

РОЗДІЛ 8. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ
ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІМАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ
ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РИНКУ ПРАЦІMATHEMATICAL METHODS OF LABOR MARKET MODELING
AND FORECASTING

УДК 331.5, 519.8:331.5

<https://doi.org/10.32843/bses.62-24>**Наумова М.А.**к.ф.-м.н., доцент,
доцент кафедри економічної
та управлінської аналітики
Донецький національний університет
імені Василя Стуса**Кудрич Ю.С.**асистент кафедри економічної
та управлінської аналітики
Донецький національний університет
імені Василя Стуса**Naumova Maryna**

Vasyli' Stus Donetsk National University

Kudrych Yulia

Vasyli' Stus Donetsk National University

У публікації виокремлено основні напрями функціонування ринку праці та методи економіко-математичного моделювання, які доцільно застосовувати під час дослідження їх стану та динаміки. Наведено характеристику економіко-математичних і статистичних методів та моделей, які доцільно використовувати для управління ринком праці. Виокремлено основні принципи економіко-математичного моделювання під час оцінювання розвитку ринку праці: системність прогнозування, відповідність прогнозування сучасним науковим дослідженням, адекватність прогнозів реальним процесам, сценарний характер прогнозів. Подано короткий опис та можливості застосування в дослідженнях ринку праці таких методів, як: статистичні методи збору та аналізу інформації, методи економіко-математичного моделювання, когнітивного моделювання, імітаційного моделювання, нечіткої логіки, нейронних мереж, експертних оцінок, методи соціологічних досліджень тощо.

Ключові слова: ринок праці, соціально-економічна нестабільність, методи моделювання, принципи економіко-математичного моделювання, прогнозування економічних процесів.

В публикации выделены основные направления функционирования рынка труда

и методы экономико-математического моделирования, которые целесообразно применять при исследовании его состояния и динамики. Приведена характеристика экономико-математических и статистических методов и моделей, которые целесообразно использовать для управления рынком труда. Выделены основные принципы экономико-математического моделирования при оценке развития рынка труда: системность прогнозирования, соответствие прогнозирования современным научным исследованиям, адекватность прогнозов реальным процессам, сценарный характер прогнозов. Представлены краткое описание и возможности применения в исследованиях рынка труда таких методов, как: статистические методы сбора и анализа информации, методы экономико-математического моделирования, когнитивного моделирования, имитационного моделирования, нечеткой логики, нейронных сетей, экспертных оценок, методы социологических исследований и другие.

Ключевые слова: рынок труда, социально-экономическая нестабильность, методы моделирования, принципы экономико-математического моделирования, прогнозирования экономических процессов.

The labor market is a dynamic system that requires constant monitoring and analysis. To determine the vector of activity of subjects of the labor market and information about market conditions, the need for modeling and forecasting key indicators of the labor market increases. No less important is the methodological collection, analysis and comparison of information related to the functioning of the labor market, forecasting and planning of market activities for further decision-making in management. In modern publications on economics, devoted to the analysis of the labor market, not enough attention is paid to studies that generally cover all methods of economic and mathematical modeling and management of the labor market. Most often, there are scientific works that are related only to control in a specific plane, where one or several methods are applied simultaneously. The publication highlights the main areas of labor market research and methods of economic and mathematical modeling, which are advisable to use in describing the state and dynamics of the sphere of labor relations. The main principles of economic and mathematical modeling in assessing the development of the labor market are highlighted: the consistency of forecasting, the correspondence of forecasting to modern scientific research, the adequacy of forecasts to real processes, the scenario nature of forecasts. The characteristics of economic, mathematical and statistical methods and models that can be used to manage the labor market are given. The paper presents a brief description and the possibility of applying in labor market research such methods as: the system analysis method, aggregate indexing, the indicative method, the comparison method, the assessment of external and internal factors, statistical methods based on the calculation of the standard deviation, variance, correlation coefficients and variations, statistical multivariate analysis, balance models, trend and time series analysis, correlation and regression analysis, simulation modeling, neural networks, sociological research, the method of expert estimates and others. The main software packages for the automation of the above methods are also systematized.

Key words: labor market, socio-economic instability, modeling methods, principles of economic and mathematical modeling, forecasting of economic processes.

Постановка проблеми. Ринок праці України в останні роки характеризується мінливістю і нестабільністю внаслідок соціально-політичної кризи, впливу чинників Четвертої індустріальної революції, глобалізації економіки та складної епідеміологічної ситуації в країні та світі. Ринок праці – це динамічна система, що вимагає постій-

ного моніторингу та аналізу. Для визначення вектору діяльності суб'єктів ринку робочої сили та інформації про ринкові умови зростає важливість дослідження, моделювання та прогнозування ключових показників ринку праці, оскільки для подальшого прийняття рішень в управлінській діяльності важливим стає методичний збір, аналіз та порів-

няння інформації, що пов'язана з функціонуванням ринку праці, прогнозуванням і плануванням ринкової діяльності.

Органами державної влади та місцевого самоврядування України, громадськими організаціями традиційно особлива увага приділялася питанням регулювання та розвитку ринку праці, оскільки вплив основних його складників на економічне та соціальне життя держави, підприємств та людей важко переоцінити. Але нові виклики, що постали перед ринком праці з початком карантинних заходів, відсутність його стійкості до підвищення рівня соціально-економічної нестабільності та проявів турбулентності показали необхідність розроблення якісно нової парадигми регулювання ринку праці з обов'язковим урахуванням результатів математичного моделювання, короткострокового та довгострокового прогнозування, регіональних відмінностей у відтворенні робочої сили та функціонуванні ринку праці, необхідності підвищення ролі регіональних органів влади та територіальних громад у формуванні політики стійкого підвищення рівня соціально-економічного добробуту населення країни та прийнятті стратегічно важливих рішень, що визначають вектор загальнонаціонального розвитку ринку праці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У сучасних публікаціях з економіки, присвячених питанням аналізу ринку праці, недостатньо уваги приділяється дослідженням, які у цілому охоплюють усі методи економіко-математичного моделювання й управління ринком праці. Найчастіше зустрічаються наукові праці, які мають відношення тільки до управління в конкретній площині, де застосовується один або декілька методів одночасно. Зокрема, огляд економіко-математичних моделей, які розроблені вітчизняними та зарубіжними науковцями для управління соціально-трудохими відносинами, подано в роботах Д. Богині, А. Вагнера, П. Гейка, П. Друкера, В. Зомбарта, Ф. Лассаля, П. Момберта, М. Портера, В. Кучеренка, Л. Іванової, В.І. Приймака, С. Скибінського, Д. Скорупки та ін. Роботу С.С. Гринкевич [1] присвячено огляду деяких методів дослідження трудового потенціалу: економіко-математичних, статистичних та спеціальних. Ю.М. Маршавін у роботі [2] описав методи прогнозування та основні підходи до дослідження проблем розвитку ринку праці у професійному розрізі. В.І. Приймак та Д. Скорупка [3] проаналізували статистичні та економіко-математичні методи, які найчастіше використовуються в управлінні ринком праці. У роботі М. Леснікової та С. Мельник [4] представлено класифікацію методів прогнозування попиту на кваліфіковані кадри, а саме: аналіз тенденцій, аналіз коефіцієнтів, регресійний аналіз, метод Delphi, аналіз сценаріїв.

Постановка завдання. Мета статті полягає у виокремленні основних напрямів функціонування

ринку праці та методів економіко-математичного моделювання, які доцільно застосовувати під час дослідження їх стану та динаміки, характеристик економіко-математичних і статистичних методів та моделей для подальшого управління ринком праці.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Комплексне дослідження ринку праці неможливо без використання сучасних інформаційних технологій, математичних та статистичних методів, які дають можливість зробити оцінку ситуації на ринку праці, проаналізувати його поточний стан, виокремити наявні та латентні чинники розвитку, причини соціально-економічної нестабільності, кількісно та якісно їх оцінити, зробити адекватний прогноз тенденцій розвитку і динаміки показників ринку праці. Проаналізувавши процеси на ринку праці в часі, можна отримати результати стосовно його поточного, ретроспективного та перспективного стану.

Найважливішим результатом застосування математичного моделювання ринку праці є побудова короткострокового або багатострокового прогнозу його функціонування, що дає змогу виокремити основні вектори та площини розвитку ринку праці та його регулювання. Економіко-математичний прогноз соціально-трудової сфери як окремої підсистеми соціально-економічної системи повинен відображати всі основні внутрішні та зовнішні взаємозв'язки між елементами цієї підсистеми та іншими елементами економіки. Сутність прогнозування ринку праці полягає у розробленні прогнозів тенденцій динаміки зайнятості та безробіття населення, заробітної плати працівників, професійно-кваліфікаційної структури тощо, в управлінні формуванням і розвитком сфери трудових відносин. Прогнозні розрахунки зайнятості населення служать тим вихідним пунктом, на базі якого будується вся система заходів із регулювання ринку праці і зайнятості населення.

До основних принципів прогнозування розвитку ринку праці можна віднести (рис. 1):

- системність прогнозування;
- відповідність прогнозування сучасним науковим дослідженням;
- адекватність прогнозів реальним процесам;
- сценарний характер прогнозів.

Принцип системності в прогнозуванні ринку праці відображає цілісність взаємозв'язків між складовими елементами системи та їх взаємозалежність. Прогнозування повинно відображати як тенденції розвитку всієї системи соціально-трудохи відносин, так і окремих її елементів, таких як сфера зайнятості, соціальна сфера тощо. Застосування конкретних методів математичного моделювання для побудови комплексного та всебічного прогнозу розвитку ринку праці потребує певної послідовності та підпорядкування, обов'язкового врахування факторів соціально-

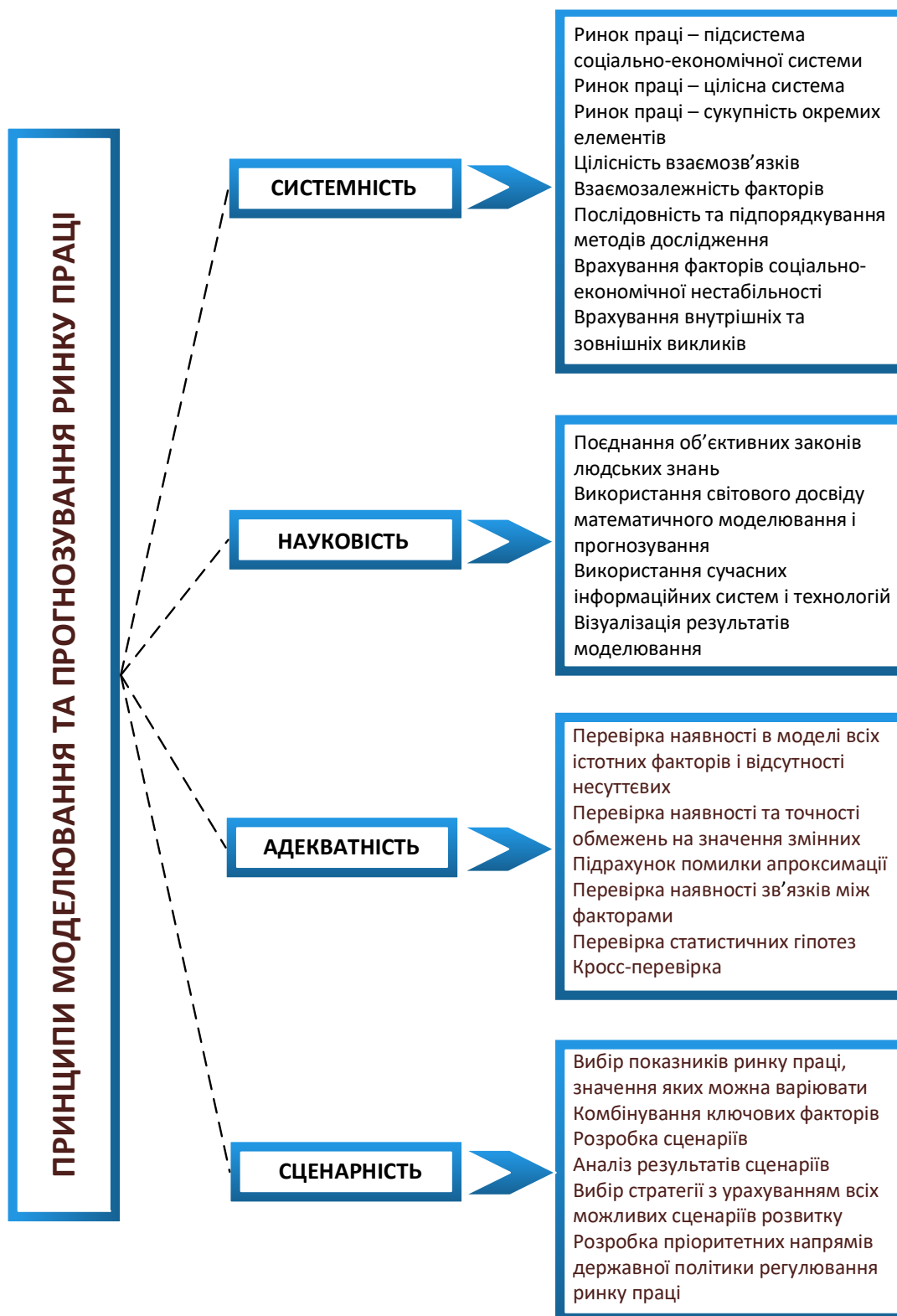


Рис. 1. Принципи моделювання та прогнозування ринку праці

економічної нестабільності та можливих ризиків для всіх стейкхолдерів. Існує багато проблем та невирішених методологічних питань, пов'язаних з урахуванням специфіки кожного складника ринку праці, недостатньою статистичною базою даних, обмеженням конкретних методів моделювання та сфери їх застосування, що є обов'язковою осно-

вою застосування принципу системності в прогнозуванні економічних процесів та явищ.

Принцип науковості в прогнозуванні сфери трудових відносин включає у себе необхідність поєднання об'єктивних законів економічної теорії, законів розвитку соціуму, політології та інших основ людських знань. Окрім того, застосування мате-

математичних методів і моделей для побудови прогнозів повинно базуватися на використанні світового досвіду, сучасних інформаційних систем, пакетів прикладних програм для обробки даних та візуалізації результатів моделювання.

Перевірка адекватності математичних моделей реальним економічним процесам є необхідним складником прогнозування будь-якої соціально-економічної системи. Вона включає у себе оцінку ймовірності відхилення від реальних тенденцій, урахування стохастичний характер економічних процесів, оцінку можливості використання отриманих результатів як імітації фактичних явищ. Об'єктивні процеси на ринку праці, система показників та її статистична реалізація, побудовані математичні моделі, система розрахунків та вибрані методи, теоретичні закони економіки – усе це повинно корелювати зі змістом соціально-трудових відносин.

Побудова математичної моделі функціонування ринку праці матиме більшу наукову значущість, якщо вона зможе максимально узгоджувати обмеження та умови всіх складників цієї підсистеми, структуру ринку праці, наявність ресурсів, необхідні взаємозв'язки, вплив внутрішніх та зовнішніх викликів, зміну пріоритетів регулювання. Усі ці чинники призводять до виникнення альтернатив у майбутньому розвитку ринку праці, і саме побудована математична модель повинна давати можливість прорахунку можливих сценаріїв його розвитку. Головною метою проведення сценарного аналізу є визначення стійкості ринку праці та окремих його складників до зміни внутрішніх та зовнішніх умов, проявів соціально-економічної нестабільності та волатильності. Аналіз різних варіантів тенденцій процесів на ринку праці дасть змогу сформуванню пріоритетних напрямів державної політики щодо його регулювання та поліпшення якості життя населення країни.

Методи статистичного багатомірного аналізу є одними з найбільш поширених під час оцінки поточного стану ринку праці, оскільки дають можливість отримати достатньо повну картину процесів, що відбуваються в поточний стан часу. До них можна віднести методи групування, середніх величин, статистичного аналізу динаміки, факторного аналізу, індексний метод, кластерний та дискримінантний аналіз тощо. Статистичні та динамічні балансові моделі, які дають можливість описати соціально-економічну систему шляхом виявлення взаємозв'язків між наявними матеріальними і фінансовими ресурсами, робочою силою та потребами у них, також є доволі популярними під час проведення досліджень поточного стану ринку праці. Так, у роботі Г.К. Ковальчук [5] проведено кластеризацію регіонів України за показниками наявних трудових ресурсів.

Одними з найбільш ефективних моделей в умовах соціально-економічної нестабільності, проявів турбулентності та кризового стану на ринку праці, в умовах структурної модернізації економіки у цілому є індикативні моделі, які дають змогу описати сферу трудових відносин за допомогою комплексу узагальнюючих показників (індикаторів) розвитку та балансів найважливіших видів ресурсів у цій сфері. Індикатори дають змогу кількісно оцінити якісний характер процесів на ринку праці, організаційні механізми, потоки робочої сили, міжгалузеві зв'язки, резонансні явища, що призводять до посилення соціально-економічної нестабільності. Однак для отримання адекватної реалізації індикативної моделі необхідно мати достатньо велику базу оперативних статистичних даних, вибіркового обстеження об'єктів ринків праці та високого рівня інформаційно-технологічного забезпечення. Такий метод застосовано в роботі Г.С. Кабаченко [6], де проведено дослідження щодо оцінювання розвитку регіональних ринків праці України на основі розрахунку інтегрального показника та виокремлення груп регіонів за рівнем розвитку ринків праці.

Балансовий метод (звітний та прогнозний) як метод аналізу поточного стану ринку праці дає змогу порівнювати множину показників, виявляти наявність їх взаємовпливу, оцінювати ресурсний потенціал, регулювати попит та пропозицію робочої сили, її мобільність, виявляти дисбаланс у підготовці працівників та наявності робочих місць за віковим та професійно-кваліфікаційним складом. Найбільш часто цей метод використовувався за часів Радянського Союзу, в умовах планової економіки, для створення балансів трудових ресурсів та планування підготовки робочої сили потрібної кваліфікації. Нині в умовах ринкової економіки та перманентної волатильності показників стійкості соціально-економічної системи необхідність державного регулювання процесів на ринку праці, розвитку трудового потенціалу вимагає застосування нових підходів і методик дослідження та прогнозування ринку праці, але все ж таки використання елементів балансового методу також є доцільним у поєднанні із сучасними методами моделювання. Існує багато наукових досліджень ринку праці з використанням матеріальних та міжгалузевих балансів, серед яких можна відзначити роботи S. Richardson, Y. Tan [7], J. Bradley, С.І. Бандур, Т.А. Заяць, В.В. Онікієнко, І.М. Антохової.

Використання широкого класу оптимізаційних методів і моделей дає можливість дослідити питання оптимальності професійно-кваліфікаційної структури підприємств, чисельності персоналу, використання робочої сили для забезпечення повної зайнятості на мікро-, мезо- і макрорівні, збалансованості попиту та пропозиції на ринку праці, механізмів узгодження системи освіти і

ринку праці, оптимізації оплати праці та багато інших проблем ринку праці. У роботі Н.Л. Ющенко [8] розроблено систему оптимізаційних моделей (лінійна статична модель, моделі динамічного та цільового програмування, потокові моделі) для математичного обґрунтування комплексу заходів із метою регулювання ринку праці. Робота О.В. Жегус [9] представляє побудову потокової моделі діяльності закладів вищої освіти в Україні та її середньострокове прогнозування.

Ретроспективний аналіз є видом економічного аналізу, який спрямований на порівняння фактичних результатів діяльності ринку праці, визначення величини впливу факторів на зміну результатів його діяльності, підрахунок резервів підвищення ефективності функціонування ринку праці, визначення шляхів мобілізації знайдених резервів тощо. Для аналізу динаміки основних показників ринку праці в часі, основних процесів ринку праці (внутрішньої структури) та впливу зовнішніх чинників застосовуються такі економіко-математичні та статистичні методи: економетричний аналіз (кореляційно-регресійних аналіз, часові ряди), методи теорії ймовірностей, диференціальні рівняння й їх системи, різниці рівняння, модифікації марківських ланцюгів, імітаційне моделювання, аналіз тенденцій, методи експертних оцінок, нейронні мережі, аналіз сценаріїв тощо. Багато із цих методів дають також і можливість зробити прогнозування динаміки основних процесів на ринку праці, визначити напрями та тенденції його розвитку.

Економетричний аналіз дає змогу проаналізувати емпіричні дані за допомогою статистичних методів, кількісно виміряти вплив чинників на ті чи інші економічні явища, тобто виявити і математично описати кількісні взаємозв'язки між економічними змінними, просто і доступно описати фактори та їх значущість. Застосування економетричних методів і моделей для дослідження соціально-економічних систем останнім часом набуває великого розмаху, використовується не тільки в прогнозуванні та ретроспективному аналізі, а й у стратегічному аналізі різних сценаріїв розвитку ринку праці в рамках національної системи зайнятості, хоча не завжди спостерігається достатня точність прогнозів.

Для кількісної оцінки тенденцій розвитку основних показників ринку праці, таких як зайнятість, безробіття, потоки працівників тощо, використовуються методи простої прогнозування екстраполяції одномірних процесів, адаптивні методи, що забезпечують якісну апроксимацію і прогнозування показників сфери трудових відносин, моделі авто-регресії, що добре апроксимують поведінку показників із нерівномірною динамікою, сезонні коливання. Найбільш повне і грамотне моделювання показників попиту і пропозиції робочої сили можна

зробити на базі нелінійних економетричних моделей, системи одночасних структурних рівнянь, моделей панельних даних. Для визначення кількісної оцінки впливу факторів соціально-економічної нестабільності на процеси ринку праці використовують інструменти визначення спеціальних коефіцієнтів та еластичності його основних показників. У роботі М.О. Оліскевич [10] проведено ґрунтовний економетричний аналіз функціонування та розвитку ринку праці України.

Під час побудови трендових моделей руху робочої сили у процесі проведення ретроспективного аналізу об'єктивним є використання теорії випадкових процесів, що дає змогу відобразити ймовірнісну природу функціонування ринку праці. Одним із напрямів цієї концепції, який достатньо інтенсивно розвивається в останній час, є теорія марківських ланцюгів. І.В. Дулюк та Ю.П. Матусов [11] запропонували модель розвитку трудового потенціалу в розрізі регіонів України, що базується на байєсівських процедурах розпізнавання на ланцюгах Маркова.

Одним із найпотужніших інструментів дослідження процесів, що відбуваються у сфері трудових відносин як складної підсистеми соціально-економічної системи, є імітаційне моделювання. Імітаційні моделі, а також їх комбінації з іншими економіко-математичними методами дають змогу будувати достовірні прогнози ринку праці в умовах неточної та неповної статистичної інформації, нестабільного зовнішнього середовища, зростання загрози несприятливих зовнішніх та внутрішніх впливів. Побудова імітаційної моделі ринку праці передбачає визначення математичної моделі залежності показників сфери трудових відносин, демографічних, освітніх, соціально-економічних тощо та врахування сили і характеру їх взаємодії у загальній системі ринку праці.

За допомогою моделей системної динаміки можна моделювати процеси працевлаштування, вивільнення працівників, безробіття, рух робочої сили за освітніми і статевовіковими групами, у розрізі видів економічної діяльності, динаміку заробітної плати, процеси міграції, демографічні чинники. Для кожного процесу можна будувати окрему підмодель для врахування максимальної кількості факторів, що впливають на його розвиток. Така можливість призводить до побудови моделі, яка оптимально описує та характеризує зовнішні та внутрішні впливи на функціонування ринку праці, резонансні явища в динаміці основних його показників, прояви соціально-економічної нестабільності. Моделі системної динаміки достатньо часто застосовуються науковцями під час дослідження різноманітних проблем розвитку ринку праці. І.Г. Лук'яненко та А.Ю. Новік [12] розроблено модель механізму формування попиту та пропозиції робочої сили в Україні, проведено

сценарний аналіз можливих перспектив розвитку ринку праці України за різних початкових умов.

Під час моделювання та прогнозування соціально-економічних процесів, які протікають в умовах, коли інформації щодо явища недостатньо або вона неточна, коли існує невизначеність стосовно факторів, що визначають динаміку процесу, застосовують методи, що дають можливість описати явище з використанням наближених значень. Представниками таких методів є методи нечіткої логіки. Такі методи використовують під час моделювання ринку праці як динамічної системи, яка функціонує в умовах невизначеності та нечіткої вихідної інформації, наприклад для прогнозування кількості безробітного, зайнятого населення, опису демографічних проблем, кількості майбутніх фахівців на ринку праці, основних тенденцій сфери трудових, конкурентоспроможності випускників на ринку праці, сегментування відносин ринків праці та багатьох інших проблем. Л.В. Транченко [13] побудовано нечітку модель гібридної мережі під час дослідження кількості безробітних у сільській місцевості.

До ефективних методів короткострокового прогнозування розвитку ринку праці можна віднести методи прогнозування з урахуванням суб'єктивної думки експертів та різноманітні соціологічні дослідження, що включають у себе опитування, спостереження, аналіз отриманої інформації. Використання експертних оцінок доцільно тоді, коли необхідно проаналізувати загальну ситуацію на ринку праці країни або регіону, оцінити перспективи зайнятості в різних галузях економіки, отримати інформацію про переваги роботодавців, вибір працівників, статевовікову і територіальну структуру пропозиції робочої сили тощо. Методи прогнозу зайнятості населення, засновані на використанні методу експертних оцінок, дають змогу визначити якісну зміну структури ресурсів робочої сили. Однак у силу великої динамічності ринку праці і нестабільної соціально-економічної ситуації даний метод не може бути застосований для побудови довгострокових прогнозів. Ю.В. Міронова та Б.Є. Грабовецький [14] розглядають застосування методу колективних експертних оцінок до аналізу ефективності персоналу підприємства та розроблення стратегії управління трудовим потенціалом.

Методи інтелектуального аналізу даних є альтернативою статистичним методам під час моделювання та прогнозування розвитку ринку праці. Одним із таких методів виступає теорія штучних нейронних мереж (Artificial Neural Network). Нейронна мережа являє собою математичну модель, яка будується за принципом організації та функціонування мереж нервових клітин живого організму. Можливості застосування апарату нейронних мереж є достатньо широкими, оскільки

мають незамінні властивості для моделювання функціонування сфери трудових відносин в умовах соціально-економічної нестабільності та за кризових станів: здатність до узагальнення, нелінійність, адаптивність. Нелінійний характер взаємовідносин параметрів ринку праці, особливо в умовах посилення внутрішніх та зовнішніх загроз, складно описати за допомогою одного різновиду математичних моделей, обов'язковим є комбінування різноманітних методів. Доцільним буде поєднання методів, які мають інструменти врахування ймовірнісної природи процесів на ринку праці та нестабільності його середовища, одним з яких є теорія штучних нейронних мереж.

Застосування апарату нейронних мереж сьогодні є достатньо поширеним, він використовується для прогнозування кадрових потреб підприємств, потреб робочої сили в системі попиту-пропозиції, під час визначення напряму прийняття управлінських рішень у системі трудових відносин, прогнозування розвитку регіональних ринків праці, прогнозування оцінки успішності працівників. Прикладом застосування штучних нейронних мереж у дослідженні ринку праці є робота В.І. Приймака та Д. Скорупки [15], де автори здійснили прогнозування зареєстрованого безробіття шляхом проведення комп'ютерної імітації з побудовою нейронних мереж.

Сьогодні існує досить велика кількість пакетів прикладних програм для автоматизації методів аналізу та прогнозування процесів на ринку праці. За функціональними можливостями їх можна поділити на три визначальні групи: загального призначення, професійного призначення, спеціалізованого призначення. Проте основними проблемами під час вибору програмного забезпечення є їх недоступність індивідуальному користувачеві (висока вартість), недостатність часу у дослідників на освоєння декількох програм, відсутність у багатьох безкоштовних пакетах графічного інтерфейсу, відсутність в одній програмі всіх функцій, які потрібні досліднику, відсутність спеціальних знань та мов програмування у дослідників-економістів (табл. 1).

Висновки з проведеного дослідження. Головним призначенням математичного моделювання ринку праці є аналіз економічних процесів, що відбуваються на ринку праці, прогнозування напрямів його розвитку, розроблення управлінських рішень на всіх рівнях функціонування сфери трудових відносин. Однак складність соціально-економічних процесів на ринку праці й узагалі в будь-якій економічній системі не дає змоги використовувати результати моделювання та прогнозування як єдине управлінське рішення, вони є тільки складовою частиною діяльності людей із регулювання ринку праці.

Існує велика кількість методів економіко-математичного моделювання та прогнозування, деякі

Узагальнення методів аналізу ринку праці за напрямками

Напрями аналізу ринку праці	Рекомендовані методи дослідження	Пакети прикладних програм
I. Часовий аналіз: 1. Поточний стан рп	Методи системного аналізу	<i>Методи системного аналізу</i>
	Збір статистичних даних основних поточних показників і порівняння їх із нормативними	QSB (Quantitative Systems for Business), Minitab, MATLAB (The Mathworks, Stata, Gretl, JMulti)
	Агрегатне індексування	<i>Збір статистичних даних основних поточних показників і порівняння їх з нормативними</i>
	Масиви індикаторів	Microsoft Excel, XLSTAT, Gretl, EViews
	Метод порівнянь	<i>Агрегатне індексування</i>
	Оцінка зовнішніх та внутрішніх факторів	Microsoft Excel, XLSTAT, Gretl
	Статистичні методи на основі розрахунку середнього квадратичного відхилення, дисперсії коефіцієнтів кореляції та варіації	<i>Масиви індикаторів</i>
	Методи статистичного багатомірного аналізу	QSB (Quantitative Systems for Business), Minitab, SPSS,
	Статистичні та динамічні балансові моделі	<i>Метод порівнянь</i>
	Соціологічні дослідження	R (R Foundation for Statistical Computing), Curve Expert, DATAWRAPPER
	Методи математичного аналізу	<i>Оцінка зовнішніх та внутрішніх факторів</i>
	Когнітивне моделювання	SAS (Statistical Analysis Software), Minitab, SPSS,
	Методи експертних оцінок	Microsoft Excel, XLSTAT, Gretl, Curve Expert
	2. Ретро-спективний аналіз	Збір статистичних даних основних показників за попередні періоди і порівняння їх із нормативними
Методи статистичного багатомірного аналізу		Minitab, SPSS, MATLAB (The Mathworks), Microsoft Excel, Stata, Gretl, STATISTICA, EViews, QSB
Статистичні та динамічні балансові моделі		(Quantitative Systems for Business), Minitab, JMulti
Аналіз трендів, економетричний аналіз		<i>Статистичні та динамічні балансові моделі</i>
Імітаційне моделювання		GraphPad Prism, Microsoft Excel, XLSTAT, Curve Expert, DATAWRAPPER, STATISTICA, EViews, MESOSAUR, NetLogo
Методи експертних оцінок		<i>Соціологічні дослідження</i>
3. Перспективний аналіз	Аналіз сценаріїв	AnyLogic, Simulink, Microsoft Excel, MathCAD, SPSS Statistics
	Аналіз коефіцієнтів	Когнітивне моделювання
	Нейронні мережі	«КАНВА», Growthbar, Living Facts, US Census Business Data, Social Mention
	Збір статистичних даних основних показників за попередні періоди і порівняння їх із нормативними	<i>Методи експертних оцінок</i>
	Методи статистичного багатомірного аналізу	Microsoft Excel, MATLAB (The Mathworks)
	Статистичні та динамічні балансові моделі	<i>Метод аналізу трендів</i>
	Метод аналізу трендів	STATISTICA, MATLAB
	Метод часових рядів	<i>Метод часових рядів</i>
II. Аналіз основних процесів (внутрішня структура рп)	Імітаційне моделювання	InfluxData, Trendalyze, Amazon Timestream, DataStax, Prometheus, QuasarDB, Warp 10, InfluxDB, Kdb+, Actian X, Axibase Time Series Database, Microsoft Excel, EViews, MESOSAUR, ЭВРИСТА
	Методи експертних оцінок	<i>Імітаційне моделювання</i>
	Методи статистичного багатомірного аналізу	Arena, AnyLogic, GPSS World, Process Charter 1.0.2, Powersim 2.01, EViews
	Статистичні та динамічні балансові моделі	<i>Аналіз сценаріїв</i>
	Аналіз трендів, економетричний аналіз	Microsoft Excel
	Імітаційне моделювання	<i>Аналіз коефіцієнтів</i>
	Нейронні мережі	MathCad, MatLab, Microsoft Excel, STATISTICA
	Метод нейронних мереж	<i>Нейронні мережі</i>
	Методи оптимізації показників	SPMD, Computer Art Studio, Viscovery, SOMine
	Методи експертних оцінок	<i>Методи оптимізації показників</i>
	Методи статистичного багатомірного аналізу	MathCad, MatLab, Microsoft Excel, STATISTICA, Decision Support System (DSS)
	Статистичні та динамічні балансові моделі	<i>Методи математичного аналізу</i>
III. Аналіз зовнішніх факторів на функціонування рп	Збір статистичних даних основних поточних показників і порівняння їх із нормативними	Microsoft Excel, XLSTAT, Gretl, JMulti, Curve Expert, STATISTICA, EViews
	Кореляційно-регресійний аналіз	<i>Інші методи економіко-математичного моделювання</i>
	Нейронні мережі	QSB (Quantitative Systems for Business), Minitab, MATLAB (The Mathworks), GraphPad Prism,
	Імітаційне моделювання	Microsoft Excel, XLSTAT, Gretl, JMulti, Curve Expert, STATISTICA, EViews, MESOSAUR
	Методи експертних оцінок	
	Методи математичного аналізу	

Джерело: створено авторами

з них достатньо давно використовуються для прогнозу й аналізу. Проте в умовах соціально-економічної нестабільності на ринку праці варто застосовувати нові методи або їх комбінації з уже існуючими. Також не менш важливим аспектом є постійна автоматизація економіко-математичних методів та можливість застосовування науковцями сучасних програмних продуктів з огляду на високу вартість та проблеми їх опанування.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Гринкевич С.С. Методичний інструментарій дослідження трудового потенціалу в розрізі його компонентної структури. *Економічний часопис-XXI*. 2011. № 7–8. С. 54–57.
2. Маршавін Ю.М. Шляхи забезпечення узгодженості підготовки фахівців у навчальних закладах України з потребами ринку праці: методологічні та прикладні аспекти. *Ринок праці та зайнятість населення*. 2014. № 3. С. 13–18.
3. Приймак В.І., Скорупка Д. Економіко-математичні методи та моделі в управлінні ринком праці. *Економіка: реалії часу*. 2013. № 2(7). С. 6–15.
4. Лєснікова М., Мельник С. Методичні підходи щодо визначення відповідності обсягів та напрямів підготовки кадрів у закладах освіти згідно з потребами регіональних ринків праці. *Освітня аналітика України*. 2018. № 1(2). С. 94–102.
5. Ковальчук Г.К. Кластерна модель управління трудовими ресурсами. *Проблеми економіки*. 2015. № 1. С. 356–360.
6. Кабаченко Г.С. Регулювання ринку праці в умовах трансформації структури зайнятості : дис. ... канд. екон. наук : 08.00.07. Вінниця, 2017. 247 с.
7. Richardson S., Tan Y. Forecasting Future Demands: What We Can and Cannot Know. *Australian Bulletin of Labour*. 2005. № 34. Vol. 2. P. 154–191.
8. Ющенко Н.Л. Моделювання системи професійно-кадрового забезпечення малого бізнесу на регіональному рівні : дис. ... канд. екон. наук : 08.03.02. Тернопіль, 2002. 230 с.
9. Жегус О.В. Моделювання попиту на освітні продукти закладів вищої освіти в Україні. *Проблеми економіки*. 2018. № 2. С. 410–417.
10. Оліскевич М.О. Економетричне моделювання динамічних процесів функціонування та розвитку ринку праці України : дис. ... докт. екон. наук : 08.00.11. Київ, 2015, 395 с.
11. Дулюк І.В., Матусов Ю.П. Моделювання процесів розвитку трудових ресурсів України. *Економіка і держава*. 2010. № 10. С. 65–68.
12. Lukianenko I., Novik A. The Ukrainian Labor Market Investigation with the Use of System Dynamics Methods. *Наукові записки НаУКМА. Економічні науки*. 2016. Т. 1. Вип. 1. С. 106–117.
13. Транченко Л.В. Перспективні підходи до оцінювання кількості безробітних у сільській місцевості на базі нечіткої моделі гібридної мережі. *Актуальні проблеми економіки*. 2016. № 2(176). С. 459–468.
14. Міронова Ю.В., Грабовецький Б.Є. Використання методу колективних експертних оцінок «Дельфі» для вибору оптимального показника оцінки

ефективності використання робочої сили. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2009. № 4. С. 33–38.

15. Приймак В.І., Скорупка Д. Нейронні мережі в управлінні ринком праці. *Актуальні проблеми розвитку економіки регіону*. 2011. Вип. 7(2). С. 260–266.

REFERENCES:

1. Hrynevych S. (2011) Metodichniy instrumentarii doslidzhennia trudovoho potentsialu v rozrizi yoho komponentnoi struktury [Methodical tool of research of component structure of labour potential]. *Economics Annals – XXI*, no. 7-8, pp. 54–57.
2. Marshavin Yu.M. (2014) Shliakhy zabezpechennia uzgodzhenosti pidgotovky fakhivtsiv u navchalnykh zakladakh Ukrainy z potrebamy rynku pratsi: metodologichni ta prykladni aspekty [Ways to ensure the consistency of training in educational institutions of Ukraine with the needs of the labor market: methodological and applied aspects]. *Labor Market and Employment Magazine*, no. 3, pp. 13–18.
3. Pryimak V.I., Skorupka D. (2013) Ekonomiko-matematychni metody ta modeli v upravlinni rynkom pratsi [Economic and mathematical methods and models in management of the labor market]. *Economics: time realities*, no. 2, vol. 7, pp. 6–15.
4. Lesnikova M., Melnik S. (2018) Metodichni pidkhody shchodo vyznachennia vidpovidnosti obsiahiv ta napriamiv pidgotovky kadriv u zakladakh osvity zghidno z potrebamy rehionalnykh rynkiv pratsi [Methodological approaches to determining the conformity of volumes and directions of training of personnel in educational institutions in accordance with the needs of regional labour markets]. *Educational analytics of Ukraine*, no. 1, vol. 2, pp. 94–102.
5. Kovalchuk A. K. (2015) Klasterna model upravlinnia trudovymi resursamy [A cluster model of the human resources management]. *The problems of economy*, no. 1, pp. 356–360.
6. Kabachenko H.S. (2017) Rehulivannia rynku pratsi v umovakh transformatsii struktury zainiatosti [Regulation of the labor market in terms of transformation of the employment structure] (PhD Thesis), Vinnytsia: Vasyl Stus Donetsk National University.
7. Richardson S., Tan Y. (2005) Forecasting Future Demands: What We Can and Cannot Know. *Australian Bulletin of Labour*, no. 34, vol. 2, pp. 154–191. (in English)
8. Iushchenko N.L. (2002) Modeliuvannia systemy profesiino-kadrovoho zabezpechennia maloho biznesu na rehionalnomu rivni [Modeling of the system of professional and personnel support of small business at the regional level] (PhD Thesis), Ternopil: Ternopil Academy of National Economy.
9. Zhehus O.V. (2018) Modeliuvannia popytu na osvichni produkty zakladiv vyshchoi osvity v Ukraini [Modeling the demand for educational products of higher education institutions in Ukraine]. *The problems of economy*, no. 2, pp. 410–417.
10. Olishevych M.O. (2015) Ekonometrychne modeliuvannia dynamichnykh protsesiv funktsionuvannia ta rozvytku rynku pratsi Ukrainy [Econometric modeling of

dynamic processes of functioning and development of the labor market of Ukraine]. Kyiv: Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman.

11. Duliuk I.V., Matusov Yu.P. (2010) Modeliuvannia protsesiv rozvytku trudovykh resursiv Ukrainy [Modeling of labor development processes in Ukraine]. *Ekonomika ta derzhava*, no. 10, pp. 65–68.

12. Lukianenko I., Novik A. (2016) The Ukrainian Labor Market Investigation with the Use of System Dynamics Methods. Scientific Papers NaUKMA. *Economics*, T. 1, vol. 1, pp. 106–117.

13. Tranchenko L.V. (2016) Perspektyvni pidkhody do otsiniuvannia kilkosti bezrobitnykh u silskii mistsevosti na bazi nechitkoi modeli hibrydnoi merezhi [Prospective approaches to estimating the number of unem-

ployed in rural areas based on fuzzy model of a hybrid network]. *Actual problems of economics*, no. 2, vol. 176, pp. 459–468.

14. Mironova Yu.V., Hrabovetskyi B.Ie. (2009) Vykorystannia metodu kolektyvnykh ekspertnykh otsinok «Delfi» dlia vyboru optimalnoho pokaznyka otsinky efektyvnosti vykorystannia robochoi syly [Using the method of collective expert assessments "Delphi" to select the optimal indicator for assessing the efficiency of labor use]. *Visnyk of Vinnytsia Polytechnical Institute*, no. 4, pp. 33–38.

15. Pryimak V.I., Skorupka D. (2011) Neironni merezhi v upravlinni rynkom pratsi [Neural networks in labor market management]. *The actual problems of regional economy development*, no. 7, vol. 2, pp. 260–266.