

## РОЗДІЛ 10

# МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 338.27:332.144

Соколова Н. А.  
Райко Г. О.  
Дигало О. О.

Херсонський національний технічний університет

### МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ РЕГІОНОМ

У статті представлено узагальнено структуру інтегрованого процесу прогнозування в системі регіонального управління, що дає змогу визначити напрями якісного вдосконалення системи знань у галузі прогнозування соціально-економічних і пов'язаних із ними процесів розвитку територій. Представлено алгоритм, етапи, характеристику методів і моделей реалізації багатофакторного прогнозування. Надано характеристику форсайт-технології, що дає змогу формувати погоджене бачення майбутнього в рамках функціонування регіональної проектної команди.

**Ключові слова:** прогноз, методи прогнозування, регіон, розвиток.

**Постановка проблеми.** Система управління соціально-економічним розвитком регіону має складну та багатоітераційну структуру, що одночасно має забезпечувати вирішення широкого спектру соціально-економічних, науково-технічних, екологічних та інших завдань регіонального управління. Для забезпечення ефективного функціонування даної системи необхідне застосування певних підходів, методів та організації діяльності апарату управління на рівні адміністративно-територіальних одиниць.

Особливістю системи прогнозування соціально-економічного розвитку регіону є комплексність методології, організації та розробки прогнозів і програм, що має забезпечити їх узгодженість, наступність та безперервність, оскільки охоплює всі аспекти господарського комплексу та соціальної сфери територій, а також напрями перспективного розвитку.

Якість та наукова обґрунтованість прогнозу забезпечують регіональним органам управління визначеність цілей, сценаріїв, програмних заходів та пріоритетів розвитку регіонального господарського комплексу [1, с. 124].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням прогнозування економічного розвитку регіону присвячені роботи вітчизняних учених, таких як Н. Багров, О. Бодрак, С. Божко, О. Білоус, Є. Брикун, В. Буркинський, І. Вахович, В. Геєць, Ю. Гладкий, З. Герасимчук, Б. Данилишин, С. Михеева, І. Кондіус, І. Коломієць, Г. Підгрушний, К. Фісун, О. Черевко, А. Чистобаєв та ін., праці яких стали основою для розробки та реалізації нових методик моделювання економічного розвитку регіону. Питання регіонального прогнозування висвітлювали також іноземні науковці, а саме: А. Маршалл, Н. Калдор, П. Кругман, М. Фуджита, Г. Кларк.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Прогнозування є підґрунтям державної регіональної політики, метою якого є обґрунтування напрямів та перспектив розвитку регіону в цілому для розробки складників регіональної політики, прийняття відповідних управлінських рішень, визначення напрямів розвитку регіонального комплексу та його структурних складників [2, с. 269].

У сучасних умовах децентралізації влади, в умовах реформування територіальних громад особливо гостро відчуються суттєві недоліки в системі прогнозування та планування розвитку територій, виявляється розрив у часі прогнозних та планових показників розвитку, відсутність методик обґрунтування підходів до здійснення прогнозів розвитку територіальних селищних громад, рекомендацій щодо використання в системі регіонального прогнозування ефективних технік стратегічного аналізу, сучасних інформаційних технологій та програмування, відсутнє методичне обґрунтування підходів до розробки обраних сценаріїв розвитку та пропозицій щодо їх досягнення.

Ще одним із питань, що гальмує розвиток територій, є відсутність територіальних кваліфікованих експертів та команд, адже високоякісне прогнозування вимагає злагодженої роботи між задіяними сторонами, зокрема урядовцями, бізнесменами, науковцями, представниками недержавних організацій, профспілками, засобами масової інформації, банками, навчальними закладами, громадськістю тощо. Їх цілеспрямована діяльність, базуючись на розумінні стратегічної мети, підходах та методах їх реалізації, дасть команді розробників прогнозів змогу діяти в одному напрямі [3, с. 79].

**Мета статті** полягає в обґрунтуванні методів прогнозування в умовах децентралізації влади. Відповідно до поставленої мети, основними завданнями статті є: систематизація інтуїтивних та формалізованих методів соціально-економічного прогнозування; характеристика особливостей їх застосування у процесі визначення способів прогнозування.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Нині стає актуальним перехід від трендового прогнозу до системного пошуку вирішення проблем. Керівництву територіальних громад доцільно сформувати та забезпечити функціонування територіальної системи прогнозування, в якій векторною має стати концепція прогнозування шляхом своєчасного якісного передбачення, виявлення проблем майбутнього та пошуку шляхів попередження їх виникнення.

Значна частка наявних недоліків сучасної системи прогнозування перебуває в площині науково-методичного забезпечення розробки, обґрунтування прогнозів та сценаріїв розвитку, що спонукає до поглиблення уваги як методологічного та інструментального апарату прогнозування, подальших пошуків його вдосконалення.

Початковим етапом формування системи регіонального прогнозування повинно стати визначення функціонального змісту діяльності системи (територіальної громади) та її організаційно-управлінської структури, головним призначенням якої є формування послідовних етапів інтегрованого процесу прогнозування та створення умов для його задоволення.

Сучасна система прогнозування, за оцінками аналітиків, нараховує біля 150–200 методів прогнозування, хоча на практиці використовується до 30. На підставі узагальнення багатоманітного спектру методів прогнозування, пропонуємо концептуальну схему-класифікацію основних методів прогнозування економічного розвитку регіону (рис. 1).

Початкова стадія формування інформаційно-аналітичної бази прогнозу передбачає застосування методів та моделей аналізу стану прогнозованого об'єкту, а саме: індексний, метод еталону та відстані від еталону, рейтингової оцінки і ранговий метод; техніко-економічний, кластерний та структурно-логістичний аналіз; метод класифікації та дисконтування латентних факторів; експертний, SWOT, PEST, ФВА (функціонально-вартісний) аналіз; метод компонент та ієрархій.

У системі багатфакторного прогнозування та багатовимірних оцінок застосовуються методи та

моделі аналізу динамічних рядів: методи та моделі лінійного та динамічного програмування; багатфакторний кореляційно-регресивний аналіз.

Одним із прогресивних напрямів можна виділити моделі прогнозування на основі сценаріїв: екстраполяції за середнім темпом зростання; на основі регресивного аналізу; за середнім абсолютним приростом; декомпозиції часового ряду (мультиплікативні) та адитивні моделі; моделі Брауна; факторні моделі, побудовані з використанням методики багатовимірною ранжування та кореляційно-регресивного аналізу; прогноз на основі моделі еластичності; комбіновані прогнози за сукупністю моделей та ін. [4, с. 112].

Невід'ємним компонентом процесу прогнозування є система підтримки прийняття рішень (СППР) на основі багатокритерійного оцінювання альтернатив вибору, що вимагає нормування часткових критеріїв на основі вибору функції, базуються на методах параметричної ідентифікації, оцінки ефективності застосування різних структур критеріїв узагальної корисності [5, с. 131–141].

До класичних методів короткострокового прогнозування належать методи: експоненційного згладжування; авторегресії; авторегресії з ковзаючим середнім, метод індуктивного моделювання.

В основі прогнозування лежить процедура попередньої обробки та аналізу даних, суть якої полягає в проведенні таких операцій:

- 1) відновлення відсутніх значень із використанням середньоарифметичного (1);
- 2) обчислення пропущеного або відсутнього значення на основі експоненційного згладжування (2);

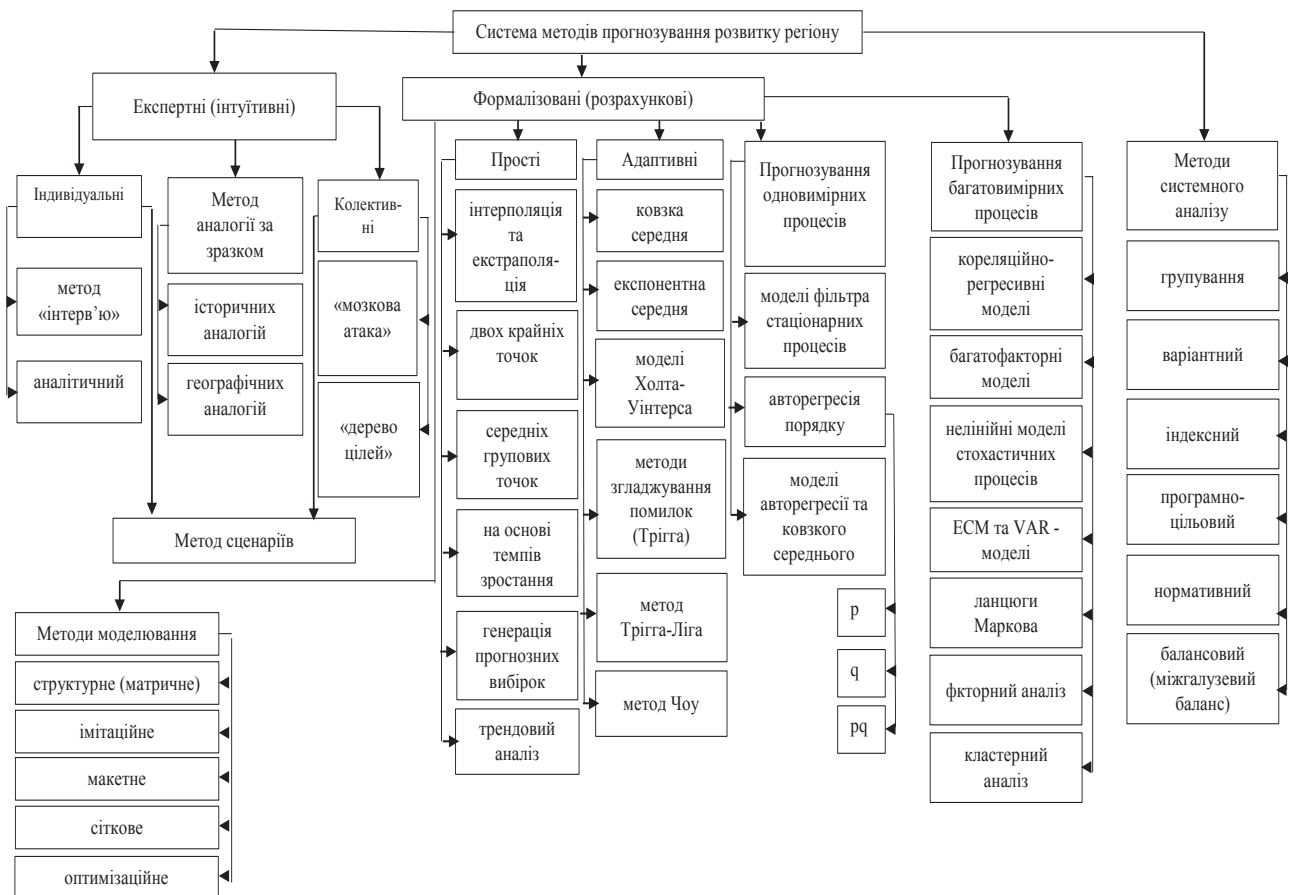


Рис. 1. Комплексна схема-класифікація основних методів прогнозування розвитку регіону

3) застосування процедури нормування для приведення різнорідних значень до єдиного інтервалу [-1; 1] (3);

4) видалення перших (4) та других (5) різниць ряду [6]:

$$y(t) = \frac{1}{4} \cdot \left[ \sum_{j=1}^2 y(i-j) + \sum_{j=1}^2 y(i+j) \right], \quad (1)$$

де  $y(i)$  – значення ряду в  $i$ -й момент часу;

$$S_k = \alpha \cdot y(k) + (1-\alpha) \cdot S_{k-1}, \quad (2)$$

де  $S_k$  – значення експотенційного середнього ряду в  $k$ -й момент часу;  $\alpha$  – параметр (константа) згладжування;  $S_{k-1}$  – значення експотенційного середнього ряду в  $(k-1)$ -й момент.

$$y_i(i) = \frac{|y(i) - \min y(i)|}{\max |y(i) - \min y(i)|}, \quad i \in 1, \bar{N}, \quad (3)$$

де  $y_i(i)$  – нормоване значення в  $i$ -й момент часу. Якщо  $y(i) < 0$ , то знак  $y_i(i)$  зміниться на мінус:

$$\Delta^{(1)}y(i) = y(i) - y(i-1), \quad (4)$$

де  $\Delta^{(1)}y(i)$  – значення перших різниць ряду в  $i$ -й момент;

$$\Delta^{(2)}y(i) = y(i) - 2y(i-1) + y(i-2), \quad (5)$$

де  $\Delta^{(2)}y(i)$  – значення других різниць ряду (4) в  $i$ -й момент часу.

На етапі попередньої обробки даних необхідно розрахувати відповідні вибіркові характеристики:

- середнє значення –  $\bar{y}$ ;
- дисперсію процесу –  $\sigma^2$ ;
- коефіцієнти асиметрії AS (6) та ексцесу (7);
- автокореляційну функцію процесу (8);
- часткову автокореляційну функцію процесу (9-10).

$$AS = \frac{\sum_{i=1}^N [y(k) - \bar{y}]^3}{\sigma^3}, \quad \sigma = \sqrt{Dy(k)} = \sqrt{\sum_{i=1}^N [(y(k) - \bar{y})^2]}, \quad (6)$$

де  $y(k)$  – значення ряду в  $k$ -й момент;  $N$  – кількість значень ряду;  $\sigma$  – середньоквадратичне відхилення.

$$K = \frac{\sum_{i=1}^N [y(k) - \bar{y}]^4}{\sigma^4}, \quad \sigma^4 = \sum_{i=1}^N (y(k) - \bar{y})^2, \quad (7)$$

$$r(i) = \frac{1}{N-1} \frac{\sum_{k=1}^N \{ [y(k) - \bar{y}] [y(k-1) - \bar{y}] \}}{\sigma_y^2}, \quad i = 0, 1, 2, \dots, N, \quad (8)$$

де  $M \leq \frac{N}{3}$ ,  $r(i)$  –  $i$ -те значення автокореляційної функції процесу;  $\sigma_y^2$  – дисперсія.

$$\Phi_k = r(i), \quad \text{якщо } k > 1, \quad (9)$$

де  $\Phi_k$  – значення часткової автокореляційної функції процесу:

$$\Phi_k = \frac{v(k) - \sum_{j=1}^{k-1} \Phi_{k-1,j} \cdot v(k-j)}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \Phi_{k-1,j} \cdot v(j)}, \quad \text{якщо } k > 1, \quad (10)$$

де  $\Phi_k$ ,  $\Phi_{k-1,j}$  – відповідне значення часткової автокореляційної функції;  $v(k)$  – значення залишків ряду в  $k$ -й момент часу.

Випадковий процес (ВП) має таку відмінну рису, як складність прогнозування його миттєвого значення. У реальному часі за змін значення ВП кількість вимірів обмежена та представляється у вигляді дискретної величини. У даному разі доцільно використовувати оцінки відповідних статистичних параметрів:

- оцінку математичного очікування (11):

$$m_x = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} x(k\tau); \quad (11)$$

- оцінку середньоквадратичного відхилення (12):

$$\tau_x^2 = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} [x(k\tau) - m_x]^2; \quad (12)$$

- оцінку автокореляційної функції (13):

$$R(n) = \frac{1}{N-n} \sum_{k=0}^{N-n-1} [x(k\tau) - m_x][x(k\tau + n\tau) - m_x]. \quad (13)$$

За  $N \rightarrow \infty$  оцінки параметрів прагнуть до істинних значень.

Теоретичною основою досліджуваних показників розподілу є центральна гранична теорема Ляпунова. Проте не всі показники можуть бути розподілені за нормальним законом, тому ефективнішими методами вивчення зв'язків між випадковими величинами є непараметричний кореляційний аналіз, заснований на застосуванні порядкових статистик.

Нині в умовах сучасної децентралізації влади, невизначеності та ризику в процесах прогнозування особливе місце набувають технології «Форсайту» – методи розробки сценаріїв розвитку майбутнього на основі врахування людського фактору. Форсайт (від англ. foresight – погляд в майбутнє, передбачення) – соціальна технологія, формат комунікації, що спрямована на обговорення та формування учасниками сесії напрямів майбутнього розвитку території.

Форсайт-технологія успішно впроваджується в багатьох країнах на протязі 30 років, особливої популярності набула у сферах бізнесу та державного управління, тому що є частиною «дослідження майбутнього» (future studies) та побудови стратегій розвитку. Метод форсайту належить до системи «стратегічного мислення», прийняття рішень на основі побудованої стратегії. Вищезазначена методика є масштабованою, дає змогу отримувати погоджене бачення майбутнього як у рамках однієї проектної команди, так і в масштабі території, держави та міждержавних відносин. Методологія дає змогу навіть створити особистий форсайт (для проектування індивідуального майбутнього).

Технологію форсайту відрізняє від традиційного прогнозування проактивний підхід до розвитку майбутніх подій. Це означає, що автори та учасники форсайту не просто окремо оцінюють імовірність та ризику виникнення тих або інших умов, як, наприклад, прийнято в Дельфі-методі, а займають активну позицію та спільно проектують свою поточну та майбутню діяльність так, щоб посилити позитивні тренди та погасити негативні.

У системі управління територією метод Rapid Foresight дає змогу обійти кризові точки розвитку незалежно від того, наскільки масштабною або, навпаки, конкретною являється завдання. До типових результатів форсайт-сесій можна віднести такі характеристики:

- експертиза та реінжиніринг наявних стратегій розвитку, як загально-територіальних, так і галузевих (підприємництво, туризм, освіта, транспорт та ін.);
- перевірка стратегії на відповідність поточній діяльності, корегування проектних рішень у напрямі реструктуризації «вузьких місць» розвитку території відповідними проектами розвитку;
- створення проектної (дорожньої) карти на основі виробленої стратегії та синтез робочих груп для роботи для її реалізації;

- оцінка наявної та формування адекватної нової стратегії «команди змін» – лідерів суспільства, суб'єктів і майданчиків комунікації між владою та суспільством;
- формування «команди розвитку», головною метою якої є забезпечення тісних комунікацій

- між керівником та наявним активом громадянського суспільства території;
- побудова прогнозу та стратегії розвитку в контексті мети території;
- розробка стратегії розвитку території в умовах зміни стратегії мета-території, статусу тери-

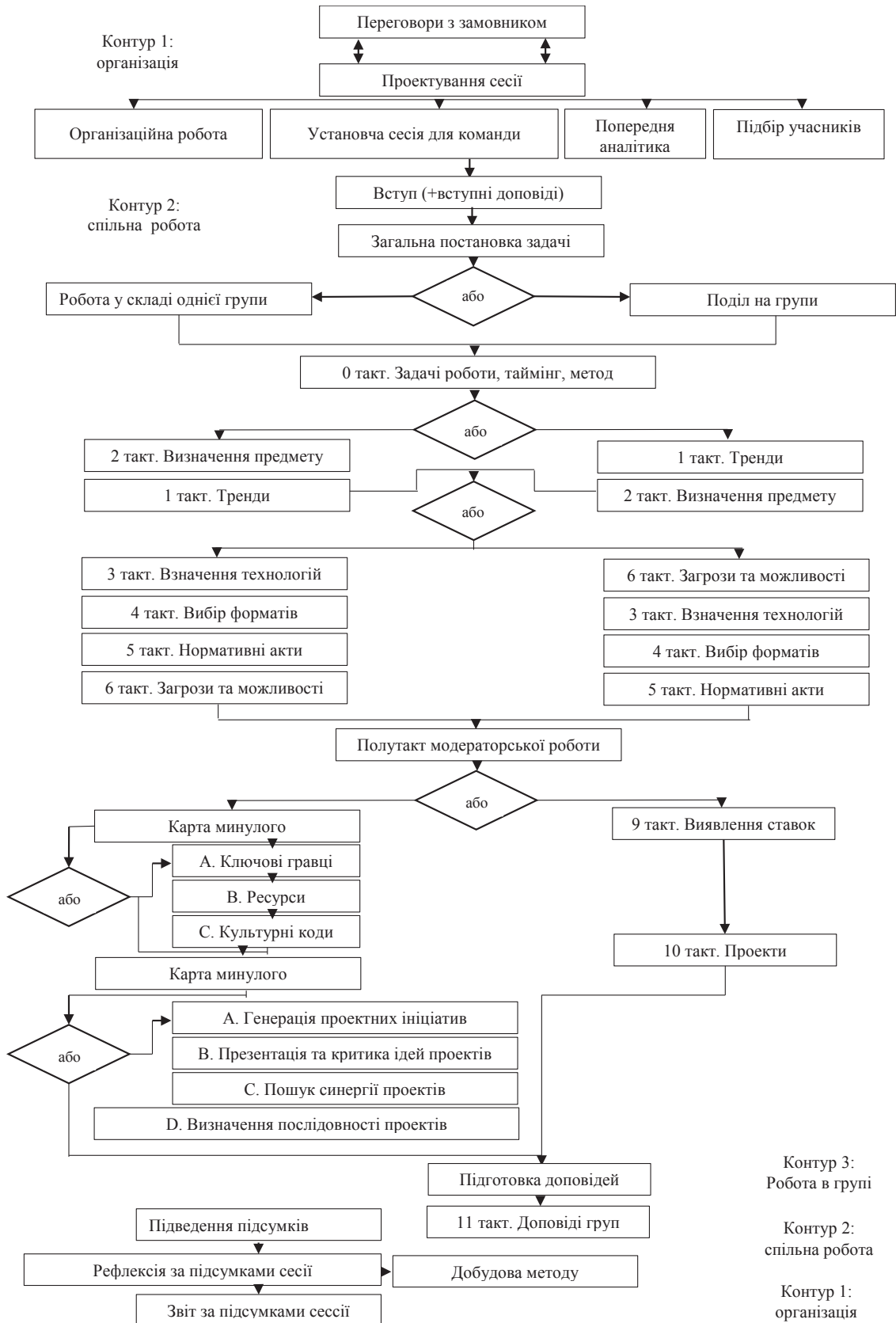


Рис. 2. Блок-схема форсайт-сесії

торії, зміни її меж, цільових показників, соціальних умов. Алгоритм проведення форсайт-сесії представлений на рис. 2.

Використання зазначених методів і моделей дає змогу чітко в установлені терміни визначити параметри прогнозованих територіальних об'єктів та їх зв'язки, узгоджувати цілі й інтереси регіональних інституційних одиниць, відображати вплив параметрів розвитку прогнозованих об'єктів на зміну економічної сталості та збереження рівня розвитку регіону, визначити співвідношення та

взаємозалежність процесів господарювання в регіоні. При цьому особливої уваги потребують методи верифікації побудованих прогнозів, оцінка їх якості та достовірності прогнозів.

Усі вищезазначені види прогнозів та процеси їх побудови мають типові складники, що можна представити в узагальненому алгоритмі процесів прогнозування (рис. 3).

Не менш важливу роль, окрім методології, у системі прогнозування має застосування інструментальних засобів для його здійснення. Доцільно

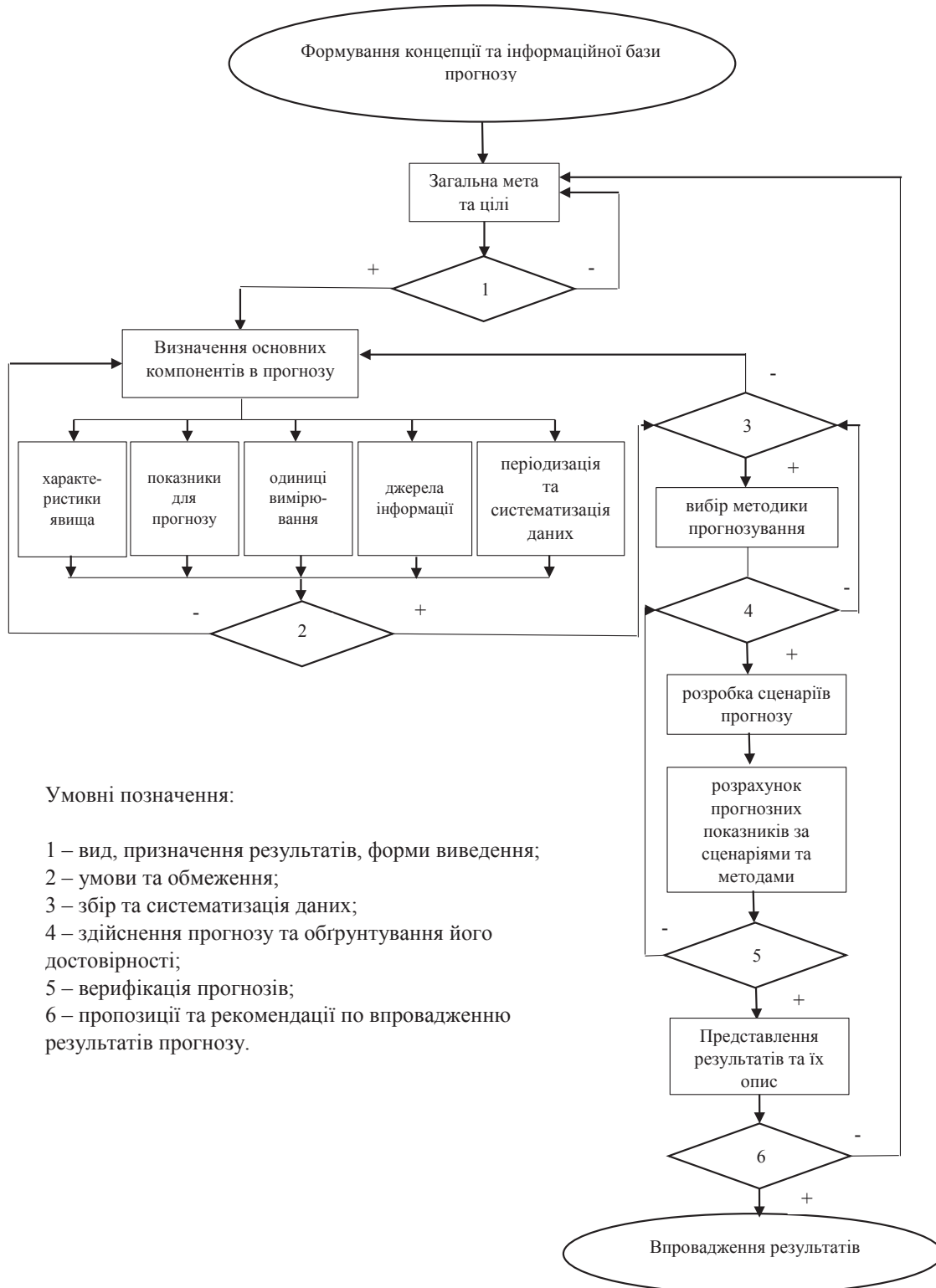


Рис. 3. Алгоритм інтегрованого процесу прогнозування розвитку регіону

відмітити розвинуте програмне забезпечення статистичних досліджень та комплексної обробки даних: ВМДР, SPSS, SAS, Statgraphics, інтегрована система Statistica для Windows, CW Excell та ін. Застосування даних програмних засобів дає змогу швидко й якісно формувати прогнозні розрахунки за обраними моделями та випрацювати тісні зв'язки з усіма учасниками прогнозу, зацікавленими особами та організаціями, які користуються прогнозами.

У статті ми відмітили основні та вагомі складники системи прогнозування розвитку території, але доцільним буде відзначити ще один складник, що має значний вплив на своєчасність та якість здійснення прогнозу – дотримання організаційної культури. Незалежно від рівня прогнозування існує тісний зв'язок між зовнішнім середовищем та внутрішньою культурою партнерів – учасників проекту розвитку території, серед яких можна відмітити такі, як суб'єкти влади, організації, фірми, приватні підприємства, фізичні особи, недержавні суспільні організації та ін. [7, с. 112].

**Висновки.** Запропоновано узагальнену структуру системи регіонального прогнозування, алго-

ритм інтегрованого процесу прогнозування, зміст його етапів, методів і моделей реалізації, що дають змогу визначити напрями якісного вдосконалення системи знань у галузі прогнозування соціально-економічних і пов'язаних із ними процесів розвитку територій під час розробки змістовного наповнення планів підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації державних службовців та посадових осіб місцевого самоврядування.

Прогнозування є важливою та неодмінною складовою частиною в системі управління розвитком регіону, оскільки без передбачення майбутнього та розробки прогнозів очікуваного та бажаного стану неможливий ефективний розвиток території будь-якого масштабу. Оцінка перспектив об'єктивно існуючих напрямів розвитку, формування прогностичного стилю мислення, наявність відповідних знань, компетенцій, високого ступеня загальної та наукової культури, вміння передбачати зміни та тенденції навколишнього середовища, застосовувати науково обґрунтовані методології прогнозування та їх інструментарій – усе це потребує систематичного підвищення кваліфікації фахівців із прогнозування.

#### Список літератури:

1. Регіональна економіка : [навч. посіб.] / О.В. Димченко, Н.М. Матвеева, С.М. Гайденко. – Харків : ХНАМГ, 2008. – 205 с.
2. Стеценко Т.О. Управління регіональною економікою : [навч. посіб.] / Т.О. Стеценко, О.П. Тищенко ; ДВНЗ Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана. – К. : КНЕУ, 2009. – 471 с.
3. Тодосійчук В.Л. Регіональна економіка : [підручник] / В.Л. Тодосійчук. – Вінниця : ВДАУ, 2008. – 434 с.
4. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування : [підручник] / В.М. Геєць [та ін.]. – Х. : ІНЖЕК, 2005. – 396 с.
5. Применение статистических методов для решения задач прогнозирования в системе управления регионом / Г.А. Райко, Е.В. Данилец, В.О. Гапонов // Проблемы інформаційних технологій. – 2016. – № 01(019). – С. 131–141.
6. Фісун К.А. Методологія програмування розвитку регіонів України : [монографія] / К.А. Фісун. – Харків, 2007. – 401 с.
7. Круш П.В. Національна економіка : [підручник] / За ред. проф., к.е.н. П.В. Круша ; 2-е вид. – К. : Каравела ; Піча Ю. В., 2008. – 428 с.

**Соколова Н. А.**

**Райко Г. А.**

**Дыгало А. А.**

Херсонский национальный технический университет

#### МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНОМ

##### Резюме

В статье представлена обобщенная структура интегрированного процесса прогнозирования в системе регионального управления, позволяющая определить направления совершенствования системы знаний при прогнозировании социально-экономических и связанных с ними процессов развития территорий. Описаны алгоритм, этапы, характеристика методов и моделей реализации многофакторного прогнозирования, суть метода форсайт-технологии. Применение данного инструментария позволяет формировать согласованное видение будущего в рамках функционирования региональной проектной команды.

**Ключевые слова:** прогноз, методы прогнозирования, регион, развитие.

**Sokolova N. A.**

**Rajko H. A.**

**Digalo A. A.**

Kherson National Technical University

#### THE FORECASTING METHODS IN THE REGIONAL MANAGEMENT SYSTEM

##### Summary

The article presents generalized structure of integrated forecasting process in the regional management system, which allows determining the direction of improving the system of knowledge in forecasting socio-economic and related processes of regional development. The article describes the algorithm, the steps and the characteristics of methods and models used for multifactor forecasting implementation, as well as the essence of the foresight technology method. Applying these instruments allows forming an agreed vision of the future in the framework of the regional project team operation.

**Keywords:** forecast, forecasting methods, region, development.