

Л.О. ОЛІЙНИК, к.ф.-м.н., доцент

М.Ю. КРАВЕЦЬ, студент

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

Про оптимізацію параметрів системи автоматизованого обліку навчальної діяльності студента

В роботі представлено модель формування оптимального розподілу загального рейтингового балу оцінювання навчальної діяльності студента при вивченні деякої навчальної дисципліни між різними видами освітньої діяльності, починаючи від регулярності відвідування занять, виконання контрольних завдань і закінчуючи складанням модульного контролю.

Розробка систем автоматизованого обліку та оцінювання навчальної діяльності студента є актуальною проблемою сьогодення української освіти. Розвиток і функціонування освітнього простору потребує активного впровадження інформаційно-комунікаційних технологій. Особливо відчутною є потреба новітніх технологій у сфері менеджменту освіти [1].

Формулювання мети роботи

Метою даної роботи є описання математичної моделі системи автоматизованого обліку навчальної діяльності (далі САОНД). САОНД дозволяє вимірювати і вести облік навчальних досягнень студента шляхом накопичення рейтингового балу протягом одного або кількох семестрів у, так званому, «електронному журналі», який формується у реальному часі. Одною з важливих особливостей САОНД є детальна класифікація видів самостійної роботи студента, що дає змогу визначити певні часові рамки (норми) виконання різних видів навчальної діяльності і пропорційно врахувати внесок кожного з них при формуванні загального семестрового рейтингового балу.

Загальний рейтинговий бал студента формується на основі врахування усіх видів навчальної діяльності, починаючи від регулярності відвідування занять, виконання контрольних завдань і самостійної роботи і закінчуючи підготовкою до складання модульного контролю.

Для збалансованості різних видів навчальної діяльності у САОНД реалізуються наступні принципи формування загального рейтингового балу:

- регулярні пропуски занять зменшують вірогідність отримання студентом найвищого рівня рейтингового балу настільки, що відмінний рейтинговий бал можна отримати за умови стовідсоткового успішного виконання усіх інших видів навчальної діяльності;

- при невиконанні поточних контрольних заходів (тестувань, домашніх та аудиторних контрольних робіт) неможливо отримати оцінку задовільно, навіть, якщо поточний модульний контроль здано успішно;

- стовідсоткове відмінне виконання поточних контрольних заходів при незадовільному поточному модульному контролі не дає можливості отримати задовільну оцінку;

- підсумковий модульний контроль (екзамен) дає змогу студенту підвищити свій загальний рейтинговий бал у разі, коли одержаний рейтинговий бал в семестрі його не влаштує.

Виклад основного матеріалу

У САОНД для обчислення балів за відповідні види навчальної роботи передбачено, окрім різних типів аудиторних занять, врахування різних видів самостійної

роботи з відповідними нормами часу з розрахунку на одну годину аудиторних занять або на один контрольний захід.

Для моделювання процесу навчальної діяльності студента необхідно ввести певну кількість параметрів, які визначаються навчальними планами, умовами формування оцінки в кредитно-модульній системі. Ці параметри розподілено на такі, що призначаються користувачем, такі, що визначаються нормативними документами і ті, що обчислюються.

Математична модель, що представлена в даній роботі, реалізує алгоритм визначення рейтингового балу оцінки навчальної діяльності студента шляхом уточнення стартового (або початкового) рейтингового балу за рахунок послідовного накопичення статистичної інформації про формування рейтингового балу в процесі освітньої діяльності.

1. Визначення стартового рейтингового балу.

Стартовий рейтинговий бал визначається як розв'язок певної системи рівнянь, яка реалізує принцип пропорційності значень оцінок, що призначаються за той чи інший вид навчальної діяльності до бюджету часу, що відводиться на виконання кожного запланованого виду навчальної діяльності. Важливим елементом реалізації вищезгаданого принципу є детальний розподіл бюджету часу самостійної навчальної роботи. На основі даного розподілу формуються базові вагові значення балів накопичувальної модульної оцінки студента.

Розподіл часу для k -того модуля навчальної дисципліни I -того циклу обчислюється наступним чином.

Кількість часу, необхідного для підготовки до лекцій:

$$S_k^I(I) = \sum_{K=1}^5 S_k^I(K, I) = \lambda(I) \sum_{K=1}^5 L_k(K) = \lambda(I) L_k, \quad I = \overline{1, 4}, \quad (1)$$

де $L_k(K)$ кількість лекційних годин K -того змістового модуля навчальної дисципліни.

Загальна кількість часу, необхідного для підготовки до практичних занять різних типів, визначається наступною формулою:

$$\begin{aligned} \Sigma_k^{np}(I) &= \sum_{K=1}^5 S_k^{np}(K, I) + \sum_{K=1}^5 S_k^{cem}(K, I) + \sum_{K=1}^5 S_k^{lab}(K, I) = \\ &= \pi(I) \sum_{K=1}^5 P_k^{np}(K) + \sigma(I) \sum_{K=1}^5 P_k^{cem}(K) + \mu(I) \sum_{K=1}^5 P_k^{lab}(K), \quad (2) \\ &I = \overline{1, 4}, \end{aligned}$$

де $\lambda(I)$, $\pi(I)$, $\sigma(I)$, $\mu(I)$ — норми часу самостійної роботи студента відповідно на підготовку до лекцій, практичних, семінарських, лабораторних занять на 1 годину занять (визначаються навчальним закладом).

P_k — кількість годин практичних, семінарських та лабораторних занять K -го змістового модуля.

Кількість часу самостійної роботи необхідного для вивчення окремих тем, що не розглядаються в курсі лекцій визначається наступною формулою:

$$\tilde{\Sigma}_k(I) = T_k - L_k^a - \Sigma_k(I), \quad (3)$$

де $\Sigma_k(I) = S_k^a(I) + \Sigma_k^{np}(I) + \Sigma_k^{kp}(I) + \Sigma_k^{MK}(I)$.

Таким чином формується розподіл часу (1)—(3) для формування k -го модуля робочої програми навчальної дисципліни, який є основою формування загального рейтингового балу студента. Загальний рейтинговий бал складається з балів, що призначаються за той чи інший вид навчальної діяльності і залежить від системи вагових коефіцієнтів, що відповідають кожному з них. Визначаються вагові коефіцієнти з наступного рівняння:

$$2B_k = c(I)L_k^a + c_{np}(I)(P_k^{pp} + S_k^{np}(I)) + c_{сем}(I)(P_k^{сем} + S_k^{сем}(I)) + c_{лаб}(I)(P_k^{лаб} + S_k^{лаб}(I)) + 2m(c_{AKP}(I) + c_{DKP}(I)) + 2Nc_{MKT}(I) \quad (4)$$

$$12B_k \geq c(I)L_k^a + c_{np}(I)(P_k^{pp} + S_k^{np}(I)) + c_{сем}(I)(P_k^{сем} + S_k^{сем}(I)) + c_{лаб}(I)(P_k^{лаб} + S_k^{лаб}(I)) + 2m(c_{AKP}(I) + c_{DKP}(I)).$$

$$N(c_{MKT}(I) + c_{MKIP}(I)) \leq 0,6B_k = 0,6(1 - b_k M_k), \quad (5)$$

$$B_k^{\bar{0}} = b_k M_k \leq 0,05M_k,$$

$$B_k^{\bar{0}} + cvL_k^a \leq 0,14M_k,$$

де B_k — загальний рейтинговий бал, n — значення шкали оцінювання різних видів аудиторних занять (наприклад, 5-ти бальна); m — значення шкали оцінювання контрольних заходів (наприклад, 10 бальна); N — значення шкали оцінювання поточного та підсумкового модульного контролю (наприклад, 100 бальна), $c_{np}(I)$, $c_{сем}(I)$, $c_{лаб}(I)$, $c(I)$, $c_{AKP}(I)$, $c_{DKP}(I)$, $c_{PMK}(I)$ — ваги одного балу оціночної шкали відповідно практичного, семінарського та лабораторного заняття, відвідування одного заняття, контрольних заходів, модульного контролю.

Система нерівностей (5) реалізує додаткові вимоги до формування рейтингового балу, а саме:

- бал, отриманий за відмінно зданий поточний модульний контроль, не повинен давати позитивного загального рейтингового балу;

- стовідсоткове відвідування занять, відмінне виконання поточних контрольних заходів та відмінні оцінки за усі види практичних занять не повинні давати позитивного загального рейтингового балу без урахування поточного модульного контролю;

- невідвідування занять повинно мінімізувати можливість отримання відмінного загального рейтингового балу.

Одержані з системи (4)—(5) вагові коефіцієнти, дають змогу визначити максимальний бал, який студент може отримати за певний вид навчальної діяльності, і визначити його персональний рейтинговий бал.

2. Алгоритм уточнення стартового рейтингового балу.

Для спрощення наступних формулювань позначимо складові розподілу стартового загального рейтингового балу k -го модуля деякої навчальної дисципліни Y_1, Y_2, \dots, Y_n , де n кількість видів навчальної діяльності. Вважаємо систему Y_1, Y_2, \dots, Y_n незалежною.

Розглянемо поліноміальну модель наближення до оптимального розподілу загальної рейтингової оцінки між видами навчальної діяльності:

$$z_i = \sum_{p=0}^m a_p x^p, \quad (6)$$

де $i = \overline{1, n}, x = \overline{1, t}$.

Задача полягає у визначенні параметрів a_p так, щоб апроксимуюча модель найкращим чином відповідала оптимальному розподілу складових загального рейтингового балу, який визначається для дискретної послідовності часових значень, тобто $Y_1^{t+1}, Y_2^{t+1}, \dots, Y_n^{t+1}$. Використовуючи метод найменших квадратів, мінімізуємо середньоквадратичну похибку:

$$E_i = \sum_{j=1}^t \left(Y_i^j - \sum_{p=0}^m a_p x^p \right)^2. \quad (7)$$

Перепишучи даний вираз в матричному вигляді, отримаємо [2]:

$$E_i = (y_i - x\theta_i)^T (y_i - x\theta_i),$$

$$\text{де } \theta_i = \begin{pmatrix} a_p \\ a_{p-1} \\ a_0 \end{pmatrix} \text{ та } x = \begin{pmatrix} 1^p & 1^{p-1} & \dots & 1 \\ 2^p & 2^{p-1} & \dots & 1 \\ \dots & \dots & \dots & 1 \\ t^p & t^{p-1} & \dots & 1 \end{pmatrix}.$$

Диференціюючи вираз $E_i = (y_i - x\theta_i)^T (y_i - x\theta_i)$ в напрямку вектору θ_i та прирівнюючи похідну до нуля, отримаємо:

$$x^T (y_i - x\theta_i) = 0.$$

З даної рівності отримаємо розрахункову формулу для обчислення параметрів, що розв'язують задачу (7):

$$\theta_i = (x^T x)^{-1} x^T y_i.$$

Для покращення кінцевого результату, будемо використовувати зважену суму балів, знайдених з використанням різних розподілів складових рейтингового балу:

$$v = \sigma_1 |z^1| + \sigma_2 |z^2| + \dots + \sigma_m |z^m|,$$

де σ_i вектор вагових коефіцієнтів, які розраховуються з використанням i -го розподілу рейтингового балу, z^i — вектор визначених балів на $t+1$ -шому часовому кроці, що визначається з використанням i -го розподілу рейтингового балу.

Розглянемо три поліноміальні функції першого, другого та третього степенів, тобто

$$f(t)_1 = \sum_{p=0}^1 a_p t^p,$$

$$f(t)_2 = \sum_{p=0}^2 a_p t^p,$$

$$f(t)_3 = \sum_{p=0}^3 a_p t^p$$

Застосуємо емпіричну процедуру «Кросс-валідації» («Ковзкий контроль») для виявлення функції, що найкращим чином розв'язує задачу (7). Ця процедура полягає в наступному [3]: розіб'ємо i -тий розподіл рейтингового балу на дві неперетинні множини

$Y_i = Y_i^m \cup Y_i^k$, де Y_i^m — навчальний розподіл рейтингового балу, а Y_i^k — контрольний розподіл рейтингового балу.

Розв'яжемо задачу (7) $E_i \rightarrow \min$, використовуючи навчальний розподіл рейтингового балу. Після цього знаходимо середнє значення відхилень отриманої моделі від значень контрольного розподілу рейтингового балу.

$$CV = \frac{1}{4} \sum_{t_i \in k} (y_i^k - f(t_i))^2.$$

Чим меншою є величина CV , тим краще функція $f(t)_{1,3}$ відповідає статистичним даним, а отже з її використанням математична модель буде давати найбільш оптимальні значення.

Дану математичну модель реалізовано на мові програмування Python, з використанням таких бібліотек, як numpy, pandas, ipython.

Висновок

Побудована в даній роботі математична модель визначає:

- стартовий розподіл загального рейтингового балу оцінювання навчальної діяльності студента при вивченні деякої навчальної дисципліни між різними видами освітньої діяльності;

- на основі стартового розподілу загального рейтингового балу оцінювання навчальної діяльності студента та накопичення статистичних даних отримано алгоритм уточнення оптимального розподілу загального рейтингового балу оцінювання навчальної діяльності студента між різними видами освітньої діяльності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Болюбаш Я.Я. Організація навчального процесу у вищих закладах освіти. Навчальний посібник для слухачів закладів підвищення кваліфікації системи вищої освіти. – ВВП«КОМПАС»: К, 1997. – 64 с.
2. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman. "The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Interface, and Prediction". – Second edition. – Springer. pp. 44–50.
3. Інтернет-ресурс <http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=CV>

пост. 01.03.2017