УДК 004.371

Носова Г.В., Носов П.С.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОМБІНОВАНИХ НАВЧАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

Херсонський політехнічний коледж
Одеського національного політехнічного університету,
Херсон, вул. Небесної сотні, 23, 73000

Nosova G.V., Nosov P.S.

COMBINED MATHEMATICAL MODELING EDUCATION PROCESS

Kherson Polytechnic College
Odessa National Polytechnic University,
Kherson, str. Heavenly hundreds, 23, 73000

Анотація. У статті розглядаються математичні моделі взаємодії та комбінування різних за структурою форм навчання, на сучасному етапі вищої освіти політехнічного профілю.

Проаналізовано математичні засоби синхронізації з використанням функції еластичного заміщення факторів впливу на навчальні процеси.

Ключеві слова: математичне моделювання навчальних процесів.

Abstract. In the article the mathematical model of interaction and combination of different structure forms of education at the present stage of higher education polytechnic profile.

Mathematical analysis tools sync with a flexible tool replacement factors influencing the educational process.

Keywords: mathematical modelling of learning processes.

Вступ. На сучасному етапі менеджменту освітніх послуг вищої школи в умовах євроінтеграції останнім часом спостерігається комбінований підхід [1]. Комбінований підхід полягає в паралельному освітньому процесі державних програм в рамках підготовки кваліфікаційного рівня молодший спеціаліст - бакалавр - магістр і короткострокових програм підготовки. Дані програми навчання здійснюються міжнародними компаніями, такими як Cisco networking Academy, Intel Corporation, Microsoft company і багатьох інших. Навчання за даними програмами дозволяє надалі отримати престижну роботу в Україні або за кордоном, тому студенти мотивовані на позитивний результат [2]. Однак присутня складність поєднання двох видів навчання, як наслідок виникає потреба у вирішенні завдання синхронізації даних освітніх процесів відмінних як за часом так і за формами навчання.

Постановка задачі. Будемо описувати структуру освіти, де всі види факторів навчання, розбиваються на дві групи: основне державне навчання тривалого періоду, на створення яких потрібні великі витрати часу і коштів і програми міжнародних компаній.

Таким чином, в кожен момент часу навчання корисний час студента розподіляється за освітніми програмами. Зміна цього розподілу регулюється повільними процесами управління освітою в річному або семестровому циклі навчальним закладом.

Отже, розглянемо навчальний простір політехнічного профілю і використовуючий n видів навчальних програм. Припустимо, що є різні за типом процеси навчання, кожен з яких вимагає різних за кількістю витрат часу і складності навчання. Кожну програму будемо охарактеризувати вектором $\mathbf{x} = (x_1, ..., x_n)$ з R_+^n, де x_i - характерна величина змінних витрат i-го типу на придбання компетенцій з даного напряму (спеціальності).

Функціонування наявних в навчаючому просторі програм будемо описувати функціями виду:

$$F\left(\frac{u_1}{x_1}, ..., \frac{u_n}{x_n}\right),$$

де $\mathbf{u}=(u_i,...,u_n)$ - вектор витрат, $F(\cdot)$- невід'ємна, увігнута, безперервна, позитивно однорідна першого ступеня функція, визначена на R_+^n. Функція $F(\cdot)$ описує змінення освітніх факторів поточного користування на мікрорівні. Інтенсивність використання засобів навчання обмежена наявними в установі ресурсами. У будь-який фіксований момент часу ресурси виявляються розподіленими за освітніми програмами. Розподіл ресурсів за програмами задається за допомогою абсолютно безперервного, невід'ємного заходу $\mu_i(\cdot)$ на R_+^n, який зіставляє кожній вимірній підмножині ***X***, яка міститься в R_+^n, сумарних ресурсів установи $x \in X$ рівних $\mu(X)$. Будемо вважати, що ресурси установи обмежені $\mu(R_+^n) < +\infty$.

Введемо позначення: $p_0 > 0$ - витрати на навчальний контент і р=($p_1,...,p_n$) - вектор витрат. Розглянемо функцію $q(p)$, яка є перетворенням функції Юнга $F(\mathbf{u})$, тобто

$$q(p) = \inf_{\{u \geq 0,\ F(u) > 0\}} \frac{\mathbf{pu}}{F(\mathbf{u})},\ \mathbf{p} \in R_+^n \tag{2.1}$$

Показано, що собівартість освітніх послуг на програму, що відповідає вектору **x**, дорівнює $q(p_1x_1,..., p_nx_n)$. Програма **x** використовується з максимальною інтенсивністю, якщо вона приносить якість навчання, тобто

$$p_0 > q(p_1x_1,..., p_nx_n)$$

Якщо ж ні, то вона не використовується зовсім.

$$p_0 < q(p_1x_1,..., p_nx_n)$$

Розглянемо ряд змінних

$$(p_0^t, \mathbf{p}^t, y^t),\ t = 1,\ldots, T, \tag{2.2}$$

який представляє собою спостереження за функціонуванням навчання протягом T періодів часу. Тут $p_o^t \geq 0$ - витрати на навчання, $p^t \in R_+^n$ - вектор витрат і $y^t \geq 0$ - сумарний випуск фахівців в період часу t.

Будемо говорити, що освітня функція на мікрорівні $F(\cdot)$ відповідає статистиці (*2.2*), якщо можна вирішити проблему суміщення:

$$\int_{R_+^n} \boldsymbol{\theta}(p_0^t - q(p_1^t x_1,..., p_n^t x_n))\mu(dx) = y^t, \quad t = 1,...,T \qquad (2.3)$$

в класі абсолютно неперервних, невід'ємних заходів $\mu_i(\cdot)$ з носієм в R_+^n. Тут $\theta(\cdot)$ - функція Хевісайда [3].

Розглянемо окремий випадок, коли освітня функція на мікрорівні є функцією з постійною еластичністю.

$$F(\mathbf{u}) = (u_1^{-\varepsilon} + ... + u_n^{-\varepsilon})^{-\frac{1}{\varepsilon}}, \quad \varepsilon \geq -1, \ \ \varepsilon \neq 0 \qquad (2.4)$$

з постійною еластичністю заміщення *1/(1 +* ε*)*. В силу перетворення (2.1) освітньої функції на макрорівні (2.4) відповідає, як неважко показати, функція

$$q(\mathbf{p}) = (p_1^{-p} + ... + p_n^{-p})^{-\frac{1}{p}}, \quad \frac{p = -\varepsilon}{1+\varepsilon} \qquad (2.5)$$

яка є функцією з еластичністю заміщення $1+\varepsilon$.

Для оцінки еластичності заміщення на макрорівні розглянемо наступну задачу. За заданою статистикою (2.2) визначити, при яких значеннях *p* для функції (2.5) проблема суміщення буде вирішувана (2.3).

Дослідження проблеми суміщення. Розглянемо задачу в рамках геометричного поля простору станів [4]. Припустимо, що розбиття позитивного ортанта R_+^n на кінцеве число областей V,…,VL, є породжене гіперповерхностями:

$$p_0^t = q(p_1^t x_1,..., p_n^t x_n), \ \ t = 1,...,T \ \ , \qquad (3.1)$$

відповідними статистики (2.2). Зіставимо кожній області *V* розбиття *T*-мірний вектор $b(V) = (b_1(V),...,b_T(V))$, у якого *t*-я координата дорівнює 1, якщо всередині області *V* виконується нерівність

$$p_0^t > q(p_1^t x_1,..., p_n^t x_n),$$

і дорівнює 0, якщо всередині області V виконується нерівність

$$p_0^t < q(p_1^t x_1,..., p_n^t x_n)$$

Будемо називати цей вектор кодом області. Введено додатковий код $\mathbf{b}^{-}(V) = (1 - b_1(V), ..., 1 - b_T(V))$

Оскільки $q(\mathbf{p})$ - позитивно однорідна першого ступеня функція, розбиття ортанта, що розглядається однозначно визначається системою векторів

$$\overline{\mathbf{p}}^t = \frac{\mathbf{p}^t}{p_0^t}, \quad t = 1, ..., T$$

що обчислюється за статистикою (2.2). Обозначимо через $B(\overline{\mathbf{p}}^1, ..., \overline{\mathbf{p}}^T)$ сукупність кодів областей розбивки, низька сукупність додаткових кодів буде:

$$B^{-}(\overline{\mathbf{p}}, ..., \overline{\mathbf{p}}^T) = \left\{\mathbf{b}^{-}(V) \,|\, \mathbf{b}(V) \in B(\overline{\mathbf{p}}^1, ..., \overline{\mathbf{p}}^T)\right\}$$

Висновок. Множина $B(\overline{\mathbf{p}}^1, ..., \overline{\mathbf{p}}^T)$ є підмножиною вершин *T*- мірного булевого куба. Тому вона може бути задано булевої функцією, яка визначає тип розбиття. Виявляється, що ця булева функція містить достатню інформацію про розбиття позитивного ортанта R_+^n для аналізу можливості розв'язання проблеми сумісності (2.3). Точніше справедливо наступна пропозиція: для того, щоб проблема сумісності (2.3), *відповідна статистиці* (p_0^t, p^t, y^t), t = 1,…, *T*, *мала розв'язок необхідно і достатньо, щоб вектор* $\mathbf{y} = (y_1, ..., y_T)$ *належав безлічі* $B(\overline{\mathbf{p}}^1, ..., \overline{\mathbf{p}}^T)$

Література:

1. П.С. Носов, Е.А. Яковенко, В.М. Тонконогий. Модель планирования коллективной интеллектуальной деятельности студентов // Східно – європейський журнал передових технологій. — Харків: Технол. центр, 2009. — № 6/2 (42).— С. 54 – 56.

2. Ю.І. Косенко, П.С. Носов. Механізми ідентифікації та трансформації «знань» суб'єкта критичної інфраструктури // Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві. Збірник наукових праць [Текст]. — Вип. 3(4) — Одеса: Наука і техніка 2013, С. 99-104

3. Волков И.К., Канатников А.Н. Интегральные преобразования и операционное исчисление: Учеб. для вузов. 2-е изд. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.

Баумана, 2002. -228 с.

4. Закревский А.Д. Об оптимальном размещении графа в булевом пространстве // Вестник Томского государственного университета. Приложение. 2005. № 14. С. 13−17.

Статтю наділано: 8.10.2016 г.