

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

УДК 378+004.4

DOI: <https://doi.org/10.30970/eli.16.8>

ПРОГНОЗУВАННЯ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ ДЛЯ РЕЙТИНГОВОЇ СИСТЕМИ ОЦІНЮВАННЯ

Є. Федорчук

*Національний університет «Львівська політехніка»,
вул. Степана Бандери 12, 79013 Львів, Україна
Yevdokym.N.Fedorchuk@lpnu.ua*

Проаналізовано характеристики рейтингових систем оцінювання успішності студентів. Запропоновано методологію прогнозу оцінок успішності. Подано формалізацію моделей оцінювання на основі задачі оптимізації. Виконано чисельні експерименти програмними засобами. Отримано дані прогнозу оцінок з високою точністю.

Ключові слова: рейтинг, успішність, прогноз, шкала оцінювання, оптимізація.

Вступ

В українських закладах вищої освіти (ЗВО) розроблені рейтингові системи оцінювання знань студентів в навчальному процесі. Вони відрізняються в основному шкалами оцінювання у балах успішності студентів [1,2,3]. Аналіз характеристик систем показує, що основний акцент робиться на досяжності високої оцінки успішності, за умови досяжності заданих лімітів, оцінок у балах для поточних завдань. Поточними завданнями для навчальної дисципліни є: практичні, лабораторні, екзаменаційні завдання.

Наявність чітких орієнтирів, лімітів для оцінок успішності, є передумовою для вирішення задачі прогнозування результатів оцінювання. Для цього необхідно розробити моделі прогнозування, виконати програмну реалізацію та провести тестування моделей. На основі системи оцінювання Національного університету «Львівська політехніка» [3] розроблена методологія моделювання прогнозу оцінок поточного і екзаменаційного контролю навчальних дисциплін семестру. Методологія використовує аналіз на основі оптимізаційних моделей.

Пропонуються чотири моделі:

- 1) модель прогнозу семестрових оцінок при заданій(бажаній) рейтинговій оцінці за семестр[4];
- 2) модель прогнозу оцінок поточного та екзаменаційного контролю для кожної дисципліни за семестр[5];
- 3) модель прогнозу оцінок для завдань поточного контролю з кожної дисципліни;
- 4) модель прогнозу оцінок для тестових завдань екзаменаційного контролю з кожної дисципліни.

Модель прогнозу семестрових оцінок. Семестрова успішність студента в навчанні оцінюється в межах бальних оцінок, прийнятих у рейтинговій системі. Вважаємо, що добрим прогнозним орієнтиром для студента є досягнення бажаної оцінки власного рейтингу за семестр. Відповідна формула обчислення рейтингу має вигляд:

$$R = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i \quad (1)$$

де n - кількість навчальних дисциплін; S_i - семестрова оцінка в балах для i -тої дисципліни.

Використовуючи формулу (1), модель задачі прогнозу семестрових оцінок студента можна подати у формі задачі оптимізації, знайти

$$\min \Phi(S), \quad \Phi = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i - R_{con} \right)^2, \quad (2)$$

де R_{con} - бажаний власний семестровий рейтинг у балах; n - кількість дисциплін; S_i - семестрові оцінки в балах для i -тої дисципліни. Для S_i задаються прямі обмеження на допустимі значення успішності в балах за кожною дисципліною:

$$S_{i,min} \leq S_i \leq S_{i,max}. \quad (3)$$

Прогнозні значення S_i - семестрових оцінок для кожної дисципліни необхідно обчислити відповідним алгоритмом мінімізації.

Модель прогнозу оцінок для поточного та екзаменаційного контролю.

Формула обчислення семестрової оцінки для кожної дисципліни має вигляд:

$$S_i = P_i + E_i, \quad (4)$$

де P_i, E_i - оцінки в балах поточного та екзаменаційного контролю для i -тої дисципліни відповідно.

Використовуючи формулу (4), модель задачі прогнозу оцінок успішності студента запишемо у формі задачі оптимізації: знайти

$$\min \Phi(P, E), \quad \Phi = \sum_{i=1}^n (P_i - E_i - S_i)^2, \quad (5)$$

де n - кількість навчальних дисциплін; S_i - прогнозне значення семестрової оцінки в балах для окремої дисципліни, обчислене за моделлю (2); P_i, E_i - оцінки в балах поточного та екзаменаційного контролю для i -тої дисципліни відповідно.

Введемо прямі обмеження на допустимі значення оцінок в балах для поточного та екзаменаційного контролю за кожною дисципліною:

$$P_{i,min} \leq P_i \leq P_{i,max}; \quad E_{i,min} \leq E_i \leq E_{i,max}. \quad (6)$$

Модель прогнозу оцінок для завдань поточного контролю.

Останнім у процесі прогнозування є прогноз оцінок для завдань поточного та екзаменаційного контролю кожної дисципліни семестру. Включають найчастіше поширені в навчальних програмах лабораторні, практичні та контрольні завдання.

Формалізація моделі прогнозування оцінок поточних завдань у вигляді задачі оптимізації є такою:

$$\min \Phi(NP), \quad \Phi = \sum_{k=1}^n \left(\sum_{i=1}^m NP_i - P_k \right)^2, \quad (7)$$

де n - кількість навчальних дисциплін; m - кількість оцінюваних поточних завдань NP ; P_k - обчислене за моделлю (5) прогнозне значення оцінки поточного контролю для окремої дисципліни. Модель (7) передбачає для n дисциплін однакову кількість поточних завдань та однакову кількість балів для оцінювання кожного завдання. Модель доповнюється обмеженнями на значення оцінок у балах для завдань поточного контролю.

$$NP_{i,min} \leq NP_i \leq NP_{i,max}.$$

Модель прогнозу оцінок для завдань екзаменаційного контролю.

Формалізація моделі прогнозування оцінок тестових завдань екзаменаційного контролю у вигляді задачі оптимізації є такою:

$$\min \Phi(NE), \quad \Phi = \sum_{k=1}^n \left(\sum_{i=1}^m NE_i - E_k \right)^2, \quad (8)$$

де n - кількість навчальних дисциплін; m - кількість поточних завдань NE ; E_k - прогнозне значення семестрової оцінки в балах для окремої дисципліни, обчислене за моделлю (5). Модель доповнюється обмеженнями на значення оцінок у балах для тестових завдань екзаменаційного контролю.

$$NE_{i,min} \leq NE_i \leq NE_{i,max}.$$

Подана формалізація передбачає однакову кількість тестових екзаменаційних завдань з однаковою кількістю балів для оцінювання кожного завдання. Такий розподіл не є перешкодою для змінного масштабування вхідних даних у функціоналах при програмній реалізації моделей (7) (8).

Чисельні експерименти моделювання

Задачі оптимізації виду (1) - (8) є нелінійними задачами оптимізації з прямими обмеженнями. Для вирішення задачі оптимізації можна застосовувати ітераційні методи, або відому систему, наприклад, Excel. Перевірка моделі (1) проводилась в системі Excel за допомогою процедури ПОШУК РІШЕННЯ. Практичне застосування моделі для прогнозування обгрунтовано в [4].

В чисельному експерименті взято значення досяжного студентом рейтингу 95 балів при прогнозуванні досяжних оцінок поточного та екзаменаційного контролю для 10 умовних дисциплін у двох семестрах навчального року. Значення обмежень за формулою (3) обирають в межах від 51 до 100.

Значення обмежень для оцінок поточного контролю обирають в межах від 1 до 45. Значення обмежень для оцінок екзаменаційного контролю обирають в межах від 1 до 55.

Подані граничні значення оцінок є поширеними у навчальних програмах дисциплін НУ “Львівська політехніка”.

Для обчислення запропонованих моделей (2), (5), (7), (8) розроблено алгоритм з використанням ітераційної формули [6]:

$$\mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^k + h^k \mathbf{d}^k, \quad (9)$$

де k - індекс ітерації; $k \in [0, m]$; \mathbf{x}^k - значення вектора \mathbf{x} на k -тій ітерації; h^k – скаляр (крок пошуку за напрямом на k -тій ітерації); \mathbf{d}^k - вектор, який визначає тип методу оптимізації. Зокрема використано метод нульового порядку - метод покоординатного пошуку [6,7]. Критерій закінчення ітераційного процесу обрано у вигляді

$$\|\mathbf{x}^{k+1} - \mathbf{x}^k\| \leq \varepsilon,$$

де $\|\cdot\|$ - евклідова норма вектора, ε – число, задана точність обчислень на рівні 0.001.

Програмна реалізація методу виконана засобами мови VBA в системі Excel. Результати чисельних експериментів представлені на рис. 1 і рис.2.

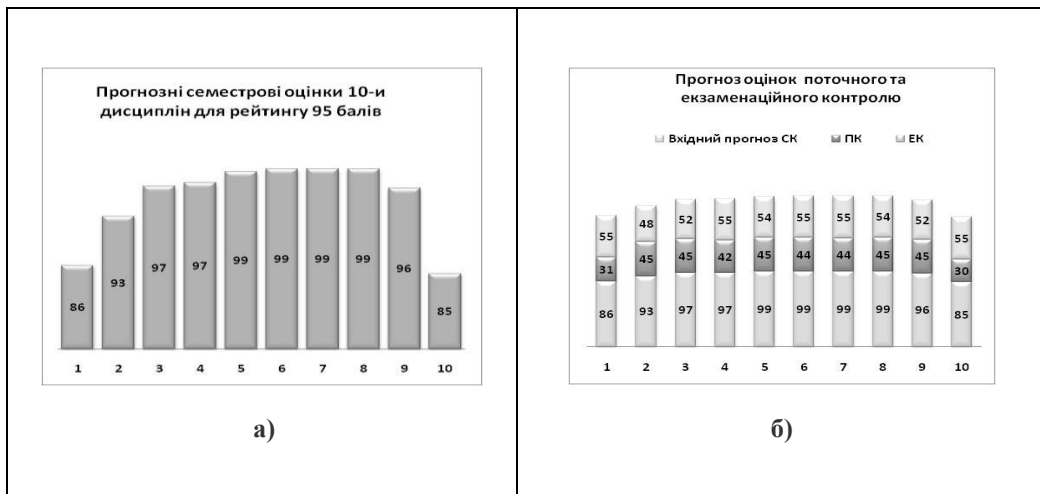


Рис. 1. Результати прогнозування оцінок за моделями (2) та (5).

а) - прогноз досяжних семестрових оцінок; б)- прогноз досяжних оцінок для поточного та екзаменаційного контролю

Обчислені оцінки успішності на основі моделей (2), (5) – це вхідні дані для задач (7), (8) – прогнозування оцінок у балах за поточний та екзаменаційний контроль для отримання семестрової оцінки з дисципліни. В моделях доцільно враховувати всі компоненти навчального плану дисципліни: лабораторні, практичні, тестові екзаменаційні завдання.

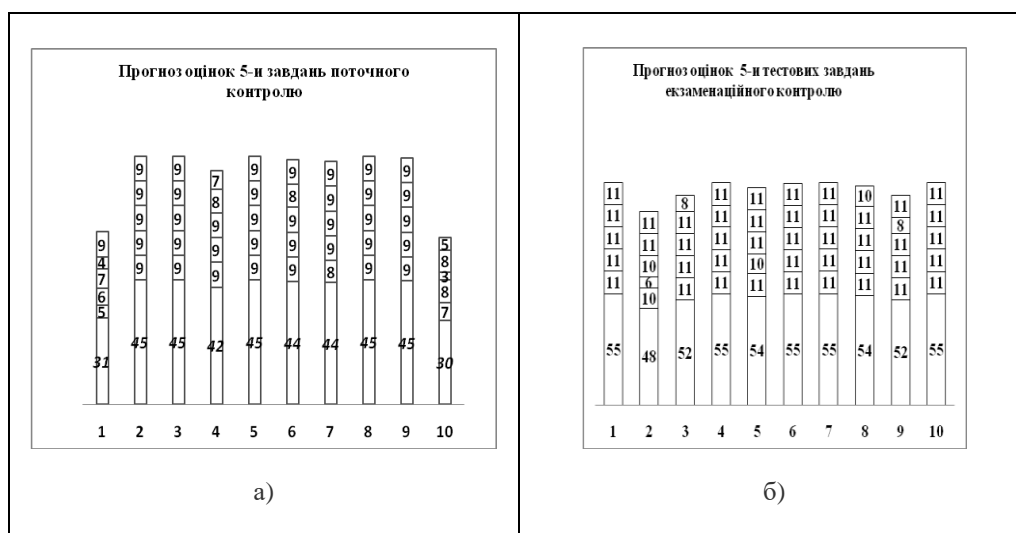


Рис. 2. Результати прогнозування оцінок за моделями (7) та (8):

а) - прогноз досяжних оцінок для 5-и завдань поточного контролю (границі оцінок- від 1 до 9 балів); б)- прогноз досяжних оцінок для 5-и тестових завдань екзаменаційного контролю (границі оцінок- від 1 до 11 балів).

Висновки

Результати моделювання надають інформацію, як потрібно вчитись за кожною дисципліною на протязі семестру. Отримуються дані для мотивації і активізації зусиль за всіма дисциплінами. Пропоноване прогнозування власної успішності дозволяє студенту оцінити зусилля в навчанні за кожною дисципліною для отримання бажаного підсумкового рейтингу.

Послідовні обчислення за допомогою розглянутих моделей є елементами кластерного аналізу. В результаті вибору різних початкових значень оцінок в допустимій області обмежень отримуються кластери оцінок за навчальними дисциплінами.

Для кластерів спільним критерієм є апіорі задане прогнозне значення рейтингової оцінки успішності. Набір кластерів дозволяє обирати оптимальний з точки зору студента кластер прогнозних оцінок для семестрових дисциплін.

Список використаних джерел

- [1] Положення про контроль та оцінювання навчальних досягнень. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/reg_education-results.pdf
- [2] Інформація про систему оцінювання знань у період навчання в університеті. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://kneu.edu.ua/ua/University_en/international_connections/office_of_foreiners/marks/

- [3] Положення про рейтингове оцінювання досягнень студентів. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://old.lpnu.ua/sites/default/files/attach/2018/9430/11_polozhennya_pro_reytingove_ocinyuvannya-148-156.pdf
- [4] Федорчук Є. Н. Науковий твір “Програма прогнозування оцінок студента PROGBAL “Авторське свідоцтво №с202101462. Державне підприємство “Український інститут інтелектуальної власності” (УКРПАТЕНТ), 31.03.2021.
- [5] Федорчук Є. Н. Комп’ютерна технологія прогнозування оцінок студентів у навчальному процесі // Теоретико-практичні проблеми використання математичних методів та комп’ютерно-орієнтованих технологій в освіті та науці: зб. матеріалів III Всеукраїнської конференції, 28 квітня 2021 р., Київ. ун-т ім. Б. Грінченка, 2021. 203.– С. 111-113.
- [6] Федорчук Є. Н. Моделювання процесу для обчислення кластерів у базах для технологічних бізнес-процесів / Є.Н. Федорчук, Ю.Є. Федорчук // Науковий вісник НЛТУ України.- Львів: РВВ НЛТУ України . – 2016. - Вип. 26.5. – С. 373-378.
- [7] Катренко А. В. Дослідження операцій. Підручник .- Львів: Магнолія Плюс, 2009. - 549 с.

FORECASTING SUCCESS STUDENT EDUCATION FOR THE EVALUATION RATING SYSTEM

Ye. Fedorchuk

*Lviv Polytechnic National University,
12 Stepan Bandera St., UA-79013 Lviv, Ukraine
Yevdokym.N.Fedorchuk@lpnu.ua*

The characteristics of rating systems for assessing student performance for higher education institutions are analyzed. It is determined that in systems an important criterion is the achievement high performance score. This requires the achievement of the set limits for scores of current tasks. Current tasks for the discipline are: practical, laboratory, examination tasks.

Based on the evaluation system of the Lviv Polytechnic National University developed a methodology for modelling the forecast of student performance assessments. The formalization of evaluation models based on the optimization problem is presented. The model of the forecast of semester estimations at the set rating estimation of success of the student for a semester is formalized. The model of the forecast of estimations of current and examination control for each discipline for a semester is formalized. The model of forecast of estimations for tasks of current control on each discipline is formalized. The model of the forecast of estimations for test tasks of examination control on each discipline is formalized.

Optimization problems in forecast models are nonlinear optimization problems with direct constraints. Iterative methods and Excel system are used to solve optimization problems. Numerical experiments were performed for all forecasting models. In the numerical experiment, the value of the achievable for the student rating of 95 points was taken. Forecasting of achievable grades of current and examination control was performed for ten conditional disciplines in two semesters of the academic year. The data of calculations of estimations with high accuracy are received. The simulation results contain information to motivate and intensify efforts in all

disciplines. Predicting one's own success allows the student to evaluate the learning effort to obtain the desired rating.

Sequential calculations using the considered models are cluster analysis. The choice of initial values of grades in the allowable area of constraints allows you to calculate clusters of grades by discipline.

Keywords: rating, success, forecast, rating scale, optimization.

*Стаття: надійшла до редакції 08.10.2021,
доопрацьована 11.11.2021,
прийнята до друку 12.11.2021*