

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”**

Рубін Едуард Юхимович

УДК 519.8:681.518

**МОДЕЛІ, МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ОЦІНЮВАННЯ
ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ ОСВІТИ НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ**

Спеціальність 05.13.06 – автоматизовані системи управління та
прогресивні інформаційні технології

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків - 2005

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано у Національному технічному університеті “Харківський політехнічний інститут”, Міністерство освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Куценко Олександр Сергійович,
Національний технічний університет
“Харківський політехнічний інститут”,
завідувач кафедри системного аналізу і
управління

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Теленик Сергій Федорович,
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”,
завідувач кафедри автоматики і
управління в технічних системах

доктор технічних наук, професор
Шаронова Наталія Валеріївна,
Національний технічний університет
“Харківський політехнічний інститут”,
професор кафедри педагогіки та
психології управління соціальними системами

Провідна установа: Харківський національний університет
радіоелектроніки,
кафедра соціальної інформатики,
Міністерство освіти і науки України, м. Харків

Захист відбудеться “30 червня” 2005р. о 14-30 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.050.07 у Національному технічному університеті “Харківський політехнічний інститут” за адресою: 61002, м. Харків – 2, вул. Фрунзе, 21.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут” за адресою: 61002, м. Харків –2, вул. Фрунзе, 21.

Автореферат розісланий “ 30 ” травня 2005р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

О.Є. Голоскоков

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сучасний період розвитку економіки України можна характеризувати як перехідний від державної планової системи до ринкової. Другою особливістю дійсного періоду є процес інтеграції економіки України в європейську економічну та освітню системи. У цих умовах проблема забезпечення раціональних взаємовідношень між трьома основними компонентами розвитку суспільства виробництвом, наукою та освітою здобуває особливої значимості. Головне місце в цьому трикутнику варто віддати освіті, рівень якої покликаний підтримувати й розвивати науку, а отже й економіку України. З огляду на ці обставини, можна охарактеризувати структуру вищої технічної освіти, яка формується, наступними основними ознаками. По-перше, сучасна освіта повинна бути досить широкою, з метою забезпечення мобільності фахівця в умовах мінливої ринкової кон'юнктури. По-друге, вища технічна освіта повинна базуватися на досить потужній фундаментальній підготовці в області математики, фізики, хімії, економіки та інших наукових напрямків відповідно до профілю підготовки. По-третє, випускник вищого технічного навчального закладу зобов'язаний досконало опанувати сучасними інформаційними технологіями, без яких у цей час неможливий який-небудь розвиток науки, економіки і промислового виробництва.

Реалізація викладених принципів вищої технічної освіти з урахуванням входження України в Болонський освітній процес неможлива без широкого застосування математичних методів і прогресивних інформаційних технологій. Значний прогрес у цьому напрямку досягнуто у ряді компонентів освітньої системи. Це, насамперед, стосується автоматизації процесів управління вищими навчальними закладами і їхніми мережами. Другий напрямок інформатизації навчального процесу пов'язано з автоматизацією оцінки рівня знань, отриманих студентами з окремих дисциплін. І, нарешті, третій напрямок охоплює всі проблеми дистанційної освіти.

У той же час проблема оцінки якості освіти по суті справи не має досить аргументованої формалізації. Як правило, під якістю освіти розуміється кадровий і матеріально-технічний потенціал з однієї сторони і успішність випускників з іншої. Такий підхід у значній мірі є багатокритеріальним, а тому в значній мірі суб'єктивним, оскільки вимагає широкого залучення експертних методів. Таким чином, тема дисертаційної роботи, спрямованої на формалізацію процесу оцінки якості освіти, представляється актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана на кафедрі системного аналізу та управління НТУ "ХПІ" у рамках держбюджетної теми МОН України: "Розробка інформаційних моделей для реалізації процедур структурного синтезу в комп'ютерно-інтегрованих системах" (№ ДР 0103U001543), де здобувач був виконавцем.

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є розробка методу та інформаційної технології оцінки якості освітнього процесу, що дозволяє кількісно оцінити потенційні можливості змісту освіти і класифікувати випускників у відповідності з досягнутими результатами по різних напрямках майбутньої діяльності. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Сформулювати постановку задачі кількісної оцінки змісту і якості освіти на основі статистичних даних з успішності.
2. Обґрунтувати вибір показника ступеня зв'язку між навчальними дисциплінами та методикою його статистичної оцінки.
3. Розробити методику визначення інтегральних показників, які характеризують інформаційну наповненість навчального процесу.
4. Розробити математичну модель задачі декомпозиції множини навчальних дисциплін на блоки, які відбивають основні напрямки професійної діяльності випускників.
5. Розробити методи й алгоритми групування множини дисциплін на характерні блоки.
6. Розробити програмне забезпечення для реалізації розроблених моделей.
7. Провести імітаційне моделювання запропонованих методів.
8. Провести практичну апробацію алгоритмів оцінки якості та класифікації випускників.

Об'єктом дослідження в дисертаційній роботі є процес управління якістю вищої освіти.

Предметом дослідження є моделі, методи та інформаційні технології кількісної оцінки змісту освіти і рівня випускників на основі інформаційних показників.

Методи дослідження. У дисертаційній роботі для одержання кількісних оцінок змісту освіти використовуються методи багатомірного статистичного аналізу, теорії імовірностей, а також теорії інформації. Для рішення задачі класифікації студентів використані підходи характерні для багатомірного кластерного аналізу. Експериментальне дослідження ефективності розроблених алгоритмів проводилося методами імітаційного моделювання. Для генерації випадкових даних з заданою структурою зв'язків використані методи лінійної алгебри.

Наукова новизна одержаних результатів. Основний науковий результат роботи полягає в обґрунтуванні, розробці та комп'ютерній реалізації статистичного підходу до кількісної оцінки змісту освіти і рівня кваліфікації випускників на основі інформаційних показників.

Наукові результати, одержані в даній роботі, полягають у наступному:

1. Уперше запропоновано і науково обґрунтовано метод оцінки якості освіти, який базується на статистичних даних успішності та інформаційних показників взаємозв'язку навчальних дисциплін, що дозволяє одержати обґрунтовані методи виміру, як потенційних можливостей змісту освіти, так і кваліфікації випускників.

2. Уперше запропоновані числові показники напруженості й блочності навчальних програм, які дозволяють кількісно оцінити структуру та інформаційне наповнення змісту освіти по конкретній спеціальності.

3. Одержали подальший розвиток ітераційні та декомпозиційні методи групування, які дозволяють ефективно здійснювати розбивку множини параметрів на групи з максимальним ступенем інформаційного зв'язку.

4. Запропоновано імітаційну модель навчального процесу, яка дозволяє об'єктивно оцінити ефективність розроблених методів і технологій.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблені моделі, методи й технології, у тандемі з об'єктивною системою оцінки рівня знань, дозволяють одержати кількісні оцінки інформаційної напруженості навчальних планів і програм, що дає можливість обґрунтувати рекомендації з їхнього коректування з метою виключення дублюючих одна одну дисциплін і дисциплін, не пов'язаних з аналізованим освітнім напрямком. Алгоритми групування навчальних дисциплін на блоки з вибором найбільш інформативних дозволяють принципово вирішити задачу класифікації випускників і дати їм рекомендації з майбутнього працевлаштування.

Розроблені моделі, методи й технології були апробовані на факультеті інформатики й управління Національного технічного університету "ХПІ" для навчальних програм і вибору найбільш інформативних дисциплін з напрямків "Прикладна математика" і "Комп'ютерні науки".

Особистий внесок здобувача. Всі основні результати дисертаційного дослідження одержані здобувачем самостійно, серед них:

- метод оцінки якості процесу освіти на основі імовірісно-статистичної оцінки ступеня взаємозв'язку між навчальними дисциплінами;
- кількісні показники напруженості й блочності навчальних планів і програм по конкретній спеціальності;
- нові методи рішення задач групування, орієнтовані на високу розмірність множини групованих параметрів;
- імітаційна модель навчального процесу, що дозволяє тестувати запропоновані методи групування та досліджувати ефективність методики класифікації випускників.

Апробація результатів дисертації. Основні положення й результати дисертаційної роботи були представлені й одержали підтримку на міжнародних науково-технічних конференціях: "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я" (м. Харків, 2003р., 2004р.), "Наука та освіта - 2004" (м. Дніпропетровськ, 2004р.), "Проблеми інформатики й моделювання" (м. Харків, 2004р.), "Гуманітарно-технічна еліта та управління великими соціальними системами" (м. Харків, 2004р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 9 робіт, з них 6 статей у виданнях, рекомендованих ВАК України, та 3 – в працях наукових конференцій.

Структура й обсяг дисертації. Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, висновків і додатків. Обсяг основного тексту дисертації складає 117 сторінок і містить 17 рисунків, 2 таблиці. Список використаних джерел з 120 найменувань. Додатки на 20 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовані мета та задачі дослідження, наводяться основні положення, які представляються до захисту, і загальна характеристика роботи.

У першому розділі проведено аналіз існуючих підходів до управління якістю освітніх послуг, заснованих на використанні математичних методів і сучасних інформаційних технологій.

Проведено огляд методів планування освітніх послуг, заснованих на добре розроблених класичних методах математичного програмування, теорії ігор, теорії управління динамічними системами. Більшість з цих методів знайшла ефективне застосування при розв'язанні задач планування освітньої діяльності з погляду номенклатури фахівців, яка відповідає змінюваним потребам суспільства. Відзначено, що більшість підходів до планування освітньої діяльності засновані на кількісній оцінці планового та дійсного випуску фахівців у тому або іншому освітньому напрямку. Питання якості освіти в цих дослідженнях практично не порушені.

Розглянуто ряд наукових праць, спрямованих на об'єктивну оцінку рівня підготовки випускників навчальних закладів. В основу останніх покладені автоматизовані системи контролю знань, що дозволяють із достатнім ступенем об'єктивності одержувати як якісну, так і кількісну оцінку рівня підготовки фахівця з певної дисципліни.

Відзначено, що проблема управління якістю освіти є найменш розробленою. Це пов'язано перш за все з невизначеністю даного поняття. У першу систему оцінки якості звичайно входять такі показники як кадровий склад, науково-дослідна робота, матеріально-технічне забезпечення й інші, визначальні потенційні можливості навчального закладу.

У другу систему оцінки якості освіти входять показники, які характеризують випускників. Це, насамперед, освітній рівень, спеціальні знання, уміння реалізовувати ці знання на практиці. Якщо ці дві системи показників мають високу кореляцію, то можна говорити про те, що витрати на реалізацію першої системи ефективно використовуються.

Більшість методів оцінки якості освіти засновано на принципі зваженого сумарного показника, вагові коефіцієнти при цьому визначаються досить суб'єктивно.

З наведеного огляду можна зробити висновок про значні результати в області планування освіти й об'єктивності оцінки рівня освіти. Але в той же час слід зазначити, що досить обґрунтовані

кількісні підходи до проблеми оцінки якості освіти відсутні. Для кількісної оцінки якості освіти пропонується скористатися статистичними даними успішності випускників. На підставі результатів успішності пропонується побудувати матрицю ступенів зв'язку між дисциплінами $R = \|r_{ij}\|$ ($i, j = \overline{1, N}$, де N - кількість навчальних дисциплін). Коефіцієнти r_{ij} задовольняють умові $0 \leq r_{ij} \leq 1$, і досягають граничних значень при відсутності взаємозв'язку між дисциплінами $r_{ij} = 0$ або при повнім дублюванні $r_{ij} = 1$.

Для оцінки ступеня напруженості й блочності навчальних планів і програм пропонується скористатися статистичними показниками розподілу множини елементів матриці R на інтервалі $[0, 1]$. Таким чином, математичне очікування, дисперсія й асиметрія цього розподілу можуть розглядатися як інтегральні кількісні характеристики навчальних планів і програм.

Наявність матриці R дозволяє також поставити і вирішити ряд наступних задач, спрямованих на підвищення якості освіти: провести групування навчальних дисциплін на блоки, проранжувати дисципліни блоку за рівнем значимості, провести класифікацію учнів по найбільш значимих дисциплінах блоків. Це дозволяє зробити висновок про те, що задача раціонального групування навчальних дисциплін і їхнє ранжирування є однією з основних наукових задач у проблемі оцінки якості процесу освіти.

Обґрунтовано вибір методу визначення матриці ступеня зв'язку R . У якості останнього запропоновано використати інформаційний показник зв'язку, що має наочний змістовний смисл і задовольняє викладеним раніше вимогам.

Наведено огляд методів групування параметрів навчального процесу, проаналізовані їхні достоїнства та недоліки, сформульовані задачі, які необхідно вирішити для організації управління якістю освіти на основі інформаційних показників.

У другому розділі запропонована математична модель задачі групування дисциплін на основі інформаційного показника зв'язку та проводиться її аналіз.

Розглядається множина дисциплін (параметрів), які описують навчальний процес, у якому беруть участь m учнів. У ході процесу навчання фіксуються значення оцінок, причому множини значень параметрів дискретні. Необхідно побудувати розбивку множини S на задане число K підмножин таких, що ступінь зв'язку між параметрами усередині підмножин максимальна.

Кожний з параметрів X_j , інтерпретується як дискретна випадкова величина, m реалізацій якої розташовані в j -му стовпці матриці спостережень, елементи якої є показники успішності i -го студента по j -й дисципліні. При цьому зв'язок між будь-якими двома з них X_j, X_ℓ можна оцінювати величиною взаємної інформації.

Інформація між всіма параметрами X_j , $j = \overline{1, N}$ визначається виразом, де $H(X_1, X_2, \dots, X_N)$ - сумісна ентропія параметрів X_j , $j = \overline{1, N}$.

Доведено, що якщо множина S розбита на K підмножин S_k , то де $I(X_j)$ - інформація між параметрами, які утворюють підмножину - інформація між усіма елементами розбивки.

Відповідно до цього вихідна задача еквівалентна задачі відшукування розбивки, ступінь зв'язку між елементами якої мінімальна.

Оскільки рішення такої задачі у всій її повноті неможливо, пропонується обмежуватися обліком парних зв'язків між параметрами. Величина інформації $I(X_j : X_{\ell})$ приймає значення з інтервалу $[0, \min H(X_j), H(X_{\ell})]$. Через те що для різних пар параметрів верхні межі інтервалів різні, порівняння зв'язків, оцінюваних величиною взаємної інформації, важке, що привело до використання нормованого коефіцієнта зв'язку, який має властивості: 1) $0 \leq \mu(X_j : X_{\ell}) \leq 1$; 2) $\mu(X_j : X_{\ell}) = 0$, якщо параметри X_j , X_{ℓ} статистично незалежні, $\mu(X_j : X_{\ell}) = 1$ при взаємно однозначній відповідності їхніх значень; 3) $\mu(X_j : X_{\ell}) = \mu(X_{\ell} : X_j)$.

Характерним параметрів підмножини S_k названий такий елемент $X_k^* \in S_k$, який максимально пов'язаний з усіма іншими його елементами.

Таким чином, будь-якій розбивці \bar{S} ставиться у відповідність рівнопотужне йому сполучення характерних параметрів.

Зв'язки між параметрами кожної з підмножин пропонується оцінювати їхнім сумарним зв'язком з характерним параметром цієї підмножини, що дозволяє в такий спосіб сформулювати вихідну задачу.

Знайти розбивку $\bar{S} = S_k | k = \overline{1, K}$ множини параметрів $S = X_j | j = \overline{1, N}$, попарні зв'язки між якими визначаються матрицею зв'язку $R = \mu(X_j : X_{\ell})$, яка максимізує функцію якості.

У третьому розділі пропонується загальна методика розв'язання задачі групування параметрів, заснована на поліпшенні розбивки по сполученнях характерних параметрів, сконструйовані три методи розв'язання задачі й здійснена їхня алгоритмічна реалізація.

Основою розбивки назване будь-яке сполучення з K параметрів множини S . Формування розбивки здійснюється на базі порівняння зв'язків параметрів з елементами основи: будь-який параметр X_j включається в таку підмножину $S_{k'}$, для якого виконується одна з умов:

Для розв'язання задачі запропонований наступний метод локальної оптимізації. По заданій початковій основі будується розбивка множини параметрів і визначається сполучення характерних параметрів цієї розбивки, яке приймається за основу нової розбивки. Процес повторюється до одержання локально оптимальної розбивки й відповідного йому локально оптимального

сполучення характерних параметрів. Задавшись новою початковою основою, можна одержати іншу локально оптимальну розбивку. Під локально оптимальною розуміється така розбивка, уточнення якої за допомогою обраного алгоритму неможливо.

Для формування алгоритмів розв'язання задачі пропонується здійснювати структурування обчислювальної схеми ітераційного методу за допомогою уведення в розгляд структурних параметрів. Залежно від варіанта алгоритмічної реалізації того або іншого структурного параметра будуть отримані різні алгоритми. Уведено 4 структурних параметри: А - спосіб побудови початкової основи O розбивки; Б - спосіб побудови розбивки \bar{S} по заданій основі O ; В - спосіб одержання сполучення характерних параметрів розбивки \bar{S} ; Г - кількість початкових точок-основ, стосовно яких застосовується ітеративна процедура пошуку розв'язання.

Структура обчислювальної схеми представляється кортежем $\langle A, B, V, \Gamma \rangle$, кожний з параметрів якого втілює різні правила. Алгоритм $\langle A1, B1, V1, \Gamma1 \rangle$ описується наступним набором значень структурних параметрів: А1 - випадковий вибір початкової основи; Б1 - поточний параметр множини S включається в ту підмножину S_k , з елементом основи якої він максимально пов'язаний, а у випадку рівності ступеня зв'язку включення здійснюється в підмножину з меншим номером; В1 - вибір характерного параметра підмножини здійснюється відповідно до виразу (6), а у випадку декількох альтернативних параметрів вибирається той з них, значення індексу якого мінімально; Г1 - ітераційний метод застосовується тільки до однієї початкової основи. Доведена скінченність алгоритму $\langle A1, B1, V1, \Gamma1 \rangle$ і встановлена його асимптотична збіжність.

Оскільки однократне застосування алгоритму не гарантує одержання оптимуму, ітераційний метод необхідно застосовувати стосовно різних початкових основ - правило Г2. Для скорочення числа початкових основ з одночасним підвищенням якості рішення запропоновано застосовувати ітераційну схему пошуку до вихідних основ, побудованим з урахуванням властивостей оптимального рішення. В алгоритмі $\langle A2, B1, V1, \Gamma2 \rangle$ структурний параметр А втілюється правилом А2, відповідно до якого перша початкова основа формується випадково, а кожна наступна вихідна основа будується з використанням сполучення C^l характерних параметрів знайденої локально оптимальної розбивки. Для цього з C^l виключається параметр, максимально пов'язаний з іншими елементами сполучення C^l , а замість нього вводиться той параметр із множини $S \setminus C^l$, що характеризується найменшим сумарним зв'язком з елементами, які залишилися в C^l .

Скінченність і асимптотична збіжність алгоритму $\langle A2, B1, V1, \Gamma2 \rangle$ виходить з скінченності та асимптотичної збіжності алгоритму $\langle A1, B1, V1, \Gamma1 \rangle$.

Використання характерних параметрів дозволило розробити не тільки неієрархічні алгоритми, у яких потужність розбивки на всіх ітераціях постійна, але й відкрило можливість для синтезу ієрархічних алгоритмів з кількістю, що змінюється від ітерації до ітерації, підмножин у

розбивці. Як в алгоритмах, заснованих на прямому розподілі множини параметрів, так і в алгоритмах злиття розбивка, що є кінцевою на ітерації, повинна доставляти максимум функції якості, де k - потужність формованої розбивки на даній ітерації.

У методі поділу множини на кожній ітерації за деяким правилом виділяється параметр, який утворює нову підмножину, у результаті чого формується розбивка, потужність якої на одиницю більше потужності вихідної розбивки. Після цього розбивка уточнюється до одержання локально оптимальної розбивки нової потужності. Процес повторюється до виконання заданої умови зупинки. Таким чином, метод поділу описується кортежем $\langle Ж, Н, І \rangle$, де $Ж$ - умова закінчення обчислень; $Н$ - метод вибору першого елемента нової підмножини; $І$ - метод вибору елементів, приєднуємих до нової підмножини. Запропоновано варіанти втілення структурних параметрів.

У четвертому розділі описуються два декомпозиційні методи розв'язання задач великої розмірності й синтезовані відповідні алгоритми.

При групуванні великої кількості навчальних дисциплін $N > 40$ будемо представляти задачу у вигляді декількох підзадач, розв'язуваних незалежно друг від друга, і однієї задачі верхнього рівня - об'єднуючої задачі. Відповідно до цього уведені два структурних параметри обчислювальної схеми: D - спосіб декомпозиції вихідного завдання й розв'язання підзадач; E - спосіб одержання рішення вихідної задачі по рішеннях задач нижнього рівня.

При проведенні декомпозиції вихідна множина S випадковим образом розбивається на деяке число T підмножин. Для кожної із цих підмножин формується підзадача групування по характерних параметрах: знайти розбивку підмножини R^t , що доставляє максимум функції якості.

Відповідно до цього при розв'язанні підзадач можна використати будь-який з неієрархічних або ієрархічних алгоритмів.

У результаті розв'язання всіх T підзадач формується $\chi = D^1 + D^2 + \dots + D^T$ підмножин R_ℓ^t , $\ell = \overline{1, D^t}$, $t = \overline{1, T}$, яким відповідають характерні параметри X_ℓ^{t*} , $\ell = \overline{1, D^t}$, $t = \overline{1, T}$, причому підмножини утворюють розбивку множини S . Реалізація параметра E обчислювальної схеми зводиться до одержання розбивки сполучення характерних параметрів на K підмножин L_k , що характеризуються максимальним ступенем зв'язку усередині кожного з них. Об'єднуюча задача формується аналогічно загальній постановці задачі й для її розв'язання застосуємо будь-який з розроблених недекомпозиційних алгоритмів. Для одержання шуканої розбивки досить скористатися формулою.

Доведено, що необхідно виконання умови $D^t \geq K$, $t = \overline{1, T}$, а також, що мінімізація тимчасових витрат досягається, якщо виконуються наступні умови:

1. При декомпозиції вихідна множина повинна розбиватися на підмножини в максимальному ступені близької потужності.

2. Кількість підзадач при декомпозиції визначається виразом, де $[\bullet]$ - ціла частина числа.

П'ятий розділ присвячений імітаційному моделюванню та практичній реалізації розроблених методів і алгоритмів.

Структурна схема імітаційної моделі представлена на рис. 1.

В основу моделі покладений генератор даних, що імітує освітній процес. Виходом генератора є матриця спостережень $X = \mathbf{x}_{ij}^{m \times N}$, елементи якої показники успішності i -го студента по j -й дисципліні відповідно до обраної системи балів M . Кожний рядок матриці X формується як випадковий N -мірний вектор із заданим математичним очікуванням і коваріаційною матрицею, яка має блокову структуру, що імітує зв'язки між дисциплінами. Отриманий випадковий вектор відображається покомпонентно на інтервал $[0, 1]$, що має зміст рівня знань студента по відповідній дисципліні, і перетворюється далі в цілочисловий показник успішності відповідно до M -бальної шкали.

Для автоматизованої генерації кореляційної матриці R заданої структури, яка задовольняє критерію додатної визначеності Сильвестра, запропоновано евристичний алгоритм генерації множини додатно-визначених матриць. У його основі лежить той факт, що кожний з послідовно розглянутих у критерії Сильвестра головних діагональних мінорів $|R_k|$ виходить у результаті облямування матриці мінору.

Відповідно до співвідношень для визначника блокової матриці.

Рекурентні співвідношення (17) і (19), а також умови, що накладаються на величини коефіцієнтів кореляції (14) і (15) дозволяють побудувати евристичний алгоритм генерації кореляційної матриці із заданою структурою її коефіцієнтів.

На кожному кроці облямівки вектор b_k складається з 2 підвекторів $\overline{b_k}$ і $\underline{b_k}$. Вектор $\overline{b_k}$ покомпонентно задовольняє умові (14), а вектор $\underline{b_k}$ - умові (15). Розмірності $\overline{b_k}$ і $\underline{b_k}$ обумовлені обраною структурою кореляційної матриці R . Таким чином, послідовність матриць R_k виходить шляхом генерації послідовностей випадкових векторів $b_k = \mathbf{x}_k, \overline{b_k}$ рівномірно розподілених у діапазонах (14) і (15), доти, доки не виконається умова (20).

Імітаційна модель також дозволяє на основі матриці спостережень одержати інформаційну матрицю зв'язку між дисциплінами, провести групування дисциплін у блоки будь-яким з розглянутих у розділах 3, 4 методів, оцінити якість групування в порівнянні із заданими параметрами генератора та вибрати найбільш інформативну дисципліну, що класифікує. Передбачено обчислення інтегральних показників якості навчальної програми, заснованих на розподілі коефіцієнтів інформаційної матриці R .

За допомогою імітаційної моделі була проведена оцінка ефективності розроблених алгоритмів групування, а також оцінка впливу вибору кількості градацій шкали оцінки знань M на результати класифікації.

Як видно з рис. 2 і 3 обрана система оцінки успішності M в основному впливає на абсолютні величини ступеня інформативності дисциплін блоку й не впливає на положення максимуму. Показник ступеня однорідності класів істотно погіршується при зростанні числа M .

Експериментальна перевірка запропонованих методів і алгоритмів була проведена на двох освітніх напрямках факультету інформатики та управління НТУ "ХПІ": "Прикладна математика" і "Комп'ютерні науки".

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі запропоноване вирішення актуальної науково-практичної задачі розробки математичної моделі й інформаційної технології кількісної оцінки якості процесу освіти з використанням інформаційних показників ступеня взаємозв'язку між навчальними дисциплінами. При цьому одержанні наступні результати:

1. На підставі аналізу математичних методів та інформаційних технологій, які використовуються в управлінні освітнім процесом, зроблено висновок про відсутність об'єктивних підходів до кількісної оцінки якості освіти по конкретній спеціальності, а також до аргументованої класифікації випускників вищих навчальних закладів.

2. Обґрунтовано імовірно-статистичний підхід до оцінки якості навчальних планів і програм, заснований на визначенні взаємної інформації, що втримується в досліджуваних дисциплінах. Як статистична інформація використані дані про успішність учнів.

3. Характеристиками якості навчального процесу запропоновано використати дискретну функцію щільності розподілів множини значень ступенів інформаційного зв'язку між всіма парами навчальних дисциплін, а також моменти цього розподілу. Останні склали систему оцінки інформаційної наповненості навчального процесу.

4. Запропоновано нові ітераційні й декомпозиційні алгоритми групування параметрів, що дозволяють по відомій інформаційній матриці взаємозв'язків дисциплін знаходити множину представницьких дисциплін, по яких здійснюється класифікація учнів.

5. Розроблено імітаційну модель навчального процесу, що дозволяє проводити чисельні експерименти по тестуванню методів та алгоритмів, запропонованих у роботі.

6. Виходячи із результатів тестування алгоритмів групування, зроблено висновок про їх високу ефективність для рішення задачі розмірності від 20 до 60.

7. Проведено аналіз впливу кількості градацій шкали оцінки знань на якість процесів класифікації студентів. На його підставі можна зробити висновок про погіршення класифікаційних можливостей з ростом бальності оцінювання.

8. Проведена експериментальна перевірка запропонованих методів оцінювання якості та класифікації студентів по статистичним даним успішності за напрямками “Прикладна математика” та “Комп’ютерні науки” на факультеті інформатики і управління НТУ “ХПІ”. Це дозволило зробити висновок про принципову можливість практичного використання результатів дисертаційної роботи.

Подальші дослідження та практичне використання запропонованого підходу можливі на базі широкого впровадження автоматичних систем оцінювання знань та інформаційних технологій обробки даних про успішність випускників навчальних закладів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. *Куценко А.С., Рубин Э.Е.* Информационная оценка степени связи в задаче группирования параметров сложных систем // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - Харків. – 2002. - № 6. – С. 94-97.

Здобувачем обґрунтована необхідність редукції задач великої розмірності.

2. *Куценко А.С., Рубин Э.Е.* Итерационные алгоритмы построения разбиения множества параметров на основе информационного показателя связи // Східно-Європейський журнал передових технологій. - Харків. -2003. - № 5. – С. 45-48.

Здобувачем доведено збіжність розроблених алгоритмів групування.

3. *Рубин Э.Е.* Использование характерных параметров для построения алгоритмов группировки, основанных на разделении исходного множества // Вісник Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”. – Харків: НТУ “ХПІ”. – 2003. - № 18. – С.175 – 181.

4. *Рубин Э.Е.* Декомпозиция при решении задач классификации и группировки параметров // Вісник Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”. – Харків: НТУ “ХПІ”. – 2004. - № 36. – С.143 – 152.

5. *Куценко А.С., Рубин Э.Е.* Классификация выпускников высших учебных заведений на основе информационных показателей // Вісник Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”. – Харків: НТУ “ХПІ”. – 2004. - № 45. – С. 3-8.

Здобувачем запропоновані критерії однорідності класифікації випускників.

6. *Куценко А.С., Рубин Э.Е.* Вероятностно-статистический подход к оценке содержания и качества высшего образования // Вісник Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”. – Харків: НТУ “ХПІ”. – 2004. - № 46. – С. 4-9.

7. *Рубин Э.Е.* Группировка параметров сложных систем на основе информационной оценки степени связи // Анотації доповідей міжнародної науково-практичної конференції: “Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров’я”. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2003. – С. 46.

8. *Куценко А.С., Рубин Э.Е.* Информационная технология классификации выпускников высших учебных заведений // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції “Наука і освіта ’2004”. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2004. – Том 35. Педагогіка. – С. 9-11.

9. *Рубин Э.Е., Куценко А.С.* Классификация студентов на основе информационного критерия связи // Анотації доповідей міжнародної науково-практичної конференції: “Інформаційні технології: наука, технологія, освіта, здоров’я”. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2004. – С. 36.

АНОТАЦІЇ

Рубін Е.Ю. Моделі, методи та технології оцінювання якості процесу освіти на основі інформаційних показників. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – автоматизовані системи управління та прогресивні інформаційні технології. – Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”, Харків 2005.

У дисертаційній роботі запропоновано і обґрунтовано імовірно—статистичний підхід до оцінки якості процесу освіти та класифікації випускників вищих учбових закладів. Запропоновані моделі та методи базуються на статистичних даних успішності випускників навчального закладу, які дозволяють одержати інформаційні показники зв’язків між навчальними дисциплінами. На основі множини коефіцієнтів зв’язків запропоновано чисельні оцінки напруженості та блочності учбових планів і програм. Показано, що для класифікації випускників треба відібрати найбільш інформативні дисципліни, які в найбільшій ступені відображають рівень студента. Такий підхід призводить до постановки задачі групування параметрів, які задані тільки матрицею зв’язків. Для вирішення таких задач групування запропоновано нові високоефективні ітераційні та декомпозиційні методи та алгоритми.

Розроблено імітаційну модель навчального процесу, яка дозволяє проводити тестування алгоритмів імовірно-статистичного аналізу процесу освіти та різноманіття методів класифікації студентів. Досліджено вплив системи оцінювання на показники інформативності учбових дисциплін та достовірність класифікації. Проведено практичну апробацію методів та алгоритмів на

факультеті інформатики і управління Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”.

Ключові слова: якість освіти, інформаційні показники, групування, класифікація, імітаційна модель.

Рубин Э.Е. Модели, методы и технологии оценивания качества процесса образования на основе информационных показателей. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – автоматизированные системы управления и прогрессивные информационные технологии. – Национальный технический университет “Харьковский политехнический институт”, Харьков 2005.

Основной особенностью настоящего периода является процесс интеграции Украины в европейскую экономическую и образовательную системы. Эти процессы обуславливают высокую степень неопределенности различных вариантов развития экономики, а, следовательно, и новых подходов к организации образовательного процесса.

Существующие подходы к проблеме организации образования на базе математического моделирования и информационных технологий в основном затрагивают систему планирования номенклатуры специальностей и методы автоматизированного контроля успеваемости. Проблема же оценки качества образования исследована недостаточно.

В диссертационной работе для оценки качества образования предлагается использовать вероятностно-статистический подход, основанный на информации об успеваемости студентов по конкретной специальности. Эта информация позволяет построить матрицу взаимосвязей между изучаемыми дисциплинами. Предложены числовые интегральные показатели матрицы связей, характеризующие содержание образования.

В работе обосновано применение в качестве меры связи между дисциплинами информационных показателей, позволяющих осуществить анализ связей произвольного характера, имеющих наглядный содержательный смысл и достаточно простую вычисляемость.

Сформулирована и обоснована математическая модель задачи группировки учебных дисциплин, позволяющая сгруппировать дисциплины в слабо связанные блоки и выбрать наиболее информативные. Эти дисциплины предложено использовать в качестве классифицирующих. Предложен критерий оценки однородности полученных классов.

Получили дальнейшее развитие методы группировки параметров по заданным степеням связей между ними. Предложены два класса иерархических алгоритмов решения задачи

декомпозиции, один из которых основан на разделении исходного множества параметров, а второй – на слиянии подмножеств.

Предложена декомпозиционная схема решения задачи группировки, позволяющая использовать для своей реализации как неиерархические, так и иерархические алгоритмы.

Разработан многоуровневый декомпозиционный алгоритм группирования, основанный на многократном повторении одноуровневого с автоматизированным определением количества уровней.

Разработана имитационная модель образовательного процесса, позволяющая проводить тестирование методов и алгоритмов вероятностно-статистического анализа процесса образования в том числе:

- определение матрицы связей между учебными дисциплинами;
- определение интегральных количественных показателей напряженности и блочности учебных планов и программ;
- исследование различных методов группировки дисциплин и оценку качества группирования;
- идентификацию наиболее информативных дисциплин и классификацию студентов на их основе;
- исследование влияния параметров учебного процесса на эффективность разработанных методов и алгоритмов.

С помощью имитационной модели проведено исследование влияния количества градаций шкалы оценивания знаний на результаты классификации студентов по информационным критериям связи.

Предложенные методы и алгоритмы внедрены в информационно аналитическую систему факультета информатики и управления Национального технического университета “Харьковский политехнический институт”.

Ключевые слова: качество образования, информационные показатели, группировка, классификация, имитационная модель.

Rubin E.Y. Models, methods, and technologies of education process quality estimation based on information indices. – Manuscript.

Thesis for a candidate’s degree by specialty 05.13.06 – computer-aided management systems and progressive information technologies. – National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”. Kharkiv – 2005.

The probabilistic- and statistic-based approach for education process quality estimation and graduate students classifying is proposed and grounded in the thesis. The proposed models and methods are based on the statistic data of post-graduate students' progress in studies, that allow to get the information indices of relationships between studying courses. Based on the set of relationship coefficients the numerical estimations of curriculums' tension and blockness are presented. It is shown that one needs to select the most informative courses that meet the requirements of graduate's level in the best way, in order to classify graduate students. This approach results the definition of the task of grouping the indices that are specified with the relationship matrix only. New high-performance methods and algorithms based on the approaches of iterations and decomposition are presented to solve such grouping tasks.

The simulation model of education process was developed. This model allows to perform the testing of the probabilistic- and statistic-based algorithms of education process analysis as well as of the different methods of students classification. The influence of the estimation system on the informative indices of studying courses and classification reliability is investigated. The practical approbation of methods and algorithms was performed on the faculty of information and management of National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute".

Keywords: education quality, information indices, grouping, classification, simulation model.