

Мар'яна І. Саварин (Львівський національний
університет імені Івана Франка, Україна)

КОМПЛЕКС ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ОЦІНЮВАННЯ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ ЗА УМОВ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ*

У статті обґрунтовано комплекс економіко-математичних моделей для прогнозування розвитку технологічної структури економіки на підставі теорії технологічних укладів за умов невизначеності інформації. Розглянуто принципи побудови моделей комплексу, визначено його компоненти та описано базові залежності між показниками моделей. Наведено відомості про результати апробації комплексу моделей.

Ключові слова: економіка України, технологічне прогнозування, технологічна структура економіки, технологічний уклад, базисна функція, агентно-орієнтоване моделювання.

Форм. 8. Рис. 2. Літ. 25.

Марьяна И. Саварын (Львовский национальный
университет имени Ивана Франка, Украина)

КОМПЛЕКС ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОЦЕНИВАНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЭКОНОМИКИ УКРАИНЫ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИНФОРМАЦИИ

В статье обосновано комплекс экономико-математических моделей для прогнозирования развития технологической структуры экономики на основе теории технологических укладов при неопределенности информации. Рассмотрены принципы построения моделей комплекса, определены его компоненты и описаны базовые зависимости между показателями моделей. Указаны результаты апробации комплекса моделей.

Ключевые слова: экономика Украины, технологическое прогнозирование, технологическая структура экономики, технологический уклад, базисная функция, агентно-ориентированное моделирование.

Marjana I. Savaryn (Lviv National University
of Ivan Franko, Ukraine)

COMPLEX OF ECONOMIC-MATHEMATICAL MODELS FOR EVALUATION OF TECHNOLOGICAL STRUCTURE DEVELOPMENT FOR UKRAINE'S ECONOMY UNDER THE CONDITIONS OF INFORMATION UNCERTAINTY

The article grounds the complex of economic-mathematical models for forecasting the development of economy's technological structure on the basis of the theory of technological modes and under the conditions of information uncertainty. The principles of the complex models construction are considered as well as its components. And the major dependences between the parameters of the models are described. The approbation results for this complex of models are presented.

Keywords: Ukraine's economy; technological forecast; technological structure of the economy; technological mode; basic function; agent-oriented modeling.

* статтю підготовлено на основі доповіді на XII-му міжнародному науковому семінарі «Сучасні проблеми інформатики в управлінні, економіці, освіті та екології» (1–5 липня 2013 р., оз. Світязь – Київ).

Постановка проблеми. Метою інноваційного розвитку економіки України є «забезпечення економічного зростання та соціального добробуту людей на якісній основі» [22, 24]. Для реалізації зазначеної мети необхідна модернізація технологічної структури української економіки, що вимагає постійного відстеження якості її розвитку. На практиці часто оцінювання стану технологічного розвитку країни здійснюється через призму технологічних укладів (ТУ) як груп виробництв, пов'язаних між собою однотипними технологічними ланцюжками [3, 6]. Внаслідок хаотичних реформувань соціально-економічної системи України українське суспільство не налаштоване на інноваційний тип розвитку економіки. Ідентифіковано суспільний механізм опору інноваціям в Україні [17, 120–132], однією з компонент якого є відсутність ринку прогнозів і захист суспільних відносин у рамках традиційних укладів [17, 125]. Розроблення математичного інструментарію для кількісного відстеження тенденцій зміни технологічної структури економіки та їх впливу на соціально-економічний розвиток країни все ще залишається актуальним завданням сучасної економічної науки. Зокрема, відстеження життєвих циклів виробничих технологій позиціонується фахівцями як важливе завдання інформаційного забезпечення технологічних змін у економіці [23, 24], забезпечення теоретичного базису розробки та реалізації програм інноваційного розвитку визнано нагальною потребою у Державній стратегії регіонального розвитку до 2015 р. [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Методологічні аспекти аналізу технологічної структури економіки України розглянуто у працях [2; 19; 25]. Теорія технологічних укладів і її якісні результати описані у монографії [3]. Генезис методології технологічного прогнозування та використовувані економіко-математичні моделі (ЕММ) досліджено у працях [3; 7; 11; 15]. Проблеми становлення національної інноваційної системи України проаналізовані у монографії [17]. Застосування системного підходу до створення інформаційної технології для технологічного прогнозування описано у [18].

Кількісне оцінювання технологічної структури економіки на практиці здійснюють двояко. Згідно з першим підходом, технологічна структура економіки виражається через частки технологій певної сукупності їх класів [12; 20; 23]. Прихильники другого підходу ототожнюють технологічну структуру економіки з питомими вагами виробництв ТУ [3; 7; 9; 10]. Порівняння їхніх результатів здійснено у [20, 299–315], також зроблено висновок про переваги першого з них. Натомість Ю. Бажал віддає перевагу другому підходу і вважає можливим адекватне переведення оцінювання стану технологічної структури економіки згідно з першим підходом до оцінювання її стану на підставі ТУ [7]. Тенденції зміни технологічної структури економіки України відстежено у працях [6–10; 12; 20–23].

Невирішені частини проблеми. Здійснений аналіз фахових джерел інформації з проблематики моделювання технологічної структури економіки засвідчив множинність підходів і ЕММ, які використовуються, фрагментарність формалізації процесу обґрунтування рішень щодо модернізації технологічної системи національної економіки, орієнтацію на чітке подання вхідних даних для моделей. Зазначені недоліки ускладнюють процес автоматизації якісного

технологічного передбачення, що вимагає удосконалення математичного інструментарію технологічного прогнозування в українських реаліях.

Метою дослідження є обґрунтування цілісного комплексу ЕММ оцінювання тенденцій і прогнозування розвитку технологічної структури економіки України за умов невизначеності інформації на засадах теорії технологічних укладів.

Основні результати дослідження.

1. Принципи формалізації проблеми оцінювання впливу технологічної структури економіки на соціально-економічний розвиток країни. Зазвичай, ступінь адекватності ЕММ залежить від вимог, які висовуються як до моделі, так і до самої формалізації явища та інструментарію побудови ЕММ. Для формування комплексу ЕММ потрібно застосувати певні принципи.

Перші два з них (*принцип багатокладності економіки та поєднання укладної і галузевої ознак*) призначені для виділення груп виробництв, однорідних з технологічної точки зору (рис. 1). Це означає, що технологічна структура економіки буде аналізуватись з використанням концепції технологічних укладів [3], оскільки економіки всіх сучасних країн є багатокладними [8; 23].

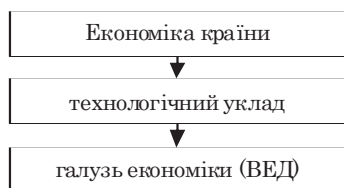


Рис. 1. **Дерево технологічної структури економіки**, авторська розробка

Схема, наведена на рис. 1, уможливорює як подання технологічної структури економіки у формі ієрархії груп виробництв, так і прив'язку моделей до існуючої статистичної бази даних. Сучасним аналогом галузі виробництва є вид економічної діяльності (ВЕД). Хоча з точки зору статистики галузь і ВЕД не є абсолютно тотожними, у запропонованому способі формалізації ці поняття не розрізняються. *Невизначеність інформації* щодо технологічного розвитку країни вибрано як третій принцип формалізації проблеми. Динамічним рядам статистичних даних притаманна фрагментарність, неузгодженість одиниць виміру, асиметрія інформації, суб'єктивізм дослідника як чинник спотворення інформації. Саме зазначені чинники невизначеності інформації і були враховані в ЕММ оцінювання тенденцій розвитку технологічної структури економіки.

Застосування результативних показників для оцінювання інноваційних процесів в економіці країни – це четвертий принцип формалізації досліджуваної проблеми, який передбачає використання як залежних змінних у розроблених моделях показників, які відображають результативність інноваційної діяльності. Наразі основна увага українських фахівців зосереджена на аналізі динаміки ресурсних показників наукової та інноваційної діяльності [6, 121; 22].

Принцип економетричного моделювання тенденцій розвитку технологічної структури економіки передбачає вибір економетричних методів як основних

для побудови ЕММ оцінювання впливу технологічної структури економіки на розвиток країни.

Формалізація процесу оцінювання тенденцій розвитку технологічної структури економіки на засадах агентно-орієнтованого моделювання – це шостий принцип, який дає змогу врахувати на концептуальному рівні взаємодію у часі фахівців, задіяних у процес обґрунтування управлінського рішення щодо розвитку технологічної системи економіки.

Застосування інформаційно-логічних моделей для опису предметної області економіки країни є останнім принципом формалізації проблеми. Інформаційно-логічні моделі забезпечують створення людиноорієнтованих описів проблем із можливістю виділення інформаційних елементів і взаємозв'язків між ними [24, 214–228]. Оскільки сфера технологічного прогнозування відноситься до завдань підвищеної складності з високим рівнем невизначеності, то використання інформатичних моделей для опису предметної галузі економіки є доцільним [15]. Інформаційна модель предметної галузі оцінювання розвитку технологічної структури економіки на засадах теорії ТУ опублікована у [10].

2. Склад комплексу ЕММ оцінювання розвитку технологічної структури економіки. На основі застосування зазначених вище принципів і використання результатів праць [9; 10; 21] і рекомендацій [18] розроблено структуру комплексу ЕММ (рис. 2). Стисла характеристика виділених ЕММ наведена нижче.

Підсистема формування БД оцінок стану технологічного розвитку економіки. Центральним компонентом є модель формування табличної БД оцінок внеску галузей економіки у розвиток країни. Оскільки структура вхідної інформації не є складною і її обсяг невеликий, доцільно подати її у формі табличної БД MS Excel [13, 413–425]. У результаті застосування у пам'яті комп'ютера сформовані табличні БД $B_i(T_i, X_i, D_i)$ для всіх $i = 3, l$ із записами біс виду $b_{is} = (x_{ij}(t_s), \dots, x_{ik}(t_s), \dots, x_{im}(t_s))$ для всіх $t_s \in T_i$, де $D_i = D_i(T_i) = \{D_{ik}(T_i)\}$ – множина доменів атрибутів i -ої табличної БД, причому $x_{ik}(t_s) \in D_{ik}(T_i)$. Домен $D_{ik}(T_i)$ визначає допустиму на часовому проміжку T_i сукупність значень показника $x_{ik} \in X_i$, яка містить перелік показників оцінювання внеску виробництва i -го укладу в економічне зростання країни.

Призначенням моделей відновлення даних щодо технологічного розвитку є поповнення табличних БД $B_i(T_i, X_i, D_i)$ записами b_{is} для тих періодів із T_i , для яких відсутні статистичні значення $x_{ik}(t_s)$. Завдання відновлення даних формалізовано може бути описане так: розглянемо показник $x_{ik} \in X_i$. Допустимо, що для нього існує інтервал $T_s^i = [t_s; t_{s+m_{is}}]$, який задовольняє 3 умови:

- 1) $T_s^i \subset T_i$, тобто він є підінтервалом заданого проміжку часу;
- 2) існує натуральне число $m_{is} > 1$ таке, що для всіх $v = 1, m_{is}$ справедлива умова $(t_v \in T_s^i) \wedge (x_{ik}(t_v))$ – відсутнє);
- 3) величини показника $x_{ik} \in X_i$ на кінцях інтервалу T_s^i відомі.

Отже, потрібно, використовуючи методи інтерполяції, визначити значення показника x_{ik} для внутрішніх точок $t_v, v = s + 1, s + m_{is} - 1$, інтервалу T_s^i . Тобто здійснити інтерполяцію заданих величин показника $x_{ik} \in X_i$ на кінцях інтервалу T_s^i на внутрішні його точки. З цією метою передбачено використати 3 методи інтерполяції:

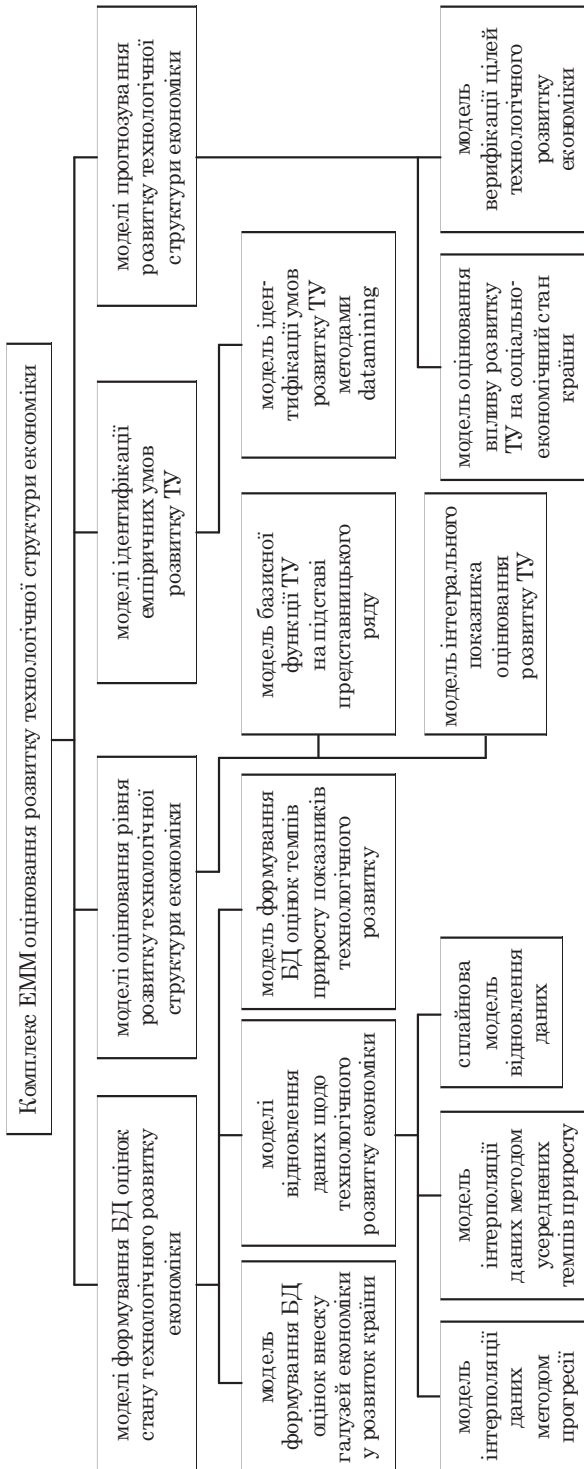


Рис. 2. Склад комплексу ЕММ оцінювання розвитку технологічної структури економіки за умов невизначеності інформації, авторська розробка

- *арифметичну прогресію*, коли значення x_{ik} для внутрішніх точок $t_v, v = s + 1, s + m_{si} - 1$, інтервалу $T_s^i \in$ членами ряду арифметичної прогресії з початковим $x_{ik}(t_s)$ і кінцевим $x_{ik}(t_{s+m_{si}})$, що відповідає припущенню про постійний приріст величини показника на зазначеному інтервалі;

- *ланцюгові коефіцієнти приросту* [16, 54], які уможливають розрахунок величини x_{ik} для $t_v \in T_s^i$ на підставі *усередненого темпу приросту*;

- *внутрішня інтерполяція кубічними функціями*, що вимагає застосування сплайнових моделей [16, 67–69].

Завершує першу підсистему комплексу *модель формування БД оцінок темпів приросту показників технологічного розвитку* $C_i = (T_i, X_i^{\%} \cup e_i^{\%}, D_i^{\%})$ із записами $c_{is}^{\%}$ виду $c_{is}^{\%} = (x_{i1}^{\%}(t_s), \dots, x_{im_i}^{\%}(t_s), e_i^{\%}(t_s))$, де $x_{ik}^{\%}(t_s), e_i^{\%}(t_s)$ – темп приросту у відсотках величин відповідно показника $x_{ik} \in X_i$ та базисної функції i -го укладу за період $t_s \in T_i$; $X_i^{\%}$ – множина показників оцінювання внеску укладу в економічне зростання країни, значення яких подані у формі темпів приросту (збігається з X_i); $D_i^{\%} = \{e_{ik}^{\%}(T_i) \cup D_{e_i}^{\%}\}$ – множина доменів, яка визначає допустимі набори значень темпів приросту значень показників множини $X_i \cup e_i$ на проміжку T_i . Формою подання її у пам'яті комп'ютера так само вибрано табличну БД MS Excel.

Моделі оцінювання рівня розвитку технологічної структури економіки формують другу підсистему комплексу і призначені для виявлення тенденцій поширення технологічних укладів на теренах країни. Їхньою особливістю є кількісне оцінювання рівнів розвитку ТУ в економіці країни на підставі значень базисних функцій $e_i(t_s) = e_i(B_i, X_i, t_s)$ для $t_s \in T_i$. Передбачено дві моделі побудови базисних функцій ТУ – на підставі представницького ряду, яким стає вибраний із X_i показник, або через конструювання спеціального інтегрального показника [9]. Наприклад, за [9] базисна функція i -го ТУ, побудована на динамічних рядах даних показників множини X_i , матиме вигляд:

$$e_i^{int.} = \sum_{l=1}^{L_i} \gamma_{il} \times (z_l^i)_H + \varepsilon_i \equiv \Psi^i \left[(z_1^i)_H, \dots, (z_{L_i}^i)_H \right] (z_l^i)_H = \frac{z_l^i - (z_l^i)_{\min}}{(z_l^i)_{\max} - (z_l^i)_{\min}} \equiv \varphi_l^i(z_l^i), \quad (1)$$

де $e_i^{int.}$ – інтегральний показник розвитку i -го ТУ; L_i – кількість головних компонент (ГК) для множини X_i ; γ_{il} оцінює у відносних одиницях вклад l -ї ГК у дисперсію техніко-економічних показників i -го ТУ; ε_i означає похибку; z_l^i – значення l -ї ГК для i -го ТУ; $(z_l^i)_{\max}, (z_l^i)_{\min}$ – відповідно найбільше та найменше значення l -ї ГК на часовому проміжку T_i .

У свою чергу, величина головної компоненти z_l^i може бути розрахована на підставі значень показників $x_{ik} \in X_i$ за такою формулою:

$$z_l^i = \alpha_{0l}^i + \sum_{k=1}^{K_i} w_{lk}^i x_{ik} \equiv g_l^i(x_{i1}, \dots, x_{iK_i}) \quad l = \overline{1, L_i}, \quad (2)$$

де α_{0l}^i – певний коефіцієнт; w_{lk}^i – ваговий коефіцієнт для l -ї ГК базисної функції i -го ТУ, виділений у процесі компонентного аналізу [5] динамічних рядів значень показників $x_{ik} \in X_i$; $K_i = |X_i|$.

Моделі ідентифікації емпіричних умов розвитку ТУ. Призначені для виявлення методами data mining стійких залежностей між обставинами розвитку i -го ТУ на підставі аналізу масиву статистичних даних $C_i = (T_i, X_i^{\%} \cup e_i^{\%}, D_i^{\%})$.

Пропонується подавати віднайдені залежності у формі правил if...then [8]. Тобто ці моделі реалізують таке завдання [21].

Розіб'ємо можливий проміжок зміни $e_i^{\%}$ на два інтервали: $\delta_1 = (0; \infty)$, що асоціюється з прогресом ТУ, та $\delta_2 = (-\infty; 0]$ для ідентифікації регресу поширення ТУ. Нехай $\lambda \in [0; 1]$ задає рівень імовірності шуканої залежності. Тоді потрібно для заданих $\lambda, \delta_1, \delta_2$ віднайти такі набори правил $F_i(T_i, C_i, \lambda) = \{e_i^{\%} = f_{i1}(\lambda, \delta_1, X_i)\}$ і $\bar{F}_i(T_i, C_i, \lambda) = \{e_i^{\%} = \bar{f}_{i1}(\lambda, \delta_2, X_i)\}$, щоб

$$\begin{aligned} P\{f_{i1}(\lambda, \delta_1, X_i) \in \delta_1 \mid C_i \in C_i(T_i, X_i^{\%} \cup e_i^{\%}, D_i^{\%}(T_i))\} &\geq \lambda; \\ P\{\bar{f}_{i1}(\lambda, \delta_2, X_i) \in \delta_2 \mid C_i \in C_i(T_i, X_i^{\%} \cup e_i^{\%}, D_i^{\%}(T_i))\} &\geq \lambda, \end{aligned} \quad (3)$$

де $P\{y \in A\}$ означає ймовірність події $y \in A$, а шукані залежності f_{i1}, \bar{f}_{i1} такі:

$$f_{i1} : \text{if } (x_{i1}^{\%} = d_{i1}) \wedge (x_{i2}^{\%} = d_{i2}) \wedge \dots \wedge (x_{i\pi}^{\%} = d_{i\pi}) \text{ then } e_i^{\%} \in \delta_1, d_{i\pi} \in D_{i\pi}^{\%}(T_i); \quad (4)$$

$$\bar{f}_{i1} : \text{if } (x_{i1}^{\%} = d_{i1}) \wedge (x_{i2}^{\%} = d_{i2}) \wedge \dots \wedge (x_{i\pi}^{\%} = d_{i\pi}) \text{ then } e_i^{\%} \in \delta_2, d_{i\pi} \in D_{i\pi}^{\%}(T_i). \quad (5)$$

Моделі прогнозування розвитку технологічної структури економіки. Ця група ЕММ призначена для передбачення тенденцій впливу розвитку технологічної структури економіки на соціально-економічний стан країни.

Перша з них дає змогу оцінити у динаміці вплив технологічної структури економіки на показники розвитку країни через «технологічні» еластичності β_{jik}^t . Якщо задана сукупність Y показників y_i рівня соціально-економічного розвитку країни і на проміжку часу $T_1 \subseteq \bigcap_{i=3}^t T_i$ нам відомі значення $y_j^t, (e_i^{iht.})^t$, то методами кореляційно-регресійного аналізу можна віднайти статистично значущу залежність виду:

$$y_j = f_j(e_3^{iht.}, \dots, e_l^{iht.}), \quad (6)$$

де $e_i^{iht.}$ розраховуються згідно з (1), (2). Тоді методом аналізу чутливості [14, 40–43] і на підставі (1), (2) можна визначити шукані еластичності β_{jik}^t за формулою:

$$\beta_{jik}^t = \left[\frac{\partial f_j}{\partial \psi^i} \times \sum_{i=1}^{L_i} \gamma_{i1} \frac{w_{ik}^i}{(z_i^i)_{\max} - (z_i^i)_{\min}} \right] \times \frac{x_{ik}^t}{y_j^t}. \quad (7)$$

Оскільки у (6) вигляд функціональної залежності f_j не конкретизовано, у виразі (7) часткова похідна функції f_j по ψ^i не уточнена. Процедура уточнення формули (7) здійснюється за результатами побудови функціональної залежності (6).

Сучасним інструментом регулювання соціально-економічного розвитку країни та її регіонів є *державні цільові програми* [4]. Для оцінювання можливого їхнього впливу на стан технологічної структури економіки у перспективі передбачено модель верифікації цілей технологічного розвитку країни чи регіону. Нехай програмою розвитку визначено певний перелік цілей, які можна виразити через очікувані значення Y_{jt}^{O4} певних показників множини Y для $t \notin T$. Допустимо, що на їх підставі можна обчислити прогнозні величини X_{ikt}^{O4} для окремих $x_{ik} \in X_i$. Тоді завдання верифікації цілей програми розвитку формулюється так: *на підставі заданих прогнозних значень X_{ikt}^{O4} визначити номери I_0^i, I_0^j правил із множин відповідно $F_i(T_i, C_i, \lambda)$ та $\bar{F}_i(T_i, C_i, \lambda)$ з умови:*

$$\rho\left(\overset{i}{0}\right) = \max_{f_{ij} \in F_i(T_i, C_i, \lambda)} \rho(f_{ij}), \quad \rho\left(\overset{i}{0}\right) = \max_{\bar{f}_{ij} \in \bar{F}_i(T_i, C_i, \lambda)} \rho(\bar{f}_{ij}) \quad (8)$$

та шляхом порівняння величин $\rho\left(\overset{i}{0}\right)$ визначити ймовірний характер впливу програми на життєвий цикл i -го ТУ (прогрес чи регрес), де через $\rho(n)$ позначено ймовірність правила з номером n у відповідних множинах $F_i(T_i, C_i, \lambda)$ та $\bar{F}_i(T_i, C_i, \lambda)$

3. Апробація комплексу ЕММ оцінювання розвитку технологічної структури економіки. Описаний вище комплекс моделей був використаний для ідентифікації тенденцій розвитку технологічної структури економіки України протягом 1913–2010 років. Структурно економіка України розглядалась як сукупність галузей з третього по п'ятий ТУ. Якість розвитку ТУ оцінювалась через призму абсолютного поширення [3] виробництва укладів на теренах України. На сьогодні апробовано майже всі ЕММ комплексу, за винятком моделей інтерполяції усередненими темпами приросту та кубічними сплайн-функціями, а також моделі верифікації цілей технологічного розвитку. Основні результати апробації такі:

- сформовано табличні БД у середовищі MS Excel з характеристиками процесу абсолютного поширення на теренах України третього, четвертого та п'ятого ТУ, причому БД B_3 була доповнена відновленими методом арифметичної прогресії записами [9; 21];
- уточнено життєві цикли процесу абсолютного поширення ТУ (з третього по п'ятий) в економіці України [9];
- ідентифіковано у формі правил if...then взаємозв'язки між обставинами поширення укладів в економіці України. Верифіковано обґрунтованість множин показників X_i ($i = 3,5$) [21];
- оцінено ступінь впливу розвитку ТУ (з третього по п'ятий) на економічне зростання України через призму ВВП на підставі «технологічної» еластичності [10].

Висновки і напрямки подальших досліджень. Розроблений комплекс ЕММ цілісно охоплює основні фази процесу обґрунтування рішень щодо модернізації технологічної структури економіки країни за умов невизначеності інформації. Завдяки цьому створюються передумови автоматизації технологічного передбачення. Результати апробації моделей комплексу на реальних статистичних даних про технологічний розвиток України засвідчили їх придатність для оцінювання рівня технологічної структури економіки на засадах теорії ТУ та впливу розвитку ТУ на економічне зростання.

З метою впровадження запропонованого комплексу ЕММ у контур управління національною інноваційною системою України потрібно розробити відповідні методичні положення для його застосування на практиці.

1. Державна стратегія регіонального розвитку на період до 2015 року: Постанова Кабінету Міністрів України від 21.07.2006 №1001 // zakon.rada.gov.ua.
2. Бужимська К.О. Модернізація економіки: технологічно-структурний аспект // Вісник ЖДТУ.– Серія: Економічні науки.– 2010.– №3. – С. 214–217.
3. Глазьев С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. – М.: ВладДар, 1993. – 310 с.
4. Державні цільові програми та упорядкування програмного процесу в бюджетній сфері / За ред. академіка НАН України В.М. Гейця. – К.: Наукова думка, 2008. – 383 с.

5. Дюк В., Самойленко А. Data mining: Учебн. курс (+CD). – СПб.: Питер, 2001. – 368 с.
6. Егоров И.Ю. Наука и инновации в процессах социально-экономического развития. – К.: Госкомстат Украины, 2006. – 338 с.
7. Економічна оцінка державних пріоритетів технологічного розвитку / За ред. Ю.М. Бажа-ла. – К.: Ін-т екон. прогнозування, 2002. – 320 с.
8. Єрохін С. Технологічні уклади, динаміка цивілізаційних структур та економічна перспек-тива України // Економічний часопис – XXI. – 2006. – №1–2 // www.soskin.info.
9. Жовтанецький М.І., Твердохліб М.І. Оцінювання тенденцій розвитку технологічних укла-дів економіки України на підставі інтегральних показників // Актуальні проблеми економіки. – 2011. – №10. – С. 248–254.
10. Жовтанецький М.І., Твердохліб М.І. Статистичне моделювання впливу технологічної структури економіки на розвиток України // Бізнес Інформ. – 2012. – №7. – С. 12–17.
11. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Технологическое предвидение / Нац. акад. наук Украины, Ин-т прикладного системного анализа. – К.: Політехніка, 2005. – 154 с.
12. Інноваційний розвиток економіки: модель, система управління, державна політика / За ред. д-ра екон. наук, проф. Л.І. Федулової. – К.: Основа, 2005. – 552 с.
13. Інформатика: Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології: Посібник / За ред. О.І. Пуш-каря. – К.: Академія, 2001. – 696 с.
14. Камінський А.Б. Економічний ризик та методи його вимірювання: Навч. посібник. – К.: Козаки, 2002. – 120 с.
15. Комков Н.И., Ерошкин С.Ю. Методические основы прогнозирования технологического развития // Научные труды ИИП РАН. – 2006. – Вып. 4, Т. 4. – С. 176–206.
16. Кочура Є.В., Косарев В.М. Моделювання макроекономічної динаміки: Навч. посібник для студ. вищ. навч. закл. – Дніпропетровськ: Дніпропетровський ун-т економіки та права, 2003. – 235 с.
17. Національна інноваційна система України: проблеми і принципи побудови / І.П. Мака-ренко, П.М. Копка, О.Г. Рогожин, В.П. Кузьменко; За наук. ред. І.П. Макаренка. – К.: Інститут проблем національної безпеки, 2007. – 520 с.
18. Панкратова Н.Д., Глушак Л.В. Системный подход к реализации информационной техно-логии линейки развития // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2012. – №1. – С. 7–16.
19. Пилипенко Ю.І. Технологічна система суспільства та її ядро саморозвитку // Європей-ський вектор економічного розвитку. – 2012. – №1. – С. 153–158.
20. Потенціал національної промисловості: цілі та механізми ефективного розвитку / Ю.В. Кіндзерський, М.М. Якубовський, І.О. Галиця та ін.; За ред. канд. екон. наук Ю.В. Кін-дзерського; НАН України; Ін-т екон. та прогноз. – К., 2009. – 928 с.
21. Твердохліб М.І. Емпіричні умови розвитку четвертого технологічного укладу економіки України // Інноваційна економіка. – 2012. – №7. – С. 70–76.
22. Федулова Л. Науково-технологічний та інноваційний процес в Україні: тенденції в кризо-вих ситуаціях // Економіст. – 2011. – №1. – С. 24–27.
23. Федулова Л. Технологічна готовність економіки України до нових викликів в умовах від-сутності технологічної політики // Економіка України. – 2010. – №9. – С. 12–26.
24. Цикритзис Д., Лоховски Ф. Модели данных / Пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1985. – 344 с.
25. Чайка Ю.М. Методичні підходи до оцінки оптимальності технологічної структури націо-нальної економіки // Вісник Дніпропетровського університету. – Серія: Економіка. – 2009. – Вип. 3(2). – С. 100–104.

Стаття надійшла до редакції 30.07.2013.