

УДК 371:004.89

## ПРОГНОЗУВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО ІНДЕКСУ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ ПРОГНОЗНИХ МОДЕЛЕЙ ПЕРВИННИХ ПОКАЗНИКІВ

Р.В. Волощук

*Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем (МННЦ ІТС) НАН та МОН України,  
volrom@bigmir.net*

В статті досліджуються можливості прогнозування інтегрального індексу стану інвестиційної сфери України на основі прогнозних моделей первинних показників з метою їх застосування для підтримки прийняття ефективних управлінських рішень.

*Ключові слова:* інтегральний індекс, інвестиційна безпека, авторегресійні моделі, прогнозування, часові ряди.

The article explores the possibilities of forecasting the integral index of the state of the investment sphere of Ukraine on the basis of predictive models of primary indicators with the aim of their application to support the adoption of effective management decisions.

*Keywords:* integral index, investment security, autoregression models, forecasting, time series.

В статье рассматриваются возможности прогнозирования интегрального индекса инвестиционной сферы Украины на основе прогнозных моделей первичных показателей с целью их применение для поддержки принятия эффективных управленческих решений.

*Ключевые слова:* интегральный индекс, инвестиционная безопасность, авторегрессионные модели, прогнозирование, временные ряды.

**Вступ.** В період перманентних глобальних та локальних трансформацій стан інвестиційної безпеки держави визначає динаміку та якість перетворень в економіці країни. Інвестиційна безпека як складова економічної безпеки є поняттям інтегральним, і досягнення нею оптимальних показників може забезпечити належний рівень як економічної, так і національної безпеки загалом [1].

Вибір теми даного дослідження обумовлений тим, що інвестиційна сфера України є стратегічно важливою для розвитку економіки держави. Держава шляхом регулятивних заходів здійснює вплив на інвестиційну складову економічної безпеки. Державне регулювання інвестиційної складової економічної безпеки являє собою сукупність форм і способів, що забезпечують об'єднання державних і приватних інтересів; формування в економіці раціональних пропорцій між споживанням, нагромадженням та інвестуванням; сполучення прогнозування, індикативного регулювання і заходів державного впливу на інвестиційний ринок [2].

При прийнятті економічних рішень в умовах швидкої зміни ринкового середовища виникає необхідність удосконалення інструментів управління. У

цьому випадку застосування прогнозування значно прискорює процес прийняття ефективних рішень.

Тому в умовах інвестиційної кризи актуальність розробки методології дослідження та прогнозу показників стану інвестиційної безпеки обумовлена практичними завданнями реформування української економіки, виробленням сучасної політики забезпечення національної безпеки, яка відповідає б життєво важливим інтересам громадян країни і суб'єктів господарювання [3].

Метою цієї роботи є дослідження можливості прогнозування інтегрального індексу стану інвестиційної сфери України на основі моделей первинних показників, представлених часовими рядами початкових статистичних даних, та їх застосування для підтримки прийняття ефективних управлінських рішень. Тенденції розвитку стану інвестиційної безпеки можна вивчати як за допомогою методів аналізу динамічних рядів, так і на основі прогнозних моделей.

В даній роботі розглядаємо інтегральний індекс інвестиційної активності в Україні, розрахований на даних з 1996 по 2018 рік. Відповідно, проаналізовано динаміку індексу 1996 по 2018 рік роки, з метою використання отриманої інформації для прийняття ефективних управлінських рішень в інвестиційній галузі у майбутньому.

Будь-який об'єкт характеризується якимись характеристиками, які можуть бути різної розмірності, різної природи, але ми маємо отримати показник, який характеризує об'єкт одним числом, тобто інтегральний індекс. Мета дослідження полягає в тому, щоб спробувати стандартними методами прогнозувати показники, у даному випадку інвестиційної безпеки, і розраховувати відповідні прогнозні значення інтегрального індексу.

В дослідженні порівнюються результати інерційного прогнозування на основі моделей авторегресії та методу експоненційного згладжування, а також пропонується адаптивний підхід до прогнозування.

**Метод експоненційного згладжування** був запропонований Р.Г. Брауном. Він дає найбільш точне наближення до початкового динамічного ряду. Сутність цього методу полягає в тому, що динамічний ряд згладжується за допомогою зваженої рухомої середньої, що підпорядковується експоненційному закону розподілу. Експоненційна середня першого порядку розраховується за формулою:

$$S'_n = \sum_{t=0}^{n-1} \alpha \cdot (1 - \alpha)^t y_{n-t},$$

де  $S'_n$  – середня експоненційна першого порядку для  $n$ -го періоду;

$\alpha$  - параметр згладжування,  $\alpha = const, 0 < \alpha < 1$ .

Експоненційна середня першого порядку є прогнозом досліджуваного явища в періоді  $n + 1$ , тобто:

$$y_{n+1} = S'_n.$$

Рекурентна формула експоненційного згладжування має вигляд:

$$S_t = \alpha y_t + \beta S_{t-1},$$

де  $S_t$  – середня експоненційна в період  $t$ ;  $\beta=1-\alpha$ .

Експоненційні середні різних порядків можуть бути розраховані за рекурентними формулами:

$$S_1 = \alpha y_1 + (1 - \alpha)S_0;$$

$$S_2 = \alpha y_2 + (1 - \alpha)S_1;$$

$$S_n = \alpha y_n + (1 - \alpha)S_{n-1}.$$

При розрахунку експоненційної середньої у визначений момент часу необхідно знати її значення у попередній момент часу, тому першим кроком є визначення значення  $S_{n-1}$ , яке передуює  $S_n$ .

В основі інерційного прогнозування лежить гіпотеза стаціонарності досліджуваного явища, тобто збереження статистичних характеристик явища без зміни як на ретроспективному проміжку часу, так і в сьогоденні та майбутньому. У якості інформації, що залучається для прогнозу, використовується ряд статистичних значень динаміки випадкової прогнозованої величини.

В науковій літературі, присвяченій прогнозуванню, запропоновано значну кількість прогнозних моделей, проте останнім часом популярними стали ARIMA-моделі (Auto Regressive Integrated Moving Average), тобто авторегресії-проінтегрованого ковзного середнього, які пояснюють поведінку часового ряду, виходячи лише з його значень в попередні моменти часу, а також добре описують як стаціонарні, так і нестаціонарні часові ряди [4].

**Побудова ARIMA-моделей.** Вперше систематичний підхід до побудови моделі ARIMA був викладений Боксом і Дженкінсом в 1976 році [5]. Побудова ARIMA-моделі для досліджуваних часових рядів включає наступні основні етапи [6]:

- ідентифікація пробної моделі;
- оцінювання параметрів моделі та діагностична перевірка адекватності моделі;
- використання моделі для прогнозування.

Загальна схема вибору моделі ARIMA:

1. Наявний ряд даних.
2. Перевірка на стаціонарність.
3. Перетворення ряду шляхом послідовного взяття різниць (за потреби).
4. Ідентифікація базового набору моделей.
5. Оцінювання параметрів моделі.
6. Діагностична перевірка на адекватність і вибір моделі.
7. Використання моделі для прогнозування.

Таким чином, спочатку (в блоці 1-3) необхідно отримати стаціонарний ряд. На цьому етапі рекомендується проводити аналіз автокореляційної функції (АКФ) та часткової автокореляційної функції (ЧАКФ). Швидке загасання значень АКФ – простий тест на стаціонарність. На цьому етапі використовуються також статистичні тести на наявність одиничного кореня (розширений тест Дікі-Фуллера або ADF-тест).

Якщо відповідно до статистики Дікі-Фуллера або оцінок АКФ ряд є нестаціонарним, то для переходу до стаціонарного ряду для застосування ARIMA-моделі для прогнозування традиційно застосовують оператор послідовного взяття різниць значень ряду. Тим самим визначається параметр  $d$  (найближча різниця для отримання стаціонарного ряду), тобто значення одного параметра в моделі  $ARIMA(p, d, q)$  стає відомим. Доцільні або можливі значення параметрів порядку авторегресії  $p$  та ковзного середнього  $q$  визначають також на основі аналізу ЧАКФ.

На виході блоку 4 може формуватися базовий набір, включаючи одну, дві або навіть більшу кількість моделей, іншими словами, портфель моделей.

У блоці 5 після здійснення ідентифікації моделі необхідно оцінити їх коефіцієнти (параметри). Для цих цілей використовується метод максимальної правдоподібності (ММП). У блоці 6 для перевірки кожної пробної моделі на адекватність аналізується ряд її залишків. У адекватної моделі ряд залишків повинен бути схожий на білий шум, тобто їх вибіркові АКФ не повинні істотно відрізнятися від нуля.

Якщо в результаті перевірки кілька моделей виявляються адекватними, то при остаточному виборі слід врахувати два фактори:

- підвищення точності (якість підгонки моделі);
- зменшення числа параметрів моделі.

Спільно ці вимоги зведені в інформаційні критерії Акаїке і Шварца. За допомогою моделі в блоці 7 можна будувати точний та інтервальний прогноз на  $L$  кроків наперед.

На відміну від інших методик прогнозування часових рядів, в методології ARIMA не передбачається якої-небудь чіткої моделі для прогнозування даного часового ряду. Задається лише загальний клас моделей, що описують часовий ряд і що дозволяють якимось виражати поточне значення змінної через її попередні значення. Потім алгоритм, підстроюючи внутрішні параметри, сам вибирає найбільш відповідну модель прогнозування. Як вже наголошувалося вище, існує ціла ієрархія моделей Бокса-Дженкінса. Умовно її можна визначити так:

$$AR(p)+MA(q)\rightarrow ARMA(p,q)+I(d)\rightarrow ARIMA(p,d,q).$$

AR ( $p$ ) – авторегресійна модель порядку  $p$ , що має вигляд:

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t$$

де  $y_t$  – стаціонарний ряд з нульовим середнім,  $\phi_1, \dots, \phi_p$  – константи ( $\phi_p \neq 0$ ),  $\varepsilon_t$  – гаусів білий шум з нульовим середнім і постійною дисперсією  $\sigma_\varepsilon^2$ .

МА (q) – модель ковзного середнього порядку q, що має вигляд:

$$y_t = \varepsilon_t + \theta_1 y_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_p y_{t-p},$$

де  $y_t$  – стаціонарний ряд з нульовим середнім,  $\theta_1, \dots, \theta_q$  – константи ( $\theta_q \neq 0$ ),  $\varepsilon_t$  – гаусів білий шум з нульовим середнім і постійною дисперсією  $\sigma_\varepsilon^2$ .

ARMA (p,q) (Autogressive moving average) – модель авторегресії – ковзного середнього, що має вигляд:

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q},$$

де  $y_t$  – стаціонарний ряд з нульовим середнім,  $\phi_1, \dots, \phi_p, \theta_1, \dots, \theta_q$  – константи ( $\phi_p \neq 0$ ), ( $\theta_q \neq 0$ ),  $\varepsilon_t$  – гаусів білий шум з нульовим середнім і постійною дисперсією  $\sigma_\varepsilon^2$ .

ARIMA (Autogressive integrated moving average) – модель авторегресії – проінтегрованого ковзного середнього. У завданнях аналізу часових рядів зі складною структурою часто використовуються моделі класу ARIMA(p,d,q) [2] порядку (p,d,q), які моделюють різні ситуації, що зустрічаються при аналізі стаціонарних і нестаціонарних рядів. Залежно від аналізованого ряду модель ARIMA (p,d,q) може трансформуватися до авторегресійної моделі AR(p), моделі ковзного середнього MA(q) або змішаної моделі ARMA (p,q). При переході від нестаціонарного ряду до стаціонарного значення параметра d, що визначає порядок різниці (приросту) послідовних значень числового ряду, приймається рівним 0 або 1, тобто цей параметр має тільки цілочисельні значення. Зазвичай обмежуються вибором між  $d = 0$  і  $d = 1$ .

**Адаптивний підхід до прогнозування.** При застосуванні адаптивної моделі в режимі "на крок вперед" щоразу (для кожного року) в модель ARIMA підставляються реально виміряні значення показника. Такий прогноз "на крок вперед" можна далі покращити, якщо щороку коригувати модель з урахуванням нових даних. При цьому "адаптивний прогноз на крок вперед" буде ще точнішим, оскільки модель щороку коригується. Наприклад, для авторегресії з одним лагом прогнозна модель при цьому матиме вигляд:

$$x_{t+1} = P_{1t} x_{tt},$$

де  $x_{t-1}$  – реальне значення показника за попередній період,  $p_{1t}$  – скоригований параметр авторегресійної моделі за даними вибірки включно з періодом  $t$ ,  $x_{t+1}$  – прогнозне значення показника.

Для побудови моделей та прогнозів використовується пакет Statistika, зокрема, його засоби “Exponential smoothing” та “ARIMA”.

Для порівняння точності прогнозування за різними методами використовується відносна середньоквадратична помилка  $RMSE$  моделі на даних контрольної частини вибірки розмірністю  $n_c$  точок:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_i^{n_c} (x_i - \hat{x}_i)^2}{\sum_i^{n_c} (x_i)^2}}$$

**Інтегральний індекс стану економічної безпеки.** Агрегований підхід до визначення стану економічної безпеки використовується у методиці Міністерстві економіки України [7]. Агрегування ознак ґрунтується на теорії “адитивної цінності”, згідно з якою цінність цілого дорівнює сумі цінностей складових. У цьому випадку узагальнений інтегральний індекс обчислюється як середньозважена сума часткових індикаторів або первинних показників:

$$I = \sum_{j=1}^n a_j x_j,$$

де  $x_j$  – нормовані значення первинних показників;  $a_j$  – вагові коефіцієнти первинних показників, нормовані на 1 [8].

Очевидно, що прогнозні значення інтегрального індексу обчислюються на основі прогнозів первинних показників, отриманих тим чи іншим методом. Нижче ми порівнюємо різні методи прогнозування і визначаємо найбільш точний на прикладі показників інвестиційної сфери України.

**Приклад: прогнозування основних показників інвестиційної сфери України.** Міністерство економіки виділяє такі показники, що характеризують інвестиційну сферу України:

- $x_1$  – ступінь зносу основних засобів;
- $x_2$  – частка прямих іноземних інвестицій у загальному їх обсязі;
- $x_3$  – відношення обсягу інвестицій до вартості основних фондів;
- $x_4$  – відношення обсягів інвестицій в основний капітал до ВВП;
- $x_5$  – відношення обсягу прямих іноземних інвестицій до ВВП.

Відповідні статистичні дані наведено в таблиці 1 [9] та на рис. 1.

Таблиця 1

Показники інвестиційної сфери України, 1996-2018 рр.

|       | 1996   | 1997   | 1998   | 1999   | 2000   | 2002   |     | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| $x_1$ | 40,00  | 38,00  | 40,40  | 42,30  | 43,70  | 47,20  | --- | 83,50 | 60,10 | 58,10 | 55,10 | 59,28 |
| $x_2$ | 7,886  | 9,389  | 13,111 | 11,086 | 13,657 | 13,146 | --- | 4,65  | 13,56 | 17,47 | 14,24 | 12,27 |
| $x_3$ | 1,489  | 1,431  | 1,695  | 2,096  | 2,851  | 3,853  | --- | 1,48  | 1,83  | 2,08  | 2,42  | 2,34  |
| $x_4$ | 15,404 | 13,282 | 13,605 | 13,456 | 24,427 | 26,076 | --- | 15,34 | 15,46 | 17,36 | 18,44 | 17,96 |
| $x_5$ | 1,215  | 1,247  | 1,784  | 1,492  | 1,771  | 3,711  | --- | 4,46  | 4,84  | 2,18  | 3,15  | 3,29  |

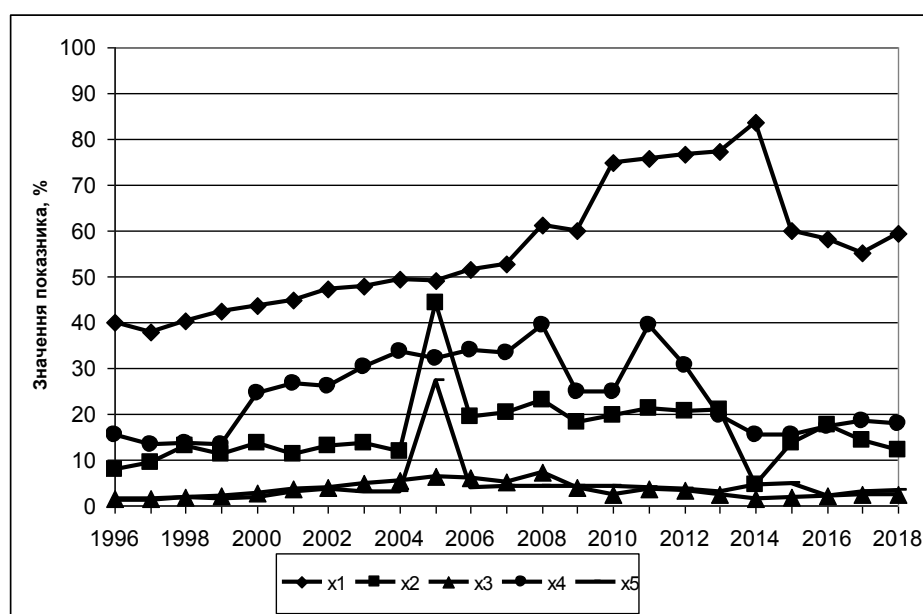


Рис.1 Динаміка показників інвестиційної сфери України, 1996-2018 рр.

Аналіз Рис. 1 вказує на значне збільшення прямих іноземних інвестицій в економіку України в 2005 році, що видно на прикладі показників  $x_2$ ,  $x_5$ . Це пояснюється зміною політичної ситуації та приходом до влади проєвропейських сил. А вже в 2014 році ми можемо спостерігати значне погіршення інвестиційної безпеки України, різке падіння показників  $x_2$ ,  $x_4$ , визвано політичною кризою і війною України з Російською Федерацією. Разом з тим покращення показника  $x_1$  – ступінь зносу основних засобів, пов'язано перед усім з тим, що у статистичних даних не враховується дані по тимчасово окупованих Російською Федерацією територій, де основні засоби в основному були застарілі.

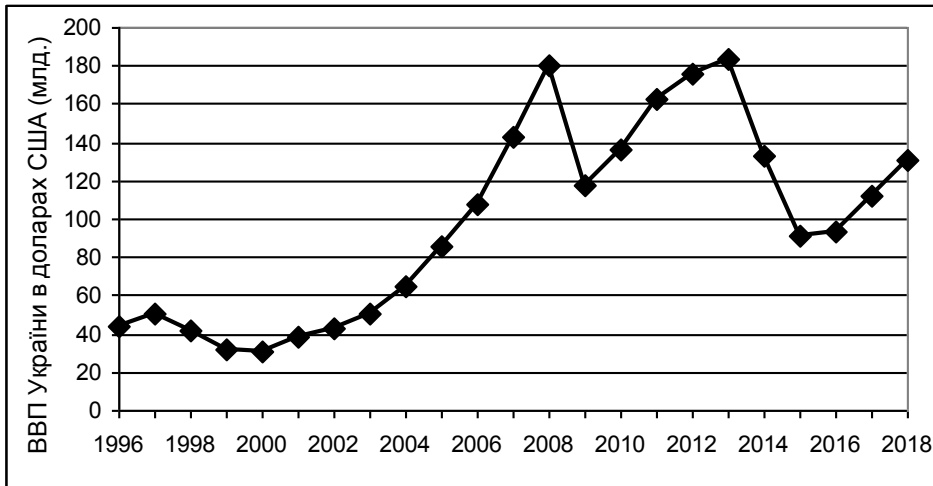


Рис. 2 Динаміка ВВП України в доларах США (млрд.)

Аналіз динаміки ВВП України вказує на значне падіння даного показника в 2009 – пов’язано зі світовою економічною кризою, що відбувалася в цей час, та 2014-15 роках, що пов’язано з політичною дестабілізацією в Україні та зовнішньою військовою агресією.

Очевидно, що на ВВП, один важливих показників, що характеризує стан економіки держави так і на показники, інвестиційної безпеки України впливає значною мірою глобальна економічна нестабільність, зовнішня військова агресія. Нестабільність політичної ситуації в державі та зовнішні загрози є дестабілізуючими факторами для економіки й інвестиційної привабливості України, що ускладнює прогнозування економічних показників, зокрема тих, що характеризують інвестиційну безпеку держави.

Разом с тим без прогнозування показників економічної безпеки не можливо приймати ефективні управлінські рішення, як органам державної влади так і представниками бізнесу. Таким чином важливо дослідити методи прогнозування, які є ефективними для прогнозування економічних показників зокрема в інвестиційній сфері, враховуючи політичну і геополітичну ситуацію у світі.

На рис. 3 представлено графічно результати прогнозування методами ARIMA, експоненційного згладжування та адаптивного прогнозування показника “Ступінь зносу основних засобів”. З 2014 до 2018 року проведено контрольне прогнозування і подано прогноз на 2019 та 2020 рік. Аналіз показує, що адаптивний прогноз дає більш є більш точним, ніж експоненційне згладжування та ARIMA.

Засіб побудови моделей ARIMA дав таку авторегресійну модель:

$$x_t = 0.725 x_{t-1} + 0.274 x_{t-2}.$$



|      | Адаптивний прогноз | Прогноз ARIMA | Експоненційне згладжування |
|------|--------------------|---------------|----------------------------|
| RMSE | 16,15%             | 23,57%        | 16,83%                     |

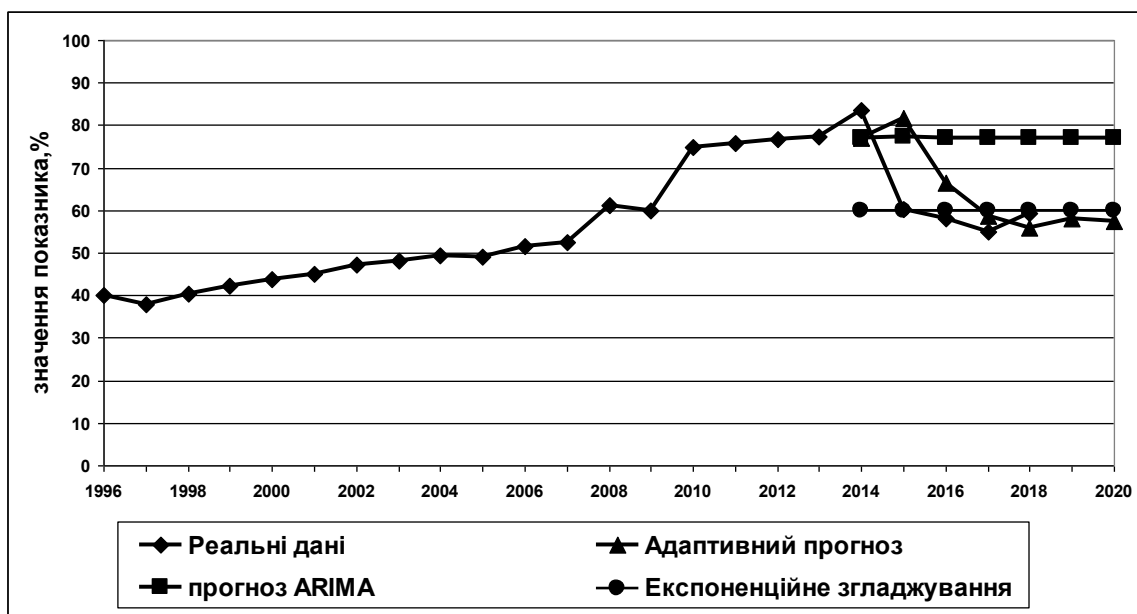


Рис. 3 Динаміка і прогноз показника “Ступінь зносу основних засобів”

На рис. 4 представлено результати прогнозування методами ARIMA, експоненційного згладжування та адаптивного прогнозу показника “Частка прямих іноземних інвестицій у загальному їх обсязі”. З 2014 до 2018 року проведено контрольне прогнозування та подано прогноз до 2020 року. Аналіз показує, що ARIMA дає більш точний прогноз, ніж експоненційне згладжування та адаптивний метод.

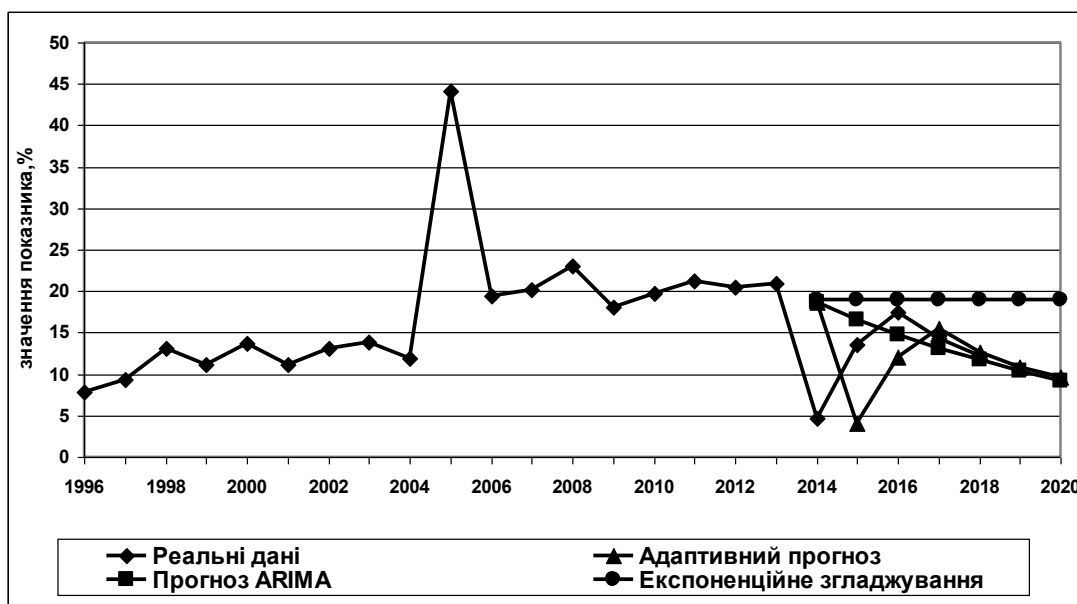


Рис. 4 Динаміка та прогноз показника “Частка прямих іноземних інвестицій у загальному їх обсязі”

Засіб побудови моделей ARIMA дав таку авторегресійну модель:

$$x_t = 0.889 x_{t-1}$$

|      | Адаптивний прогноз | Прогноз ARIMA | Експоненційне згладжування |
|------|--------------------|---------------|----------------------------|
| RMSE | 57,62%             | 48,95%        | 59,36%                     |

На рис. 5 представлено результати прогнозування методами ARIMA, експоненційного згладжування та адаптивного прогнозу показника “Відношення обсягу інвестицій до вартості основних фондів”. З 2014 до 2018 року проведено контрольне прогнозування та подано прогноз до 2020 року. Аналіз показує, що адаптивний метод та ARIMA дають значно точніший прогноз ніж експоненційне згладжування.

Засіб побудови моделей ARIMA дав таку авторегресійну модель:

$$x_t = 0.964 x_{t-1}$$

|      | Адаптивний прогноз | Прогноз ARIMA | Експоненційне згладжування |
|------|--------------------|---------------|----------------------------|
| RMSE | 21,65%             | 22,42%        | 83,73%                     |

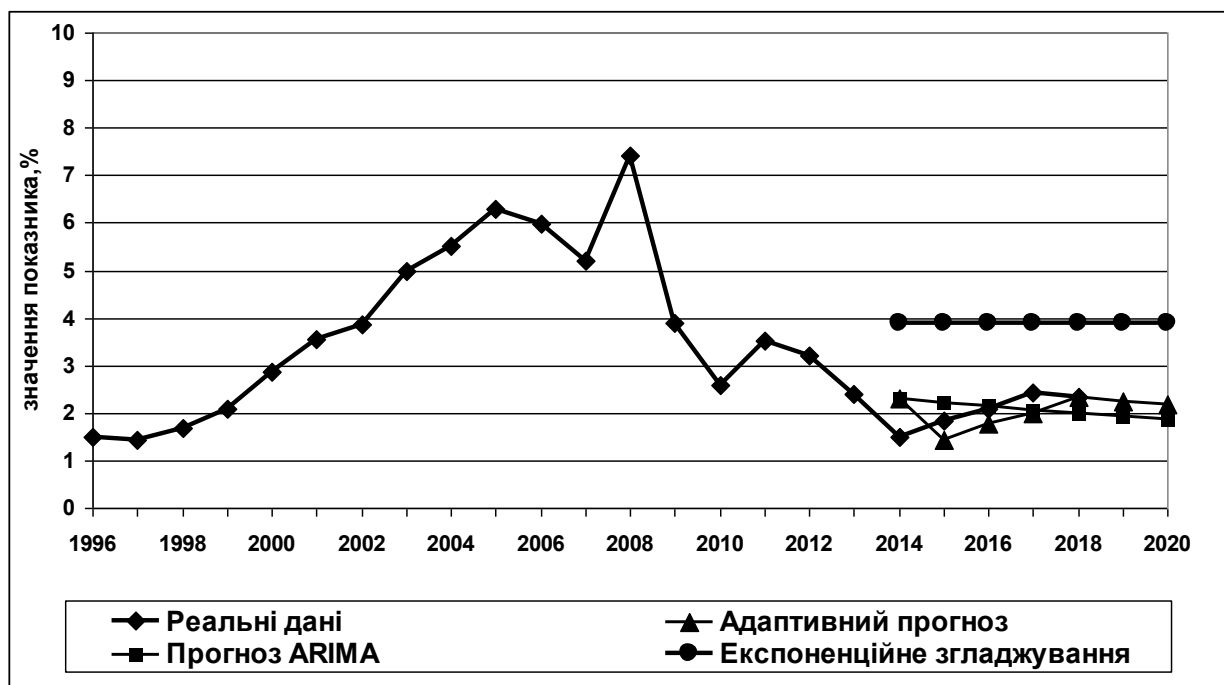


Рис. 5 Динаміка та прогноз показника “Відношення обсягу інвестицій до вартості основних фондів”

На рис. 6 представлено результати прогнозування методами ARIMA, експоненційного згладжування та адаптивного прогнозу показника “Відношення обсягів інвестицій в основний капітал до ВВП”. З 2014 до 2018 року проведено контрольне прогнозування та подано прогноз до 2020 року. Аналіз показує, що адаптивний метод та ARIMA дають значно точніший прогноз ніж експоненційне згладжування.

Засіб побудови моделей ARIMA дав таку авторегресійну модель:

$$x_t = 0.975 x_{t-1}$$

|      | Адаптивний прогноз | Прогноз ARIMA | Експоненційне згладжування |
|------|--------------------|---------------|----------------------------|
| RMSE | 11,29%             | 13,87%        | 59,69%                     |

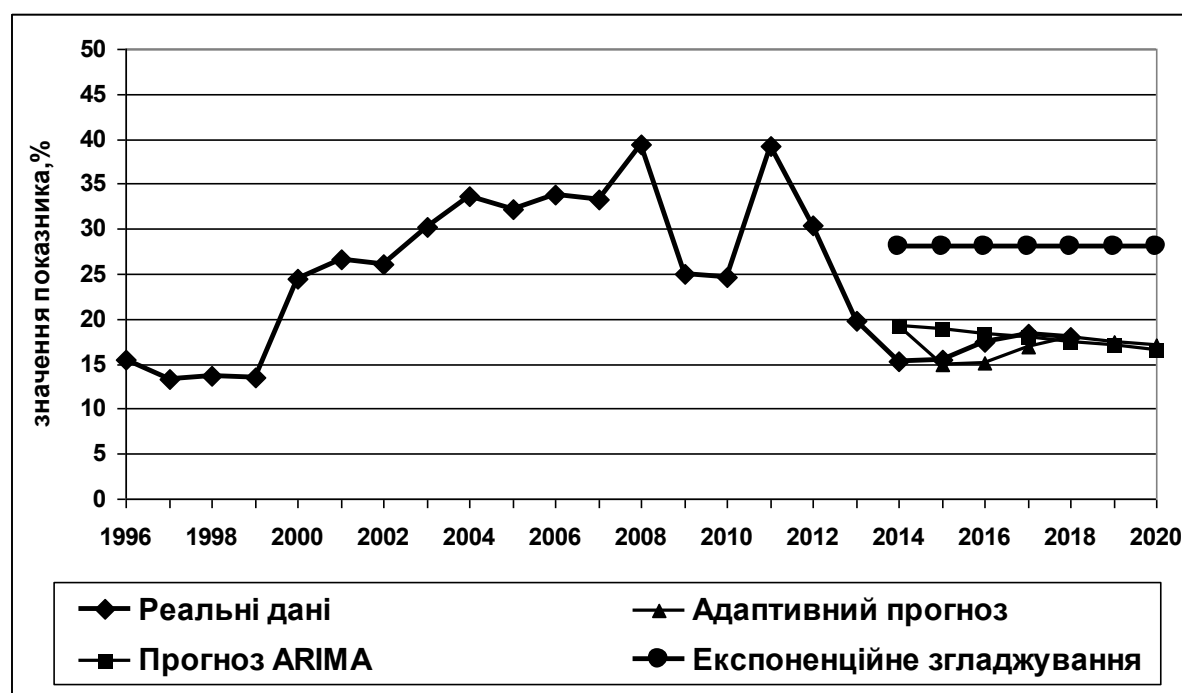


Рис. 6 Динаміка та прогноз показника “Відношення обсягів інвестицій в основний капітал до ВВП”

На рис. 7 представлено результати прогнозування методами ARIMA, експоненційного згладжування та адаптивного прогнозу показника “Відношення обсягу прямих іноземних інвестицій до ВВП”. З 2014 до 2018 року проведено контрольне прогнозування та подано прогноз до 2020 року. Аналіз показує, що експоненційне згладжування та адаптивний метод дають більш точний прогноз ніж ARIMA.

Засіб побудови моделей ARIMA дав таку авторегресійну модель:

$$x_t = 0.999 x_{t-1}$$

|      | Адаптивний прогноз | Прогноз ARIMA | Експоненційне згладжування |
|------|--------------------|---------------|----------------------------|
| RMSE | 20,62%             | 26,51%        | 20,01%                     |

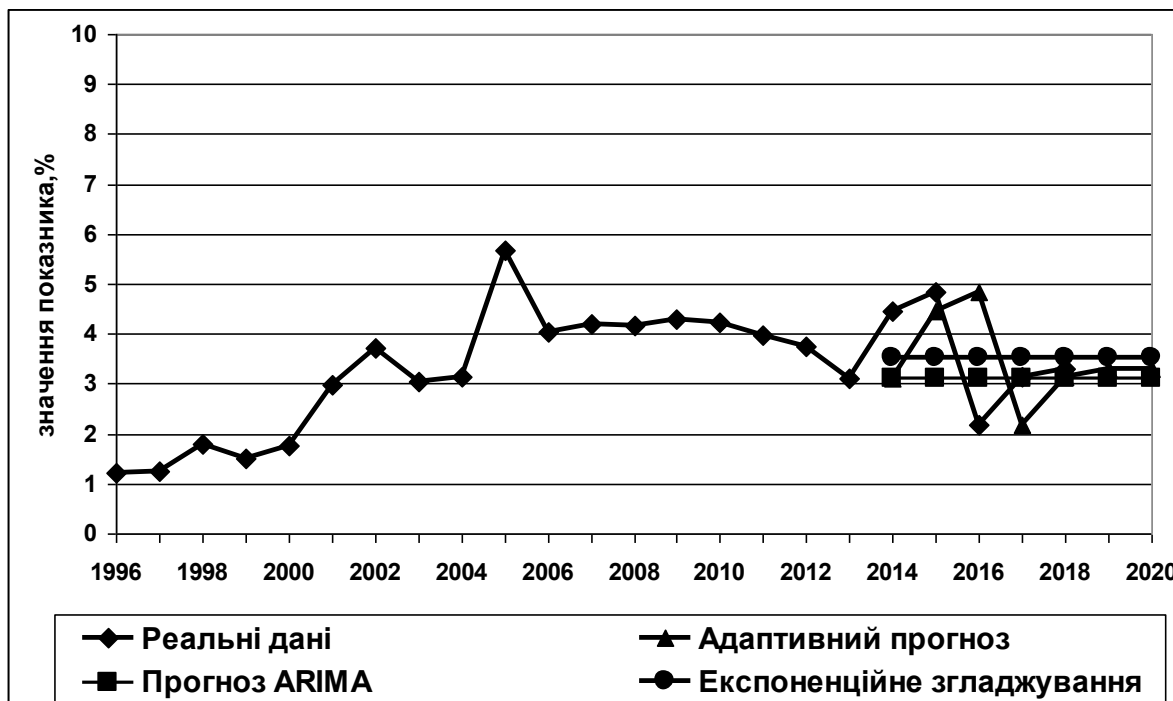


Рис. 7 Динаміка та прогноз показника "Відношення обсягу прямих іноземних інвестицій до ВВП"

На рис. 8 представлено результат прогнозування інтегрального індексу показників інвестиційної сфери України, який обчислюється за методом [3] як зважена сума вказаних вище прогнозів. З 2014 до 2018 року проведено контрольне прогнозування, а також подано прогноз до 2020 року. Аналіз показує, що застосування ARIMA дає більш адекватний прогноз індексу в порівнянні з ARIMA та адаптивного прогнозування.

|      | Адаптивний прогноз | Прогноз ARIMA | Експоненційне згладжування |
|------|--------------------|---------------|----------------------------|
| RMSE | 13,63%             | 12,88%        | 20,58%                     |

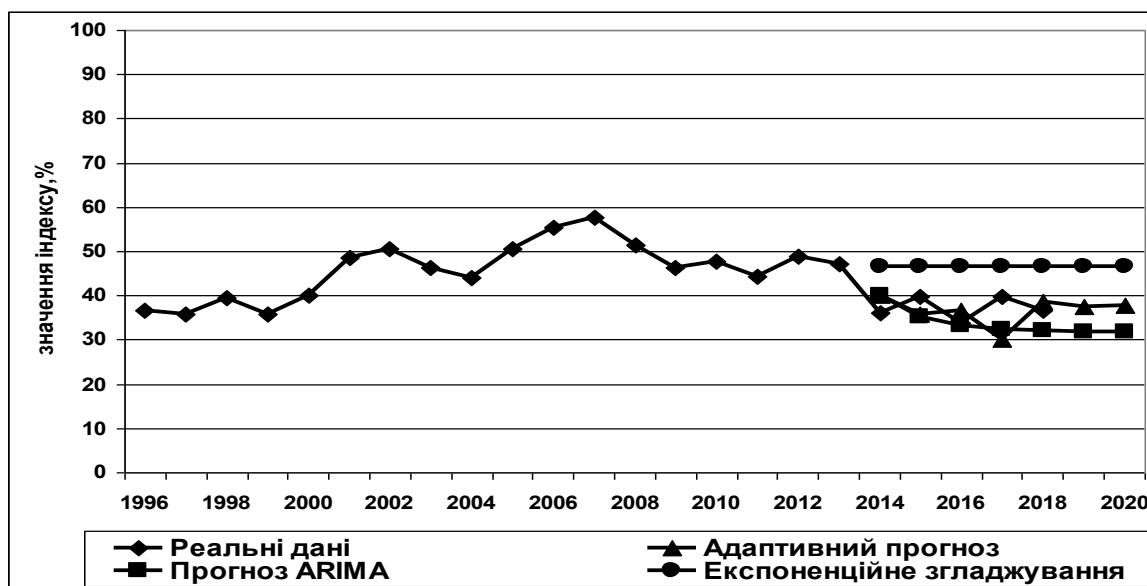


Рис. 8 Динаміка розвитку та прогноз інтегрального індексу стану інвестиційної сфери України

## Висновки

Функціонування господарського комплексу країни неможливе без інвестицій, які забезпечують безперервність відтворення, розробку та реалізацію виробничих і соціальних програм, дозволяють збільшити обсяги та підвищити ефективність виробництва. На сьогоднішній день для нашої країни дуже важливо розвивати міжнародне економічне співробітництво, зокрема, залучати прямі іноземні інвестиції для покращення стану справ у цій сфері.

Всі держави зацікавлені в економічному розвитку через збільшення інвестування, але кожна з них визначає, які сегменти інвестиційного ринку є пріоритетними, що слід зробити у сфері державного регулювання інвестиційного ринку, щоб не лише захистити, але й заохотити інвесторів. Подібним шляхом варто йти й Україні.

Прогнозування економічних показників в Україні має ускладненим тією ситуацією, в якій вже тривалий період знаходиться держава. Не закінчена трансформація економічної системи, політична нестабільність, військова агресія північного сусіда, все це призводить до періодичного падіння економічних показників, зокрема, які характеризують інвестиційну сферу. Саме тому важливо дослідити методи прогнозування, які є ефективними для прогнозування економічних показників зокрема в інвестиційній сфері, враховуючи політичну і геополітичну ситуацію у світі.

Отже, застосувавши прогнозні моделі для розрахунку інтегрального індексу інвестиційної безпеки для підвищення ступеня поінформованості особи, яка приймає рішення стосовно важливих тенденцій у сфері, доходимо висновку, що на основі статистичного аналізу можна побудувати математичну

модель, яка зможе пояснити поведінку ряду, а також здійснити прогноз на майбутні періоди.

Виконане прогнозування показників стану інвестиційної сфери України за допомогою методів ARIMA, адаптивного прогнозування та експоненційного згладжування говорить про більшу точність та ефективність ARIMA і адаптивного прогнозування на його основі – при застосуванні цих методів у процесах прийняття управлінських рішень в інвестиційній сфері України, при цьому адаптивне прогнозування виявилось більш точним при прогнозуванні окремих показників інвестиційної безпеки. Прогнози цих первинних показників дозволяють отримати прогноз інтегрального індексу стану цієї сфери як основу прийняття доцільних рішень щодо коригування інвестиційної політики.

Таким чином, отриману засобами пакета STATISTICA як інструмент прогнозування основних тенденцій динаміки показників інвестиційної сфери держави. Аналогічні прогнозні моделі можна побудувати і для розрахунку інших інтегральних індексів показників економічної безпеки на майбутні періоди.

## **Література**

1. Нікитенко Д. В. Стан інвестиційної безпеки України // Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: Економіка і менеджмент. Вип. 25(1), 2017. С. 96-102.
2. Мошенський С. Інвестиційна безпека в системі забезпечення економічної безпеки держави: поняття, категорії, сутність // Наука молода. 2008. С. 166-171.
3. Волощук Р.В., Степашко В.С. Підходи до прогнозування інтегрального індексу стану інвестиційної сфери України // Індуктивне моделювання складних систем: Зб. наук. пр. Вип. 2. К.: МННЦ ІТС НАН та МОН України, 2010. С. 32-38.
4. Маслій В.В., Березька К.М. Вибір та оцінка ARIMA-моделі для прогнозування обсягів прямих іноземних інвестицій // Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: Економіка і менеджмент. – 2017. Вип. 24(2). С. 115-119. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvmgu\\_eim\\_2017\\_24\(2\)\\_26..](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvmgu_eim_2017_24(2)_26..)
5. Бокс Дж., Дженкінс Г. Аналіз временних рядов. Прогноз и управление. М.: Мир, 1994. 425 с.
6. Лук'яненко І.Г., Жук В.М. Аналіз часових рядів. Частина перша: Побудова ARIMA, ARCH/GARCH моделей з використанням пакету EViews 6.0. К.: НАУКМА, 2013. 188с
8. Кваша Т.К., Волощук Р.В. Підходи до інтегрального оцінювання стану економічної безпеки як складної системи // Науково-технічна інформація. 2015. № 3. С. 31-41.
7. Волощук Р.В. Огляд підходів до інтегрального оцінювання стану економічної безпеки держави // Індуктивне моделювання складних систем: Збірник наукових праць. Вип. 9. К.: МННЦ ІТС НАН та МОН України, 2017. С. 38-49.
9. <http://www.ukrstat.gov.ua/>