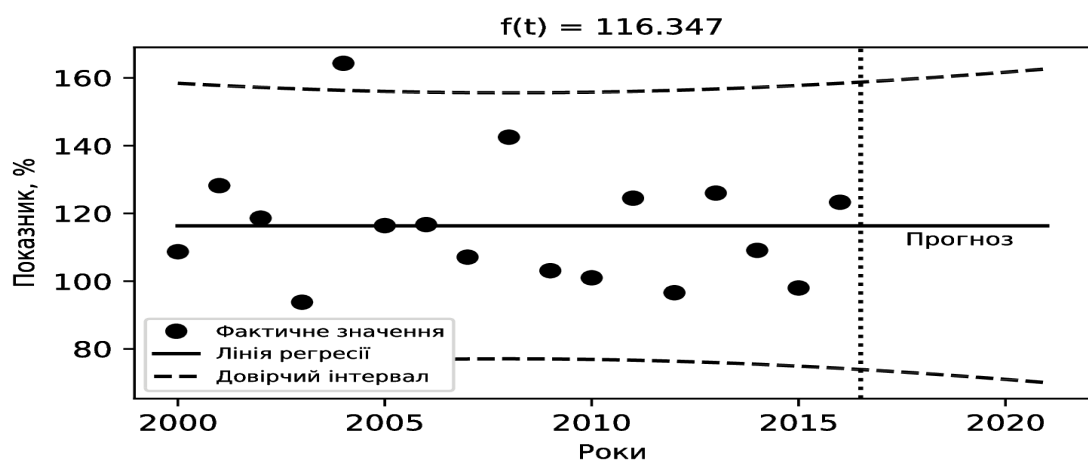
а



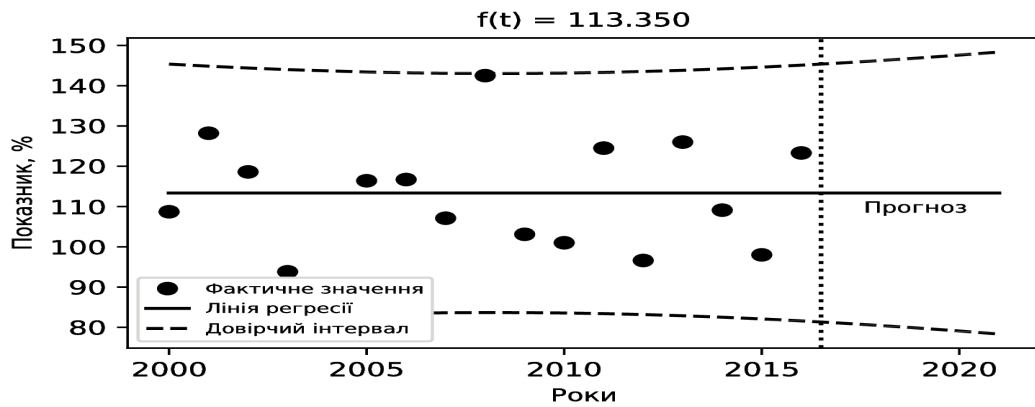
в

Рис. 6. Частка зайнятого населення у сільському господарстві до загальної кількості зайнятих, %

7. Індекс продуктивності праці в сільськогосподарських підприємствах (рис.7).



а

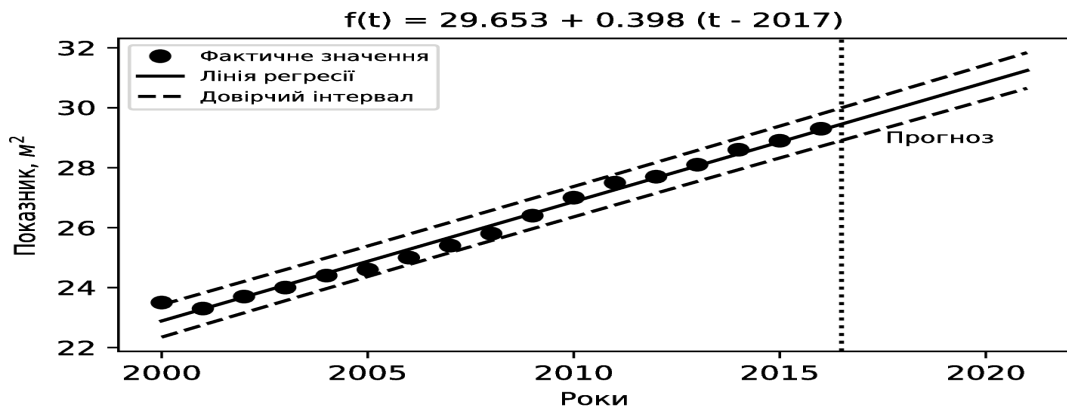


б

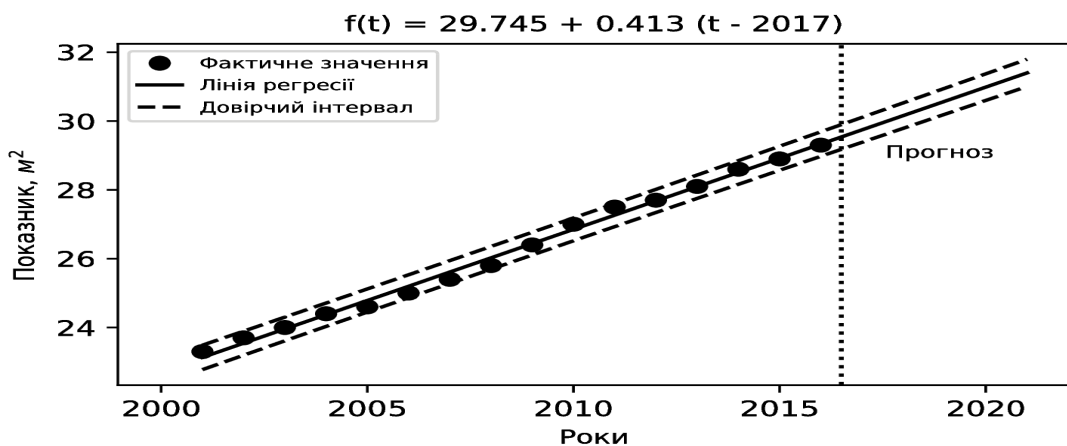
**Рис. 7. Індекс продуктивності праці в сільськогосподарських підприємствах, у % до попереднього року**

Цей показник має велику дисперсію, і через великий розкид точок жодна модель не дала значущого тренду з часом. Навіть після відкидання точки 2004 року, яка відхиляється за межі довірчого інтервалу, тренду на рівні значущості 0,05 не виявлено (панель б). Тому прогноз побудовано на основі середнього рівня показника, тобто очікується, що показник буде коливатися навколо свого середнього значення 115% по відношенню до попереднього року. Таким чином, можна очікувати, що індекс продуктивності праці в сільськогосподарських підприємствах у наступні роки збільшуватиметься.

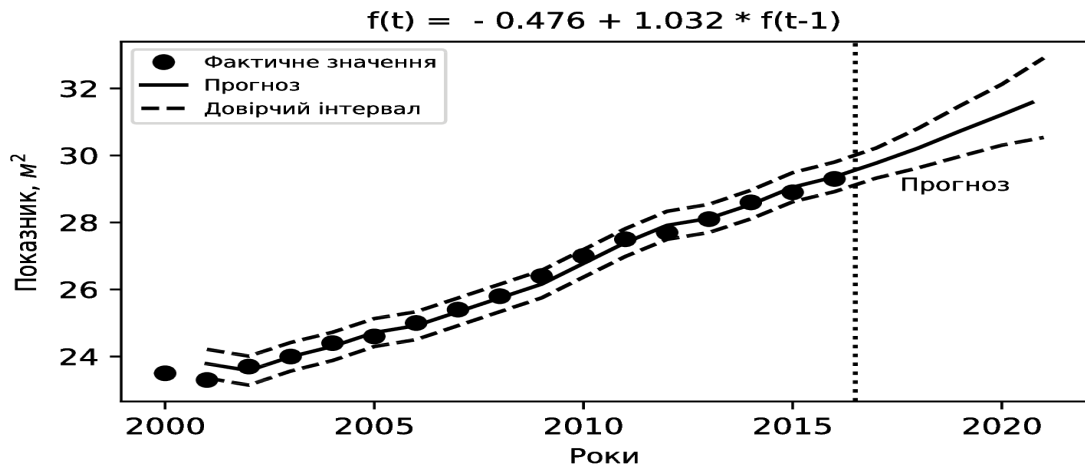
8. Рівень забезпеченості сільського населення житлом (рис.8).



а



б



В

**Рис. 8. Рівень забезпеченості сільського населення житлом, у середньому на 1 особу, кв. м загальної площі**

Цей показник зростає дуже стабільно. Модель регресії (панель *а*) та модель авторегресії (панель *в*) виявляють значущий тренд зростання показника з часом. Швидкість, згідно лінійній регресії, становить 0.4 кв. м на рік (на 1 особу). Довірчий інтервал прогнозу досить вузький. Після відкидання точки 2000 року (панель *б*) довірчий інтервал прогнозу за лінійною регресією звузився до 1 кв. м. За прогнозом у найближчі 5 років рівень забезпеченості сільського населення житлом буде так само стабільно зростати.

Отже, прогнозування наведених показників відображає напрями динаміки їх зміни на найближчі п'ять років. Щоб вплинути на тенденцію розвитку подій потрібні додаткові заходи – для посилення позитивних наслідків (показники: рівень рентабельності операційної діяльності сільськогосподарських підприємств, частка сільськогосподарської продукції у ВВП країни, частка освітніх та інформаційно-комунікаційних послуг у ВВП країни, частка площі органічних с/господарських угідь у загальній площі земель сільськогосподарського призначення, рівень забезпеченості сільського населення житлом, у середньому на 1 особу) або кардинально змінити підходи у разі негативного прогнозу розвитку подій (показники: коефіцієнт оновлення основних засобів в сільському господарстві, частка зайнятого населення у сільському господарстві до загальної кількості зайнятих, індекс продуктивності праці в сільськогосподарських підприємствах).

#### **Література.**

1. Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Прикладная статистика и основы эконометрики: Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 1022 с.
2. Box G.E.P., Jenkins G.M., Reinsel G.C., Ljung G.M. Time Series Analysis: Forecasting and Control, 5th Edition – Wiley, 2015. – 712 p.

#### **References.**

1. Ajvazjan, S. A. and Mhitarjan, V. S. (1998), Prikladnaja statistika i osnovy jekonometriki [Applied statistics and basics of econometrics], M.: JuNITI, 1022 p. Moscow, Russia.
2. Box, G.E.P. Jenkins, G.M. Reinsel, G.C. and Ljung, G.M. (2015) Time Series Analysis: Forecasting and Control, 5th Edition. Wiley, 712 p.

*Стаття надійшла до редакції 15.01.2018 р.*