УДК 37.091.26:004.9

Диховичний Олександр Олександрович
доцент, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математичного аналізу та теорії ймовірностей
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна
a.dyx@mail.ru

Дудко Анна Федорівна
аспірант кафедри математичного аналізу та теорії ймовірностей
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна
mycenae@ukr.net

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ФУНКЦІЇ ДЛЯ АНАЛІЗУ І ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕСТІВ З ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

Анотація. У статті досліджено питання аналізу ефективності педагогічних тестів на підставі розрахунку інформаційних функцій. Наведено алгоритми обчислення й аналізу інформаційної функції залежно від типу тестового завдання і від обраної моделі сучасної теорії параметризації тестових завдань, Item Response Theory (IRT). Розроблено методику аналізу і підвищення ефективності тестів з вищої математики і продемонстровано її застосування до контрольної роботи на тему «Диференціальне числення функцій однієї змінної», яку було проведено для студентів першого курсу РТФ та ІТС НТУУ «КПІ» у 2013 році.

Ключові слова: інформаційна функція; рівень підготовленості іспитника; IRT-моделі; методика аналізу і підвищення ефективності тесту; тестування з вищої математики.

1. ВСТУП

Постановка проблеми. Сучасний підхід до навчання математики, у тому числі і вищої, передбачає всебічне застосування тестового підходу в оцінюванні знань. Так у НТУУ «КПІ» кафедрою математичного аналізу та теорії ймовірностей організовано комп'ютерне тестування з вищої математики з використанням створеного викладачами кафедри комплекту дистанційних курсів «Вища математика» [11]. У ході використання комплекту виникає необхідність розширення бази тестових завдань. Це, у свою чергу, потребує створення методики аналізу і підвищення ефективності тестів.

Аналіз актуальних досліджень і публікацій. Серед методів аналізу результатів педагогічних тестів виділяються IRT-методи [1]. Однією з компонент такого аналізу є дослідження інформаційної функції для оцінки ефективності тесту. Це дослідження дає підставу для постановки питання про створення тесту, який би найбільш оптимально відповідав даному рівню підготовленості групи студентів.

Поняття кількості інформації розглядалось у роботах Р. А. Фішера , А. Бірнбаума, Ф. М. Лорда, Г. Кендала та А. Стюарта, Р. К. Хемблтона. У 1968 році у роботі [2] А. Бірнбаумом було введене поняття інформаційної функції і виведено загальну формулу інформаційної функції для дихотомічних завдань. Дослідженню інформаційної функції для дихотомічних завдань присвячено роботи багатьох авторів, зокрема, роботи Ф. Бейкера [1]. Формула інформаційної функції для політомічних завдань була отримана Ф. Семеїмою [5] у 1969 році. У роботі [4] Е. Муракі досліджувалась інформаційна функція для узагальненої Partial Credit моделі.

Вітчизняні дослідження в цій галузі були практично відсутні. Лише частково інформаційна функція розглядалась Т. В. Лісовою [10], М. Б. Челишковою [12], В. С. Аванессовим [6], Н. Ф. Єфремовою [8], В. С. Кімом [9].

Незважаючи на широке коло робіт, у яких розглядається питання ефективності, єдина комплексна методика аналізу і підвищення ефективності тестів у літературі не зустрічається.

Метою статті є зібрати окремі елементи аналізу якості педагогічних тестів з вищої математики у єдину методику аналізу і підвищення ефективності тестів.

2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Методами даного дослідження є IRT-методи, в основу яких покладено ідею Г. Раша [7] впровадження таких латентних параметрів:

– підготовленості іспитника $\theta_i,\ i=\overline{1,N},$ де N – кількість іспитників;

– складності завдання тесту $\beta_j,\ j=\overline{1,K},$ де K –- кількість завдань у тесті.

Імовірність правильної відповіді i-го іспитника на j-те дихотомічне завдання тесту, тобто завдання, виконання якого оцінюється альтернативно: виконане правильно або виконане неправильно, визначається так:

$$P_{ij}=\frac{1}{1+\exp(-(\theta_i-\beta_j))},\ i=\overline{1,N},\ j=\overline{1,K}.$$

Залежність імовірності від неперервного параметру θ за фіксованого значення β_j називають характеристичною кривою j-го завдання тесту (рис. 1):

$$P_j(\theta)=\frac{1}{1+\exp(-(\theta-\beta_j))},\ j=\overline{1,K} \qquad (1)$$

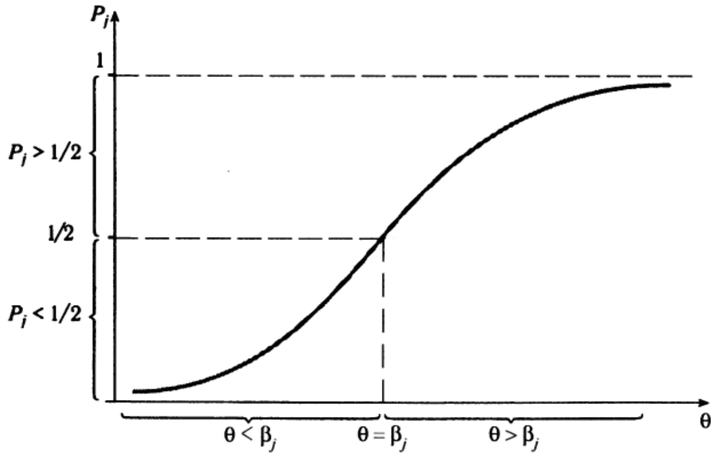


Рис. 1. Характеристична крива завдання

2.1. Поняття інформаційної функції

Для оцінки ефективності окремих тестових завдань і тесту в цілому в рамках IRT впроваджується інформаційна функція. Вона показує, наскільки ефективно дане завдання тесту оцінює іспитника з певним значенням параметра підготовленості.

Інформаційна функція базується на понятті кількості інформації, яка забезпечується оцінкою параметра θза j-те завдання, має такий вигляд [10]:

$$I_j(\theta)=\frac{\left(E_j'(\theta)\right)^2}{\sigma_j^2(\theta)},\ j=\overline{1,K}, \qquad (2)$$

де K – кількість завдань в тесті; $E_j(\theta)$ – математичне сподівання оцінки параметра $\theta; E'_j(\theta)$ – похідна математичного сподівання оцінки параметра $\theta; \sigma_j^2(\theta)$ – стандартне відхилення оцінки параметра θ.

Якщо завдання дихотомічне, то на підставі (2) його інформаційну функцію можна записати так:

$$I_j(\theta) = \frac{\left(P'_j(\theta)\right)^2}{P_j(\theta)\left(1 - P_j(\theta)\right)}, \qquad (3)$$

де $P_j(\theta)$ – ймовірність правильної відповіді на *j*-те завдання, яка залежить від обраної моделі.

У чисельнику функції (3) маємо похідну характеристичної функції завдання, яка досягає максимуму у точці перегину. Оскільки точці перегину відповідає значення $\theta = \beta_j$ (рис. 1), то можемо зробити висновок, що для оцінювання конкретного значення рівня підготовки i-ого іспитника θ_i найбільш інформативними будуть завдання з околу точки θ_i. Такі завдання вважаються найбільш інформативними і вони мають найменшу стандартну похибку.

Для однопараметричної моделі Раша, враховуючи формулу (1),

$$P'_j = P_j Q_j,\ j = \overline{1,K}$$

тому

$$I_j(\theta) = P_j(\theta) Q_j(\theta),\ j = \overline{1,K}.$$

де $Q_j = 1 - P_j,\ j = \overline{1,K}$ є ймовірністю неправильної відповіді студентів на j -е завдання тесту.

Максимум інформаційної функції завдання у моделі Раша дорівнює 0,25 (рис. 2) у точці $\theta = \beta_j$, де характеристична функція завдання має перегин, а значення ймовірності правильної відповіді на *j*-те завдання: $P_j(\theta) = 0,5$.

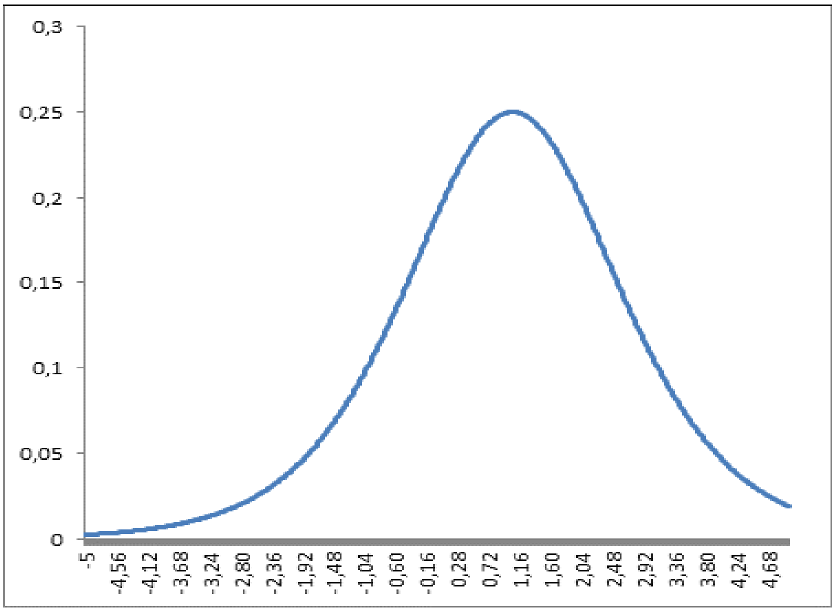


Рис. 2. Інформаційна функція завдання за моделлю Раша

Для двопараметричної моделі Бірнбаума [2]

$$I_j(\theta) = \alpha_j^2 P_j(\theta) Q_j(\theta),\ j = \overline{1,K},$$

де

$$P_j(\theta) = \frac{1}{1 + \exp(-\alpha_j(\theta - \beta_j))},\quad j = \overline{1,K};$$

$$Q_j(\theta) = 1 - P_j,\ j = \overline{1,K};$$

θ – параметр підготовленості іспитника; α_j – диференціююча спроможність j-ого завдання тесту.

Для політомічних завдань інформаційну функцію j-ого завдання знаходять за формулою [5]:

$$I_j(\theta) = \sum_{l=0}^{m_j} \frac{[P'_{lj}(\theta)]^2}{P_{lj}(\theta)},\ j = \overline{1,K}, \tag{4}$$

де $P_{lj}(\theta)$ – ймовірність того, що особа з рівнем підготовленості θ у j-му завданні досягне l-огорівня, $l = \overline{1,m_j}$; m_j – кількість рівнів у j-му завданні.

Для моделі Раша-Мастерса або Partial Credit [4] формула (4) набуває вигляду

$$I_j(\theta) = \sum_{l=0}^{m_j} \left[l - \sum_{k=0}^{m_j} k P_{kj}(\theta) \right]^2 \cdot P_{lj}(\theta),$$

де

$$P_{jg}(\theta) = \frac{e^{\sum_{l=0}^{g}(\theta - \beta_{jl})}}{\sum_{k=0}^{m_j} e^{\sum_{l=0}^{k}(\theta - \beta_{jl})}},\ j = \overline{1,K},\ g = \overline{1,m_j},$$

де θ – параметр підготовленості іспитника, β_{jg} – складність переходу з $(g-1)$ -го рівня j-го завдання на g-й, m_j – кількість рівнів у j-му завданні;

Формула (4) для моделі Тіссена-Стейнберга [3] набуває вигляду

$$I_j(\theta) = \frac{\left(\mathrm{e}_{jh}\left(a_{jh}\sum_{k=0}^{m_j}\mathrm{e}_{jk} - \sum_{k=0}^{m_j} a_{jk}\,\mathrm{e}_{jk} \right) + d_{jh}\,\mathrm{e}_{j0}\left(a_{j0}\sum_{k=0}^{m_j}\mathrm{e}_{jk} - \sum_{k=0}^{m_j} a_{jk}\,\mathrm{e}_{jk} \right) \right)^2}{\left(\mathrm{e}_{jh} + d_{jh}\,\mathrm{e}_{j0}\right)\left(\sum_{k=0}^{m_j}\mathrm{e}_{jk} \right)^3},\ j = \overline{1,K},\ h = \overline{1,m_j}.$$

де $e_k = a_{jk} * \theta + c_{jk}\ \theta,\ k = \overline{0,m_j}$ – номер категорії відповіді, m_j – кількість категорій у j-му завданні; θ – параметр підготовленості іспитника, a_{jk} – диференціююча спроможність k-ої категорії відповіді j-ого завдання; c_{jk} – складність k-ої категорії відповіді j-ого завдання; d_{jk} – параметр вгадування k-ої категорії відповіді j-ого завдання.

Інформаційна функція тесту в цілому обчислюється за формулою

$$I(\theta) = \sum_{j=1}^{K} I_j(\theta).$$

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Методика аналізу та підвищення ефективності тестів

В основу розробленої методики покладено сумісний аналіз значень латентних параметрів, графіків інформаційних і характеристичних функцій як окремих тестових завдань, так і тесту в цілому. Етапи методикианалізу і підвищення ефективності тестів з вищої математики відображені на рис. 3.

На першому етапі визначаються латентні параметри тестових завдань.

На другому етапі будується інформаційна функція всього тесту. Досліджуються екстремуми функції. Визначається інтервал значень параметра підготовленості іспитника, для яких даний тест є найінформативнішим.

Графік інформаційної функції правильного складеного тесту повинен мати дзвоноподібну, але не занадто загострену форму. Якщо інформаційна функція має декілька локальних екстремумів, то тест потребує вдосконалення. При цьому, якщо кількість завдань у тесті невелика, то потрібно додавати завдання, які мають проміжну складність, щоб ліквідувати «провали» між сусідніми екстремумами. Якщо кількість завдань у тесті досить велика, то його доречно розбити на два тести.

Найкраще працює тест на тому інтервалі значень параметра θ, на якому інформаційна функція приймає найбільші значення.

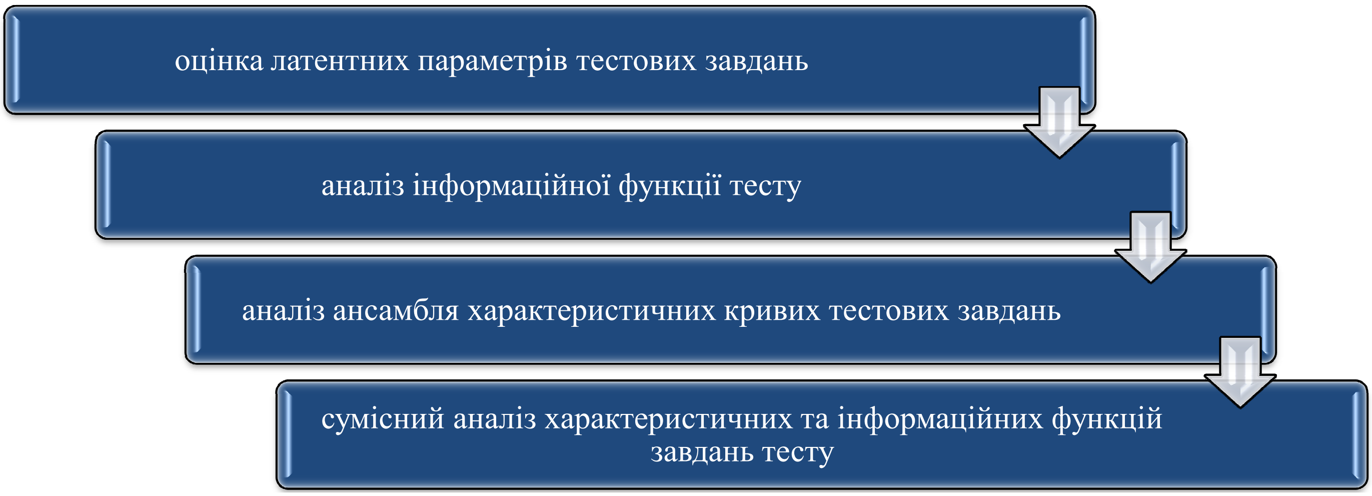


Рис. 3. Етапи методики аналізу і підвищення ефективності тестів

На третьому етапі будується ансамбль характеристичних кривих завдань тесту. Перевіряється рівномірність покриття інтервалу у межах від -5 до 5 логітів. Виявляються занадто легкі й занадто складні завдання тесту.

Характеристичні криві правильно складеного тесту повинні досить рівномірно покривати інтервалу у межах від -5 до 5 логітів (рис. 4).

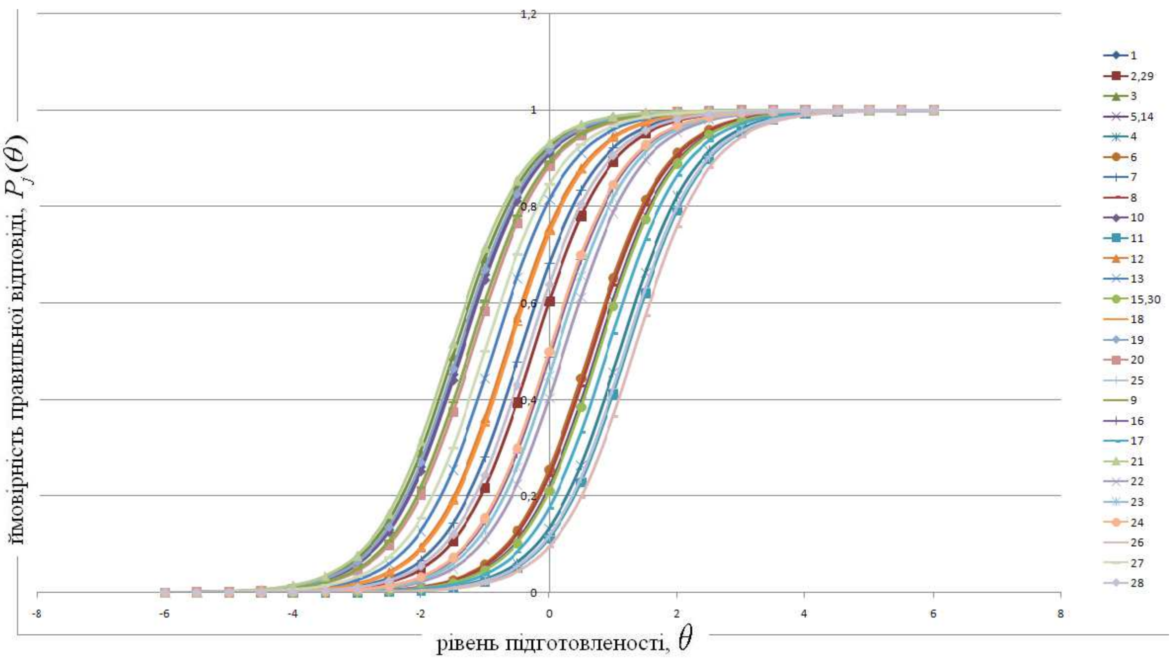


Рис. 4. Характеристичні криві завдань правильно складеного тесту

Якщо рівномірність покриття порушена характеристичними кривими, які розміщені зліва і справа на графіку, вони мають відповідно мінімальне і максимальне значення складності, то їх необхідно вилучити з тесту. Так з тесту, характеристичні криві завдань якого зображені на рис. 5, необхідно вилучити завдання № 13, яке є занадто легким.

Якщо ж прогалина спостерігаєтьсяв в середині між характеристичними кривими, то для її заповнення до тесту необхідно додатити завдання, які мають проміжну складність. Так до тесту, характеристичні криві завдань якого зображені на рис. 5, необхідно додати завдання зі значенням параметру складності в інтервалі від 0,5 до 1 логіту.

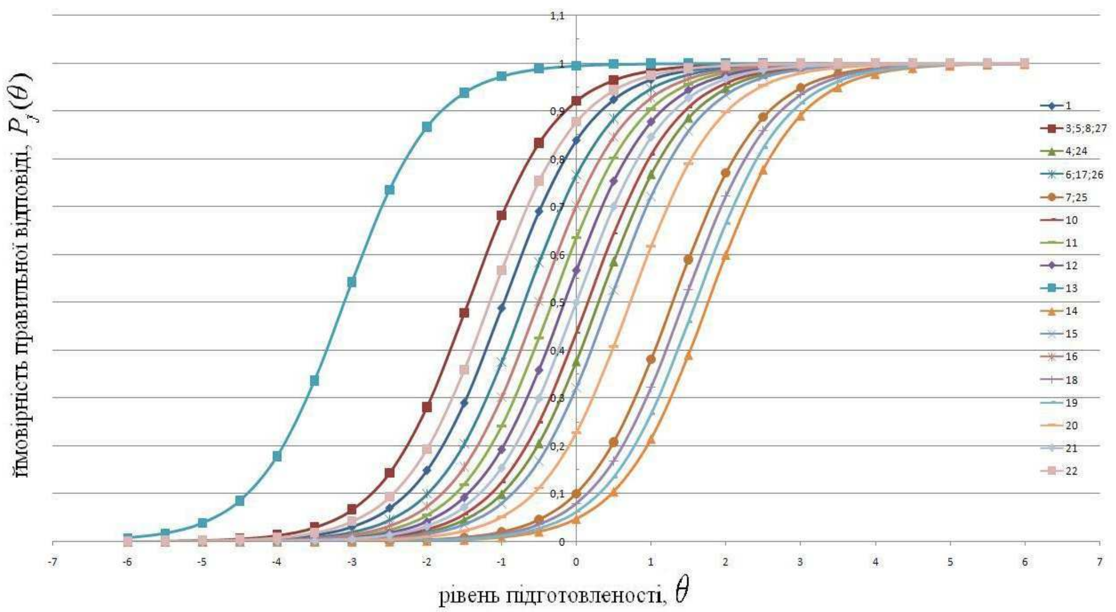


Рис. 5. Порушення рівномірності покриття інтервалу від -5 до 5 логітів характеристичними кривими завдань тесту

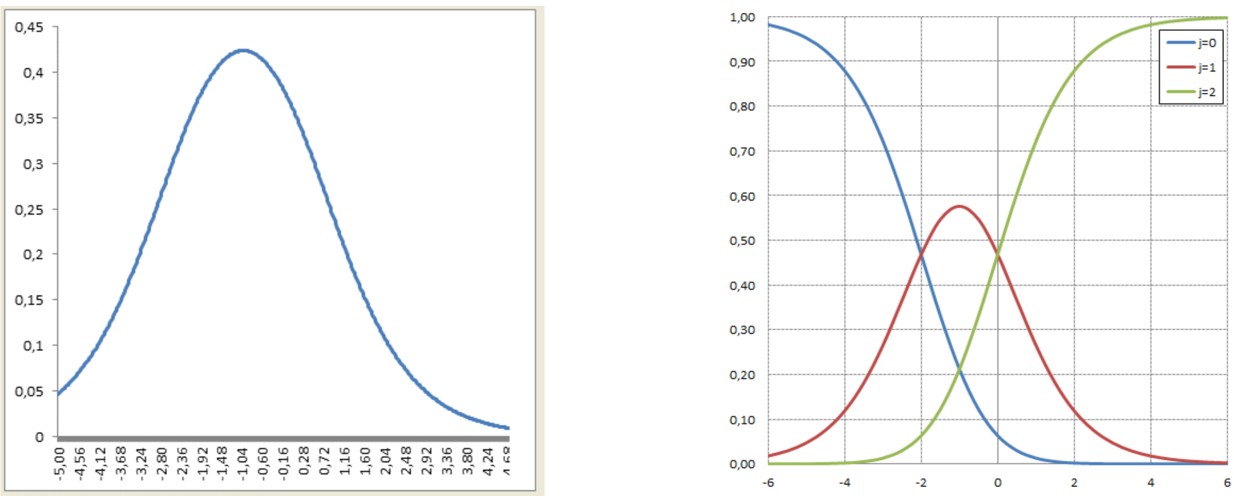
На заключному етапі проводиться сумісний аналіз характеристичних й інформаційних кривих політомічних завдань, на основі якого приймається остаточне рішення: видалити завдання з тесту чи залишити його, змінивши кількість рівнів завдання.

На прикладі трирівневих завдань, які досліджуються на підставі моделі Раша-Мастерса, розглянемо можливі варіанти вигляду інформаційних кривих завдань і відповідних характеристичних кривих рівнів завдань.

Інформаційна функція правильно складеного завдання повинна мати дзвоноподібну, але не занадто загострену форму (рис. 6а). При цьому значення різниці параметрів складності третього і другого рівнів має бути невеликим і додатнім ($\Delta\beta_j = \beta_{j3} - \beta_{j2}$, $\Delta\beta_j \in (1;2,8)$), що відображатиметься впорядкованим розташуванням характеристичних кривих рівнів завдання (рис. 6б). Таке завдання є найбільш інформативним, якщо його використовувати для оцінки знань студентів з рівнями підготовленості, розкиданими по всій шкалі θ.

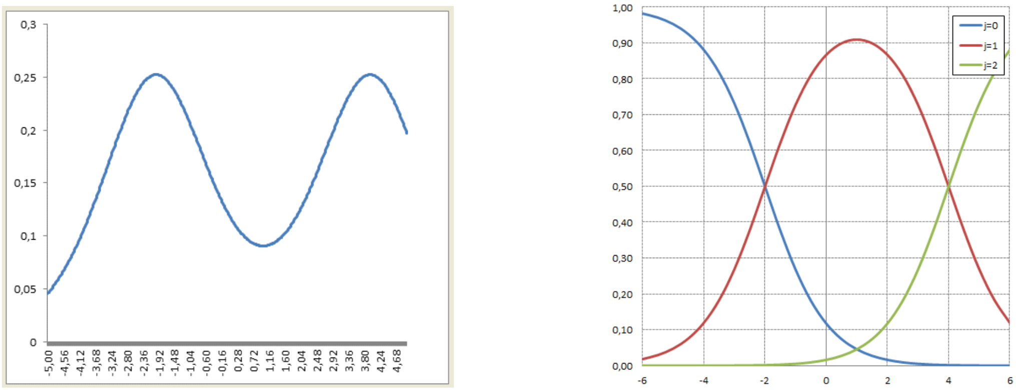
На рис. 7а зображена інформаційна функція завдання, графік якої має провал у середині шкали θ. Тобто для відповідних значень параметра підготовленості дане завдання неінформативне. При цьому значення різниці параметрів складності третього і другого рівнів є додатнім і досить великим ($\Delta\beta_j > 2,8$), що відображається на вигляді характеристичних кривих рівнів завдання (рис. 7б). Таке завдання потребує вдосконалення.

Коли різниця між значеннями параметрів складності третього і другого рівнів стає від'ємною ($\Delta\beta_j < 0$) і зростає за модулем, завдання є інформативним лише на невеликому діапазоні рівня підготовленості θ (рис. 8а). Аналізуючи вигляд характеристичних функцій рівнів завдання (рис. 8б), можна зробити висновок, що другий рівень завдання не спрацьовує. Таке завдання є недосконалим, його доречно вилучити з тесту.



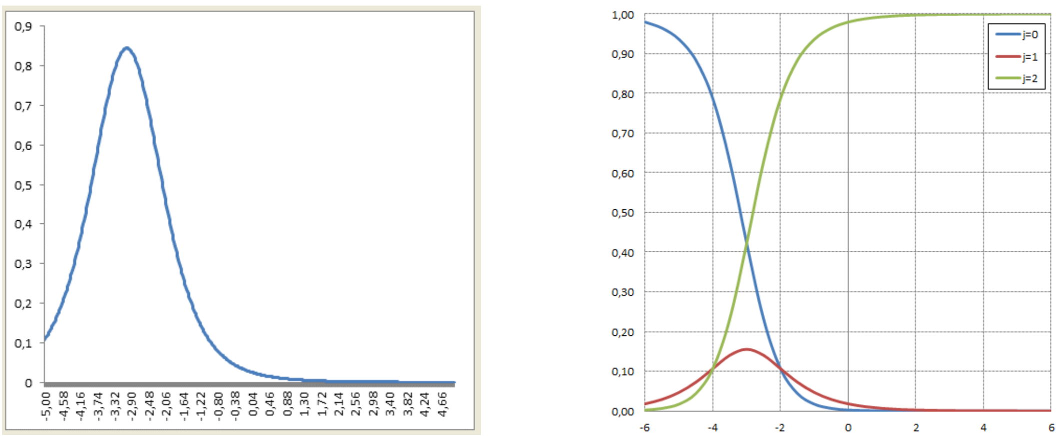
а) *б)*

Рис. 6. Інформаційна крива завдання (а) і характеристичні функції рівнів (б), $\bar{\beta}_j = (0, -2, 0)$



а) *б)*

Рис. 7. Інформаційна крива завдання (а) і характеристичні функції рівнів (б), $\overline{\beta}_j = (0, -2, 4)$



а) *б)*

Рис. 8. Інформаційна крива завдання (а) і характеристичні функції рівнів (б), $\overline{\beta}_j = (0, -2, -4).$

У випадку, коли має місце «провал» інформаційної кривої, можна збільшити кількості категорій у завданні, що призведе до підвищення точності оцінювання. Ілюструє це рис. 9. Перше завдання має усього два кроки, складності яких дуже сильно відрізняються, у другому завданні додано проміжний крок, а третє завдання має п'ять кроків.

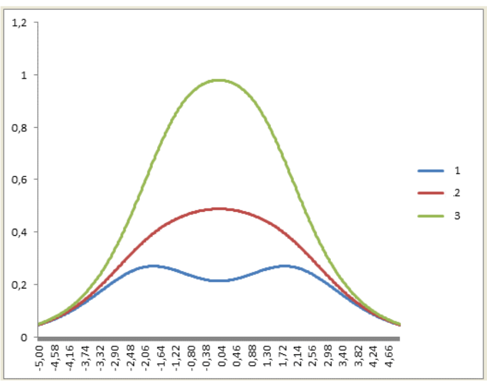


Рис. 9. Інформаційні криві трьох завдань: $\overline{\beta}_1 = (0, -2, 2)$, $\overline{\beta}_2 = (0, -2, 0, 2)$, $\overline{\beta}_2 = (0, -2, -1, 0, 1, 2)$

3.2. Приклад застосування методики підвищення ефективності тесту

Розроблену методику було застосовано для аналізу контрольної роботи на тему «Диференціальне числення функцій однієї змінної», яка була проведена для 200 студентів першого курсу РТФ та ІТС у 2013 році.

На першому етапі було визначено параметри складності дихотомічних завдань і параметрів складності рівнів політомічних завдань контрольної роботи за допомогою автоматизованої системи аналізу результатів електронних тестів [7]. На другому – побудовано інформаційну функцію всієї контрольної роботи, яка має не занадто загострену дзвоноподібну форму (рис. 10). Можна зробити висновок, що, у цілому, вигляд інформаційної функції відповідає правильно складеному тесту. Найбільш інформативним він є для іспитників з рівнем підготовленості від -1 до 1 логіту.

На третьому кроці було побудовано ансамбль характеристичних кривих завдань контрольної роботи (рис. 11). Як бачимо, характеристичні криві досить рівномірно покривають інтервал від -5 до 5 логітів. Рівномірність покриття порушує лише завдання під номером 13 (рис. 12), яке виявилось занадто легким. У подальшому дане завдання доречно замінити іншим, значення параметра складності якого лежить в інтервалі від -1,5 до 2 логітів.

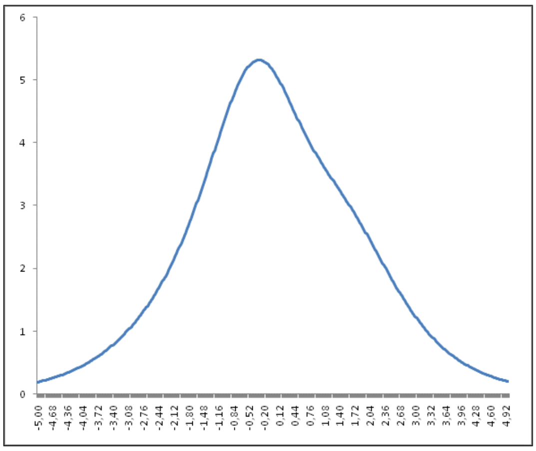


Рис. 10. Інформаційна крива контрольної роботи на тему «Диференціальне числення функцій однієї змінної»

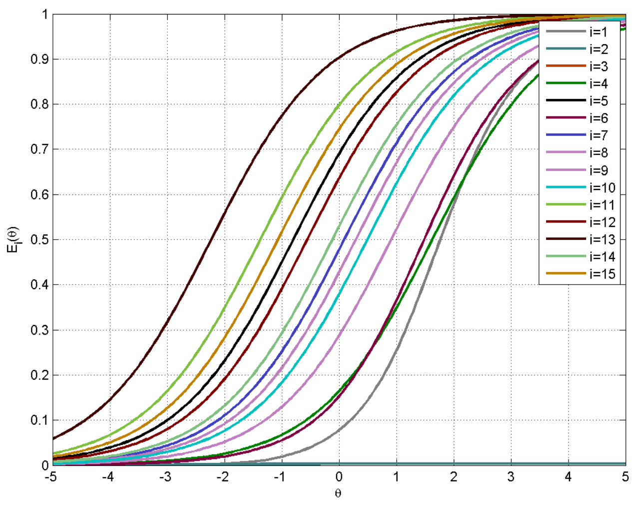


Рис. 11. Ансамбль характеристичних кривих завдань контрольної роботи на тему «Диференціальне числення функцій однієї змінної»

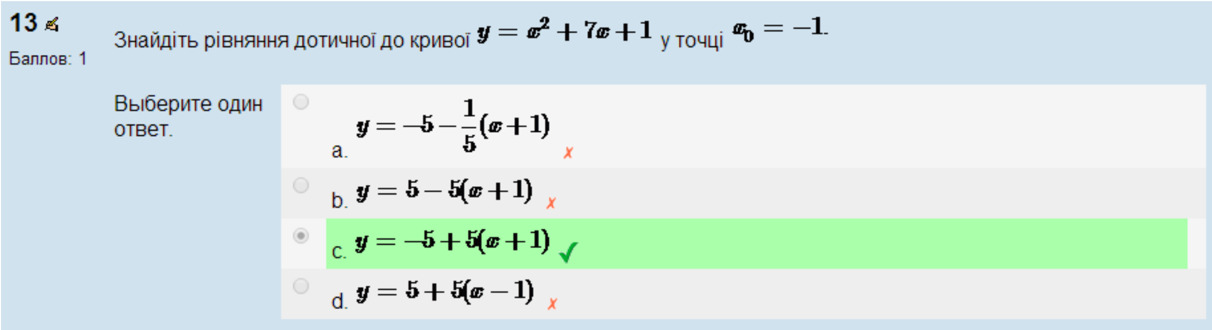


Рис. 12. Текст завдання №13 контрольної роботи на тему «Диференціальне числення функцій однієї змінної»

На четвертому кроці було побудовано інформаційні функції завдань контрольної роботи (рис. 13). Екстремуми інформаційних кривих дихотомічних завдань рівномірно розподілені в інтервалі у логітах від -2,5 до 2, що означає, що для іспитників з рівнем підготовленості з цього інтервалу дихотомічні завдання є ефективними.

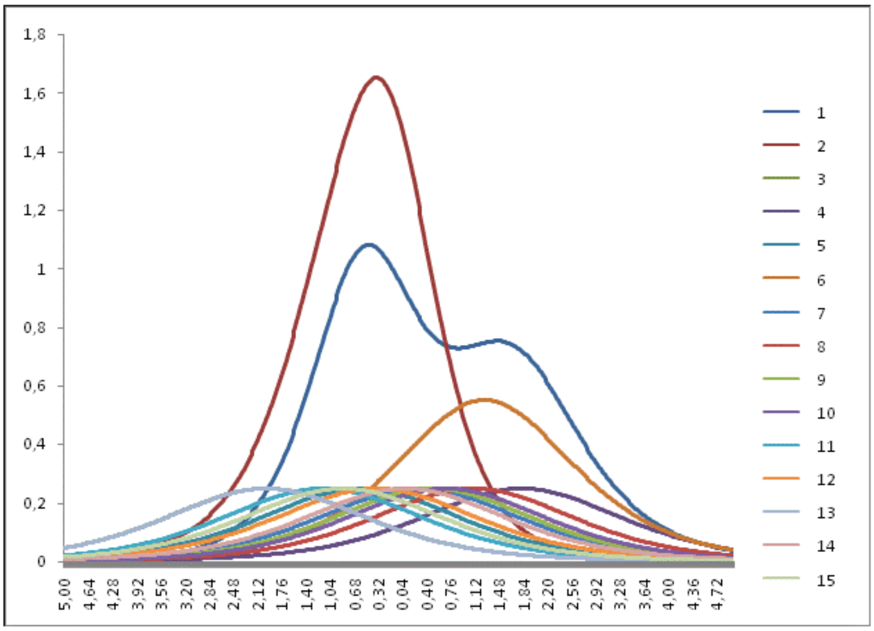


Рис. 13. Ансамбль інформаційних кривих завдань контрольної роботи на тему «Диференціальне числення функцій однієї змінної»

Із загального ансамблю виділяються інформаційні криві політомічних завдань під номерами 1, 2 і 6. Розглянемо ці криві детальніше і проаналізуємо їх зв'язок з відповідними характеристичними кривими рівнів, побудованими за моделлю Раша-Мастерса.

Інформаційна крива завдання № 1 (рис. 13) має провал, що означає, що рівень підготовленості студентів з різним значенням θ дане завдання буде оцінювати з різною точністю. «Недосконалість» завдання підтверджено і виглядом характеристичних кривих рівнів, зображених на рис. 14. Завдання № 1 (рис. 15) має 5 рівнів з параметрами складності $\overline{\beta}_1 = (0;1,06;-2,15;1,76;1,6)$. Як бачимо 1 і 3 рівні цього завдання не спрацьовують (рис. 14). Отже, це завдання не може бути ефективним для оцінювання рівня підготовленості іспитників з широкого інтервалу θ. Отже, у подальшому доречно зменшити кількість рівнів цього завдання до чотирьох.

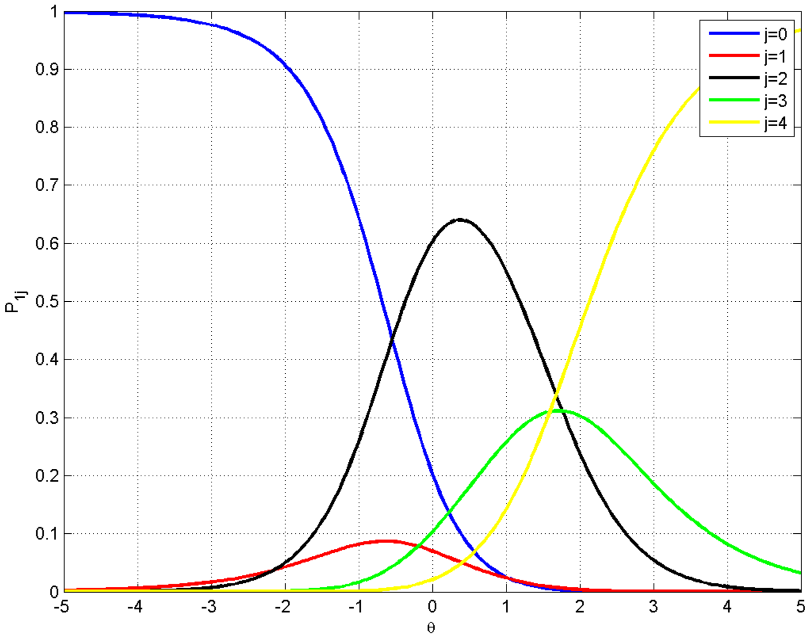


Рис. 14. Характеристичні криві рівнів завдання № 1 контрольної роботи на тему «Диференціальне числення функцій однієї змінної»

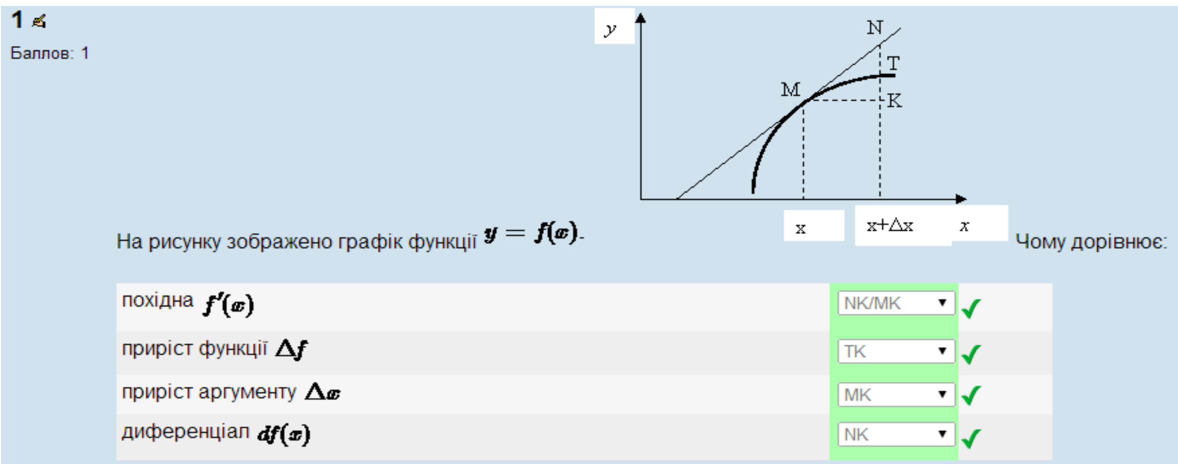


Рис. 15. Текст завдання № 1 контрольної роботи на тему «Диференціальне числення функцій однієї змінної»

Інформаційна крива завдання № 2 (рис. 13) має «загострену» дзвоноподібну форму, що говорить про різну точність оцінювання знань студентів з різними значеннями параметра підготовленості в інтервалі від -2,5 до 2 логітів. При цьому в інтервалі від -2,5 до 1,5 логітів дане завдання є більш інформативним, ніж дихотомічні завдання. Розглянемо вигляд характеристичних кривих завдання № 2 (рис. 16). Дане завдання має 5 рівнів з параметрами складності $\overline{\beta}_2 = (0; -0,33; -1,67; 1,89; -2,03)$. Другий і третій рівні цього завдання не спрацьовують. Отже, завдання № 2 (рис. 17) у подальшому доречно замінити іншим.

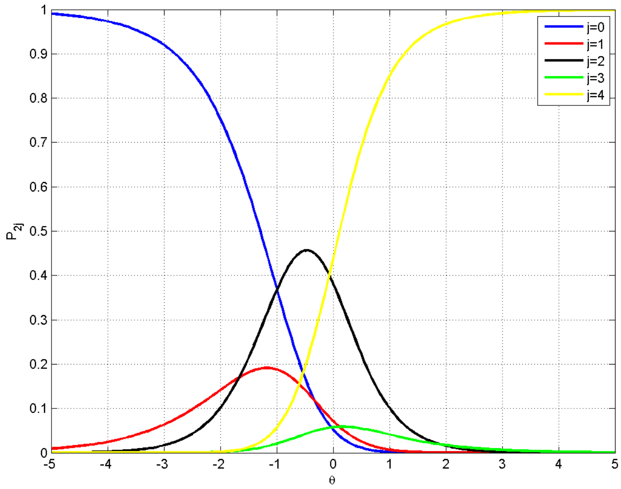


Рис. 16. Характеристичні криві рівнів завдання № 2 контрольної роботи на тему «Диференціальне числення функцій однієї змінної»

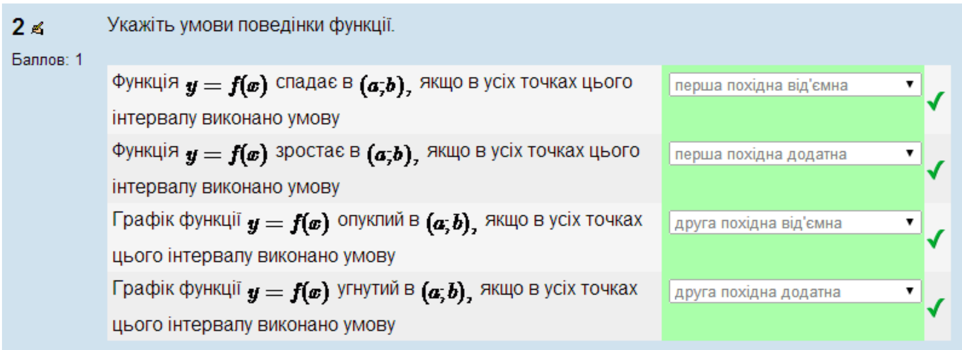


Рис. 17. Текст завдання № 2 контрольної роботи на тему «Диференціальне числення функцій однієї змінної»

Завдання № 6 є інформативним (рис. 13) для іспитників з рівнем підготовленості від -0,5 до 3 логітів. Аналіз характеристичних кривих рівнів завдання (рис. 18) з параметрами складності $\overline{\beta}_6 = (0,79;1,78)$ підтверджує, що останнє є вдалим. Текст завдання № 6 наведений на рис. 19.

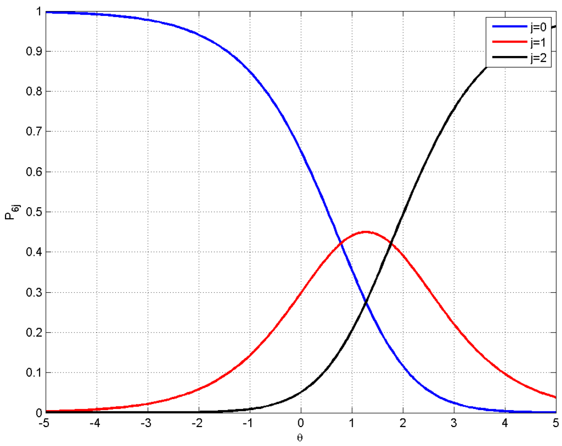


Рис. 18. Характеристичні криві рівнів завдання № 6 контрольної роботи на тему «Диференціальне числення функцій однієї змінної»

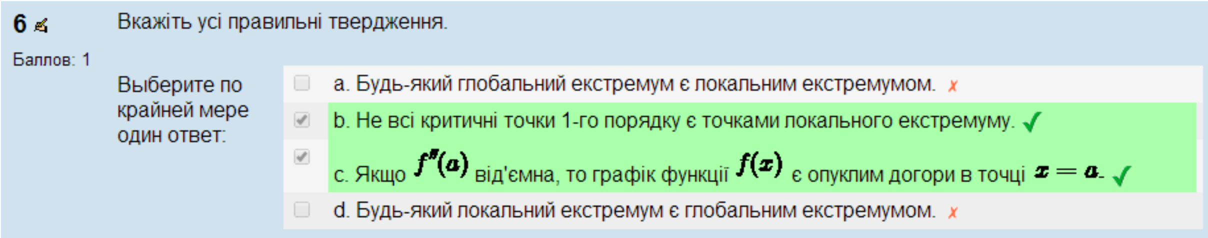


Рис. 19. Текст завдання № 6 контрольної роботи на тему «Диференціальне числення функцій однієї змінної»

4. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1) Попереднє пробне застосування окремих елементів аналізу ефективності тестів з вищої математики вже продемонструвало їхню дієздатність.
2) Об'єднання цих елементів в єдину методику дозволило значно підвищити їх ефективність.
3) Методика дозволяє проводити швидкий аналіз ефективності завдань і тестів, але не може замінити ретельний аналіз тесту укладачем.
4) Очевидно, що методика не носить остаточного характеру і допускає удосконалення і модифікації в процесі застосування.
5) Накопичений досвід використання створеної методики підтверджує подальшу її перспективність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Baker F. The Basics of Item Response Theory / F. Baker. – ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation, 2001. – 172 p.
2. Birnbaum A. Some Latent Trait Models and Their Use in Inferring an Examinee's Ability. In Lord F. M. and Novick M. Statistical Theories of Test scores / A. Birnbaum. — Reading Mass. : Addison–Wesley, 1968. – Pp. 397–479.
3. Linden W. Handbook of Modern Item Response Theory / W. Linden, R.Hambleton. – NY : Springer-Verlag, 1997. – 510 p.
4. Muraki E. Information Functions of the Generalized Partial Credit Model / E. Muraki // Applied Psychological Measurement. – Vol 17(4). – 1993. — Pp. 351–363.
5. Samejima F. Estimation of Latent Ability Using a Response Pattern of Graded Scores / F. Samejima // Psychometrika Monograph. – № 17. – 1969. – Pp. 1–100.
6. Аванесов В. С. Item Response Theory: Основные понятия и положення / В. С. Аванесов // Педагогические измерения. – 2007. – № 2. — С. 3–28.
7. Диховичний О. О. Автоматизована система аналізу результатів комп'ютерного тестування з вищої математики / О. О. Диховичний, А. Ф. Дудко // Наукові праці ДонНТУ. Серія: «Педагогіка, психологія і соціологія». – № 2 (14). – Донецьк, 2013. – С. 103–110.
8. Ефремова Н. Ф. Тестовый контроль в образовании : учеб. пособие / Н. Ф. Ефремова. – М. : Университетская книга, Логос, 2005. – 368 с.
9. Ким В. С. Тестирование учебных дострижений : монография / В. С. Ким. – Уссурийск : Издательство УГПИ, 2007. – 214 с.
10. Лісова Т. В. Моделі та методи сучасної теорії тестів / Т. В. Лісова. – Ніжин : Видавець ПП Лисенко М. М., 2012. – 112 с.
11. Про розвиток та досвід експлуатації комплекту дистанційної освіти «Вища математика» / [І. В. Алексєєва, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний та ін.] // Дидактика математики: проблеми і дослідження : міжнар. зб. наук. робіт. – Вип. 31. – Донецьк : Вид-во ДонНТУ, 2009. – С. 49–56.
12. Челышкова М. Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов / М. Б. Челышкова. – М. : Логос, 2002. – 431 с.

Матеріал надійшов до редакції 02.04.2014 р.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ФУНКЦИИ ДЛЯ АНАЛИЗА И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕСТОВ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ

Дыховичный Александр Александрович
доцент, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического анализа и теории вероятностей
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина
a.dyx@mail.ru

Дудко Анна Фёдоровна
аспирант кафедры математического анализа и теории вероятностей
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина
mycenae@ukr.net

Аннотация. В статье исследован вопрос анализа эффективности педагогических тестов на основании вычисления информационных функций. Приведены алгоритмы расчета и анализа информационной функции в зависимости от типа тестового задания и от выбранной модели современной теории параметризации тестовых заданий, Item Response Theory (IRT). Разработана методика анализа и повышения эффективности тестов по высшей математике и продемонстрировано ее применение к контрольной работе на тему «Дифференциальное исчисление функций одной переменной», которая была проведена для студентов первого курса РТФ и ИТС НТУУ «КПИ» в 2013 году.

Ключевые слова: информационная функция; уровень подготовки испытуемого; IRT-модели; методика анализа и повышения эффективности теста; тестирование по высшей математике.

APPLICATION OF INFORMATION FUNCTIONS FOR THE ANALYSIS AND EFFECTIVENESS INCREASE OF THE TESTS IN HIGHER MATHEMATICS

Oleksandr A. Dykhovychnyi
Associate professor, PhD (physical and mathematical sciences), associate professor of the Department of mathematical analysis and probability theory
National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine
a.dyx@mail.ru

Anna F. Dudko
graduate student in mathematical analysis and probability theory
National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine
mycenae@ukr.net

Abstract. The present paper studies the issue of effectiveness analysis of pedagogical tests based on calculation of information functions. The algorithms of computation and analysis of information function depending on the type of test item and the chosen model of Item Response Theory are given. The procedure of analysis and effectiveness increase of the test in higher mathematics is developed. The application of this procedure to the test on “Differential calculus of functions of one variable” that was administered for the first-year students of Faculty of Radio Engineering and Institute of Telecommunication Systems of NTU "KPI" in 2013 is demonstrated.

Keywords: information function; ability level; IRT-models; procedure of analysis and effectiveness increase of the test; testing in higher mathematics.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Baker F. The Basics of Item Response Theory / F. Baker. – ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation, 2001. – 172 p. (in English)

2. Birnbaum A. Some Latent Trait Models and Their Use in Inferring an Examinee's Ability. InLord F. M. and Novick M. Statistical Theories of Test scores / A. Birnbaum. –– Reading Mass. : Addison–Wesley, 1968. – Pp. 397–479. (in English)
3. Linden W. Handbook of Modern Item Response Theory / W. Linden, R.Hambleton. – NY : Springer-Verlag, 1997. – 510 p. (in English)
4. Muraki E. Information Functions of the Generalized Partial Credit Model / E. Muraki // Applied Psychological Measurement. – Vol 17(4). – 1993. – Pp. 351–363. (in English)
5. Samejima F. Estimation of Latent Ability Using a Response Pattern of Graded Scores / F. Samejima // Psychometrika Monograph. – № 17. – 1969. – Pp. 1–100. (in English)
6. Avanesov V. S. Item Response Theory: The basic concepts and propositions. /V. S. Avanesov // PedagogicheskieIzmereniya. – 2007. – №2. – С. 3–28 (in Russian).
7. DykhovychnyiA. A. Computer-based analysis systemof results of online testing in higher mathematics / A. A.Dykhovychnyi, A. F.Dudko // NaukovipratsiDonNTU. Seriia: «Pedahohika, psykholohiia i sotsiolohiia». – №2 (14). – Donetsk, 2013. – С. 103–110 (in Ukrainian).
8. Efremova N. F.Test control in education: textbook / N. F.Efremova. – M. : Universitetskaja kniga, Logos, 2005. – 368 с. (in Russian).
9. Kim V. S.Testing of educational achievements. Monograph / V. S.Kim. – Ussurijsk : Izdatel'stvo UGPI, 2007. – 214 с. (in Russian).
10. Lisova T. V. Models and methods of the modern test theory / T. V.Lisova. – Nizhin : Vidavets PP Lisenko M. M., 2012. – 112 с. (in Ukrainian).
11. On the development and operation experience of set of distance education "Higher Mathematics" / [I. V. Alekseeva, V. O. Gaydey, O. O. Dihovichniy etc.] // Didaktika matematiki: problemi i doslidzhennya : mizhnar. zb. nauk. robit. – Issue 31. – Donetsk : Vid-vo DonNTU, 2009. – С. 49–56 (in Ukrainian).
12. Chelyshkova M. B.Theory and practice of constructing of pedagogical tests / M. B. Chelyshkova. – M. : Logos, 2002. – 431 с. (in Russian).