

■ МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 378.146

ПРОГНОСТИЧНА ВАЛІДНІСТЬ КОНКУРСНОГО БАЛА СТУДЕНТІВ-ПЕРШОКУРСНИКІВ ЕКОНОМІЧНОГО НАПРЯМКУ[©]

О.Ф. ШЕВЧУК,
кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри математики, фізики
та комп'ютерних технологій,
Вінницький національний
аграрний університет
(м. Вінниця)

У роботі вивчаються кореляційні зв'язки між конкурсним балом, балом ЗНО з математики та рейтинговим балом поточної успішності з вищої математики студентів галузі знань 07 «Управління та адміністрування». Розраховані значення прогностичної валідності вказують на досить тісний зв'язок між даними показниками і свідчать про адекватність застосованої системи оцінювання знань студентів. Запропоновано та реалізовано алгоритм виявлення аномальних рівнів у відхиленнях оцінок із вищої математики від конкурсного бала і бала ЗНО з математики. Показано, що значення таких відхилень розподілені за нормальним законом. Вказано на можливість інтеграції даного алгоритму в автоматизовану систему управління вищим навчальним закладом типу «Сократ» ВНАУ.

Ключові слова: коефіцієнт кореляції, прогностична валідність, аномальний рівень, нормальний закон розподілу, конкурсний бал, бал ЗНО з математики.

Рис. 8. Літ. 11.

Постановка проблеми. Підготовка бакалавра економічного профілю у ВНЗ III-IV рівнів акредитації передбачає опанування ним циклу природничо-математичних дисциплін даного фахового спрямування. Відповідно до навчальних планів галузі знань 07 «Управління та адміністрування» до таких нормативних дисциплін математичного напрямку можна віднести: вищу математику, теорію ймовірностей та математичну статистику, статистику, економетрику, оптимізаційні методи та моделі. Метою їх вивчення є засвоєння студентами базових математичних знань, необхідних під час розв'язування задач у професійній діяльності, зокрема, при побудові та аналізі економіко-математичних моделей економічних явищ та процесів [1]; вироблення навичок математичного дослідження прикладних задач, формування логічного мислення.

Фундаментом для вивчення цих дисциплін, безумовно, є знання з елементарної математики, тобто ті знання, що були отримані теперішніми студентами під час навчання у середніх загальноосвітніх школах I-III ступеня. Визначення рівня таких знань відбувається під час проведення зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО), після чого формується конкурсний бал абітурієнта, необхідний для участі у загальному

конкурсі під час вступу до ВНЗ. Позитивно, що у такому відборі ВНЗ має право самостійно формувати структуру конкурсних балів із використанням вагових коефіцієнтів та визначати мінімальне значення кількості балів на вступних випробуваннях, з якими вступник допускається до участі у конкурсі.

Такий підхід спонукає дослідників до вивчення прогностичної валідності конкурсного бала, проведення оцінки введених вагових коефіцієнтів та надання рекомендацій щодо обґрунтованості мінімального рівня конкурсного бала і бала ЗНО з окремих предметів. Нагадаємо, що у 2014 році така норма була фіксованою і складала для профільного предмета – 140 тестових балів, з непрофільного – 124. У 2018 році відбулось повернення до фіксованої межі у 150 балів для ряду спеціальностей галузі знань 22 «Охорона здоров'я» [2].

Формулювання цілей статті. Метою даної роботи є дослідження та аналіз статистичних зв'язків між результатами ЗНО, проведеного у 2017 році, та успішністю студентів першого курсу з вищої математики галузі знань 07 «Управління та адміністрування». Це дослідження містить розрахунок показників прогностичної валідності конкурсного відбору, встановлення обґрунтованого мінімально необхідного конкурсного бала та бала ЗНО з математики, як профільного предмету, а також апробацію алгоритму пошуку наявності аномальних рівнів оцінювання студентів першого курсу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Прогностичну валідність критеріїв відбору до закладів вищої освіти (ЗВО) досліджували Б.Ф. Паттерсон [3], Л.І. Бурдейна [1], Дж. Беард [4], Емілі Шоу [5], І.В. Гунько [1], В.П. Головенкін [7], Г.М. Калетнік, В.В. Ковтунець [6], Ф.В. Моцний [8] та інші.

Найґрунтовніші дослідження якості конкурсного відбору студентів вищих навчальних закладів за результатами ЗНО упродовж 2008-2015 років наведено у науково-практичному виданні [6]. Основу наукової праці представляють дослідження трьох вимірів якості системи прийому: прогностичної валідності конкурсного бала, справедливості оцінювання та їх суспільного сприйняття. У цій роботі наголошується на високій прогностичній валідності ЗНО, хоча показано, що для галузі знань 07 «Управління та адміністрування» її значення знаходиться лише в межах 0,41 – 0,54. Автори також наголошують на тому, що правила гри, у сенсі використання тестів ЗНО для прийому до ВНЗ та підсумкової шкільної атестації, постійно змінюються, а тому вивчення їхніх статистичних закономірностей залишається актуальним для дослідників.

Кардинально протилежний та критичний погляд на впровадження конкурсного бала ЗНО (та його навпаки низьку прогностичну валідність) наводиться в роботі [7]. Її автор вважає, що система шкалювання результатів ЗНО не є прозорою, маскує справжній рівень підготовки абітурієнтів й потребує удосконалення. За його спостереженнями, результати навчання студентів з вищої математики слабо пов'язані з балами відповідних сертифікатів ЗНО, а коефіцієнт кореляції екзаменаційних оцінок із балами ЗНО складає лише 0,45. З метою забезпечення підготовки елітних інженерних кадрів, автор пропонує ВНЗ встановити мінімальний рівень балів сертифікатів абітурієнтів із математики та фізики не менш як 170. На нашу думку, такий поріг є значно завищеним та статистично не обґрунтованим.

У контексті цих питань, однією з актуальних робіт є робота [8]. У ній автори отримали рівняння лінійної регресії, за допомогою якого вони прогнозують оцінки з математики на основі даних ЗНО. Встановлено, що оцінки ЗНО (на відміну від оцінок

атестатів про середню освіту) дають змогу ідентифікувати студентів, яким, у порівнянні з основною масою, для засвоєння матеріалу з математики необхідно прикласти значно більше зусиль. З'ясовано, що право на навчання у ВНЗ отримує також і певна частина абітурієнтів, які не мають достатніх знань із математики.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для проведення статистичного дослідження нами сформована вибірка загального конкурсного бала та бала ЗНО з математики студентів першокурсників ВНАУ галузі знань 07 «Управління та адміністрування». Кількість учасників спостереження складає 100 осіб, а їх ранжувальний ряд наведено на рис.1.

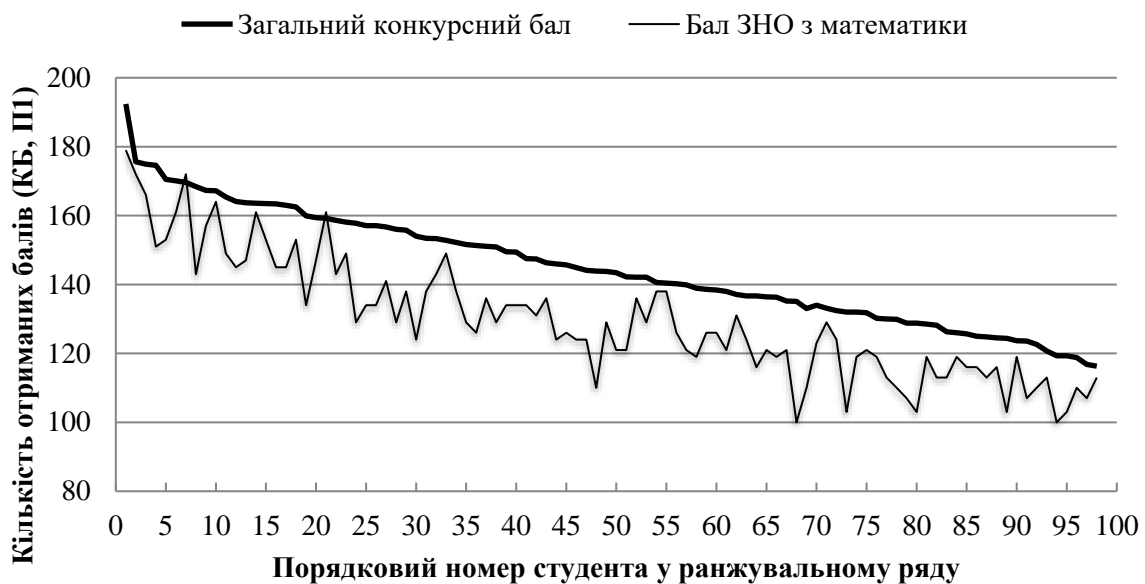


Рис. 1. Ранжувальний ряд конкурсного бала студентів першого курсу ВНАУ галузі знань 07 «Управління та адміністрування» та відповідний бал ЗНО з математики у 2017 році

Джерело: сформовано автором на основі [9]

Джерелом отриманих даних є інформаційна система «Конкурс» ГО «Центру освітньої політики» Міністерства освіти і науки України [9]. Даною системою конкурсний бал абітурієнтів у 2017 році розраховувався за новою методикою, що включає додаткові коефіцієнти: регіональний (РК), галузевий (ГК), сільський (СК) та першочерговий (ПК). Формула розрахунку конкурсного бала з відповідними ваговими коефіцієнтами для абітурієнтів ВНАУ галузі знань 07 «Управління та адміністрування» має вигляд:

$$KB = (0,45 \cdot П1 + 0,25 \cdot П2 + 0,2 \cdot П3 + 0,1 \cdot А) \cdot РК \cdot СК \cdot ПК, \quad (1)$$

де П1 – бал ЗНО з математики (профільний предмет);

П2 – бал ЗНО з української мови та літератури;

П3 – бал ЗНО з історії України або географії;

А – середній бал документа про освіту.

Відзначимо, що для галузі знань 07 «Управління та адміністрування» в формулі (1) не враховуються додаткові бали за підготовчі курси, а також галузевий коефіцієнт.

Аналізуючи дані наведені на рис. 1, можна зробити висновок, що незважаючи на те, що математика є профільним предметом із найвищим ваговим коефіцієнтом, її бал є значно нижчим та має відчутні коливання у порівнянні з конкурсним балом. Зазначимо, що лише дві особи мають бал ЗНО з математики вищий за конкурсний. Як виявилось, для даної вибірки така тенденція є закономірною (рис. 2), оскільки проведений кореляційний аналіз показав, що зв'язок між конкурсним балом та балом ЗНО з математики є досить тісним (коефіцієнт кореляції $R = 0,904$), а кореляційне рівняння має вигляд:

$$\text{КБ} = 0,8331 \cdot \text{П1} + 36,618. \quad (2)$$

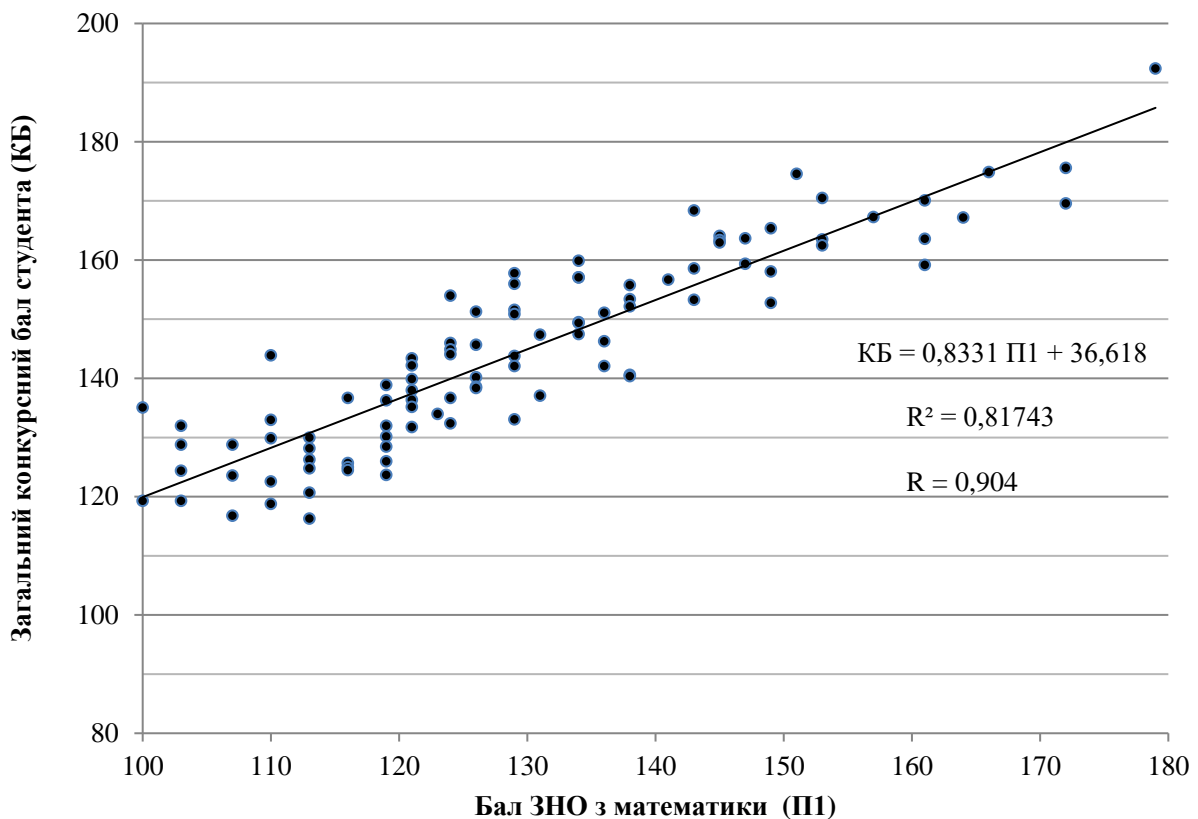


Рис. 2. Кореляційне поле залежності конкурсного бала студента від бала ЗНО з математики

Джерело: сформовано та розраховано автором на основі даних, наведених у [9]

Зменшення бала ЗНО з математики, порівняно з загальним конкурсним балом отриманої вибірки, пов'язане з наступними факторами:

- 1) штучним підвищенням конкурсного бала абітурієнта внаслідок введення регіонального коефіцієнту;
- 2) загальною тенденцією погіршення якості шкільної фізико-математичної підготовки абітурієнтів, що спостерігається останніми роками;
- 3) галузь знань 07 «Управління та адміністрування» (незважаючи на те, що математика є профільним предметом із досить великим ваговим коефіцієнтом) є привабливішою саме для гуманітарно-орієнтованих абітурієнтів, для яких бал ЗНО з другого П2 та третього П3 предмету є значно вищим за бал ЗНО з математики П1.

Введення загального конкурсного бала саме за формулою (1) при формуванні рейтингового ранжувального ряду абітурієнтів, на нашу думку, повинно задовольняти такі три основні умови:

1) проведення незалежного та адекватного замірювання знань кожного абітурієнта з обраних ним дисциплін (реалізується внаслідок складання ЗНО, врахування середнього бала атестату та бала за проходження додаткових курсів, при їх наявності);

2) забезпечення відбору саме тих абітурієнтів, що спроможні краще навчатися за обраною спеціальністю (це завдання реалізується шляхом визначення профільного предмета для відповідного фахового напрямку та введенням вагових коефіцієнтів дисциплін ЗНО для цього напрямку);

3) врахування соціальних, міграційних та галузевих проблем (реалізується шляхом введення у формулі (1) регіонального, галузевого, сільського та першочергового коефіцієнтів).

З точки зору ВНЗ, виділення абітурієнтів, що здатні краще навчатися та визначення обґрунтованого значення мінімальної кількості балів на вступних випробуваннях, з якими абітурієнт допускається до участі у конкурсі, є одним із пріоритетних завдань. У роботах [6-7] така оцінка відповідності конкурсного бала результатам навчання студента на першому курсі проводиться за допомогою показника прогностичної валідності конкурсного відбору. Тобто, за допомогою коефіцієнта кореляції між показником, за яким здійснюється конкурсний відбір і результатами навчання студента упродовж першого року.

Порівняємо результати навчання студентів ВНАУ галузі знань 07 «Управління та адміністрування» з вищої математики із конкурсним балом та балом ЗНО з математики (рис. 3). Для кращого сприйняття статистичних даних на рис. 3 подаються відносні значення конкурсного бала ($KB^* = KB/200$), бала ЗНО з математики ($П1^* = П1/200$) та бала поточного контролю із вищої математики ($ВМ^* = ВМ/35$). Відзначимо, що в I семестрі для даної галузі знань з вищої математики було заплановано лише поточний контроль із максимально можливими 35 балами, отже саме відносно цього значення і проводилось нормування.

Аналіз даних, наведених на рис. 3, показує, що у першій половині ранжувального ряду (до пунктирної вертикальної прямої) спостерігається значною мірою узгодженість результатів оцінювання, за винятком декількох викидань та яскраво вираженого значення аномального характеру. Для підтвердження припущення про його аномальність, далі нами буде проведено відповідну статистичну оцінку.

Також, привертає увагу до себе той факт, що у другій половині ранжувального ряду (після пунктирної вертикальної прямої) всі значення відносного рейтингу з вищої математики не перевищують 0,5. Це характерно для тих студентів, що не набирають половини балів поточного контролю, які згідно з Положенням про порядок оцінювання знань здобувачів вищої освіти у ВНАУ [10] є граничними для отримання допуску до екзамену. Таким чином можна виділити групу студентів із відносно низькою успішністю. Відзначимо також, що такі студенти є і в першій половині ряду, але їх кількість є незначною, а результат оцінювання частини з них, як покажемо далі, може носити аномальний характер.

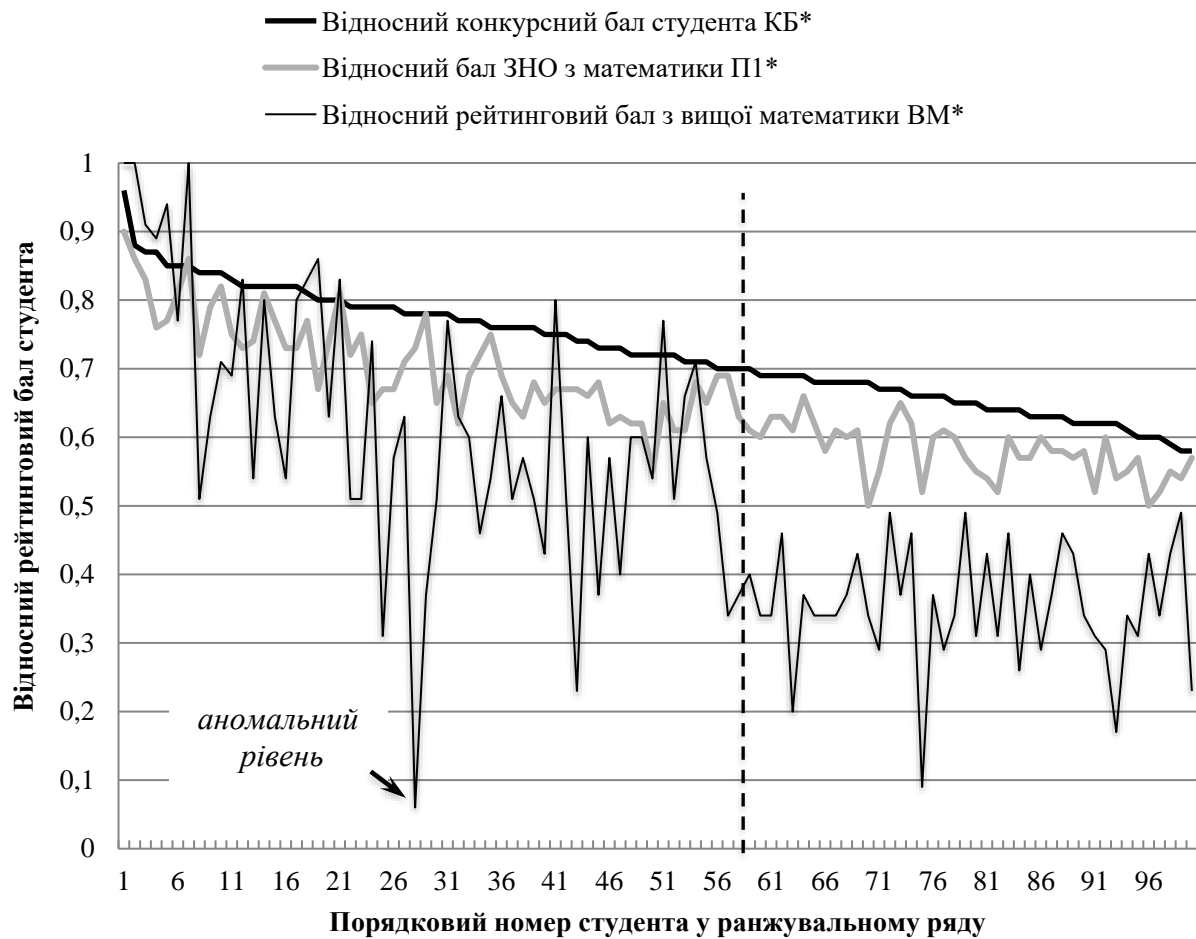


Рис. 3. Ранжувальний ряд відносного конкурсного бала студентів першого курсу ВНАУ галузі знань 07 «Управління та адміністрування» та відповідні відносні бали ЗНО з математики, відносні бали поточного контролю з вищої математики у 2017 році

Джерело: сформовано автором на основі власних спостережень та даних, наведених у [9]

Для проведення детального аналізу та знаходження статистичних оцінок отриманих результатів, нами побудоване кореляційне поле залежності відносного бала з вищої математики від бала ЗНО з математики (рис. 4) та від загального конкурсного бала (рис. 5).

Кореляційне поле (рис. 4 та рис. 5) умовно поділимо на чотири квадранти (I та III не типової успішності, II та IV типової успішності):

I – квадрант групи студентів із відносно низьким балом ЗНО з математики (а для рис. 5 – низьким конкурсним балом) та відносно високим балом із вищої математики;

II – квадрант групи студентів із високим балом ЗНО з математики (а для рис. 5 – високим конкурсним балом) та високим балом із вищої математики;

III – квадрант групи студентів із високим балом ЗНО з математики (а для рис. 5 – високим конкурсним балом) та низьким балом із вищої математики;

IV – квадрант групи студентів із низьким балом ЗНО з математики (а для рис. 5 – низьким конкурсним балом) та низьким балом із вищої математики.

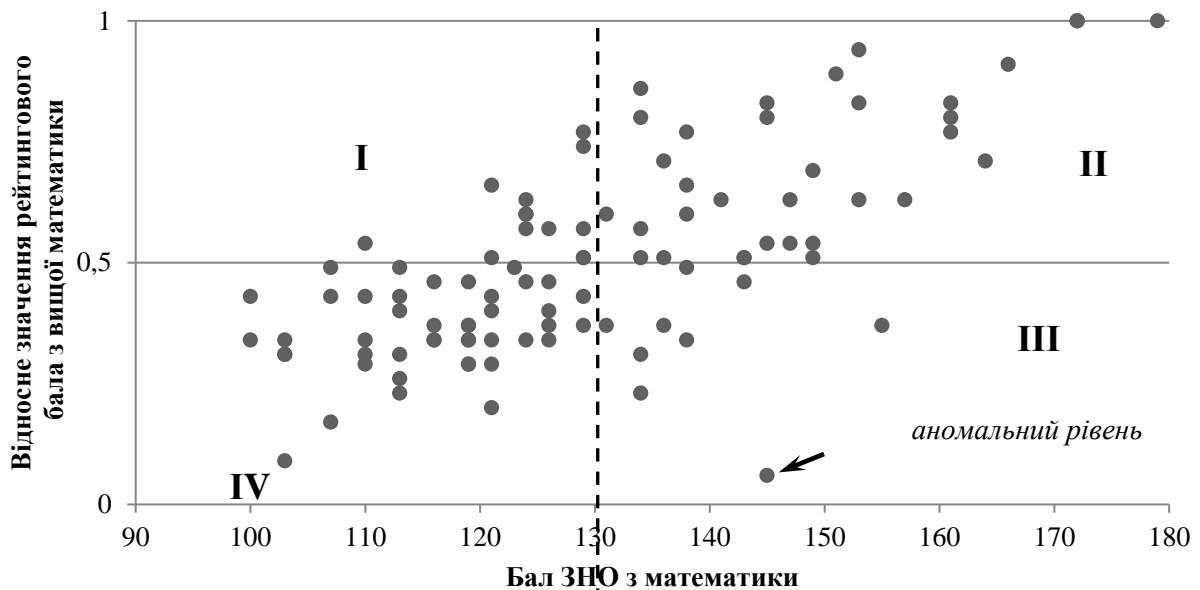


Рис. 4. Кореляційне поле залежності відносного бала з вищої математики від бала ЗНО з математики

Джерело: сформовано автором на основі власних спостережень та даних, наведених у [9]

Виділення квадрантів проведено за допомогою горизонтальної прямої $y = 0,5$, яка відокремлює результати тих студентів, що не набирають половини можливих балів із вищої математики та вертикальної прямої (пунктирна лінія), яка отримана за умови, що сума кількості значень, які потрапляють у I та III квадрант (квадранти не типового оцінювання) повинна бути мінімальною.

Із рисунків бачимо, що найкраще така умова виконується на рис. 5 – значення, що потрапляють у квадрант I відсутні, а в III квадранті знаходиться лише вісім точок. Для рис. 4 таких точок значно більше. Цей результат свідчить про те, що бали з вищої математики краще узгоджуються з конкурсним балом, аніж з балом ЗНО з математики (рис. 4 та рис. 5). За таких умов, пунктирні лінії можна використати як умовний орієнтир при встановленні мінімально необхідного бала для участі у конкурсі даної галузі знань. Виходячи із зазначеного вище, бачимо, що ними є 141 конкурсний бал та 127 балів ЗНО з математики. Ці запропоновані порогові значення з невеликою похибкою задовольняють вище отримане кореляційне рівняння (2).

Зазначимо, що у випадку бала ЗНО з математики існує певна похибка такого оцінювання (квадрант I на рис. 4 містить декілька точок), і тому при встановленні мінімальної межі краще орієнтуватися саме на конкурсний бал. Такий, можливо дещо несподіваний результат можна пояснити тим, що матеріал, який вивчається студентами з вищої математики у I семестрі (зокрема, лінійна та векторна алгебра, аналітична геометрія) лише частково пов'язаний зі шкільною математикою і для його опанування достатньо базових навичок та наполегливості. Для підтвердження зроблених висновків доцільно провести відповідний кореляційний аналіз за статистичними даними та розрахувати показники прогностичної валідності конкурсного бала та бала ЗНО з математики.

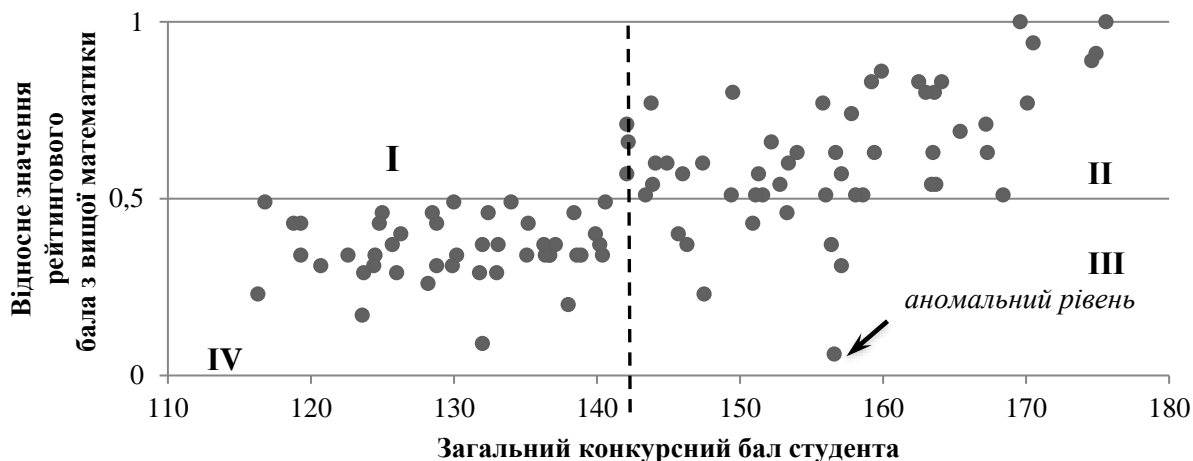


Рис. 5. Кореляційне поле залежності відносного бала з вищої математики від загального конкурсного бала студента

Джерело: сформовано автором на основі власних спостережень та даних, наведених у [9]

Такий аналіз, на нашу думку, доцільно виконувати лише після вилучення можливих аномальних рівнів, які могли виникнути в результаті оцінювання знань студентів. Їх наявність може значно викривити результат розрахунку показників прогностичної валідності.

Тестувати на аномальність пропонуємо ряди відхилень у результатах оцінювання (КБ* – ВМ*) та (ПІ* – ВМ*) за таким алгоритмом:

1. Розраховуємо ряди значень відхилень $\Delta_1 = (КБ^* - ВМ^*)$ та $\Delta_2 = (ПІ^* - ВМ^*)$; знаходимо їхнє середнє ($\Delta_{1\text{сеп}} = 0,2176$, $\Delta_{2\text{сеп}} = 0,1466$) та середнє квадратичнє відхилення ($s_1 = 0,1552$, $s_2 = 0,1558$).

2. Висуваємо гіпотезу про нормальний розподіл рядів відхилень Δ_1 та Δ_2 .

3. Проводимо нормування статистичних даних за формулою $k_i = (\Delta_{\text{сеп}} - \Delta_i)/s$ та за отриманими значеннями будуємо гістограми (рис. 6 та рис. 7).

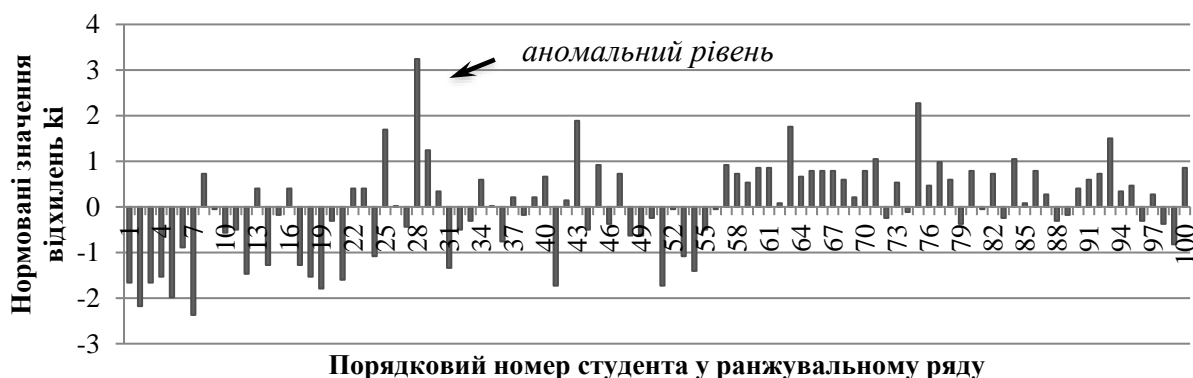


Рис. 6. Гістограма нормованих значень відхилень бала з вищої математики від конкурсного бала студентів ВНАУ галузі знань 07 «Управління та адміністрування»

Джерело: розраховано автором на основі власних спостережень та даних, наведених у [9]

4. Ті значення, для яких виконується нерівність $|k_i| > 3$, приймаємо за аномальні та виключаємо їх із статистичного розподілу.



Рис. 7. Гістограма нормованих значень відхилень бала з вищої математики від бала ЗНО з математики студентів ВНАУ галузі знань 07 «Управління та адміністрування»

Джерело: розраховано автором на основі власних спостережень та даних, наведених у [9]

Як видно з рис. 6 та рис. 7, дану умову задовольняє лише один спільний для обох гістограм рівень, який ми інтуїтивно вже відзначили на рис. 3-5. Аналіз показує, що це значення відповідає результату успішності студента, який, у зв'язку з тривалою хворобою, пропустив 90% навчальних занять та практично не брав участь у поточному контролі, а отже його результат не є закономірним і справді носить аномальний характер. Відзначимо також, що даний студент має порівняно високий конкурсний бал (156,6) та бал ЗНО з математики (145), а тому різниця у балах оцінювання виявилась досить значною. Наведена методика не ідентифікувала б цей результат, у випадку студента з низьким конкурсним балом та балом ЗНО з математики, фіксуючи його як закономірний.

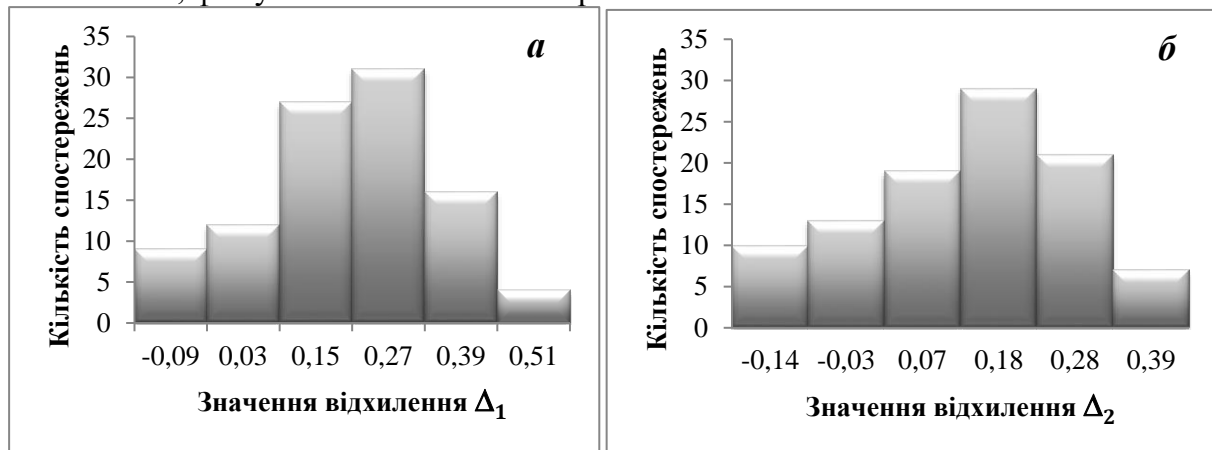


Рис. 8. Гістограми інтервальних рядів відхилень Δ_1 (а) та Δ_2 (б)

Джерело: розраховано автором на основі власних спостережень та даних, наведених у [9]

Аргументуємо, що виконання нерівності $|k_i| > 3$ відповідає відомому правилу «трьох сигм», згідно з яким, відхилення нормально розподіленої випадкової величини від її математичного сподівання не перевищує за абсолютною величиною

3σ з імовірністю 0,9973. Для нашої вибірки, значення, для яких $|k_i| > 3$, є аномальними. Це твердження досить тісно узгоджується з методикою виявлення грубих помилок експерименту за критичними точками Граббса [11].

Зазначимо, що, наприклад, умова $|k_i| < 2$, для нормального розподілу виконується з імовірністю 0,9544. Отже, для вибірки обсягом $n = 100$ можуть спостерігатися лише декілька значень, для яких $|k_i| > 2$. Таких значень на рис. 6 спостерігається три, а на рис. 5 лише два, а тому немає підстав вважати їх аномальними.

Всі наведені міркування є справедливими лише у випадку нормального закону розподілу рядів відхилень Δ_1 та Δ_2 , тому на наступному етапі проводимо перевірку такої гіпотези.

5. Гіпотезу про нормальний розподіл рядів відхилень Δ_1 та Δ_2 перевіряємо за критерієм Пірсона.

Для цього ми будемо інтервальні ряди відхилень Δ_1 та Δ_2 , гістограми яких подано на рис. 8; розраховуємо емпіричні та теоретичні частоти та знаходимо значення критерію Пірсона. Порівняння значення критерію Пірсона з критичною точкою розподілу χ^2 підтвердило гіпотезу про нормальний розподіл рядів відхилень Δ_1 та Δ_2 на рівні значущості $\alpha = 0,05$.

Після вилучення аномального рівня були розраховані показники прогностичної валідності конкурсного бала та бала ЗНО з математики. Їхні значення $R = 0,776$ та $R = 0,747$ відповідно підтверджують тісний зв'язок між наведеними характеристиками та рейтинговим балом поточного контролю з вищої математики. З іншого боку, такий результат може свідчити і про узгодженість обраних методик оцінювання результатів успішності абітурієнта на I етапі (внаслідок проведення ЗНО) і студента-першокурсника на II етапі (внаслідок проведення поточного семестрового контролю).

Виходячи з того, що у 2017 році при розрахунку конкурсного бала абітурієнта вперше були застосовані додаткові коригувальні коефіцієнти (регіональний, галузевий, сільський та першочерговий), актуальним є питання щодо вивченню їхнього впливу на прогностичну валідність конкурсного відбору. Це буде темою наших досліджень у наступних публікаціях.

Висновки. Проведене статистичне дослідження доводить наявність досить тісного кореляційного зв'язку між конкурсним балом та балом поточного контролю знань із вищої математики (показник прогностичної валідності $R = 0,776$), а також між балом ЗНО з математики та балом із вищої математики (показник прогностичної валідності $R = 0,747$) у студентів ВНАУ галузі знань 07 «Управління та адміністрування». Це, своєю чергою, свідчить про адекватність та ефективність обраної методики оцінювання знань студентів із вищої математики і дає змогу обґрунтовано встановлювати мінімально допустимий бал для участі абітурієнта в конкурсі. Для даної вибірки це 141 конкурсний бал та 127 балів ЗНО з математики.

З іншого боку, розглянуті підходи можна використати для виявлення групи студентів із прогнозовано низькою успішністю. Для такої групи студентів можна планувати корегування навчальних планів, а саме: введення додаткових курсів із елементарної математики, збільшення кількості практичних занять із дисциплін економіко-математичного напрямку, а також застосування інноваційно-орієнтованих методик навчання тощо.

Запропонований та практично апробований алгоритм виявлення аномальних значень поточного оцінювання знань студентів з вищої математики доводить свою ефективність, а отже й доцільність його використання при оцінюванні результатів успішності в інших дисциплінах. Впровадження даного алгоритму в автоматизованих системах управління діяльністю ЗВО типу Сократ ВНАУ дозволяє отримати новий автоматизований інструмент контролю рівня знань студентів.

Роботу виконано в рамках наукової ініціативної тематики кафедри математики, фізики та комп'ютерних технологій ВНАУ «Формування інноваційної компетентності майбутніх аграріїв в умовах Всеукраїнського науково-навчального консорціуму» (реєстраційний номер 0117U003960).

Список використаних джерел

1. Гунько І.В. Теоретичні основи використання економіко-статистичних методів у наукових дослідженнях студентської молоді вищих навчальних закладів аграрного профілю / І.В. Гунько, О. І. Присяжнюк, Л. І. Бурдейна // Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики. – 2018. – № 1. – С. 33-43.
2. Умови прийому на навчання до закладів вищої освіти України в 2018 році : Наказ Міністерства освіти і науки України від 13.10.2017. № 1378 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z1397-17/page#n17>.
3. Patterson B. F. Validity of the SAT for predicting first-year grades: 2010 SAT validity sample / B. F. Patterson, K. D. Mattern, // College Board Statistical Report. 2013. – № 2013-2. Retrieved from: <http://research.collegeboard.org/sr2013-2.pdf>.
4. Beard Jonathan. Validity of the SAT for Predicting First-Year Grades: 2013 SAT Validity Sample / Jonathan Beard, Jessica Marini // College Board Research Report. 2018. Retrieved from: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED582459.pdf>.
5. Shaw E. J. An SAT validity primer / E. J. Shaw // College Board Research Report. 2015. – № 2015-6. Retrieved from: <http://research.collegeboard.org/sites/default/files/publications/2015/6/research-report-sat-validity-primer.pdf>.
6. Дослідження якості конкурсного відбору студентів вищих навчальних закладів за результатами зовнішнього незалежного оцінювання: аналітичні матеріали / За редакцією В. В. Ковтунця і С. А. Ракова. – К.: Нора-Друк, 2015. – 160 с. Режим доступу : https://ihed.org.ua/images/biblioteka/yakist_vidboru_studentiv_za_ZNO_Kovtunec-Rakova_2015_160p.pdf.
7. Головенкін В.П. Щодо якості підготовки абітурієнтів та зовнішнього незалежного оцінювання [Електрон. ресурс] / В. П. Головенкін. – Режим доступу: <http://kpi.ua/quality>.
8. Моцний Ф.В. Статистичне порівняння результатів ЗНО з оцінками студентів-першокурсників / Ф.В. Моцний, М.Є. Сіницький // Порівняльні статистичні дослідження розвитку соціально-економічних систем: Матеріали XV міжнародної науково-практичної конференції з нагоди дня працівників статистики. – К.: «Інформаційно-аналітичне агентство», 2017. – С. 279-282.
9. Інформаційна система “Конкурс” [Електрон. ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ : VSTUP.INFO, Міністерство освіти і науки України, ГО “Центр освітньої політики”, 2008-2017. – Режим доступу : <http://www.vstup.info/2017/i2017i77.html> (дата звернення 10.01.2018).
10. Положення про порядок оцінювання знань здобувачів вищої освіти у Вінницькому національному аграрному університеті (ухвалено Вченою радою ВНАУ протокол №5 від 25 листопада 2016 р.) Режим доступу: [http://vsau.org/web/vsau/vsau.nsf/16f6d6ee76bfca88c2256fc7003eb153/b238cee15f7ba5c2257e61003039c5/\\$FILE/jpg2pdf%20\(1\).pdf](http://vsau.org/web/vsau/vsau.nsf/16f6d6ee76bfca88c2256fc7003eb153/b238cee15f7ba5c2257e61003039c5/$FILE/jpg2pdf%20(1).pdf).

11. Grubbs Frank E. Procedures for Detecting Outlying Observations in Samples / Frank E. Grubbs // *Technometrics*. – 1969. – Vol. 11. – No. 1. – P. 1-21. Режим доступу : [http://webspaces.ship.edu/pgmarr/Geo441/Readings/Grubbs% 201969%20-%20Detecting % 20outlying%20observations%20in%20samples.pdf](http://webspaces.ship.edu/pgmarr/Geo441/Readings/Grubbs%201969%20-%20Detecting%20outlying%20observations%20in%20samples.pdf).

Список використаних джерел у транслітерації / References

1. Hunko I.V. Teoretychni osnovy vykorystannia ekonomiko-statystychnykh metodiv u naukovykh doslidzhenniakh studentskoi molodi vyshchykh navchalnykh zakladiv ahrarnoho profilu / I.V. Hunko, O.I. Prysiazhniuk, L.I. Burdeina // *Ekonomika. Finansy. Menedzhment: aktualni pytannia nauky i praktyky*. – 2018. – № 1. – S.33-43.

2. Umovy pryiomu na navchannia do zakladiv vyshchoi osvity Ukrainy v 2018 rotsi : Nakaz Ministerstva osvity i nauky Ukrainy vid 13.10.2017. № 1378 [Elektron. resurs]. – Rezhym dostupu: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z1397-17/page#n17>.

3. Patterson B.F. Validity of the SAT for predicting first-year grades: 2010 SAT validity sample / B.F. Patterson, K.D. Mattern, // *College Board Statistical Report*. 2013. – № 2013-2. Retrieved from: <http://research.collegeboard.org/sr2013-2.pdf>

4. Beard Jonathan. Validity of the SAT for Predicting First-Year Grades: 2013 SAT Validity Sample / Jonathan Beard, Jessica Marini // *College Board Research Report*. 2018. Retrieved from: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED582459.pdf>

5. Shaw E. J. An SAT validity primer / E. J. Shaw // *College Board Research Report*. 2015. – № 2015-6. Retrieved from: <http://research.collegeboard.org/sites/default/files/publications/2015/6/research-report-sat-validity-primer.pdf>

6. Doslidzhennia yakosti konkursnogo vidboru studentiv vyshchykh navchalnykh zakladiv za rezultaty zovnishnoho nezalezhnogo otsiniuvannia: analitychni materialy / Za redaktsiieiu V.V. Kovtunetsia i S.A. Rakova. – K.: Nora –Druk, 2015. – 160 s. Rezhym dostupu: [https://ihed.org.ua/images/biblioteka/yakist_ vidboru_studentiv_za_ZNO_Kovtunec-Rakova_2015_160p.pdf](https://ihed.org.ua/images/biblioteka/yakist_vidboru_studentiv_za_ZNO_Kovtunec-Rakova_2015_160p.pdf)

7. Holovenkin V.P. Shchodo yakosti pidhotovky abiturientiv ta zovnishnoho nezalezhnogo otsiniuvannia [Elektron. resurs] / V.P. Holovenkin. – Rezhym dostupu: <http://kpi.ua/quality>.

8. Motsnyi F.V. Statystychno porivniannia rezultativ ZNO z otsinkamy studentiv-pershokursnykiv / F.V. Motsnyi, M.Ye. Sinytskyi // *Porivnialni statystychni doslidzhennia rozvytku sotsialno-ekonomichnykh system: Materialy XV mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii z nahody dnia pratsivnykiv statystyky*. – K.: "Informatsiino-analitchne ahentstvo"2017. – S. 279-282.

9. Informatsiina systema “Konkurs” [Elektron. resurs] : [Veb-sait]. – Elektronni dani. – Kyiv : VSTUP.INFO, Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy, HO “Tsentr osvitnoi polityky”, 2008-2017. – Rezhym dostupu : <http://www.vstup.info/2017/i2017i77.html> (data zvernennia 10.01.2018).

10. Polozhennia pro poriadok otsiniuvannia znan zdobuvachiv vyshchoi osvity u Vinnytskomu natsionalnomu ahrarnomu universyteti (ukhvaleno Vchenoiu radoiu VNAU protokol №5 vid 25 lystopada 2016 r.) Rezhym dostupu : [http://vsau.org/web/vsau/vsau.nsf/16f6d6ee76bfca88c2256fc7003eb153/b238cee15fbe7ba5c2257e61003039c5/\\$FILE/jpg2pdf%20\(1\).pdf](http://vsau.org/web/vsau/vsau.nsf/16f6d6ee76bfca88c2256fc7003eb153/b238cee15fbe7ba5c2257e61003039c5/$FILE/jpg2pdf%20(1).pdf).

11. Grubbs Frank E. Procedures for Detecting Outlying Observations in Samples / Frank E. Grubbs // Technometrics. – 1969. – Vol. 11. – No. 1. – P. 1-21. Режим доступа : [http://webpace.ship.edu/pgmarr/Geo441/Readings/Grubbs% 201969%20-%20Detecting % 20outlying%20observations%20in%20samples.pdf](http://webpace.ship.edu/pgmarr/Geo441/Readings/Grubbs%201969%20-%20Detecting%20outlying%20observations%20in%20samples.pdf).

**ANNOTATION
THE COMPETITIVE GRADE PROGNOSTIC VALIDITY OF
FIRST-YEAR STUDENTS OF ECONOMIC DIRECTION**

*SHEVCHUK Oleksandr,
Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor of the Department of Mathematics,
Physics and Computer Technologies
Vinnytsia National Agrarian University
(Vinnytsia)*

The paper examines the correlation relations between the competitive grade, the EIE grade in mathematics and the rating point of current progress in higher mathematics of the students of the field of knowledge 07 "Management and administration". Calculated values of prognostic validity indicate a fairly close relationship between these indicators and indicate the adequacy of the applied system for assessing student knowledge. An algorithm for detecting abnormal levels in the deviations of ratings in higher mathematics from the competitive grade and the EIE grade in mathematics is proposed and implemented. It is shown that the values of such deviations are distributed according to the normal law. It is indicated on the possibility of integrating this algorithm into an automated control system of a higher educational institution of the "Socrates" type of VNAU.

Key words: correlation coefficient, prognostic validity, abnormal level, normal distribution law, competitive grade, EIE grade in mathematics.

Fig. 8. Lit. 11.

**АННОТАЦИЯ
ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ ВАЛИДНОСТЬ КОНКУРСНОГО БАЛЛА
СТУДЕНТОВ-ПЕРВОКУРСНИКОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ**

*ШЕВЧУК Александр Федорович,
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры математики, физики и компьютерных технологий,
Винницкий национальный аграрный университет
(г. Винница)*

В работе изучаются корреляционные связи между конкурсным баллом, баллом ВНО по математике и рейтинговым баллом текущей успеваемости по высшей математике студентов области знаний 07 «Управление и администрирование». Рассчитанные значения прогностической валидности указывают на достаточно тесную связь между данными показателями и свидетельствуют об адекватности примененной системы оценивания знаний студентов. Предложен и реализован алгоритм выявления аномальных уровней в отклонениях оценок по высшей математике от конкурсного балла и балла ВНО по математике. Показано, что значение таких отклонений распределены по нормальному закону. Указано на возможность интеграции данного алгоритма в автоматизированную систему управления высшим учебным заведением типа "Сократ" ВНАУ.

Ключевые слова: коэффициент корреляции, прогностическая валидность, аномальный уровень, нормальный закон распределения, конкурсный балл, балл ВНО по математике.

Рис. 8. Лит. 11.

Інформація про автора

ШЕВЧУК Олександр Федорович – кандидат фізико-математичних наук, доцент, Вінницький національний аграрний університет (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: shevchuk177@gmail.com).

SHEVCHUK Oleksandr – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, 3, Soniachna Str: e-mail: shevchuk177@gmail.com).

ШЕВЧУК Александр Федорович – кандидат физико-математических наук, доцент, Винницкий национальный аграрный университет (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3, e-mail: shevchuk177@gmail.com).



УДК 681.518.3

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ МАТЕМАТИЧНОГО ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СУПЕРПОЗИЦІЇ РІВНОМІРНОГО І ПУАССОНІВСЬКОГО ПОТОКІВ ТРАНЗАКЦІЙ[©]

О.І. ПІДГУРСЬКИЙ,
*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри моделювання та
інформаційних технологій в економіці,
Вінницький національний
аграрний університет
(м. Вінниця)*

У роботі створено та апробовано дві імітаційні моделі неоднорідного гібридного потоку транзакцій, що є результатом суперпозиції рівномірного та пуассонівського потоків. Перша модель імітує процеси генерації двох незалежних потоків транзакцій (рівномірного і пуассонівського) з подальшою їх суперпозицією. Друга імітаційна модель створена із використанням математичної моделі суперпозиції рівномірного та пуассонівського потоків транзакцій. На основі математичної моделі побудовано генератор псевдовипадкових чисел, що безпосередньо визначає інтервали часу між транзакціями гібридного потоку. Проведено аналітичні дослідження результатів експериментів з математичною та імітаційними моделями гібридного потоку та сформульовано висновки про адекватність цих моделей. Робота містить матеріали, що отримані у результаті розвитку попередніх досліджень автора.

© О.І. ПІДГУРСЬКИЙ, 2018