

role of visualization principle in foreign languages teaching, special attention should be paid to the usage of visualization facilities and their place in the system of educational facilities. Audio and visual educational facilities are an effective source that improves the quality of education due to brightness, expressiveness and informative filling of visual and audio images that reproduce the situations of communication and introduce the country of the studied language. The application of visual and teaching aids stimulates not only the efficient mastering of corresponding information, but also it can activate the cognitive activity of pupils, develop the ability to combine theory and practice with real life, it forms technical skills, develops attention, brings up carefulness, arouses interest in learning and makes it more available.

The main aim of foreign languages teaching in modern educational institutions is the progress of pupil's personality who would be able and would express a wish to take part in cross-cultural communication with the help of foreign language that a student learns and continuously improves oneself in the speech activity. In this case the visualization plays the role of the foundation that language competence is based on, defines the content of education and conditions of its process. The visualisation is the source and the basis of the knowledge acquirement, the teaching method, which ensures mastering of teaching material, its fixing in memory, creates the basis for the development of creative thinking, acts as criterion of reliability of acquired knowledge, includes the prompts for the discovery of the language rules through its sensual and emotional perception. The visualization principle has an influence on the matter of pupil's perception process, comprehension and generalization of the educational material and is one of the main educational principles.

Key words: *visualization principle, sensual and emotional perception, teaching aids, speech activity, functions of visualization principle.*

УДК 378.14

О. О. ДИХОВИЧНИЙ (канд. фіз.-мат. наук, доцент),

А. Ф. ДУДКО (аспірант)

Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ РЕЗУЛЬТАТІВ КОМП'ЮТЕРНОГО ТЕСТУВАННЯ З ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

Інформується про розробку в НТУУ «КПІ» автоматизованої системи статистичного аналізу результатів комп'ютерного тестування з вищої математики. Систему побудовано на базі як класичних статистичних методів, так і методів сучасної теорії параметризації тестових завдань, Item Response Theory (IRT). Серед відомих моделей IRT перевага надається моделям Раша, Бірнбаума, Раша-Мастерса та Тіссена-Стейнберга. Система має розвинений графічний інтерфейс, який надає об'єктивну і наглядну візуалізацію результатів тестування, а також в системі передбачена можливість формування та обслуговування бази каліброваних завдань.

Ключові слова: *тестування з вищої математики, статистичний аналіз тестових завдань, латентні параметри, IRT-моделі.*

Постановка проблеми. Сучасний підхід до навчання математики, в тому числі і вищої, передбачає всебічне застосування тестового підходу в оцінюванні знань. Якщо на рівні середньої освіти проведення ЗНО та обробка його результатів є прерогативою Українського центру оцінювання якості освіти, то у ВНЗ проведення комп'ютерних тестів та їх обробка є справою самих ВНЗ. В НТУУ «КПІ» комп'ютерне тестування з вищої математики організовано кафедрою математичного аналізу та теорії ймовірностей з використанням створеного викладачами кафедри комплексу дистанційних курсів «Вища математика» [4].

Останнім часом коло факультетів, залучених до проведення комп'ютерного тестування, суттєво розширюється. Це зумовлює необхідність розширення та вдосконалення бази тестових завдань з вищої математики. Сучасний підхід до аналізу якості тестових завдань передбачає застосування достатньо складного математичного апарату, який разом зі збільшенням обсягів тестування стає можливим тільки з використанням інформаційних технологій. У зв'язку з цим

виникає необхідність автоматизації процесу аналізу якості тестових завдань, що і зумовлює розробку відповідної автоматизованої системи.

Аналіз актуальних досліджень. Серед методів дослідження достовірності результатів педагогічних тестів виділяються класичні статистичні методи і методи Item Response Theory. Класичні статистичні методи представлені у роботах Крокер Л. і Алгіни Дж. [7], Нейман Ю.М. і Хлебнікова В.А. [10] та ін.

Методи сучасної теорії параметризації тестових завдань, яка була заснована у 50-х роках ХХ століття датським математиком Георгом Рашем [2], знайшли свій розвиток у роботах Лорда Ф.М. [1], Бейкера Ф.Б. [1], Бірнбаума А. [1], Вілсона М. [1], Мастерса Г.Н. [1], Бокка Р.Д. [1], Семейи Ф. [1], Тіссена Л. і Стейнберга А. [1] та ін. Вітчизняні дослідження в цій галузі були практично відсутні. Лише частково моделі IRT розглядалися Лісовою Т.В. [8], Челишковою М.Б. [12], Аванессовим В.С. [3], Кардановою Є.Ю. [5], Карпінським В.Б. [6] та Федоруком П.І. Застосування методів IRT в аналізі результатів «ЕГЭ» досліджувалось в роботах Монахова В.В. [9].

Зумовленість використання Item Response Theory пов'язана з тим, що IRT останнім часом привертає найбільшу увагу фахівців галузей педагогічних і психологічних вимірювань. Одна з можливих причин популярності цієї теорії — її застосування в широко відомих тестових службах. Серед них: Національна Рада розвитку освіти в США (National Assessment of Educational Progress, NAEP), американська служба по розробці тестів для оцінки здатності до оволодіння освітніми програмами різного рівня складності (Scholastic Aptitude Tests, SAT), а також американська атестаційна служба the Graduate Record Examination (GRE).

Крім цих служб IRT використовується в таких масштабних міжнародних порівняльно— оціночних дослідженнях, як третє міжнародне дослідження рівня підготовленості з математики і природничих наук (Third International Math and Science Survey, TIMSS), а також у міжнародній програмі оцінки якості підготовленості студентів (the Programme of International Student Assessment, PISA). Інші можливі причини підвищеної уваги до IRT — це широке коло нових статистичних розробок даної теорії, що спираються на можливості їх активного застосування в обчислювальних і освітніх технологіях.

Реалізація методів і моделей IRT здійснена у ряді комп'ютерних програм, таких як LOGIST (перша версія 1976 р.), BILOG (1984 р.), BICAL (1979 р.), RUMM (1990 р.), MULTILOG (1991 р.), WINSTEPS (1991 р.), WINMIRA (2001 р.) та ін. У вільному доступі немає придатних для оцінювання якості тестів з вищої математики, які проводяться в КПП.

Вітчизняні безкоштовні комп'ютерні програми для дослідження якості тестових завдань практично відсутні.

Метою статті є висвітлення функціональних можливостей авторської автоматизованої системи статистичного аналізу результатів комп'ютерного тестування з вищої математики.

Виклад основного матеріалу. Система автоматизованого аналізу тестових завдань забезпечує:

- 1) зчитування інформації з бази результатів тестування середовища MOODLE;
- 2) гнучкий вибір алгоритму математичної обробки результатів тестування;
- 3) наочність графічного представлення результатів;
- 4) формування та обслуговування бази каліброваних завдань.

Схема роботи системи представлена на рис 1.

В основу статистичного аналізу системи покладено як класичні статистичні, так і IRT-методи.

Класичні методи передбачають:

- первинний аналіз вибірок результатів тестування;
- розрахунки основних вибірових статистичних характеристик;
- аналіз розподілу вибірок результатів тестування;
- порівняння вибірок результатів тестування;
- елементарний кореляційний і дисперсійний аналіз.



Рис.1. Схема роботи системи автоматизованого аналізу тестових завдань

Приклад роботи системи по проведенню первинного аналізу результатів тестування наведено на рис. 2.

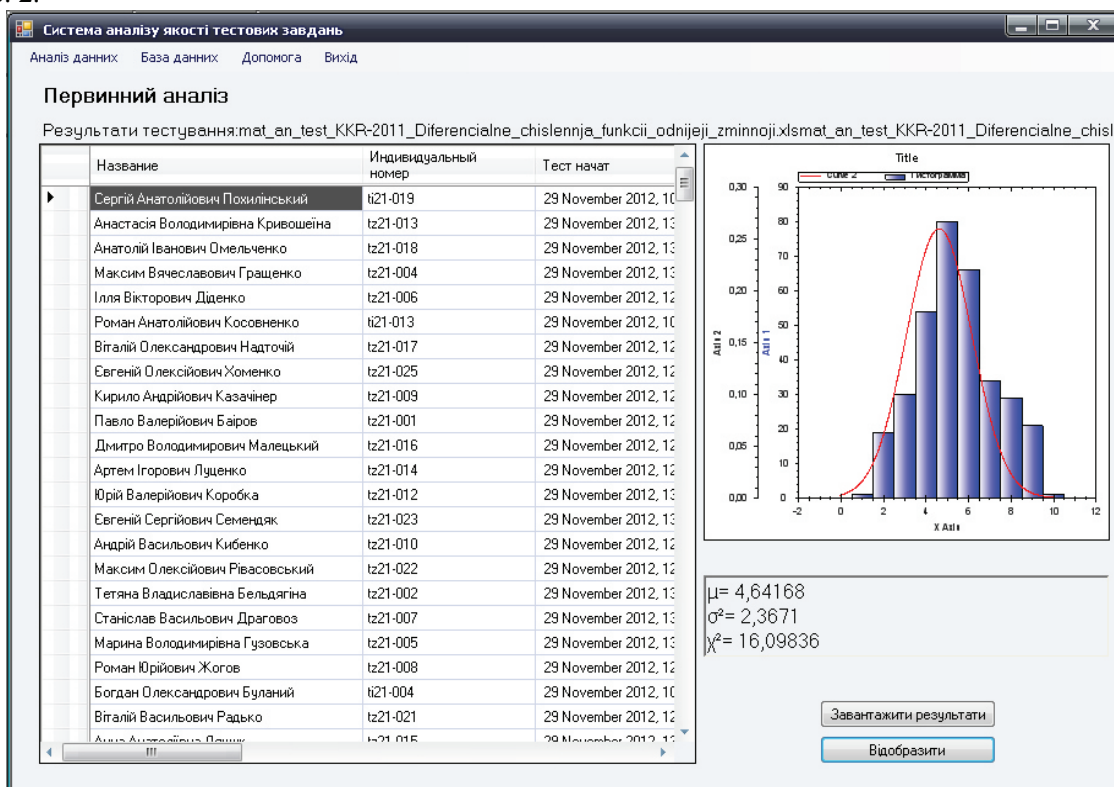


Рис. 2. Первинний аналіз вибірки

В основу IRT-моделей, реалізованих у системі, покладено ідею Г. Раша [2] впровадження наступних латентних параметрів:

- підготовленості іспитника θ_i , $i = \overline{1, N}$, де N – кількість іспитників;
- складності завдання тесту β_j , $j = \overline{1, K}$, де K - кількість завдань в тесті.

Імовірність правильної відповіді i -го іспитника на j -те завдання тесту визначається наступним чином:

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

Залежність ймовірності від неперервного параметру θ при фіксованому значенні β_j називають характеристичною кривою j -го завдання тесту (рис. 3):

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

Аналогічно визначають характеристичну криву i -го іспитника (рис. 4).

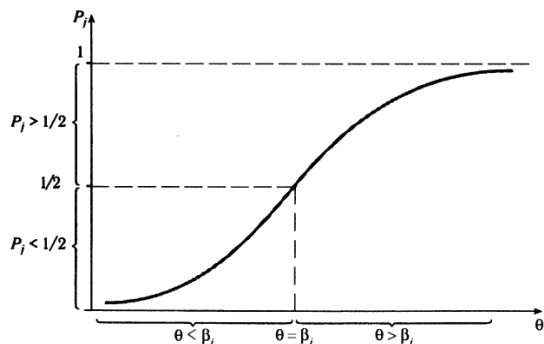


Рис. 3. Характеристична крива завдання

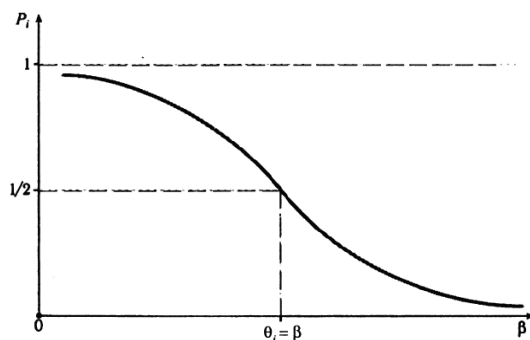


Рис. 4. Характеристична крива іспитника

Розвитком дихотомічної моделі Раша є двопараметрична модель Бірнбаума [1,2], політомічна модель Раша-Мастерса [1], модель завдань з множинним вибором Тіссена-Стейнберга [1], які обрані як основні математичні моделі тестових завдань. Згідно з цими моделями латентними параметрами тестового завдання є його складність, диференціююча спроможність, складність підрівней для політомічної моделі та параметри категорій відповідей для моделі з множинним вибором.

Двопараметрична модель Бірнбаума передбачає впровадження параметра диференціюючої спроможності α , який показує, наскільки добре завдання може розрізняти іспитників з різним рівнем підготовленості. За цією моделлю ймовірність правильної відповіді i -ого іспитника на j -те завдання тесту визначається наступним чином:

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

Параметр диференціюючої спроможності визначається за формулою:

$$\alpha_j = \frac{r_{bis}(j)}{\sqrt{1 - r_{bis}^2(j)}}, j = \overline{1, K},$$

де $r_{bis}(j)$ — коефіцієнт кореляції між балами, отриманими за кожне тестове завдання і балами за тест в цілому.

У політомічній моделі Раша-Мастерса припускають, що j -те завдання тесту має m_j підрівнів. Тоді ймовірність досягнення i -м іспитником g -го рівня j -ого завдання означається наступним чином:

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

де β_{jg} - складність переходу з $(g-1)$ -го рівня j -го завдання на g -й, θ_i - рівень підготовленості i -ого іспитника.

Відповідні залежності ймовірностей від рівня підготовленості іспитника зображують за допомогою характеристичних кривих підрівнів завдання. На рис. 5 представлені криві для завдань з трьома підрівнями.

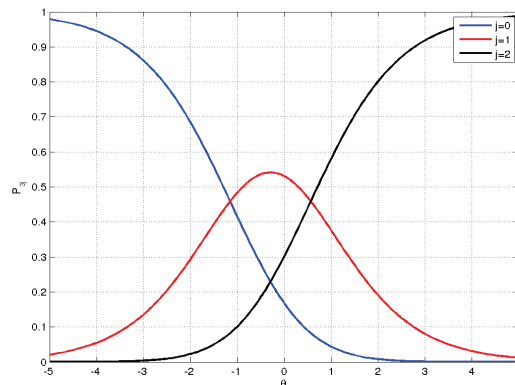


Рис.5. Характеристичні криві підрівнів завдання

Для аналізу якості завдань з множинним вибором обрано модель Тіссена-Стейнберга, в якій j -те завдання тесту має h_j варіантів відповіді. Ймовірність вибору i -м іспитником k -ого варіанту j -ого завдання задається наступним чином:

$$P(k) = \frac{e^{(a_{jk}\theta_i + c_{jk})} + d_{jk} e^{(a_{j0}\theta_i + c_{j0})}}{\sum_{s=0}^{h_j} e^{(a_{js}\theta_i + c_{js})}}, i = 1, N, j = 1, K,$$

де a_{jk} – диференціююча спроможність k -ого варіанту відповіді j -ого завдання,

c_{jk} – складність k -ого варіанту відповіді j -ого завдання,

d_{jk} – відносна вага k -ого варіанту відповіді j -ого завдання,

θ_i – рівень підготовленості i -ого іспитника.

Відповідні залежності ймовірностей від рівня підготовленості іспитника зображують за допомогою характеристичних кривих варіантів відповіді (рис. 6).

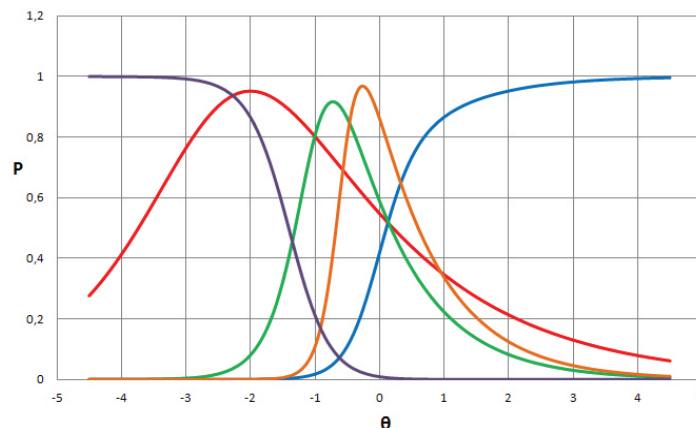


Рис.6. Характеристичні криві варіантів відповіді завдання

Процес оцінки значень латентних параметрів завдань тесту полягає у використанні методу максимальної правдоподібності, на підставі якого будується система нелінійних рівнянь, та у розв'язанні цієї системи ітераційними методами.

Системою автоматизованого аналізу передбачено обробку таблиць відповідей і формування відповідної системи рівнянь та її розв'язання. Також передбачена перевірка побудованої моделі на адекватність.

На підставі розрахованих латентних параметрів будуються різні ансамблі характеристичних кривих, що дозволяє достатньо наглядно інтерпретувати результати. На рис.7 зліва наведені характеристичні криві підрівнів політомічного завдання, а справа – характеристичні криві усіх завдань тесту.

Основним результатом роботи системи є формування бази каліброваних завдань, в якій зберігаються окремі тестові завдання, систематизовані за темами, призначенням (контрольна, іспит) та формою тестового завдання (True/False, Yes/No, Multiple Choice — Single Answer, Multiple Choice — Multiple Answer, Matching). Для кожного завдання існує відповідний паспорт, який містить основні характеристики тестового завдання, оцінені системою (рис. 8). Робота системи по обслуговуванню бази каліброваних тестових завдань передбачає:

- підбір та перегляд завдань за заданими параметрами;

редагування та оновлення бази.

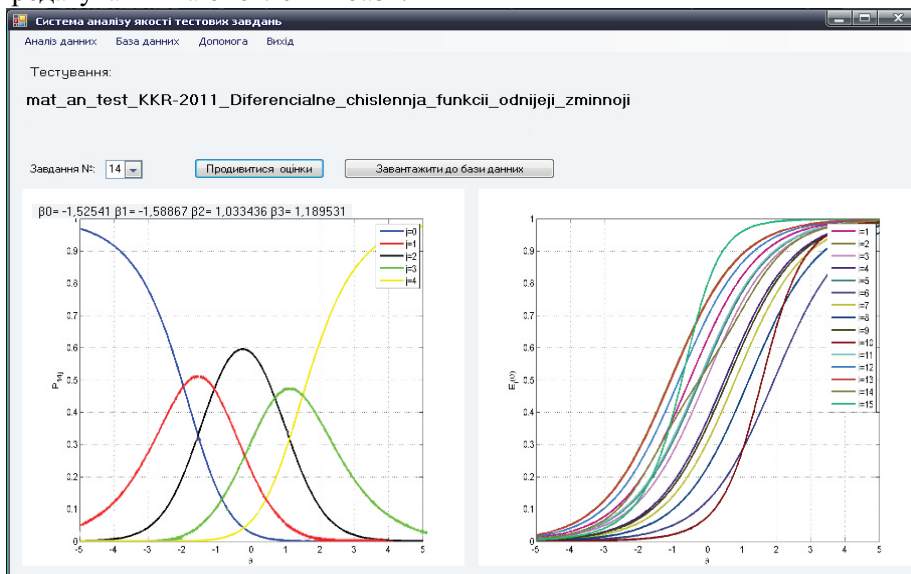


Рис. 7. Ансамблі характеристичних кривих

Формування бази каліброваних тестових завдань дозволяє суттєво підвищити ефективність та гнучкість складання комп'ютерних контрольних та іспитів різних рівнів складності для студентів НТУУ «КП».

id	Номер завдання	Тема тестування	Середнє квадратичне	Індекс легкості	Коефіцієнт диференціації	Латентні параметри
2	1DCO202d	KKR-2011: Диференціальне числення функцій однієї змінної	0,48	0,64	0,49	-1,094666855
3	1DCO203d	KKR-2011: Диференціальне числення функцій однієї змінної	0,257	0,63	0,52	-0,051119968
4	1DCO204d	KKR-2011: Диференціальне числення функцій однієї змінної	0,492	0,61	0,74	0,489393008
5	1DCO205d	KKR-2011: Диференціальне числення функцій однієї змінної	0,412	0,79	0,79	-0,214528777
6	1DCO206d	KKR-2011: Диференціальне числення функцій однієї змінної	0,49	0,44	0,65	1,935749514
7	1DCO207d	KKR-2011: Диференціальне числення функцій однієї змінної	0,49	0,57	0,58	0,800779185
8	1DCO208d	KKR-2011: Диференціальне числення функцій однієї змінної	0,36	0,84	0,88	1,19973952

Рис. 8. Калібрована база завдань

Програмно систему реалізовано у середовищі «Visual Studio C++» у вигляді окремої програми Windows. Система є легкою у користуванні та незалежною від мережевих ресурсів. Зчитування інформації з бази результатів тестування середовища MOODLE відбувається за допомогою імпорту Excel файлів та їх обробки за допомогою набору інтерфейсів OLE DB. Розв'язання системи та оцінювання латентних параметрів реалізовано у середовищі MATLAB і за допомогою набору динамічних бібліотек MATLAB Compiler Runtime інтегровано в середовище «Visual Studio C++». База каліброваних завдань зберігається у вигляді бази даних MySQL, завдяки чому забезпечується легкість підбору та сортування завдань.

Висновки. Пробне впровадження окремих компонентів автоматизованої системи статистичного аналізу результатів комп'ютерного тестування в дослідження аналізу якості тестів комплексу дистанційних курсів «Вища математика» підтвердило їхню дієздатність у проведенні такого аналізу. Об'єднання компонентів у єдину систему разом з додатковим підключенням до системи бази каліброваних завдань та реалізацією графічного представлення результатів тестування дозволило підвищити рівень аналізу тестів та зробити його істотно ефективнішим та якіснішим.

Список використаної літератури

1. Linden W. Handbook of Modern Item Response Theory / W. Linden, R.Hambleton. – NY: Springer-Verlag, 1997. – 510 p.

2. Rasch G. Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests / G. Rasch. – Chicago: Univ. of Chicago Press, 1980. – 199 p.
3. Аванесов В.С. Item Response Theory: Основные понятия и положения. Статья первая / В.С. Аванесов // Педагогические Измерения. – 2007. - № 2. – С. 3-28.
4. Про розвиток та досвід експлуатації комплексу дистанційної освіти «Вища математика» / [І.В. Алексеева, В.О. Гайдей, О.О. Диховичний та ін.] // Дидактика математики: проблеми і дослідження: міжнар. зб. наук. робіт. – 2009. – Вип. 31. – С. 49-56.
5. Карданова Е.Ю. О некоторых свойствах характеристической и информационной функций политомического тестового задания / Е.Ю. Карданова, Р. С. Карданов // Вестник Новгородского государственного университета. - 2010. – № 55. – С. 19–24.
6. Карпинский В.Б. Математическое и программное обеспечение оценки достоверности результатов массового тестирования: автореф. дис. на соиск. ученой степ. канд. техн. наук: спец. 05.13.18 / В.Б. Карпинский; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2009. – 21 с.
7. Крокер Л. Введение в классическую и современную теорию тестов / Л. Крокер, Дж. Алгина; под общей ред. В.И. Звонникова и М.Б. Чельшковой. – М.: Логос, 2012. – 668 с.
8. Лісова Т.В. Моделі та методи сучасної теорії тестів / Т.В. Лісова. – Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2012. – 112 с.
9. Монахов В.В. Анализ результатов ЕГЭ по математике и физике и интернет-олимпиады по физике / В.В. Монахов // Компьютерные инструменты в образовании. - 2011. – №1. – С. 50 – 57.
10. Нейман Ю.М. Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов / Ю.М. Нейман, В.А. Хлебников. – М.: Прометей, 2000. – 169 с.
11. Федорук П.І. Адаптивна система дистанційного навчання та контролю знань на базі інтелектуальних Інтернет-технологій / П.І. Федорук. – Івано-Франківськ: Видавничо-дизайнерський відділ ЦІТ Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника, 2008. – 326 с
12. Чельшкова М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов / М.Б. Чельшкова. – М.: Логос, 2002. – 431 с.

Стаття надійшла до редакції 30.09.2013

А. А. Дыховичный, А. Ф. Дудко

Национальный технический университет Украины «КПИ»

Автоматизированная система анализа результатов компьютерного тестирования по высшей математике

В статье сообщается о разработке в НТУУ «КПИ» автоматизированной системы статистического анализа результатов компьютерного тестирования по высшей математике. Система построена на базе как классических статистических методов, так и методов современной теории параметризации тестовых заданий, Item Response Theory (IRT). Среди известных моделей IRT предпочтение отдается моделям Раша, Бирнбаума, Раша-Мастерса и Тиссена-Стейнберга. Система имеет развитый графический интерфейс, который предоставляет объективную и наглядную визуализацию результатов тестирования, также в системе предусмотрена возможность формирования и обслуживания базы калиброванных задач.

Ключевые слова: *тестирование по высшей математике, статистический анализ тестовых заданий, латентные параметры, IRT-модели.*

O. Dykhovychnyi, A. Dudko

National Technical University of Ukraine "KPI"

Computer-based Analysis System of Results of Online Testing in Higher Mathematics

The paper informs about creation and development of computer-based statistical analysis system of results of online testing in NTUU "KPI". The system is based on both classic statistical methods and techniques of the Item Response Theory (IRT). Preference is given to the IRT, because it is a powerful tool for quality analysis of tests. It is applied in many widely known testing programs, such as the National Assessment of Educational Progress (NAEP, USA), the Scholastic Aptitude Tests (SAT, USA), the Graduate Record Examination (GRE, USA) and the Unified State Exam in Russia; and in large international assessment programs such as the Third International Math and Science Survey (TIMSS) and the Programme of International Student Assessment (PISA).

The main difference between IRT and classical methods of test analysis is an approach to the estimation of student ability and item difficulty. This approach is based on the introduction of two sets of latent parameters, namely set of person parameter and set of item parameters, that are related by certain probability functions and are determined based on test results.

Preferred models of IRT are models of Rush, Birnbaum, Rush-Masters and Thyssen-Steinberg. The models of Rush, Birnbaum are used for quality analysis of dichotomously-scored test items. The models of Andersen and Thyssen-Steinberg are used for quality analysis of polytomously-scored test items and multiple-choice items, respectively. Under these models the analogous probability depends on the following item parameters: the difficulty parameter, the discrimination parameter and the guessing parameter.

Empirical estimates of latent parameters are the maximum likelihood estimates and they are obtained as solutions of the system of nonlinear equations by iterative technique.

The procedure of evaluation of latent parameters requires complicated mathematical calculations. Because of this, it is necessary to create an appropriate computer program. Existing programs are not suitable for quality analysis of test conducted in NTUU "KPI".

In NTUU "KPI" online testing is conducted in the form of tests that cover the whole course of higher mathematics and involve all types of test items.

The above mentioned models are used for quality analysis of tests offered in the KPI. The validity of them is confirmed.

The computer-based statistical analysis system of results of online testing system has developed graphic interface that provides an objective graphic visualization of test results and the system provides the possibility of formation and maintenance of database of calibrated items.

Key words: *testing in higher mathematics, statistical analysis of tests, latent parameters, IRT-models.*

УДК 378.14:[51:004]

О. Г. ЄВСЄЄВА (д-р пед. наук, доц.)

Донецький національний технічний університет

ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ СФОРМОВАНOSTI ТА СТРУКТУРИ НАВЧАЛЬНОЇ МОТИВАЦІЇ У ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ НА ЗАСАДАХ ДІЯЛЬНІСНОГО ПІДХОДУ

У роботі розглянуто методика проведення педагогічного експерименту з впровадження методичної системи навчання математики студентів технічного університету на засадах діяльнісного підходу, а також основні етапи проведення експерименту. Описано методика оцінювання рівня сформованості і структури мотивації студентів до вивчення вищої математики.

Ключові слова: *навчання математики в технічному університеті, діяльнісний підхід до навчання, методична система навчання математики, педагогічний експеримент, навчальна мотивація.*

Постановка проблеми. Основна мета вищої інженерної освіти полягає в підготовці кваліфікованого компетентного інженера, конкурентоспроможного на сучасному ринку праці, а це вимагає модернізації вітчизняної системи вищої освіти. Одним зі шляхів розв'язання окресленої проблеми є орієнтація на діяльнісний підхід і пошук ефективних способів його впровадження.

Кожна дисципліна в системі вищої інженерної освіти спроможна зробити внесок у підвищення її якості. Важливу роль у цьому відіграє математика. Це вимагає, щоб навчання математики студентів технічних напрямів підготовки відбувалося на якісно новому рівні.

Питання розвитку математичного складника вищої інженерної освіти проаналізовано в роботах таких вітчизняних учених, як: К. В. Власенко, Г. Я. Дутка, В. І. Клочко, М. М. Ковтонюк, В. В. Корнешук, Т. В. Крилова, О. Я. Кучерук, В. Г. Моторіна, Л. І. Нічуговська, В. А. Петрук, М. В. Працьовитий, С. О. Семеріков, О. І. Скафа, П. О. Стебляно та ін. Дослідники одностайні в тому, що одним з найважливіших факторів, що впливають на ефективність навчання математики у технічному ВНЗ, є рівень сформованості і структура мотивації студентів до навчання.

Проблема формування мотивації навчання, як відмічає є однією з найважливіших проблем в педагогіці і педагогічній психології. До навчального процесу у вищому навчальному закладі залучені молоді люди, у яких триває формування особистості, тому проблема полягає в тому, щоб знайти