

МОДЕЛЮВАННЯ ФАКТОРІВ ЯКОСТІ ОСВІТИ

© Точинська Й.В., 2013

Зроблено спробу концептуально формалізувати фактори навчального процесу та оцінювання якості підготовки випускників вищих навчальних закладів. Такий підхід може стати основою для розроблення математичних моделей системи управління якістю освіти. Введення кількісних характеристик якості випускників і створення функціональної залежності відносно кількісних і якісних змінних процесу управління дасть змогу вирішити проблему ефективного управління процесом навчання фахівців найвищої якості.

Ключові слова: якість освіти, управління процесом викладання.

J. Toczyńska
Silesian University of Technology**MODELING OF EDUCATION QUALITY FACTORS**

© Toczyńska J., 2013

It the article attempts the conceptual formalization of the learning factors and assessment of the graduates' quality. The presented approach shall serve the basis for develop mathematical models in quality management system educational. Introduction the quantitative characteristics of graduate quality together with the determination of their functional dependences in relation to quantitative and qualitative variables of management process, shall allow to solve the problem of education's effective management the highest quality professionals.

Key words: education quality, education management.

Постановка проблеми. Поправки до Закону “Про вищу освіту” висувають вимоги до адаптації процесу навчання до потреб соціально-економічного розвитку. Розширення прав і можливостей ВНЗ внаслідок їх автономізації у створенні концепції викладання і всі аспекти її реалізації за умов дотримання основних вимог Закону також стимулюють творчі зусилля, спрямовані на підвищення якості та ефективності освіти [1]. Результати роботи Національної комісії з акредитації підтверджують, що в університетах реалізується процес очікуваних позитивних змін в якості освіти. Механізми системи менеджменту освітніх послуг можна навести так: краще задоволення потреб ринку -> відповідна до вимог навколишнього середовища постійно оновлювана програма - > постійне вдосконалення процесу реалізації вищої освіти з погляду створення вартості для студентів / випускників. Дотримання правових вимог стає необхідним, але не достатнім фактором, який зумовлює якість освітніх послуг, конкурентоспроможність та ефективність управління вищим навчальним закладом. Зростає інтерес до впровадження сучасних концепцій управління [2]. В епоху інформатизації та впровадження інформаційних систем управління, зокрема управління у сфері освітніх послуг, важливість математичного моделювання зростатиме, і проблемою стає лише пошук відповідних і адекватних до реальності моделей.

Найважливішою проблемою управління якістю вищої освіти є пошук факторів та визначення їх функціонального впливу на процеси навчання і на цій основі – вибір відповідних критеріїв оцінювання якості процесів і кінцевих результатів освіти. Причому процеси управління якістю для досягнення цілей у сфері освіти повинні бути відображеними в інформаційній системі, яка створена і функціонує в університеті.

Однією з проблем глобального сектора освітніх послуг є пошук способу порівняння діяльності університетів. Все частіше в оцінюванні освіти наголос робиться на результатах навчання (знання та навички, що отримуються випускниками), і все менше – на засобах (кадри, бібліотечні ресурси). Виникає необхідність визначення універсального показника оцінки якості освітніх послуг [2].

Формулювання цілей статті. Метою даної роботи є представлення кількісного підходу в оцінюванні та управлінні якістю вищої освіти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У літературі автори вказують на різноманітність факторів, що впливають на процеси освіти і управління цими процесами, турбулентні зміни в навколишньому середовищі, які формують високі вимоги роботодавців і суспільства загалом, а також вимоги до створення Європейського простору вищої освіти. Методики оцінювання якості освіти ґрунтуються переважно на якісних характеристиках, а також великій кількості кількісних показників, а їх узагальнення досягають виділенням, агрегуванням і середніми величинами. При цьому технічні труднощі стосуються пошуку інформаційної бази і трудомісткості виконуваних досліджень, а різноманітність методичних підходів часто робить непорівнюваними і суб'єктивними результати оцінювання. Більшість досліджень, які присвячені процесам і системам управління якістю освіти, насамперед, концентруються на створенні умов для якісної підготовки фахівців, але не окреслюють однозначно показники і результати впровадження цих систем.

Автор М. Вісьневська на підставі аналізу значної кількості як вітчизняних, так і закордонних праць (А. Парасураман, В. А. Цайтамль, Л. Беррі, Д. Гарвін, Р. Брокато, Е. Салліс, К. Крісціунас, С. Сахней, Д. К. Банвет, М. Д. Шанк, М. Уокер та ін.), впорядкувавши їх пропозиції, які стосуються аналізу якості послуг та застосовуючи ці пропозиції до освітніх послуг, вирізняє чотири групи складових якості вищого навчального закладу: якість матеріального потенціалу, якість нематеріального потенціалу, якість процесів і якість результатів. Додатково в кожній групі існують два типи детермінант – технічні та функціональні. Перша визначає, що саме основний споживач отримує від послуги, а друга – як (в якій формі, через які умови і відносини) послуга передається [3].

Наприклад, в групі “якість результатів” автор наводить такі технічні детермінанти, як кількість бажаючих навчатись на даному факультеті, кількість (%) випускників, зайнятих після закінчення ВНЗ, кількість іноземних студентів, які закінчили навчання, позиція ВНЗ в рейтингах, нагороди, сертифікати, активність, оцінка органів з акредитації, участь у конкурсах, проектах, результати досліджень студентів, кількість публікацій, наукові конференції, дослідження, отримані гранти та ін. Поряд з цим у групі функціональних детермінант знаходяться: репутація ВНЗ, задоволеність студентів та інших зацікавлених сторін (наприклад, роботодавців), лояльність студентів (рекомендація іншим навчатись тут), підтримка зв'язків з випускниками, викладачами на пенсії, роботодавцями.

Інструменти, які досліджують якість освітніх послуг, що найчастіше використовуються у вищій школі, ілюструє З. Годзвон [4]. До цих інструментів, на думку автора, належать: оцінювання занять студентами, оцінювання типу викладання, оцінювання щорічних досягнень роботи викладачів, загальне оцінювання викладача, оцінка роботи адміністрації, технічного забезпечення (програми, процеси, персонал, навчання, безпека, фінанси) і контрольної діяльності, майбутнє випускників, а також різні типи самооцінки. У системі вищої освіти найпоширенішим типом самооцінки є доповіді, підготовлені для Акредитаційної комісії. Такий звіт З. Годзвон трактує як

самопрезентацію суб'єкта, бо вона слугує меті отримання акредитації, ніж поліпшенню якості управління. Аналогічну думку висловлює Д. Восік [5]. З. Годзвон представляє порівняння сфери оцінювання якості освітніх послуг через різні системи самооцінювання. Порівнянню підлягали: 1) Автономні системи з “дослідницьким блоком”, підготовлені для міністерської параметричної оцінки, 2) звіт про самооцінку для Державної комісії з акредитації, 3) самооцінка на основі критеріїв моделі EFQM – Європейського фонду управління якістю, на якій базуються критерії польської премії за якість для освітніх організацій, 4) звіт про самооцінку для Університетської акредитаційної комісії; 5) дотримання вимог ISO 9001:2000; 6) стандарти та рекомендації для внутрішнього забезпечення якості освіти в Європейському просторі вищої освіти, розробленої в доповіді Європейської асоціації з гарантії якості у вищій освіті (ENQA) і який був затверджений Радою міністрів вищої освіти ЄС у Бергені в 2005 р¹. Аналогічні порівняння зробив Дж. Зимонік [6]. Дослідження показали, що критерії, перераховані в різних звітах, частково перекриваються і “дозволяють забезпечити очікуваний (обов'язковий за даним стандартом) рівень якості освіти. У той же час в незначній мірі беруться до уваги стратегічні цілі і процес планування” [4]. Проведені у Ягеллонському університеті дослідження [4], а особливо досягнення рівня самооцінки відносно критеріїв Польської премії якості для освітньої організації, показали переваги і недоліки цієї системи. Основними перевагами автори називають можливість порівняти внесок у отримані результати, що дозволяє, на думку автора публікації, запуск процесу поліпшення якості. Проте, між недоліками спостерігалася можливість оцінити тільки поточний стан, скрупульозність і специфічність деяких пунктів питань проблеми самооцінки, великі витрати часу, непотрібні критерії відбору, які не були використані, в результаті чого оцінювання було зроблено в скороченому варіанті, тобто на 98 питань замість 220.

Перегляд оцінювання якості освіти і свої пропозиції представляють також інші автори, наприклад, Л. Бялонь [7], С. Ціхонь [8]. Л. Бялонь, між іншим, зауважує, що аби вберегтися від надмірної кількості показників і вважаючи випускника остаточним результатом навчання, можна прийняти два критерії його оцінювання, тобто бакалаврську чи магістерську працю, а також попит на випускників даного ВНЗ. Л. Бялонь формулює також критерії оцінювання дипломної роботи. Цікаві дані про канони і навчання в деяких британських і американських університетах наводить Й. Єрсхіна [9]. Інший підхід представляє у своїй статті Й. Павліковскі [10]. Представлені автором пропозиції з питання забезпечення якості стосуються переходу від контролю якості освіти до культури якості освіти, який у свою чергу, вимагає повної віддачі від усіх співробітників університету постійно працювати над поліпшенням якості освіти, починаючи з “дрібниць”, таких як пунктуальність, проведення занять за допомогою відповідних дидактичних та технічних засобів, висококваліфікованих викладачів і їх етики у викладанні та широкого впровадження високих стандартів якості навчального процесу як спільної цінності та колективної відповідальності всіх співробітників за цю якість. У межах Болонського процесу ми намагаємося перейти до “вищого способу” піклування про якість освіти, яке в університеті називається навчанням культури якості освіти².

К. Лісецка представляє елементи ланцюжка створення вартості освітніх послуг, а шукаючи показник, який би об'єднав ці елементи, стверджує, що цим показником “може бути рівень задоволення клієнта вищої школи”. Вимірюється задоволення за допомогою опитувань, проведених серед студентів і випускників, а можливі показники задоволеності містять: ефективність реалізації

¹ Детальний опис звіту і його характеристику наведено у статті: Wawak T.: Zewnętrzne zapewnienie jakości kształcenia w Europejskim Obszarze Szkolnictwa Wyższego. „Problemy Jakości” 2007, nr 5, s. 6-11. Автор статті, професор Ягеллонського університету, Т. Вавак, який є суддею Польської Премії за Якість, вважає, зокрема, що існує абсолютна необхідність створення Польського центру якості підготовки управлінських кадрів, який було б акредитовано Польським центром акредитації.

² Й. М. Павліковскі є членом Команди Болонських Промоутерів (який у співпраці з Європейською комісією був призначений міністром освіти і спорту в 2005 р.), також членом Ради EURASHE – Європейської асоціації установ вищої школи.

цілей (професійна підготовка), очікування першого робочого місця, підготовка до активного пошуку роботи, підприємливість у створенні власного бізнесу, переваги, які є результатом завершення навчання (зміна робочого місця на краще, просування по кар'єрній драбині, підвищення), задоволення у зв'язку з вибором напряму навчання та університету, задоволеність якістю процесу адміністрування і навчального процесу, бажання порекомендувати університет молодшим колегам та ін. [2].

Виклад основного матеріалу. Кожен з представлених підходів має свої переваги і недоліки, проте автор для досягнення поставленої мети пропонує підхід математичного моделювання, яке буде поглиблене у подальших дослідженнях автора.

На думку С. Дорошевича [11], освіта є процесом, який можна описати набором властивостей, до яких насамперед належать такі, як характеристика входу, початкові умови, граничні умови, механізм і швидкість реалізації змін і характеристика виходу. Ці властивості – змінні або постійні – є чинниками, які визначають вартість виконуваної зміни – “продукту” освітнього процесу. Якщо уточнити характеристику розглянутого набору змінних, виражену набором внутрішніх властивостей, то, ставлячи цим властивостям певні кількісні критерії, можна спробувати оцінити, якою мірою процес навчання призвів до стану, в якому складові опису, що характеризує зміни, будуть відповідними до тих, які вимагаються. Як відомо з природи перебігу реальних процесів, на виході яких є продукти, створені у певний проміжок часу Δt , очевидно, що у зв'язку з обраною ознакою X_i , що характеризує продукт, вихід процесу має вигляд функції $f(x_i)$ для даного значення.

“Якщо продукт характеризується набором значень, вихід має вигляд багатовимірного розподілу. Мірою якості процесу, який проходить у проміжку Δt може бути оцінювання положення такого розподілу по відношенню до об'єктивного критерію (критеріїв)”. Такий підхід до оцінювання якості процесів, як вважає С. Дорошевич, може бути використаний стосовно якості освіти студентів вищих навчальних закладів або про якість освіти студентів можна зробити висновок на підставі відстані значень розподілу детальних властивостей, що характеризує зміну значень критерію [11]. Саме так сформульований підхід відображає дослідницьке завдання автора даної статті, але методи і засоби мають інший характер.

Розроблення моделі навчання висококваліфікованого спеціаліста, орієнтованої в результаті на створення алгоритму і його вплив на інформаційну систему передбачає:

- введення систем багатовимірних кількісних характеристик, які в достатній мірі відображають якість студента/випускника і його розвиток;
- введення систем багатовимірних кількісних характеристик, які в достатній мірі відображають якість освітнього процесу;
- визначення залежності та інтенсивності взаємозв'язку між якістю випускників і якістю освітнього процесу;
- визначення типів і функціональних зв'язків між змінними освітнього процесу та управлінськими процесами, які здійснюються підрозділами університету.

Ці цілі є основою для побудови концептуальної моделі управління освітою у вищих навчальних закладах. Порівняння якості випускників з еталонними значеннями рівня їх освіти є можливим у випадку, якщо будуть розроблені методи кількісних оцінок властивостей, якими повинен володіти випускник вибраного напряму чи спеціальності. Виходячи з цього, можна було б також порівняти якість освіти на тих самих напрямках підготовки в різних навчальних закладах, а також у системі вищої освіти загалом.

Впровадження системи кількісних параметрів освіти та виявлення залежності відносно кількісних і якісних характеристик управління функціонуванням університету дасть змогу знайти оптимальне управління освітнім процесом, спрямоване на максимально високі результати якості

випускників, оскільки ці процеси, так само, як і результати навчання, стають контрольованими і керованими.

Якість процесу викладання та якість випускника (студент під час навчання) – це два багатофакторні набори властивостей, при цьому кожен напрям/спеціальність висувають власні вимоги до кожної з цих властивостей. Передбачається, що всі властивості повинні бути кількісно вимірювані та введені так, що вище значення показника, то вища якість. Критерії якості процесу викладання, а також рівень якості студента є різними у різні періоди часу t , і потрібно уникати їх злиття в єдиний критерій. Крім того, якість студента у момент часу t на вибраному напрямі може бути представлена у вигляді впорядкованого набору властивостей (вектора) $\vec{Q}(t)$, який дозволить окреслити і визначатиме напрям і рівень розвитку особистості студента даного напрямку чи спеціальності. Вимоги щодо якості освіти, як запропоновано у [12], можна сформулювати у вигляді нерівності:

$$\vec{Q}(t) \geq \vec{Q}_{\min}(t), \quad (1)$$

де $\vec{Q}_{\min}(t)$ – вектор якості, складові якого становлять мінімальні допустимі значення властивості. Нерівність означає, що кожна складова вектора $\vec{Q}(t)$ не може бути нижчою від відповідної складової вектора $\vec{Q}_{\min}(t)$.

З іншого боку, процес викладання як технологічний процес вищої освіти на даному напрямі, враховуючи умови майбутньої професійної діяльності випускника, протягом періоду часу $t \in [t_1, t_2]$ повинен бути описаний упорядкованим набором вимірюваних кількісно показників, які повинні бути максимальними. Такий набір можна визначити як вектор $\vec{q}(t)$, який відображає якісний рівень процесу викладання заданого ВНЗ. Вимоги щодо рівня організації процесу викладання можна представити аналогічно:

$$\vec{q}(t) \geq \vec{q}_{\min}(t), \quad (2)$$

де $\vec{q}_{\min}(t)$ – вектор мінімально допустимих значень властивостей процесу викладання. Рівень освіти (якість) студента $\vec{Q}(t)$ в момент часу t обумовлений якістю процесу викладання $\vec{q}(\tau)$ в періоді, що передує $\tau \in [t_1, t_2]$, а також рівнем розвитку особистості до початку навчання $\tau < t_0$. Очевидним видається твердження, що навчання в поточному моменті часу t залежить від вже існуючих знань студента, які набув студент у процесі навчання до моменту t . Отже, вектор якості студента $\vec{Q}(t)$ є функціональною залежністю вектора функції якості навчального процесу $\vec{q}(\tau)$ та вектора функції $\vec{Q}(\tau)$. З метою представлення описаних зв'язків при $\tau \geq t_0$ припустимо існування наступної рівності:

$$\vec{Q}(t) = \vec{Q}(t_0) + \int_{t_0}^t \vec{F}(\tau, \vec{q}(\tau), \vec{Q}(\tau)) \cdot d\tau + \vec{\varepsilon}(\vec{x}, t), \quad (3)$$

де $\vec{F}(\tau, \vec{q}(\tau), \vec{Q}(\tau))$ – вектор-функція змінних, які відображають навчання спеціаліста в процесі викладання, яку потрібно визначити; $\vec{\varepsilon}(\vec{x}, t)$ – зовнішні впливи поза організацією, незначущий параметр управління.

Вектор-функція (3) показує також, що чим вищий рівень підготовки абітурієнта вищого навчального закладу $\vec{Q}(t_0)$, то вищим, за інших однакових умов, буде рівень якості студента (випускника).

Управління навчальним процесом є багатofакторною комплексною діяльністю, яка підлягає певному розкладу в часі, тому його потрібно розглядати як вектор-функцію $\vec{z}(t)$. Управління навчальним процесом в періоді $k \leq \tau$ безпосередньо впливає лише на вектор $\vec{q}(\tau)$, який відображає його якість, що можна представити формулою:

$$\vec{q}(\tau) = \int_{-\infty}^{\tau} \vec{f}(k, \vec{z}(k)) \cdot dk, \quad (4)$$

де $\vec{f}(k, \vec{z}(k))$ – це вектор-функція, яка описує вплив управління на змінні навчального процесу і підлягає визначенню. Вектор-функція $\vec{f}(k, \vec{z}(k))$ відображає певне запізнення впливу рішення управлінців на зміну відповідних властивостей освітнього процесу і для кожного ВНЗ може мати інше значення. Функція $\vec{f}(k, \vec{z}(k))$ присвоює кожному вектору управлінських змінних \vec{z} вектор оцінок \vec{f} , який вимірює якість рішення \vec{z} з точки зору впорядкованого набору властивостей навчального процесу \vec{q} .

Формули (3) і (4) представляють загальний вираз математичної моделі управління навчальним процесом, представляючи високий рівень сформульованих питань. Формули (3) і (4) є еквівалентними розташуванню диференціальних рівнянь з урахуванням усіх відповідних факторів і введенням початкових умов, таких як $\vec{Q}_0 = \vec{Q}(t_0)$ та ін.:

$$\frac{d\vec{Q}(t)}{dt} = \vec{F}(t, \vec{q}(t), \vec{Q}(t)), \quad (5)$$

$$\frac{d\vec{q}(t)}{dt} = \vec{f}(k, \vec{z}(k)). \quad (6)$$

Наступні етапи дослідження повинні бути спрямовані на пошук вигляду функції $\vec{q}(t)$, $\vec{Q}(t)$, $\vec{z}(t)$, $\vec{F}(t, \vec{q}, \vec{Q})$, $\vec{f}(t, z)$.

Пошук оптимального управління $\vec{z}(k)$ на певному відрізку часу $k \in [\tau_0, \tau]$ спрямовується до розв'язання однієї з оптимізаційних задач:

$$\vec{Q}(t, \vec{z}(k)) \rightarrow \max_{\vec{z}(k)} \quad (7)$$

$$\vec{Q}(t, \vec{z}(k)) \rightarrow \vec{Q}_{opt}, \quad (8)$$

де \vec{Q}_{opt} – певний заданий ззовні вектор якості студента / випускника.

Векторний критерій (7) розуміємо як систему критеріїв, в якій максимізується кожна складова вектора \vec{Q} . Векторна функція $\vec{Q}(t, \vec{z}(k))$ трактується як n функцій мети, для кожної з яких обчислюємо найбільше значення, тобто:

$$\vec{Q}(t, \vec{z}(k)) = \begin{bmatrix} t, z_1(k) \\ t, z_2(k) \\ \dots \\ t, z_n(k) \end{bmatrix} \rightarrow \max \quad (9)$$

Завдання багатокритеріальної векторної задачі розглядається у просторі часу прийняття рішень, тобто за критеріями $k_1, k_2, k_3, \dots, k_m$, а також в просторі критеріїв, тобто з погляду діяльності управлінців $z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$.

Критерій (7) представляє класичну задачу багатокритеріальної оптимізації, розв'язки якої мають вигляд набору парето-оптимальних недомінуючих рішень³. Прийняті у відповідному відрізку часу управлінські рішення, які стосуються навчальних процесів, підвищуючи якість цих процесів у підсумку спричиняють покращення якості освіти фахівця. У результаті задача (7) чи оптимізація управлінських рішень в часі веде до питання оптимізації якості навчального процесу, тобто:

$$\vec{q}(t, \vec{z}(k)) \rightarrow \max_{\vec{z}(k)} \quad (10)$$

Задачі (7) і (10) можуть бути істотно спрощеними, якщо буде знайдено детально обґрунтований спосіб перевірки складових векторних функцій \vec{Q} і \vec{q} відповідно до шкали, тобто треба здійснити відповідне параметричне градування багатокритеріальної задачі. У цьому випадку це буде завдання оптимізації однокритеріальної спеціально створеної функції, яка градуватиме кілька змінних, а розв'язок для критерію-скаляра (метакритерію чи компромісного критерію) може бути визначений як розв'язок завдання багатокритеріального.

На практиці застосовуються два підходи до розв'язання багатокритеріальних задач: зменшення завдання з багатокритеріального до завдання з одним критерієм або розгляд наступних критеріїв у часі. До методів перетворення задач багатокритеріальної оптимізації в однокритеріальну належать зокрема такі: метод зваженої суми; метод функції відстані; метод ϵ -обмежень; визначення для $n-1$ критеріїв задовільних рівнів, ієрархія критеріїв, використання однієї (найважливішої) функції з n функцій цілей та ін.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Представлений підхід відкриває перспективи дослідження детальніших теоретичних і практичних моделей управління навчальним процесом та оцінювання якості освіти. Водночас цінними будуть праці, в яких буде зроблена спроба визначити зв'язки і залежності між якістю навчального процесу, управлінням навчальним процесом і оцінюванням якості вищої освіти у ВНЗ [11, 13, 14]. У вибраних працях автора сформульовано вимоги до критеріїв оцінювання якості освіти, запропоновано і обґрунтовано кількісно вимірюваний критерій, побудовано дерево цілей освіти і розроблено математичну оптимізаційну модель поділу засобів вищого навчального закладу на прикладі часу, з урахуванням запропонованого критерію.

1. Bryzek B. PKA na straży prawa / B. Bryzek. – „Forum akademickie” 2011, nr 6. 2. Lisiecka K. O ocenie jakości usług edukacyjnych w szkołach wyższych, [w]: *Komunikacja i jakość w zarządzaniu* / K. Lisiecka. – Pod red. T. Wawaka. – Tom II. – Wydawnictwo UJ. – Kraków. – 2010. – s.248. 3. Wiśniewska M. Total Quality Education w szkolnictwie wyższym. Próba definicji. Model wdrażania / M. Wiśniewska. // *Problemy Jakości* /. – 2007. – nr 9. – s. 13-22. 4. Godzwon Z: Samoocena jako narzędzie zarządzania jakością usługi edukacyjnej w szkole wyższej. / Z. Godzwon // *Problemy Jakości*. – 2007. – nr 6. – s. 41-45. 5. Wosik D. Kryteria akredytacji środowiskowej a wymagania normy ISO 9001:2000 – możliwości integracji na drodze doskonalenia jakości kształcenia szkolnictwie wyższym, [w:] / Skrzypek E. (red.): *Jakość kształcenia w społeczeństwie wiedzy*. – UMCS. – Lublin. – 2006. – s. 106. 6. Zymonik J. Kierunki działań projakościowych na uczelni wyższej, [w:] Stalewski T. (red.): *Jakość kształcenia na*

³Рішення є парето-оптимальним, якщо немає інших можливих рішень, які будуть кращими за одним із критеріїв, і водночас не погіршать всіх інших критеріїв. Парето-оптимальними є результати, в яких жодна координата не може бути покращена без погіршення інших рішень або інших координат. Будь-який розв'язок, який не домінує над будь-яким іншим можливим розв'язком, називають недомінуючим. Кожний розв'язок цієї множини, який не є домінуючим через будь-який інший допустимий розв'язок цієї множини, називається недомінуючим. Розв'язок цього набору не є домінуючими через будь-які інші рішення, тому вони є оптимальними рішеннями розв'язками багатокритеріальної оптимізації.

kierunku zarządzanie i marketing. *Problemy, badania, rozwiązania*. – Difin. – Warszawa. – 2005. – s. 11-25. 7. Białoń L. *System ocen szkół wyższych (zarys problematyki)*, [w:] *Poszukiwanie modelu wyższej szkoły niepaństwowej*. / L. Białoń. – Legnica. – 2003. – s. 239-247. 8. Cichoń S. *Mierzenie jakości kształcenia szkół wyższych*. / S. Cichoń // *Problemy Jakości*. – 2006. – nr 2. – s. 33-35. 9. Jerschina J. *Zastosowanie badań marketingowych na użytek szkół wyższych*, [w:] Nowaczyk G., Kolasiński M. (red.): *Marketing szkół wyższych*. – Poznań. – 2004. – s. 65-78. 10. Pawlikowski J. M. *Kultura jakości kształcenia w szkole wyższej*, [w:] *Doskonalenie usług edukacyjnych w szkołach wyższych w procesie integracji z Unią Europejską*. / J. M. Pawlikowski. – Legnica. – 2009. 11. *Metodyka i badania jakości kształcenia w szkolnictwie wyższym w Polsce*. / Red. S. Doroszewicz. – SGH w Warszawie. – Warszawa. – 2011. 12. Нестеров В. Л. *Управление качеством подготовки специалистов* / В. Л. Нестеров, В. И. Радченко // *Университетское управление*. – 2005. – № 1. – с.110. 13. Brzezińska A. *Ewaluacja a jakość kształcenia w szkole wyższej*. / A. Brzezińska, J. Brzeziński, A. Eliaz. – Wyd. SWPS, Warszawa 2004. 14. Ciekot K. *Funkcje ewaluacji w zapewnieniu jakości kształcenia w uczelniach wyższych*. / K. Ciekot. – Oficyna wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007. 15. Toczyńska J. *Ocena jakości kształcenia w szkole wyższej* / J. Toczyńska // *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. – Organizacja i Zarządzanie*. – z. 53. – Gliwice. – 2010. 16. Toczyńska J. *Jakość i zarządzanie usługą edukacyjną*. / J. Toczyńska. – Rozdział 1.3 [w]: *Przedsiębiorstwo usługowe wobec wyzwań XXI wieku*. – Red. J. Staszewska. – Unikat 2. – Katowice 2010. 17. Toczyńska J. *Model podziału zasobów uczelni w systemie zarządzania jakością kształcenia* / J. Toczyńska // *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. – Organizacja i Zarządzanie*. – z. 56. – Gliwice 2011. 18. Wawak T. *Komunikacja i jakość w zarządzaniu* / T. Wawak/ – Tom II. – Wyd. UJ. – Kraków. – 2010. 19. Wiśniewska M. *Total Quality Education. Próba definicji i model wdrażania* / M. Wiśniewska. – *Problemy jakości*. – 2007. – nr 9.