

ПРОГНОЗУВАННЯ ОСВІТНІХ ПОТРЕБ РЕГІОНІВ НА ОСНОВІ СИСТЕМНОЇ ДИНАМІКИ

Журан О.А., к.е.н., доц; Гайдаєнко О.В., к.т.н., доц.

¹ Національний університет «Одеська політехніка»; ² Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

¹ Україна, Одеса; ² Україна, Миколаїв

¹ juran@ukr.net; ² oksana.gaidaienko@nuos.edu.ua ORCID : 0000-0002-6614-5443

Анотація. *Метод системної динаміки є потужним інструментом для моделювання складних систем, які складаються з багатьох взаємозалежних елементів. У контексті прогнозування освітніх потреб цей підхід дозволяє отримати багаторівневі взаємозв'язки між ринком праці, освітньою системою та економічними змінами. Описано проблему відсутності координації між потребами ринку праці та освітніми програмами, що призводить до нестачі або надлишку фахівців у певних галузях. Сучасні методи, такі як аналіз великих даних та машинне навчання, у поєднанні з системною динамікою, допоможуть вирішити цю проблему, покращити планування державного замовлення та підвищити ефективність освітніх програм.*

Ключові слова: *моделювання; освітні потреби; прогнозування; системна динаміка.*

Вступ. На сьогоднішній день українська економіка, як і інші, стикається з проблемою невідповідності між потребами праці та спеціалістами, що випускаються вищими навчальними закладами (ВНЗ). Це особливо актуально для сфери інформаційних технологій (ІТ) та аналітики даних, де постійно існує високий попит на кваліфіковані кадри.

Однією з ключових проблем є пошук ефективних інструментів прогнозування регіональних потреб у фахівцях. Це відбувається до того, що державне замовлення на підготовку спеціалістів часто не відповідає реальним вимогам ринку праці. Як результат, викликає дефіцит або надлишок кадрів у певних галузях, що впливає на ефективність використання ресурсів і загальний рівень підготовки фахівців.

Актуальність прогнозування освітніх потреб регіонів стає дедалі очевиднішою в контексті поточних глобальних і національних тенденцій, особливо з урахуванням викликів, з якими стикається Україна через війну та економічні зміни.

Згідно зі звітом World Economic Forum за 2023 рік [1], технологічні зміни, автоматизація та цифровізація значно впливатимуть на ринок праці в наступні роки. Основна увага приділяється попиту на фахівців у галузях штучного інтелекту, аналітики даних та інших технологічних сферах. Впровадження інструментів прогнозування освітніх потреб допоможе ефективно відповідати на ці зміни, особливо в контексті короткострокових прогнозів на 3-5 років, що дозволить навчальним закладам оперативніше адаптувати свої програми.

Також підкреслюється важливість адаптації освітніх програм до змін у ринку праці, особливо в секторах, які найбільше постраждали через міграцію кадрів та мобілізацію чоловіків (ІТ, аграрний сектор та енергетика) [1].

Як свідчить дослідження Times Higher Education, постійне навчання та підвищення кваліфікації мають стати одним із стратегічних пріоритетів для України, щоб підготувати кваліфікованих спеціалістів і відповідати вимогам ринку. Однак, наразі в Україні

недостатньо інвестицій в систему безперервної освіти, що є бар'єром для швидкого відновлення людського капіталу [2].

Виходячи з вище викладеного, **метою роботи** є пошук ефективної моделі прогнозування потреб у відповідних фахівцях на регіональному рівні, яка враховує економічні, демографічні та технологічні фактори. Це в свою чергу дозволить узгодити державне замовлення з реальними запитами ринку праці, оптимізувати ресурси системи освіти і забезпечити своєчасну підготовку кваліфікованих кадрів.

Основна частина. Прогнозування освітніх потреб регіонів стає дедалі актуальнішим, оскільки ринки праці швидко змінюються під впливом технологічних інновацій, демографічних зрушень і глобалізаційних процесів. В результаті ми отримуємо розрив між тим, що пропонують навчальні заклади, і тим, що вимагає ринок праці.

Дуже часто число випускників ВНЗ за певними спеціальностями суттєво перевищує або, навпаки, не задовольняє потреби ринку. В сучасних стрімких умовах стрімкого розвитку завдання ВНЗ прогнозувати актуальність той чи іншої спеціальності як мінімум через 4 роки (термін навчання у бакалавраті). Освітні установи та держава витрачають чи малі ресурси на підготовку спеціалістів, які можуть не знайти працевлаштування або працювати не за фахом.

Не слід також виключати потребу у постійному удосконаленні існуючих освітніх програм та постійного оновлення навчального матеріалу до них. Це тісна співпраця стейкхолдерів різного рівня та ВНЗ щодо удосконалення та актуалізації навчання до потреб ринку.

Створення моделей, що передбачають потребу у фахівцях у різних галузях, з урахуванням демографічних та економічних факторів, допоможе уникнути зазначених проблем. За допомогою такого інструменту освітні установи та регіональна влада зможуть заздалегідь адаптувати програми підготовки, планувати державне замовлення на навчання, а також підвищити загальну ефективність системи освіти.

Для впровадження моделі прогнозування можна використовувати різні методи та підходи. Загальна порівняльна характеристика методів прогнозування та системного аналізу наведена у таблиці 1.

Таблиця 1 – Загальна порівняльна таблиця методів прогнозування освітніх потреб регіонів

Характеристика	Методи прогнозування			
	Системна динаміка	Статистичні методи	Економетричні моделі	Машинне навчання
1	2	3	4	5
Фокус	Моделювання взаємозв'язків та зворотних зв'язків у динамічних системах	Виявлення статистичних залежностей між змінними	Аналіз економічних даних та побудова моделей економічних процесів	Розпізнавання закономірностей у великих даних та прогнозування на їх основі
Дані	Кількісні та якісні дані, діаграми причинно-наслідкових зв'язків	Переважно кількісні дані, часові ряди	Економічні показники, макроекономічні дані	Великі обсяги різноманітних даних

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5
Модель	Динамічна модель, що описує поведінку системи з часом	Статистична модель, що описує залежність між змінними	Економетрична модель, що відображає економічні теорії	Алгоритм машинного навчання, який навчається на даних
Прогноз	Прогнозування поведінки системи в майбутньому на основі моделі	Точкові або інтервальні прогнози значень змінних	Прогнозування макроекономічних показників, таких як ВВП, інфляція	Прогнозування різних типів даних, включаючи часові ряди, категоріальні дані тощо
Переваги	Дозволяє враховувати зворотні зв'язки та нелінійні залежності, добре підходить для моделювання складних систем	Проста у використанні, забезпечує точні прогнози для стаціонарних процесів	Орієнтована на економічні процеси, дозволяє аналізувати вплив політики	Висока точність прогнозів, здатність працювати з великими обсягами даних
Недоліки	Вимагає глибокого розуміння системи, побудова моделі може бути трудомісткою	Менш ефективна для прогнозування нелінійних та нестаціонарних процесів	Може бути чутливою до специфікації моделі та допущень	Вимагає великих обсягів даних, може бути "чорною скринькою"

Системи підтримки рішень дають змогу моделювати складні взаємозв'язки між елементами, такими як ринок праці, система освіти, технологічні зміни та економічне середовище та роботи довгострокові прогнози [4]. Використовуючи спеціалізовані програмні засоби для моделювання, наприклад AnyLogic, можна враховувати різноманітні фактори, що впливають на потребу у фахівцях. Такий підхід дозволяє створювати сценарії для різних варіантів розвитку. Система для підтримки прийняття рішень зможе інтегрувати дані про місцевий ринок праці, економічний розвиток регіону і демографічні показники, щоб надавати рекомендації щодо коригування державного замовлення на конкретні спеціальності в університетах.

Моделі машинного навчання можуть допомогти аналізувати історичні дані про зайнятість, демографію, економічні показники та показники випускників ВНЗ для прогнозування потреб у спеціалістах на 3-5 років наперед. Цей метод дозволяє використовувати великий набір даних та може враховувати різні фактори: економічний ріст, демографічні зміни, зміни у сфері технологій тощо [3]. Алгоритми машинного навчання будуть здатні аналізувати вплив економічних факторів на ринок праці і визначати найбільш перспективні напрямки для розвитку. Модель може навчатися на історичних даних про ринок праці, демографію та економіку, щоб передбачити, які спеціалісти будуть затребувані через певний час.

Інструменти для обробки великих обсягів даних дозволяють будувати моделі на основі демографічних даних та аналізу трендів. Наприклад, за допомогою Python та його спеціалізованих бібліотеки для обробки даних та візуалізації можна побудувати не тільки

прогнози, також адаптувати відповідно до регіональних особливостей з високою точністю при короткостроковому прогнозуванні на 3-5 років.

З метою досягнення найкращих результатів пропонуємо використовувати системну динаміку для побудови загальної моделі системи та її взаємозв'язків. Її застосовувати машинне навчання для прогнозування конкретних показників з великим об'ємом даних.

Аналіз великих даних, на погляд авторів, є одним з найефективніших підходів до вирішення проблеми узгодження попиту на ринку праці з пропозиціями освітніх програм. З огляду на те, що ринок праці і вимоги до навичок постійно змінюються, важливо використовувати інструменти, які можуть обробляти великі обсяги даних і робити точні прогнози.

В якості вихідних даних для побудови моделі будуть збиратися дані з різних джерел: соціальні мережі (LinkedIn), професійні платформи, сайти з пошуку роботи, офіційні статистичні дані про зайнятість і демографію. Це дозволяє отримувати данні в реальному часі, виявляти тренди та будувати актуальні прогнози.

Як вже було зазначено вище для побудови таких прогнозних моделей чудово підходить Python за простоту використання та різноманіття спеціалізованих бібліотек. Також Python підтримує багато бібліотек для машинного навчання, що дає змогу навчання побудованої моделі та аналізувати складні взаємозв'язки між змінними. А інструменти для обробки і аналізу текстових даних дають змогу аналізувати дані про вакансії і вимоги до навичок представлені у вигляді тексту.

Завдяки можливостям масштабування, гнучкості і підтримці машинного навчання, Python є оптимальним вибором для проєктів, які потребують аналізу великих обсягів даних та побудови прогнозів на основі змін на ринку праці.

Висновки. У дослідженні здійснено огляд сучасних підходів до моделювання та прогнозування освітніх потреб у регіональному контексті. Особливу увагу приділено застосуванню методів машинного навчання, штучного інтелекту та системної динаміки для вирішення зазначеної проблеми. Використання системної динаміки дозволяє моделювати складні взаємозв'язки між демографічними, економічними та соціальними факторами, що впливають на потребу у спеціалістах. Аргументовано доцільність вибору мови програмування Python як інструменту, який забезпечує високу ефективність та гнучкість у процесі обробки великих обсягів даних і побудови прогностичних моделей з урахуванням системної динаміки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] CPD. (n.d.). *Future Ukraine workforce*. <https://cpd.com.ua/en/future-ukraine-workforce/>
- [2] Taylor, M., (2023, September 21). *Ukraine's post-war recovery will depend on lifelong learning*. *Times Higher Education*. <https://www.timeshighereducation.com/blog/ukraines-post-war-recovery-will-depend-lifelong-learning>
- [3] Журан, О.А., Донченко, К.В. (2021, May). *Методи та засоби інтелектуальної обробки інформації*. In *VIII Міжнародна науково-практична конференція «Інформатика. Культура. Технології»* ІКТ2021 (pp. 14-16). ОНПУ.
- [4] Журан, О., Беркунський, Є., Гайдаєнко, О., Морозова, Г., Павленко, А. (2024). *Застосування системного підходу при реалізації ІТ-проєктів*. *Електротехніка та комп'ютерні системи*, (40 (116), 37-45. <https://doi.org/10.15276/eltecs.40.116.2024.4>

Olena Zhuran, Oksana Haidaienko.

Forecasting Educational Needs of Regions Based on System Dynamics

Abstract. *The method of system dynamics is a powerful tool for modeling complex systems that consist of many interdependent elements. In the context of forecasting educational needs, this approach allows obtaining multi-level relationships between the labor market, the educational system and economic changes. The problem of lack of coordination between the needs of the labor market and educational programs is described, which leads to a shortage or surplus of specialists in certain fields. Modern methods such as big data analysis and machine learning, combined with system dynamics, will help to solve this problem, improve the planning of public procurement and increase the effectiveness of educational programs.*

Keywords: *simulation; educational needs; forecasting; system dynamics.*