

Забуга А.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АВТОМАТИЗАЦІЯ ОЦІНЮВАННЯ УСПІШНОСТІ СТУДЕНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ

Статтю присвячено проблемі оцінювання знань в період реформування системи вищої освіти України. Це питання набуло особливої актуальності після запровадження дистанційного навчання у переважній більшості ВНЗ. Відомо, що на якість підготовки майбутніх фахівців впливає постійне використання різноманітних видів педагогічного контролю, який є одним із ефективних засобів стимулювання навчально-пізнавальної діяльності студентів. Також зазначається, що оцінювання результатів набуття знань студентами у процесі вивчення дисципліни здійснюється на основі системи критеріїв і показників, яка враховує основні структурні компоненти формування майбутніх спеціалістів. Спираючись на положення про організацію навчального процесу підготовки фахівців, згідно з яким контроль успішності студента здійснюється з використанням системи ECTS та національною шкалою, автором статті пропонується власна методика оцінювання рівня набутих знань. Це є важливим елементом створення оптимальних умов для ефективної роботи нової стобальної системи оцінювання знань у ВНЗ. Спираючись на аналіз існуючих джерел, автором сформована постановка проблеми. На основі систематизації літературних даних означена мета даної розробки. В процесі реалізації запропонованої методики автором вводяться деякі основні поняття, роз'яснення яких надається у статті. Запропонована класифікація рівнів успішності та відповідний розподіл студентів на групи. Висвітлено зв'язок показників успішності з отриманими результатами. Описані математичні методи, використані для розрахунку якості набутих знань. За допомогою методів математичної статистики оцінюються ймовірнісні критерії для визначення успішності студентів. Аналізується роль даної методики у загальному контексті системи вищої освіти. Надаються пропозиції щодо подальшого розвитку та оптимізації процесу оцінювання знань.

Ключові слова: система оцінювання, шкала ECTS, математична статистика, рівень успішності, теорія ймовірності.

Постановка проблеми. Питання адекватного оцінювання досягнень студентів завжди було дуже актуальним та значущим. Особливої ваги ця проблема набула саме тепер, коли в Україні відбувається реформування системи освіти. Необхідність змін у системі оцінювання визначена на державному рівні. Це пов'язано з тим, що при організації навчального процесу в вищих навчальних закладах саме оцінюванню знань студентів належить важлива роль у забезпеченні високої якості освіти та формуванні конкурентоспроможних фахівців [1, с. 6].

Оцінка – це одна із важливих складових впливу на особистість студента у навчально-виховному процесі, регулятор, показник результативності, стимул діяльності студента. Як свідчить практика, немає ідеальних систем оцінювання, адже кожна із тих, що використовується, має свої сильні і слабкі сторони. Вочевидь, варто не шукати ідеальні системи, а проектувати та використовувати ті, які мають найбільшу кількість переваг.

Сьогодні навчання передбачає кардинально інший погляд щодо оцінювання знань, умінь і навичок студентів. Традиційна п'ятибальна система змінилася на систему накопичення балів, суть якої полягає в тому, що студент протягом вивчення дисципліни повинен набрати від 60 балів (задовільно) до 100 балів (відмінно). Чим більше балів набирає студент, тим вищий рівень якості його знань з конкретного курсу [2–5].

Запровадження стобальної системи оцінювання має за мету забезпечити об'єктивне визначення рівня навчальних досягнень студентів. Але при здійсненні оцінювання засвоєних знань, умінь і навичок здобувачів вищої освіти виникають певні проблеми щодо адекватного визначення рівня підготовки студентів. Тому кожен викладач прагне створити власну оптимальну шкалу оцінювання, за допомогою якої можна було б найкращим чином визначити рівень знань, набутих студентами. Відповідним прикладом може слугувати методика обчислення якості успішності, запропонована автором цієї статті.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішення проблеми підвищення якості підготовки спеціалістів з вищою освітою на сучасному етапі передбачає значне поліпшення контролю навчальної роботи студентів як важливого засобу управління процесом здобуття знань. Тому цьому питанню присвячено низку робіт, де розглядаються принципи організації контролю й оцінки знань студентів. Так, наприклад, згідно з концепцією Є. Перовського, Ю. Бабанського, М. Ярмаченка, В. Онищука та інших [6, с. 113], контроль успішності навчання виконує водночас п'ять функцій: контролюючу (перевірну), навчальну, виховну, розвивальну та методичну. Заліки, екзамени, курсові та дипломні роботи й педагогічна практика традиційно вважаються основними формами контролю навчальної роботи студентів. Інколи викладачі проводять іспити за білетами у вигляді вільної бесіди. При цьому запитання білета виступають стрижнем такої бесіди, а оцінки оголошуються, як її підсумок. Це сприяє створенню атмосфери довіри та взаєморозуміння. Великим майстром проведення іспитів у формі співбесіди був професор Київського державного університету С.Х. Чавдаров [7]. У деяких ВНЗ нагромаджений певний досвід проведення іспитів взагалі без використання білетів (з урахуванням специфіки курсу). Подібний іспит з «відкритим підручником» розрахований, насамперед, на перевірку уміння швидко знайти необхідну інформацію, користуватися додатковою літературою, довідниками, навчальними посібниками тощо. Вочевидь, запропонований тип екзамену доцільно проводити зі складних і великих за обсягом дисциплін. Так, академік П.В. Копнін (Київський університет) вважав, що такий іспит має сенс проводити, наприклад, у бібліотечному залі з відкритим фондом літератури [8, с. 385]. Але, в будь-якому випадку, кожна з форм контролю має свої особливості й залежить від мети, змісту, методів та характеру освітнього процесу.

Сьогодні, коли дедалі більшого поширення у вищій школі набувають форми і засоби дистанційного навчання [9, с. 47], особливе значення надається об'єктивному підрахунку балів, отриманих студентами в процесі вивчення тієї чи іншої дисципліни. А тому метою даної статті є ознайомлення з авторською методикою переведення плюсів у бали, яку було розроблено та впроваджено у навчальний процес протягом кількох останніх років.

Методи дослідження. При розробці даної методики автором використовувались як загальні критерії оцінювання успішності студентів згідно з системою ECTS, так і спеціальні засоби, що ґрунтуються на методах математичної статистики тощо.

Викладення основного матеріалу та обговорення результатів. Протягом вивчення курсу студенти накопичують певну кількість плюсів за виконані ними завдання (участь у семінарах, колоквиумах, написання рефератів, підготовку та демонстрацію презентацій, виконання розрахункових робіт, розв'язування задач тощо). Далі необхідно трансформувати накопичені плюси у загальноприйнятні бали. Для виконання цього завдання і пропонується наступна методика. Для її ілюстрації зручно розподілити студентів на 3 групи: ті, що досягли найкращих результатів (Перфекціоністи), студенти із середнім показником успішності (Претенденти) та невстигаючі (Аутсайдері). Отримані студентами попередні результати (плюси) можна представити у вигляді таблиць, наведеної нижче.

i	ПІБ	Кількість плюсів, n_i	Кількість балів, b_i
1	Претендент 1	10	
2	Перфекціоніст	50	
3	Претендент 2	5	
4	Аутсайдер 1	0	
5	Претендент 3	15	
6	Аутсайдер 2	0	
7	Аутсайдер 3	0	

Нехай максимальний можливий бал $b_{max}=10$ і мінімальний можливий бал $b_{min}=0$. Зрозуміло, що студент з максимальною кількістю плюсів ($n_{max}=50$) має отримати максимальну кількість балів $b_{max}=10$, а студенти з мінімальною кількістю плюсів ($n_{min}=0$) – мінімальну кількість балів $b_{min}=0$. Питання полягає у тому, як обчислити бали Претендента 1, Претендента 2 і Претендента 3?

Відзначимо, що, якщо перераховувати плюси у бали за допомогою звичайної пропорції, то отримаємо для Претендента 1, Претендента 2 і Претендента 3 занижені значення:

$$b_1 = \frac{n_1}{n_{max}} b_{max} = \frac{10}{50} \cdot 10 = 2,$$

$$b_3 = \frac{n_3}{n_{max}} b_{max} = \frac{5}{50} \cdot 10 = 1,$$

$$b_5 = \frac{n_5}{n_{max}} b_{max} = \frac{15}{50} \cdot 10 = 3.$$

В результаті отримаємо наступну таблицю:

i	ПІБ	Кількість плюсів, n_i	Кількість балів, b_i
1	Претендент 1	10	2
2	Перфекціоніст	50	10
3	Претендент 2	5	1
4	Аутсайдер 1	0	0
5	Претендент 3	15	3
6	Аутсайдер 2	0	0
7	Аутсайдер 3	0	0

Описане вище заниження балів проявляється сильніше у більших групах. Для того, щоб дещо виправити ситуацію, будемо застосовувати методи математичної статистики, вважаючи, що успіхи студентів у навчанні можна розглядати згідно із законом нормального розподілу ймовірності. Нижче наведений відповідний розрахунок балів:

1) Знаходимо точкову оцінку математичного сподівання:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N n_i}{N} = \frac{n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6 + n_7}{N} = \frac{10 + 50 + 5 + 0 + 15 + 0 + 0}{7} \approx 11,429,$$

де N – кількість студентів у групі (в нашому прикладі $N=7$).

2) Знаходимо точкову оцінку середнього квадратичного відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (n_i - \mu)^2}{N - 1}} = \left(\frac{(n_1 - \mu)^2}{N - 1} + \frac{(n_2 - \mu)^2}{N - 1} + \frac{(n_3 - \mu)^2}{N - 1} + \frac{(n_4 - \mu)^2}{N - 1} + \frac{(n_5 - \mu)^2}{N - 1} + \frac{(n_6 - \mu)^2}{N - 1} + \frac{(n_7 - \mu)^2}{N - 1} \right)^{1/2} = \left(\frac{(10 - 11,429)^2}{7 - 1} + \frac{(50 - 11,429)^2}{7 - 1} + \frac{(5 - 11,429)^2}{7 - 1} + \frac{(0 - 11,429)^2}{7 - 1} + \frac{(15 - 11,429)^2}{7 - 1} + \frac{(0 - 11,429)^2}{7 - 1} + \frac{(0 - 11,429)^2}{7 - 1} \right)^{1/2} \approx 17,962.$$

3) Виходячи із закону нормального розподілу ймовірності, обчислюємо ймовірності p_i того, що значення випадкової величини не перевищить n_i . Для цього застосовуємо формулу:

$$p_i = \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{n_i - \mu}{\sigma}\right),$$

$$\text{де } \Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-t^2/2} dt - \text{функція Лапласа.}$$

Оскільки інтеграл, через який визначається функція Лапласа, не може бути обчислений в елементарних функціях, то для одержання значень функції $\Phi(x)$ потрібно використати спеціальні таблиці, які можна знайти у підручниках з теорії ймовірності та математичної статистики або в інтернеті (наприклад, https://matematuka.in.ua/info/formuly-z-teoriji-ymovirnosti/fx_int/). Враховуючи вищезазначене і той факт, що функція Лапласа є непарною ($\Phi(-x) = -\Phi(x)$), обчислимо ймовірності p_i :

$$p_1 = \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{n_1 - \mu}{\sigma}\right) = \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{10 - 11,429}{17,962}\right) \approx \frac{1}{2} + \Phi(-0,08) = \frac{1}{2} - \Phi(0,08) \approx \frac{1}{2} - 0,0319 = 0,4681,$$

$$p_2 = \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{n_2 - \mu}{\sigma}\right) = \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{50 - 11,429}{17,962}\right) \approx \frac{1}{2} + \Phi(2,15) \approx \frac{1}{2} + 0,4838 = 0,9838,$$

$$p_3 = \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{n_3 - \mu}{\sigma}\right) = \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{5 - 11,429}{17,962}\right) \approx \frac{1}{2} + \Phi(-0,36) = \frac{1}{2} - \Phi(0,36) \approx \frac{1}{2} - 0,1406 = 0,3594,$$

$$p_4 = \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{n_4 - \mu}{\sigma}\right) = \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{0 - 11,429}{17,962}\right) \approx \frac{1}{2} + \Phi(-0,64) = \frac{1}{2} - \Phi(0,64) \approx \frac{1}{2} - 0,2389 = 0,2611,$$

$$p_5 = \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{n_5 - \mu}{\sigma}\right) = \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{15 - 11,429}{17,962}\right) \approx \frac{1}{2} + \Phi(0,20) \approx \frac{1}{2} + 0,0793 = 0,5793,$$

$$p_6 = \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{n_6 - \mu}{\sigma}\right) = \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{0 - 11,429}{17,962}\right) \approx \frac{1}{2} + \Phi(-0,64) = \frac{1}{2} - \Phi(0,64) \approx \frac{1}{2} - 0,2389 = 0,2611,$$

$$p_7 = \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{n_7 - \mu}{\sigma}\right) = \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{0 - 11,429}{17,962}\right) \approx \frac{1}{2} + \Phi(-0,64) = \frac{1}{2} - \Phi(0,64) \approx \frac{1}{2} - 0,2389 = 0,2611.$$

4) Після цього обчислюємо бали за формулою:

$$b_i = b_{min} + \frac{p_i - p_{min}}{p_{max} - p_{min}} \cdot (b_{max} - b_{min}),$$

де p_{min} – мінімальне значення ймовірності, p_{max} – максимальне значення ймовірності.

У прикладі, що розглядається, $p_{min} = p_4 = p_6 = p_7 = 0,2611$ і $p_{max} = p_2 = 0,9838$. Враховуючи це, отримуємо наступні бали:

$$b_1 = b_{min} + \frac{p_1 - p_{min}}{p_{max} - p_{min}} \cdot (b_{max} - b_{min}) = 0 + \frac{0,4681 - 0,2611}{0,9838 - 0,2611} \cdot (10 - 0) \approx 2,9,$$

$$b_2 = b_{min} + \frac{p_2 - p_{min}}{p_{max} - p_{min}} \cdot (b_{max} - b_{min}) = 0 + \frac{0,9838 - 0,2611}{0,9838 - 0,2611} \cdot (10 - 0) = 10,$$

$$b_3 = b_{min} + \frac{p_3 - p_{min}}{p_{max} - p_{min}} \cdot (b_{max} - b_{min}) = 0 + \frac{0,3594 - 0,2611}{0,9838 - 0,2611} \cdot (10 - 0) \approx 1,4,$$

$$b_4 = b_{min} + \frac{p_4 - p_{min}}{p_{max} - p_{min}} \cdot (b_{max} - b_{min}) = 0 + \frac{0,2611 - 0,2611}{0,9838 - 0,2611} \cdot (10 - 0) = 0,$$

$$b_5 = b_{min} + \frac{p_5 - p_{min}}{p_{max} - p_{min}} \cdot (b_{max} - b_{min}) = 0 + \frac{0,5793 - 0,2611}{0,9838 - 0,2611} \cdot (10 - 0) \approx 4,4,$$

$$b_6 = b_{min} + \frac{p_6 - p_{min}}{p_{max} - p_{min}} \cdot (b_{max} - b_{min}) = 0 + \frac{0,2611 - 0,2611}{0,9838 - 0,2611} \cdot (10 - 0) = 0,$$

$$b_7 = b_{min} + \frac{p_7 - p_{min}}{p_{max} - p_{min}} \cdot (b_{max} - b_{min}) = 0 + \frac{0,2611 - 0,2611}{0,9838 - 0,2611} \cdot (10 - 0) = 0.$$

Заносимо одержані бали у таблицьку:

i	ПІБ	Кількість плюсів, n_i	Кількість балів, b_i
1	Претендент 1	10	2,9
2	Перфекціоніст	50	10
3	Претендент 2	5	1,4
4	Аутсайдер 1	0	0
5	Претендент 3	15	4,4
6	Аутсайдер 2	0	0
7	Аутсайдер 3	0	0

Як можна бачити, для Претендента 1, Претендента 2 і Претендента 3 були одержані вищі бали, ніж при розрахунку за допомогою звичайної пропорції.

Висновки і подальші напрями досліджень. Таким чином, запропонована методика дає можливість максимально об'єктивно визначити рівень успішності кожного студента та з допомогою методів математичної статистики розрахувати показник якості набутих знань. Це є важливим, оскільки оцінка – це одна із ключових складових впливу на особистість студента у навчально-виховному процесі. Вона є не лише показником результативності, але й стимулом подальшої діяльності здобувача освіти [10]. Тому форми і методи оцінювання навчальних досягнень студентів можуть служити як гуманізації навчального процесу, якщо вони сприяють розкриттю особистості, так і активізації його творчого духу та духовно-психічного потенціалу. Водночас, недостатньо об'єктивний підхід може призводити до відчуження особистості та втрати стимулу для подальшого самовдосконалення [11]. Тому подальший пошук оптимальної системи оцінювання має забезпечити об'єктивне визначення рівня навчальних досягнень студентів.

І кожен викладач, незалежно від рівня знань і досягнень студента, повинен створити для нього умови, за яких останній зможе чітко усвідомити отриманий ним результат. Це, в свою чергу, має надати поштовх для самореалізації та самоствердження особистості здобувача освіти [12]. Таким чином, об'єктивне комплексне оцінювання дозволить кожному студенту розкрити свій внутрішній потенціал, спонукає до самовдосконалення, стане стимулом до отримання особистих досягнень і дасть можливість відчутти успіх. А успішний студент – це успішна людина, успішна особистість, творча, вільна, гуманна, духовно зріла і морально досконала, громадська відповідальна, активна, ініціативна, розумна, здатна до вирішення життєвих проблем, готова до самооцінки, самоосвіти, самовдосконалення та самореалізації [13].

Отже, взаємодія зі студентами, координація, синтез їхньої співпраці в інтересах досягнення поставленої мети є чи не найважливішою складовою у роботі викладача. У процесі своєї діяльності педагог впливає на свідомість студентів, пояснює сутність процесу засвоєння знань як безпосередньо, так і через сучасні засоби. Тому керівна роль викладача реалізується за допомогою взаємодії функцій планування, організації, стимулювання, контролю, корекції та інформаційного забезпечення [14–15]. І подальша оптимізація освітнього процесу буде залежати як від створення належних умов викладання, так і від розробки ефективних методик, які забезпечать позитивну мотивацію у студентів [16–18]. Тобто виклики сучасності вимагають запровадження в системі вищої освіти нових інноваційних підходів, насамперед, у сфері оцінювання знань.

Список літератури:

1. Городецький В.І. Особливості оцінювання знань студентів і методичні вказівки до виконання проекту: [методичні рекомендації]. Івано-Франківськ, 2013. 200 с.
2. Болонський процес в Україні 2005–2020: досягнення, виклики та перспективи. https://erasmusplus.org.ua/wp-content/uploads/2022/03/BolognaStudy_Ukraine2005_2020_NEO_ukr.pdf
3. Згуровський М.З. Болонський процес: головні принципи та шляхи структурного реформування вищої освіти України. К.: НТУУ «КПІ», 2006. 544 с.
4. Ільченко А.М., Шейко С.В. Вища освіта і Болонський процес. Навчально-методичний посібник. Полтава, 2014. 316 с. <https://dspace.pdau.edu.ua/server/api/core/bitstreams/9a344045-6928-4429-978e-0c8eb94813b2/content>
5. Рашкевич Ю.М. Болонський процес та нова парадигма вищої освіти. Львів: Львівська політехніка, 2014. 168 с.
6. Ковальчук З.Я. Критерії оптимізації навчання у вищому навчальному закладі. Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Психологія і педагогіка». Вип. 23. 2013. С. 112–121. <https://eprints.oa.edu.ua/2539/1/Kovalchuk.pdf>
7. Чавдаров С.Х., Грищенко М.М. Тарас Григорович Шевченко і народна освіта. Київ: Вид-во Київського ун-ту, 1961. 56 с.
8. Київський національний університет імені Тараса Шевченка : Незабутні постаті / [Авт.-упор. О. Матвійчук, Н. Струк]. Київ: Світ Успіху, 2005. 464 с.

9. Gamaliia V., Sichkarenko H., Zabuga A. Digitalization in education: modern challenges. Materials of the IX-th International scientific-practical conference: "Modern trends of foreign language training of future specialists of non-native specialties in the multicultural space". Kyiv. June 02, 2023. P. 44–51.

10. Єгорова І.В. Моніторинг та оцінювання якості освіти: навчально-методичний посібник. Івано-Франківськ, 2021. 141 с.

11. Дороніна Т.О. Теорія і практика вищої професійної освіти в Україні: навч. посіб. Кривий Ріг: КДПУ, 2018. 250 с.

12. Удосконалення змісту й технологій оцінювання якості підготовки майбутніх фахівців відповідно до вимог європейської асоціації якості освіти: Матеріали регіонального науково-практичного семінару / За ред. Г.В. Терещука. Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. В.Гнатюка, 2007. 160 с.

13. Підласий І.П. Практична педагогіка або три технології. Інтерактивний підручник для педагогів ринкової системи освіти. К.: ВД «Слово», 2004. 616 с.

14. Зварич І.М. Оцінювання професійної діяльності викладачів у вищих навчальних закладах США. Молодь і ринок. № 9. 2016. С. 19–25. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mir_2016_9_6

15. Ріжняк Р.Я. Розвиток інформатики та інформаційних технологій у вищих навчальних закладах України у другій половині ХХ – на початку ХХІ століття. Монографія. Кіровоград: В-во «КОД», 2014. 360 с.

16. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/344/2013#Text>

17. Моніторинг якості освіти: принципи, форми, вимоги. Довідник-посібник. Хмельницький: ХОІППО. 2013. 61 с.

18. Закон України «Про наукову і науково-технічну діяльність» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-19#Text>

Zabuga A.G. STUDENT PERFORMANCE ASSESSMENT AUTOMATION WITH MATHEMATICAL STATISTICS METHODS

The article is devoted to the problem of knowledge assessment in the period of reforming the higher education system in Ukraine. This issue became especially relevant after the introduction of distance learning in the vast majority of universities. It is known that the training quality of future specialists is affected by the constant using various types of pedagogical control. It is one of the effective stimulating means for the educational and cognitive activity of students. It is also noted that the results evaluation of knowledge acquisition by students in the process of studying the discipline is carried out on the basis of a system with definite criteria and indicators. They take into account the main structural components necessary for the formation of future specialists. Based on the regulations about the organization of the educational training process for specialists, according to which the control of the student's success is carried out using the ECTS system and the national scale, the author of the article has proposed his own method for assessing the level of acquired knowledge. This is an important element of creating optimal conditions for the effective operation using the new 100-point system of knowledge assessment in higher education institutions. Analyzing existing sources, the author formulated a problem statement. Based on the systematization of literary data, the purpose of this development is defined. In the process of implementing the proposed methodology, the author introduces some basic concepts, the explanation of which is also provided in the article. The classification of success levels and the corresponding division of students into groups is suggested. The relationship between progress indicators and the obtained results is highlighted. The mathematical methods used to calculate the quality of acquired knowledge are described. Using the methods of mathematical statistics, probabilistic criteria for determining the success of students are evaluated. The role of this method in the general context of the higher education system is analyzed. Suggestions for further development and optimization of the knowledge assessment process are provided.

Key words: rating system, ECTS scale, mathematical statistics, success rate, probability theory.