

УДК 658.82;338.2;338.47;338.46;681.3

Ткаченко О. І.
Ткаченко К. О.

Київський національний університет культури та мистецтв

ОСОБЛИВОСТІ БАГАТОРІВНЕВОГО МОДЕЛЮВАННЯ
СКАЛАДНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ

Проведено аналіз підходів до моделювання складних економічних систем. Розглянуто моделювання системи підготовки фахівців згідно сучасних вимог ринків праці з урахуванням різних факторів впливу. Зроблено висновки щодо необхідності планування функціонування національної системи підготовки фахівців, використовуючи відповідну багаторівневу модель; використання інформаційних технологій для моделювання системи підготовки фахівців і прийняття відповідних управлінських рішень.

Ключові слова: складна економічна система, система підготовки фахівців, модель складної системи, математична модель, модель подання знань, етапи моделювання, вимоги до моделей системи підготовки фахівців, управлінське рішення, ринок праці, освітня послуга, ринок освітніх послуг, інформаційні технології прийняття управлінських рішень.

Постановка проблеми. Сучасні вимоги до моделювання складних економічних систем, до яких належить, зокрема, система підготовки фахівців (СПФ) (наприклад, фахівців водного транспорту – ВТ), аналіз аспектів моделювання СПФ надають можливість обґрунтування багаторівневої моделі СПФ (на прикладі СПФ ВТ [10]). Існуючі підходи до моделювання складних систем обумовили актуальність проблем моделювання процесів підготовки/перепідготовки фахівців, що є конкурентоспроможними на внутрішньому та світовому ринках праці. Ці проблеми є наслідком відсутності відповідних дій щодо національної СПФ, що призвело до появи проблеми працевлаштування фахівців. Все більш актуальним стає прийняття відповідних рішень на основі моделі СПФ. Тому проблема моделювання складної економічної системи, якою є СПФ, визначення технології прийняття рішень щодо вдосконалення СПФ на основі відповідної моделі є актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні основи моделювання систем були в працях вітчизняних і зарубіжних вчених, а саме: Э. Гамма, Р. Хелма, Р. Джонсона, Дж. Влиссидеса А.А. Вавилова, А.А. Петрова, І.Г. Поспелова, А.А. Шананіна, П.С. Краснощюкова, І.А. Красса, І.В. Левандовської, І.С. Дмитренко, О.Н. Кузнецової, Н.С. Грудкиної, А.В. Маслобоева, А.Г. Олійника, М.Г. Шишаєва [1–9].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Національна СПФ потребує врахування багатьох факторів впливу, що мають бути враховані при її моделюванні. Це потребує формування стратегій розвитку СПФ, виявлення основних проблем, визначення основних її елементів та зв'язків між ними при моделюванні СПФ для досягнення основної мети – наповнення ринків праці моряків та освітніх послуг. Тому проблема моделювання складної економічної системи, якою є СПФ, визначення технології прийняття рішень щодо розвитку та вдосконаленню СПФ на основі відповідної моделі є актуальною.

Мета статті полягає в аналізі деяких аспектів моделювання складних економічних систем

(зокрема СПФ) та розробці підходів використання моделей при прийнятті рішень щодо розвитку та вдосконаленню СПФ на основі багаторівневої моделі, одним з рівнів якої є ситуаційно-продукційна модель [10].

Виклад основного матеріалу дослідження. Моделювання складної економічної системи, якою є СПФ, – це засіб її вивчення (її компонентів, об'єктів, суб'єктів, процесів тощо) шляхом їх заміни відповідною моделлю (наприклад, математичною), більш зручною для експериментального дослідження за допомогою ПК. Модель – образ об'єкта управління, в ролі якого може бути СПФ зі всіма її компонентами, об'єктами, суб'єктами та процесами. Процес моделювання СПФ представлено на рис. 1.

Математичною моделлю СПФ є її модель, складена за допомогою математичних символів і операцій (відношень). Математична модель СПФ є засобом вирішення задач оптимізації освітньої діяльності, зокрема надання освітніх послуг. Цінність моделі для економічного аналізу та оптимізації управлінських рішень щодо СПФ – надання можливості оцінити планові завдання, визначити забезпечення (матеріально-технічне, кадрове, навчально-методичне, фінансове, програмне) та ресурси, отримувати оцінку стану системи, ринків праці тощо. Моделювання СПФ надає можливість отримати чітке уявлення про неї, охарактеризувати і кількісно описати її внутрішню структуру і зовнішні зв'язки.

Модель СПФ – сукупність відношень, що визначають характеристики функціонування СПФ в залежності від багатьох факторів (структури СПФ, її компонентів, об'єктів, суб'єктів, процесів, алгоритмів поведінки, параметрів функціонування СПФ, станів системи, впливів зовнішнього середовища, початкових умов і часу тощо).

Основною метою моделювання СПФ є формування відповідної проблеми чи проблем. Модель залежить від багатьох факторів, що можуть постійно змінюватися. Тому модель, що розглядається, є динамічною, причому деякі її підмоделі можуть бути аналітичними, а деякі – стохастичними.

Математична модель СПФ є наближеним представленням СПФ, вираженим в математичних термінах, і зберігає істотні властивості оригіналу. Математична модель в кількісній формі за допомогою математичних конструкцій описує основні властивості системи, її параметри, внутрішні і зовнішні

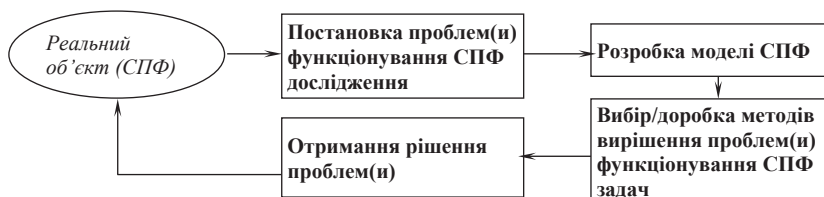


Рис. 1. Схема побудови моделі СПФ

зв'язки, фактори впливу тощо.

Математична модель СПФ має вигляд системи функціоналів $\Phi_i(X, Y, Z, t) = 0$, де X – вектор вхідних змінних, $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$, Y – вектор вихідних змінних, $Y = \{y_1, y_2, y_3, \dots, y_n\}$, Z – вектор зовнішніх факторів впливів, $Z = \{z_1, z_2, z_3, \dots, z_n\}$, t – координата часу.

Побудова математичної моделі СПФ полягає у визначенні зв'язків між процесами системи, явищами, використанні математичного апарату для кількісного і якісного виразу зв'язків між процесами, суб'єктами та об'єктами системи, факторами впливу на систему.

При побудові моделі СПФ слід виявити всі фактори впливу на систему (суттєві та несуттєві), виключити несуттєві, щоб спростити модель, зберігши основні властивості системи. На основі наявних даних формується гіпотеза про зв'язок між величинами, що виражають кінцевий результат, і факторами моделі. Цей зв'язок може виражатися системами відповідних рівнянь. Вибір виду рівнянь залежить від поставлених задач моделювання та задач аналізу й прогнозування функціонування СПФ.

Основні вимоги до моделі СПФ: *повнота* (надається можливість отримання набору оцінок системи з необхідною точністю і достовірністю); *гнучкість* (надається можливість відтворення різних ситуацій при зміні структури, алгоритмів і параметрів системи); *мінімізація* термінів розробки та реалізації; *декомпозиція структури* (надається можливість заміни, додавання і виключення частин без переробки всієї моделі); можливість роботи з інформаційними базами; ефективна комп'ютерна реалізація і комфортний діалог з моделлю та програмою; можливість проведення комп'ютерних експериментів.

При моделюванні СПФ її характеристики визначаються на основі побудованої моделі з урахуванням наявної інформації про СПФ. При отриманні нової інформації про СПФ її модель модифікується. Цей процес продовжується до отримання моделі, яку можна вважати адекватною вирішенню поставленої проблеми дослідження і проектування СПФ.

Моделювання СПФ за допомогою ПК можна використовувати при: *дослідженні* СПФ для визначення чутливості до змін структури, алгоритмів, параметрів СПФ та зовнішнього середовища; *проектуюванні* СПФ для аналізу та синтезу різних її варіантів і вибору оптимального; експлуатації СПФ для отримання аналітичної і прогнозовної інформації.

Основні етапи моделювання СПФ: *побудова концептуальної моделі* системи та її формалізація (визначення основних об'єктів, суб'єктів, компонентів, процесів тощо); *побудова узагальненої моделі* системи, що перетворюється в інформаційну (комп'ютерну) модель; *алгоритмізація* моделі та її комп'ютерна реалізація; *отримання та інтерпретація результатів* моделювання.

При побудові моделі СПФ за принципом декомпозиції можна виділити такі компоненти: *імітація* впливів зовнішнього середовища на СПФ; *модель* СПФ; *допоміжний* для комп'ютерної реалізації інших компонентів та обробки результатів моделювання. Моделювання всіх складних економічних систем, в тому числі й СПФ, здійснюється шляхом декомпозиції моделі.

Основні етапи побудови концептуальної моделі СПФ: *постановка проблеми моделювання* СПФ (визначення проблеми і необхідності її моделювання, вибір методики рішення проблеми, визначення масштабу проблеми і можливості її декомпозиції); *аналіз проблеми моделювання* СПФ (вибір критеріїв оцінки ефективності процесів

СПФ, вибір методів ідентифікації, аналіз алгоритмізації моделі, її реалізації на ПК і отримання та інтерпретації результатів моделювання); *визначення вимог до інформації* про СПФ, її збір та вибір методів її обробки, *визначення параметрів і змінних моделі*; *висування гіпотез і прийняття припущень*; *встановлення змісту моделі* (задачі моделювання, структури системи та алгоритмів її поведінки, впливу зовнішнього середовища тощо); *обґрунтування критеріїв оцінки* ефективності системи; *визначення процедур апроксимації*; *опис концептуальної моделі СПФ*; *перевірка достовірності концептуальної моделі* (оцінка достовірності вихідної інформації; розгляд постановки задачі моделювання; аналіз прийнятих апроксимацій; дослідження гіпотез і припущень).

При розгляді СПФ можна виявити, що для неї характерні такі стани: *значущі*, притаманні процесам функціонування СПФ тільки в деякі основні моменти часу (надходження вхідних чи керуючих впливів, впливів зовнішнього середовища і т. п.); *незначущі*, в яких процеси знаходяться в інших моменти часу.

Алгоритмізація моделювання СПФ полягає, зокрема, в: побудові логічної схеми моделі (за принципом декомпозиції); отриманні математичних відношень у аналітичному вигляді; перевірці достовірності моделі СПФ; виборі засобів моделювання; плануванні робіт з програмування; можливості модифікації та тестування програми; оцінці витрат ресурсів ПК; представленні вхідних і вихідних даних; верифікації та перевірці достовірності програми.

При отриманні та інтерпретації результатів моделювання СПФ використовують прості критерії оцінки, наприклад, імовірність певного стану системи в заданий момент часу; обчислюються різні статистичні характеристики розподілу критерію оцінки.

Моделі СПФ є адекватною і відображає основні елементи СПФ і зв'язки між ними. Основним при побудові моделі є: аналіз закономірностей, притаманних СПФ, та емпіричних даних про її структуру й особливості. На основі такого аналізу формуються різні підмоделі багаторівневої моделі СПФ; визначаються методи розв'язання проблем СПФ; проводиться аналіз отриманих результатів.

Будуючи модель СПФ, слід спочатку сформулювати мету та визначити критерії порівняння варіантів вирішення окремих проблем СПФ. Такими критеріями, зокрема, можуть бути: максимізація ефекту освітньої послуги при обмеженні витрат; максимізація прибутку підприємства СПФ за умов збереження рівня якості освітньої послуги; зниження собівартості освітньої послуги за умов збереження її рівня якості; зростання продуктивності праці, ефективність використання ресурсів.

Складність моделювання СПФ та визначення мети функціонування СПФ полягає в тому, що крім суто економічних показників (прибутку, витрат тощо) слід враховувати й соціальні аспекти функціонування СПФ (зайнятість населення, працевлаштування, зняття соціальної та економічної напруги тощо).

Наприклад, рівняння цільової функції і система обмежень по оптимізації прибутку підприємства СПФ буде мати наступний вигляд:

$$\begin{aligned} P_j &= a_{j1} \cdot x_1 + \dots + a_{jn} \cdot x_n \rightarrow \max, \\ a_{11} \cdot x_1 + \dots + a_{1n} \cdot x_n &\leq \omega_1 \\ a_{21} \cdot x_2 + \dots + a_{2n} \cdot x_n &\leq \omega_2 \\ &\dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ a_{n1} \cdot x_n + \dots + a_{nn} \cdot x_n &\leq \omega_n, \end{aligned}$$

де P_j – прибуток від надання одиниці освітньої послуги j -го виду; $P_j = P_{j1} + P_{j2}$, P_{j1} – мате-

ріальний прибуток j -ої освітньої послуги, P_{j2} – нематеріальний (соціальний, гуманітарний) прибуток j -ої освітньої послуги, x_j – кількість наданих освітніх послуг j -го виду; a_{ij} – норма витрати i -го ресурсу (інформаційного, матеріально-технічного, програмного, методичного та кадрового) на надання одиниці j -го виду освітньої послуги; ω_j – запаси ресурсів на надання j -го виду освітньої послуги.

Нехай компонент СПФ ставиться у відповідність до деякого підприємства СПФ, який надає n видів освітніх послуг. Передбачається, що процес підготовки/перепідготовки фахівців відпрацьований, а попит населення на ці освітні послуги вивчений. Треба визначити річний обсяг освітніх послуг з урахуванням того, що цей обсяг повинен забезпечити як внутрішній, так і зовнішній ринки праці.

Складемо математичну модель цієї задачі, що буде відображена системою лінійних рівнянь. За її умов відомо: види освітніх послуг, попит на них і процес підготовки/перепідготовки фахівців (надання освітніх послуг); потрібно знайти обсяги кожного виду освітніх послуг. Введемо позначення: c_i – попит на i -у освітню послугу ($i = 1, \dots, n$), a_{ij} – кількість i -ої освітньої послуги, необхідної для надання одиниці j -ої освітньої послуги за обраною технологією ($i = 1, \dots, n$; $j = 1, \dots, n$); x_i – обсяг надання i -ої освітньої послуги ($i = 1, \dots, n$). $c = (c_1, \dots, c_n)$ – вектор попиту, a_{ij} – технологічні коефіцієнти, $x = (x_1, \dots, x_n)$ – вектор надання освітніх послуг. Для надання x_j кількості j -ої освітньої послуги йде $a_{ij} \cdot x_j$ кількості i -ої освітньої послуги. $a_{i1} \cdot x_1 + \dots + a_{in} \cdot x_n$ показує ту величину i -ої освітньої послуги, яка потрібна для всього надання $x = (x_1, \dots, x_n)$. Отже, повинна виконуватися рівність: $x_i - c_i = a_{i1} \cdot x_1 + \dots + a_{in} \cdot x_n$.

Поширюючи це міркування на всі види освітніх послуг, приходимо до шуканої моделі, яка представлена системою лінійних рівнянь:

$$\begin{aligned} x_1 - c_1 &= a_{11} \cdot x_1 + \dots + a_{1n} \cdot x_n \\ x_2 - c_2 &= a_{21} \cdot x_1 + \dots + a_{2n} \cdot x_n \\ &\dots\dots\dots \\ x_n - c_n &= a_{n1} \cdot x_1 + \dots + a_{nn} \cdot x_n \end{aligned}$$

Розв'язуючи цю систему з n лінійних рівнянь щодо x_1, \dots, x_n , знайдемо необхідний вектор надання освітніх послуг. Цю модель можна представити в векторній формі: $x - A \cdot x = c$, де A – квадратна матриця ($n \times n$), що називається технологічною матрицею, елементами якої є a_{ij} – коефіцієнти системи рівнянь.

Якщо промодельовати проблему визначення кількості підприємств СПФ ВТ, необхідних для забезпечення потреб ринку, використовуючи емпіричні статистичні дані про кількість навчальних закладів (державної форми власності) за морським спеціальностями в Україні (табл. 1), то відповідна лінійна модель може мати наступний вигляд:

$$Y = 0,3696 \cdot x + 10,217.$$

Спрогнозувати необхідну кількість підприємств СПФ ВТ державної форми власності на 2016 р., маючи відповідну математичну формулу, неважко. Зокрема, згідно цієї моделі, ця кількість повинна сягати 20. В розглянутій лінійній моделі не враховується велика кількість факторів впливу на СПФ, тому ця модель є занадто спрощеною. Для врахування всіх суттєвих факторів впливу слід використовувати багаторівневу модель, тоді розглянута лінійна модель буде відображати лише один з аспектів функціонування СПФ [10].

Одним з етапів моделювання процесів в СПФ є вибір математичного методу для розв'язання задачі. Найкращою моделлю є не найскладніша, а та, що дозволяє отримати найбільш раціональне рішення і найбільш точні економічні оцінки процесів, які відбуваються в СПФ.

Критерієм достовірності та якості моделі є відповідність отриманих результатів реальним умовам, економічна змістовність отриманих оцінок. Якщо результати не відповідають цим умовам, то слід провести аналіз причин невідповідності. Після аналізу причин невідповідності модель модифікується і розв'язання задачі продовжується.

При побудові багаторівневої ситуаційно-продукційної моделі СПФ вводяться позначення елементів СПФ i , враховуючи взаємозв'язки між цими елементами, складається їхнє відображення відповідними відношеннями (в тому числі й математичними рівняннями).

Прийняття управлінського рішення в СПФ базується на даних, отриманих під час проведення відповідного експерименту. Наявність моделі дозволяє отримувати такі дані, не проводячи дорогих багаторазових експериментів, бо це можна зробити на моделі, яку можна модифікувати та змінювати згідно проблем, що розглядаються, багато разів. Також формалізація надає можливість отримати формальний опис реальної задачі/проблеми СПФ, що дозволяє скористатися універсальним апаратом формального представлення систем (математичним, у вигляді моделей подання знань тощо). Математичне представлення дозволяє проводити кількісний аналіз моделі та прогнозування поведінки СПФ (чи її окремих елементів) в різних умовах. Використовуючи методи прийняття рішень на основі моделі подання знань, можна надавати рекомендації щодо вибору оптимальних варіантів вирішення проблеми стосовно функціонування СПФ в цілому чи її елементів на відповідному рівні.

Складність економічних систем, до яких належить СПФ, унеможливує використання універсальних методів моделювання моделей цих систем. Можна говорити лише про деякі принципи та вимоги до таких моделей, зокрема: адекватність, об'єктивність, простота, повнота, достовірність, універсальність.

Розробка моделі – складний процес, що вимагає великих розумових і часових витрат. Для економіки цих ресурсів корисно звертатися до існую-

Таблиця 1

Статистичні дані про підготовку за морськими спеціальностями

Рік	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Кількість навчальних закладів	11	11	12	12	12	12	13
Рік	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Кількість навчальних закладів	13	13	13	14	14	15	15
Рік	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Кількість навчальних закладів	15	17	17	18	18	18	18
Рік	2011	2012					
Кількість навчальних закладів	18	18					

чого «банку» моделей для перевірки придатності їх до нової задачі.

Для побудови адекватної достовірної моделі СПФ необхідно вивчити предметну область, зібрати і проаналізувати великий обсяг інформації, визначити цілі, засоби їх досягнення, основні фактори впливу на СПФ (як внутрішні, так і зовнішні).

Основними елементами складної економічної системи, якою є СПФ, є освітні послуги та відповідні учасники – підприємства СПФ, об'єкти підготовки/перепідготовки (курсанти, студенти тощо).

Прийняття рішення на основі багаторівневої моделі СПФ дозволяє знайти найкращі варіанти управлінських рішень щодо вдосконалення СПФ.

Прийняття рішення передбачає: *підготовку* (економічний аналіз стану СПФ чи її підприємств, виявлення проблем); *ухвалення* (розробку та оцінку варіантів рішень; вибір критеріїв оптимального рішення; вибір і прийняття рішення); *реалізацію* (доведення рішення до виконання; контроль його виконання та оцінка результатів виконання; необхідні корективи).

Моделювання є методом вирішення проблем розвитку та вдосконалення СПФ. Воно надає можливість змоделювати ситуацію і дослідити її розвиток під впливом різних чинників та факторів. Для прийняття відповідного рішення пропонується використання багаторівневої ситуаційно-продукційної моделі, яка враховує фактори впливу на СПФ [10]. $СПФ = \langle \text{система підготовки фахівців} \rangle$. $СПФ^{OY\Phi} = СПФ^{OY\Phi}_{\text{зар}} \cup СПФ^{OY\Phi}_{\text{пфф}} \cup СПФ^{OY\Phi}_{\text{дф}} \cup СПФ^{OY\Phi}_{\text{пн}} \cup СПФ^{OY\Phi}_{\text{вп}}$, де $СПФ^{OY\Phi}_{\text{зар}}$ – загальна багаторівнева модель організації, управління та функціонування СПФ, $СПФ^{OY\Phi}_{\text{пфф}}$ – модель зовнішніх факторів впливу, $СПФ^{OY\Phi}_{\text{дф}}$ – модель внутрішніх факторів впливу; $СПФ^{OY\Phi}_{\text{пн}}$ – модель галузевих факторів впливу, $СПФ^{OY\Phi}_{\text{вп}}$ – модель внутрішніх факторів впливу на підприємстві СПФ. В свою чергу, кожна з вказаних моделей представляється (на основі принципу декомпозиції) сукупністю моделей нижчого рівня. Таким чином, враховуючи вищевказані групи факторів, модель СПФ матиме вигляд:

$$СПФ^{OY\Phi} = СПФ^{OY\Phi}_{\text{зар}} \cup СПФ^{OY\Phi}_{\text{пфф}} \cup СПФ^{OY\Phi}_{\text{дф}} \cup СПФ^{OY\Phi}_{\text{пн}} \cup СПФ^{OY\Phi}_{\text{вп}} \cup СПФ^{OY\Phi}_{\text{кк}} \cup СПФ^{OY\Phi}_{\text{яні}} \cup СПФ^{OY\Phi}_{\text{да}} \cup СПФ^{OY\Phi}_{\text{бз}}$$

де використані такі моделі факторів впливу: $СПФ^{OY\Phi}_{\text{пфф}}$ ($СПФ^{OY\Phi}_{\text{пн}}$) – попиту та пропозицій фахівців на ринках праці (освітніх послуг, що надаються підприємствами СПФ); $СПФ^{OY\Phi}_{\text{дф}}$ ($СПФ^{OY\Phi}_{\text{вп}}$) – динаміки попиту/пропозицій фахівців на ринках праці (освітніх послуг, що надаються підприємствами СПФ); $СПФ^{OY\Phi}_{\text{пн}}$ ($СПФ^{OY\Phi}_{\text{свц}}$) – грошової сфери (суспільної ціни) на розвиток та функціонування СПФ; $СПФ^{OY\Phi}_{\text{пн}}$ – суспільно-державної політики регулювання ціни; $СПФ^{OY\Phi}_{\text{кк}}$ – конкуренції та конкурентоспроможності послуг та суб'єктів СПФ; $СПФ^{OY\Phi}_{\text{яні}}$ – якості та новизни освітніх послуг та інновацій; $СПФ^{OY\Phi}_{\text{да}}$ – динамічності СПФ та її адекватності вимогам суспільства; $СПФ^{OY\Phi}_{\text{бз}}$ – динамічності нового забезпечення підприємств СПФ.

Кожна підмодель моделі СПФ має вигляд: $СПФ^{OY\Phi} = \{ S^{OY\Phi}, P^{OY\Phi} \}$,

де $S^{OY\Phi}$, $P^{OY\Phi}$ – продукція, що відображає перетворення (зміну, розвиток, регресію, стабільність) СПФ; $S^{OY\Phi}$ – множина ситуацій, що виникають в СПФ; $P^{OY\Phi}$ – множина дій в СПФ.

Висновки. Розглянувши різні аспекти моделювання СПФ, можна сказати, що вони надають можливість аналізувати та прогнозувати розвиток і вдосконалення СПФ. Для забезпечення нормальної роботи відповідних галузей економічної діяльності слід, зокрема, приділяти увагу стратегічному плануванню функціонування СПФ, визначити кількість користувачів підприємств СПФ різних рівнів та спеціалізацій відповідно до вимог ринку праці. Слід також сформувати національні ринки праці та освітніх послуг. Також слід створити технологію управління багаторівневою СПФ з підприємствами різного рівня, різних форм власності та джерел фінансування.

Лише належний рівень управлінських рішень, що приймаються на основі багаторівневої моделі СПФ, яка враховує різноманітні фактори впливу, може задовольнити потребу галузей економіки у конкурентоспроможних фахівцях.

Список літератури:

1. Опыт математического моделирования экономики / [А.А. Петров, И.Г. Поспелов, А.А. Шананин]. – М. : Энергоатомиздат, 1996. – 544 с.
2. Краснощёков П.С., Петров А.А. Принципы построения моделей / П.С. Краснощёков, А.А. Петров. – М. : Фазис, 2000. – 412 с.
3. Красс И.А. Математические модели экономической динамики / И.А. Красс. – М. : Советское радио, 1976. – 280 с.
4. Экономико-математическое моделирование / [И.В. Левандовская, И.С. Дмитренко, О.Н. Кузнецова, Н.С. Грудкина]. – Краматорск : ДГМА, 2008. – 48 с.
5. Информационная технология дистанционного формирования и управления моделями системной динамики / [А.В. Маслобоев, А.Г. Олейник, М.Г. Шишаев] // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – СПб., 2015. – № 4. – С. 748–755.
6. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования / [Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Дж. Влиссидес]. – СПб. : Питер, 2015. – 368 с.
7. Имитационное моделирование производственных систем / Под ред. А.А. Вавилова. – М. : Машиностроение, 1983. – 416 с.
8. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – М. : Высш. шк., 2001. – 343 с.
9. Опыт имитационного моделирования при анализе социально-экономических явлений / Ю.Н. Павловский, Н.В. Белотелов, Ю.И. Бродский, Н.Н. Оленев. – М. : МЗ Пресс, 2005. – 136 с.
10. Ткаченко К.О., Ткаченко О.І. Ситуаційно-продукційне моделювання системи підготовки фахівців водного транспорту / К.О. Ткаченко, О.І.Ткаченко // Системний аналіз. – 2012. – Вип. 11. – Ч. 4. – С. 170–174.

Ткаченко А. И.

Ткаченко К. А.

Киевский национальный университет культуры и искусств

ОСОБЕННОСТИ МНОГОУРОВНЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

Резюме

Проведен анализ подходов к моделированию сложных экономических систем. Рассмотрено моделирование системы подготовки специалистов согласно современным требованиям рынков труда с учетом разных факторов влияния. Сделаны выводы о необходимости планирования функционирования национальной системы подготовки специалистов, используя соответствующую многоуровневую модель, использовании информационных технологий для моделирования системы подготовки специалистов и принятия соответствующих управленческих решений

Ключевые слова: сложная экономическая система, система подготовки специалистов, модель сложной системы, математическая модель, модель представления знаний, этапы моделирования, требования к моделям системы подготовки специалистов, управленческое решение, рынок труда, образовательная услуга, рынок образовательных услуг, информационные технологии принятия управленческих решений.

Tkachenko A. I.

Tkachenko K. A.

Kyiv National University of Culture and Arts

FEATURES OF MULTILEVEL MODELING OF SPECIALISTS DIFFICULT ECONOMIC TRAINING SYSTEM

Summary

The analysis of approaches to modeling complex economic systems was made. Modeling training system considered according to the requirements of modern labor markets, taking into account various factors influence. The conclusions regarding: planning the need of a national system of training, using the appropriate tiered model; using the information technology for simulation training system and the adoption of appropriate management decisions were made.

Keywords: complex economic system; system, enterprise training system, a model of a complex system, mathematical model, model of knowledge representation, stages of the modeling, requirements for the model of the system of training, management decision, labor market, educational services, market of educational services, information technology management decision-making.