

УДК 658.562.012.7

*Ігор Володимирович Памуха,
Андрій Вячеславович Малюга,
Валентина Павлівна Савкова*

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИБОРУ ПОКАЗНИКІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ОСВІТИ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

Постановка проблеми в загальному вигляді, її зв'язок із важливими науковими або практичними завданнями. Загальнозвіннанім є той факт, що від оцінки якості вищої освіти в країні залежить її майбутнє, оскільки система вищої освіти формує найважливіше багатство держави — людський потенціал. Тому цілком справедливим є твердження, що підвищення якості вищої освіти і його вплив на розвиток суспільства повинно стати стратегічним національним пріоритетом України [4].

Якість вищої освіти традиційно пов'язується із змістом і формою навчального процесу [1—3]. Зміст навчального процесу, як правило, базується на кваліфікації і досвіді викладачів.

Проблема якості освіти є загальнодержавною, від якої залежить конкурентоспроможність держави й вихід України на світовий ринок освітньої діяльності. Але до одного з найважливіших аспектів цієї проблеми відноситься й система керування якістю вищої освіти в самому вищому навчальному закладі (далі по тексту — ВНЗ). Ціллю створення системи керування якістю освіти є підвищення ефективності підготовки висококваліфікованих фахівців відповідно до вимог державних і міжнародних стандартів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій за проблемою. У світовій практиці застосовуються три основних підходи до оцінювання якості освіти: *репутаційний* (на основі експертних оцінок), *результативний* (за об'єктивними показниками) і *загальний*. Кількість підходів може бути більшою: *традиційний* (престижність ВНЗ), *науковий* (відповідність стандартам), *менеджерський* (задоволення клієнта), *споживчий* (сам споживач визначає якість), *демо-*

кратичний (користь вищого закладу для суспільства) [3].

Сучасні задачі керування вимагають прийняття нестандартних рішень на всіх рівнях керування вищої школи, використовуючи досвід і знання зацікавлених осіб, а також математичних методів, моделей прийняття рішень, інформаційних і телекомуникаційних технологій.

Більшість сучасних проблем, що виникають у галузі освіти, відрізняються принциповою новизною й надзвичайною складністю. Перебудова всієї системи освіти відповідно до сучасних вимог потребує корінних змін в меті, змісті, формах і методах навчання. А це, у свою чергу, спричиняє необхідність змін у традиційній структурі системи освіти й заміни самих принципів, на яких вона будувалася раніше.

Один із можливих шляхів, що дозволить ВНЗ вистояти в жорсткій конкурентній боротьбі на ринку послуг у сфері вищої освіти є розробка та запровадження систем менеджменту якості відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 9000:2005 "Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь" [4].

При цьому слід розуміти, що система якості може лише допомогти ВНЗ у досягненні згаданих очікувань і є одним із засобів для досягнення цілей, що стоять перед організацією, але сама по собі система якості не здатна привести до покращення навчального процесу або якості навчальних послуг, вона не може вирішити усіх проблем ВНЗ. Її впровадження означає лише застосування системного і систематичного підходу для досягнення бізнес-цілей ВНЗ.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. У сфері вищої освіти України на сьогодні немає жодної системи

якості, що сертифікована в державній системі сертифікації. Першими кроками на шляху створення системи якості вищої освіти можуть стати збір та узагальнення даних про існуючі системи забезпечення якості знань у навчальних закладах, про інноваційні моделі в управлінні якістю освіти на основі стандартів освіти, про досвід з упровадження у навчальному процесі вимог Болонської декларації в оцінюванні знань курсантів (студентів), про форми і методи тестового контролю знань курсантів (студентів) і т. п. Паралельно з цим має здійснюватися повний, постійний, прозорий та об'єктивний моніторинг якості освіти. Якість і акредитація, які міцно пов'язані між собою, висувають перед вітчизняною системою ліцензування й акредитації нові завдання щодо використання європейських стандартів якості, і тому наша участь в європейській мережі з гарантування якості у вищій освіті (ENQA) обов'язкова вже в найближчий час. Контроль якості повинен зосередитися не тільки на контролі навчального процесу, кадрів, науково-методичного забезпечення, матеріальної бази тощо, а, в першу чергу, на контролі знань курсантів (студентів) і особливо випускників, визначаючи їхню компетентність і спроможність задовольняти вимоги ринку праці; акредитуватися мають не тільки навчальні заклади і спеціальності, але й окремі освітні програми, це те, з чим поки що ми не стикалися.

Створення систем керування якістю освіти ведеться в цей час у багатьох ВНЗ держави [5]. Сучасні методи й стандарти керування якістю освіти застосовують ті ВНЗ, які розвивають свою підприємницьку інноваційну діяльність і прагнуть завоювати на ринках освітніх послуг і наукомісткої продукції міцні позиції, орієнтуються на "споживачів", до яких відносяться держава, суспільство, студенти й роботодавці.

Однак якість освіти доволі важко формалізується. Річ у тім, що ВНЗ продають свої послуги на ринку довірчих товарів, якість яких не можна оцінити прямо. До того ж характерною рисою освітнього ринку є асиметрія інформації. Споживачі фактично не знають, що вони купують. Не завжди й зрозуміло, чи купили вони щось узагалі.

За таких умов якість освіти починають визначати шляхом *рейтингування* ВНЗ. Особливої уваги потребують міжнародні рейтинги, які відбивають позиції ВНЗ у світовій освітній системі. Найбільш популярними з них є: Academic Ranking of World Universities Шанхайського ВНЗ, Times Higher Education, Newsweek і рейтинг Паризького ВНЗ. Донедавна жоден із ВНЗв України не був представлений і у світових рейтингах університетів (крім рейтнгу Вебометрикс,

де "найуспішніший" український ВНЗ посідає 1481-е місце). У 2009 р. кілька українських ВНЗ увійшли до "Рейтингу провідних університетів світу", підготовленого російськими дослідниками.

В Україні найбільш впливовими є три національні рейтинги — журналу "Кореспондент", "Топ-200 Україна" і "Компас", розроблений компанією SKM і Благодійним фондом Р. Ахметова. Але єдиної комплексної системи оцінки ВНЗ немає. Скажімо, рейтинг ВНЗ "Компас" базується на оцінках роботодавців та задоволеності самих студентів одержаними знаннями. У метою дії ж рейтингування ВНЗв, запропоновані наприкінці 2008 р. Міністерством освіти і науки України, акцент робиться на реалізації наукового потенціалу вищої школи і не враховуються ні відгуки експертів і роботодавців, ні досягнення випускників.

В останні роки при проведенні комплексної оцінки діяльності ВНЗ стали враховуватися досягнення в створенні внутрішніх систем керування якістю освіти, використанні принципів сучасних систем менеджменту якості. Однак існуючі моделі керування якістю вищої освіти не позбавлені недоліків, проблема якісної освіти залишається досить гострої. Необхідний пошук шляхів підвищення якості вищої освіти.

Відповідно до міжнародного стандарту ISO, якість освіти повинна визначатися не стільки ступенем відповідності стандарту змісту навчальних програм або рівнем екзаменаційних оцінок курсантів (студентів) ВНЗ, скільки ступенем задоволення явних і схованих потреб різноманітних груп клієнтів вищої школи (курсантів (студентів), викладачів, батьків, підприємств, держави, суспільства й ін.), придатності випускника ВНЗ до ефективної роботи. При цьому процес керування якістю освіти може бути ефективним, тільки якщо він підтримується допоміжними процесами, такими як прийом, відбір, навчання персоналу; наукові дослідження, дослідження ринку й розробка освітньої послуги, підтримування організаційних взаємозв'язків і ін.

ВНЗ не може у своїй повсякденній діяльності обмежуватися рамками навчального процесу, якби добре він не був організований. У справжніх умовах керування якістю освіти є нова парадигма освіти. У новій парадигмі особливого значення набуває дослідження ринку праці й обґрутоване визначення "технічних вимог" до підготовки фахівців.

Формулювання цілей статті. Метою даної статті є вирішення задачі діагностики якості освіти ВНЗ.

Виклад основного матеріалу. Впровадження системи керування якістю освіти в ВНЗ дозволяє підвищити його рейтинг.

Рейтинг ВНЗ визначається показниками якості освіти, які залежать від множини факторів і обчислюються в умовах невизначеності вихідної інформації. Основні умови нормального функціонування ВНЗ складаються в підтримці на заданому рівні показників якості освіти. Якщо один або кілька показників починають відхилятися від заданого рівня, то необхідно виявити й ліквідувати причину цього відхилення. Завдання полягає в безперервному контролі показників якості й при їхньому погіршенні розпізнати причину цього погіршення. Розглянемо математичну постановку такої задачі.

Рішення про погіршення якості освіти приймається з умов відхилення показників якості від заданих нормативних границь. Однак погіршення якості є вихід значення показника якості за припустимі нормативні граници. Цей факт позначимо як погіршення показника якості освіти (ПЯО). Поява ПЯО по k -му показнику якості освіти відповідає значення логічної змінної $P_k=1$, відсутності ПЯО відповідає $P_k=0$.

Кожне ПЯО свідчить про одній або декілька причин кризового стану освітнього процесу. Ступінь впливу i -ої причини кризового стану освітнього процесу на k -ий показник оцінюють експерти числом у діапазоні [0; 100].

Приклад оцінок результатів експертної оцінки представлений у таблиці 1.

Таблиця 1.

Показники якості освіти	Причини погіршення якості освіти				
	A_1	A_2	A_3	...	A_k
X_1	10	30			40
X_2	90		60		
...					
X_m			20		

Показниками якості освіти ($X_1 \dots X_m$) можуть бути наступні: відсоток докторів наук, професорів; число галузей наук, у рамках яких виконуються наукові дослідження; число галузей наук по спеціальностях аспірантури; об'єм фінансування НДР на одиницю професорсько-викладацького складу (ПВС); відсоток ПВС із вченими ступенями й званнями; кількість виданих монографій на 100 чоловік ПВС із вченими ступенями, званнями й іншими показниками, що характеризують якість освіти у ВНЗ.

До причин погіршення якості освіти ($A_1 \dots A_k$) можна віднести такі як: низький рівень інформатизації ВНЗ; недостатнє фінансування ВНЗ; низький інтерес до навчання серед курсантів (студентів); низька зарплата викладачів; відсутність сучасних технологій навчання; збільшення кількості курсантів (студентів), що сполучають навчання з роботою; зниження затребуваності фахівців на ринку праці; погіршення матеріально-технічної бази ВНЗ; нестійкий фінансовий стан ВНЗ й т. ін.

Математичне формулювання задачі виглядає таким способом. Значення показників якості освіти залежать від багатьох внутрішніх і зовнішніх факторів і тому мають істотну невизначеність. Для обліку цієї невизначеності пропонується застосувати методи інтервального аналізу. Всі показники якості освіти представляються у вигляді інтервальних чисел.

$X_k = [\underline{x}_k, \bar{x}_k] = \{x_i | \underline{x}_k \leq x_k \leq \bar{x}_k; \underline{x}_k, \bar{x}_k \in R\}$,
де $\underline{x}_k, \bar{x}_k$ — нижня й верхня границя i -го показника X_k ;
 R — множина речовинних чисел; $k = 1, m$.

Нехай протягом заданого часу $T = [t, \bar{t}]$ були визначені для освітнього процесу інтервальні значення показників $X_k = [\underline{x}_k, \bar{x}_k]$. Крім того, для кожного X_k заданий діапазон його нормативних значень у вигляді інтервалу $D_k = [\underline{d}_k, \bar{d}_k]$. Для визначення ПЯО по k -му показнику розраховується індикаторна функція P_k , що характеризує ймовірність ПЯО.

Для випадку, коли кризовий стан наступає при виході інтервалу \hat{X}_k за верхню границю діапазону його нормативних значень \bar{d}_k , використовується наступна індикаторна функція

$$P_k = \begin{cases} 0, & \text{якщо } \bar{x}_k \leq \bar{d}_k \\ 1, & \text{якщо } \bar{x}_k \geq \bar{d}_k \\ \frac{\bar{x}_k - \bar{d}_k}{\bar{x}_k - \underline{d}_k}, & \text{якщо } \underline{x}_k < \bar{d}_k < \bar{x}_k \end{cases}$$

Для випадку, коли кризовий стан наступає при виході X_k за нижню границю діа-

пазону його нормативних значень d_k , використовується індикаторна функція:

$$P_k = \begin{cases} 0, & \text{якщо } \underline{x}_k \geq \underline{d}_k \\ 1, & \text{якщо } \underline{x}_k \leq \underline{d}_k \\ \frac{\underline{d}_k - \underline{x}_k}{\overline{x}_k - \underline{x}_k}, & \text{якщо } \underline{x}_k < \underline{d}_k < \overline{x}_k \end{cases} \quad (1)$$

Таким чином, функція P_k з булевої функції-ознаки ПЯО перетворюється в безперервну функцію, певну на інтервалі $[0, 1]$ — ступінь ПЯО.

Якщо значення функції P_k відмінно від нуля, то цей факт інтерпретується як підозра на ПЯО по k -му показнику. При цьому активізується нечітка множина можливих причин погрішенння якості освіти:

$$A_k = \{(C_i; m_k(C_i))\}$$

де C_i — подія, що складається при наявності однієї або декількох причин погрішенння якості освіти;

$m_k(C_i)$ — міра ймовірності, віднесена до C_i .

Позначимо як A — неповну множину можливих наслідків діагнозу, включаючи безкризисний стан, а U_k — ступінь сумніву в ПЯО по k -му показнику

$$U_k = 1 - P_k$$

Тоді міра впевненості, що доводиться на U_k , відноситься до всієї множини A в цілому й міри ймовірності, що відноситься до елементів множини A_k перерозподіляються таким чином:

$$\begin{aligned} m_k(C_i) &= m_k(C_i) \cdot P_k \\ m(A) &= U_k \end{aligned} \quad (2)$$

Такий підхід збільшує рівень невизначеності діагнозу, але істотно підвищує його чутливість і дозволяє досить ефективно відсікати помилкові гіпотези.

Розглянемо в загальному виді засновану на множинах постановку задачі розпізнавання причин погрішенння якості освіти за допомогою теорії очевидностік інтервалів [6].

Нехай поточній ситуації відповідає множина зареєстрованих ПЯО P^*

$$P^* = \{P_k \mid P_k = 1\}$$

Позначимо множину кризових агентів як A . Тоді процедура діагнозу зводиться до рішення наступного логічного рівняння, що представляє математичну модель вибору показників оцінки якості освіти

$$F: P^* \rightarrow A^* \quad (3)$$

де F — предикатна функція виду

$$F = \wedge(\vee A_i)$$

$$P_k = 1 \wedge A_i \in A_k$$

Рішення рівняння (3) може бути знайдене у вигляді

$$A^* = \cap\{A_i \mid A_i \in A_k\} \quad (4)$$

$$P_k \in P^*$$

Якщо виникнення будь-якої кризи S , що пов'язане із причиною погрішенння якості освіти A_i , є необхідною й достатньою умовою появи всіх ПЯО P_k , таких що $A_i \in A_k$, тобто, якщо

$$(\forall s \in S)(P_k = 0) \leftrightarrow (A_k \cap A^* = \emptyset) \quad (5)$$

$$i \quad (\forall s \in S)(P_k = 0) \leftrightarrow (A_k \cap A^* = A^*) \quad (6)$$

де S — множина кризових ситуацій, що діагностуються, то рішення (4) могло б бути знайдене за допомогою булевського або байесовського підходів. На практиці це означає вимогу взаємонезалежності й однозначності зв'язків між проявами й джерелами криз.

Існує два типи помилок, що виникають при перевірці діагностичних гіпотез. Помилки 1-го роду це помилки типу “фіктивна тривога” і помилки другого роду — “відсутність тривоги при наявності ПЯО”. При використанні традиційних методів рішення рівняння (3) невиконання умови необхідності (5) приводить до помилок 2-го роду, а невиконання умови достатності (6) до помилок 1-го роду.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших досліджень у даному напрямку. Розроблена математична модель якості вищої освіти дозволяє показати ті сторони ВНЗ, які не піддаються виявленню на підставі звичних у ВНЗ оцінок, наприклад, таких як рівень успішності, викладацький склад, звітність кафедр, факультетів та ін. Ця модель дозволяє здійснювати керування якістю освіти ВНЗ та адекватно реагувати як на сигнали керованої системи і її підсистем, так і на сигнали соціального середовища. У результаті, це поліпшить діагностику якості вищої освіти.

Напрямом подальшого дослідження є розробка показників моніторингу якості вищої освіти.

Література

1. **Болюбаш Я. Я.** Організація навчального процесу у вищих закладах освіти : навч. посібник для слухачів закладів підвищення кваліфікації системи вищої освіти / Я.Я. Болюбаш. — К. : ВВП “КОМПАС”, 1997. — 64 с.
2. **Каменская Е.** Виступ 12—13 березня 2001 р. в Російському університеті дружби народів на “круглом столі” з проблем якості вищої освіти: “Обеспечение качества высшего образования: российский опыт в международном контексте” / Е. Каменская // Alma Mater (“Вестник высшей школы”). — 2001. — № 6. — С. 16.
3. **Кісіль М. В.** Оцінка якості вищої освіти / М. В. Кісіль // Вища освіта України. — 2005. — № 4 (14). — С. 82—87.
4. **Матеріали 4-ої щорічної міжна-**

родної конференції “Розбудова менеджмент-освіти в Україні”, СЕУМЕ — Режим доступу: http://www.management_com_ua — Назва з екрана. 5. **Матеріали міжнародної** науково-практичної конференції “Основні вимірювання в інформаційному суспільстві”, Tempus — Режим доступу: <http://fm.ndu.edu.ua/>

wb/pages/ukrajinskoju/novini/perelik-statej.php — Назва з екрана. 6. **Борисов А.Н.** Обробка нечіткої інформації в системах прийняття рішень / А. Н. Борисов, А. В. Алексєєв, Г. В. Меркур'єв і ін. — М. : Радіо й зв'язок, 1989. — 304 с.

В статье рассмотрено понятие “качество образования”, проведен анализ подходов к оцениванию качества образования в контексте Болонской системы, используемых в мировой и украинской практике. Авторы предлагают модель диагностики качества образования в высших учебных заведениях, основанную на теории нечетких множеств и позволяющую осуществлять мониторинг при неполных исходных данных.

Ключевые слова: качество высшего образования, стандарты, гарантирование качества, система управления качеством образования, рейтинг, мониторинг.

Discussed issue of “Quality of Education”. Conducted analysis of applied in World and in Ukraine practices for the evaluation of quality of education in the context of Bolonskiy process. Proposed model of diagnosis of the quality of education in high level of education institutions, that applied from the theory of unclear differences. The noted model allows to carry out organization of conducting of monitoring of quality of education from unclear and incomplete inputted data.

Key words: quality of higher education, standards, assurance of quality, system of control of the quality of education, rating, monitoring.