

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ**

ДУДКО АННА ФЕДОРІВНА

УДК 37.091.26:004.9

**КОМП'ЮТЕРНО ОРІЄНТОВАНА МЕТОДИКА
ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ТЕСТІВ З ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ
ВИКЛАДАЧАМИ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

13.00.10 – Інформаційно-комунікаційні технології в освіті

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата педагогічних наук

Київ – 2019

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному технічному університеті України «Київському політехнічному інституті імені Ігоря Сікорського», Міністерство освіти і науки України.

Науковий керівник: кандидат фізико-математичних наук, доцент
Диховичний Олександр Олександрович,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»,
доцент кафедри математичного аналізу
та теорії ймовірностей, м. Київ.

Офіційні опоненти: доктор педагогічних наук, професор
Триус Юрій Васильович,
Черкаський державний технологічний університет,
завідувач кафедри комп'ютерних наук та
інформаційних технологій управління, м. Черкаси;


кандидат педагогічних наук,
Кислова Марія Алімівна,
Криворізький коледж
Національного авіаційного університету,
викладач відділення
«Комп'ютерна та програмна інженерія», м. Кривий Ріг.

Захист відбудеться 11 червня 2019 року о 14³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.459.01 Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України за адресою: 04060, м. Київ, вул. М. Берлинського, 9, 2-й поверх, зала засідань вченої ради, к. 205.

Із дисертацією можна ознайомитися на сайті (<http://iitlt.gov.ua>), у відділі аспірантури та докторантури Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України за адресою: 04060, м. Київ, вул. М. Берлинського, 9, к. 209.

Автореферат розісланий 10 травня 2019 року.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради



А. В. Яцишин

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. У часи модернізації системи освіти підвищення якості вищої технічної освіти набуває особливої актуальності. Дана проблема породжує ряд задач, однією з яких є задача покращення контролю знань студентів. На сьогоднішній день центральне місце серед методів контролю знань посідає тестування. У зв'язку із всебічним впровадженням інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), що відповідають запитам сучасного інформаційного суспільства, особливого значення набуває комп'ютерне тестування.

Основними перевагами комп'ютерного оцінювання навчальних досягнень студентів є: автоматизація та оперативність опрацювання результатів тестування; прискорення зворотного зв'язку за результатами тестування, що надає можливість студенту самостійно виявляти прогалини в структурі своїх знань і вживати заходів щодо їх ліквідації; забезпечення об'єктивності оцінки; можливість регулярно поповнювати та модифікувати систему тестових завдань; звільнення викладача від виконання рутинних робіт.

Незважаючи на переваги тестування, застосування тестів з вищої математики для студентів технічних спеціальностей на практиці досі не стало масштабним з таких причин: прихильність викладачів до традиційних методів контролю та недовіра до результатів тестування; недостатня інтеграція тестових технологій контролю в процеси навчання і атестації студентів; тестовий контроль вимагає забезпечення комп'ютерної бази для його проведення; для охоплення тестуванням великої кількості студентів необхідно створити потужну базу тестових завдань; процес розроблення та аналізу педагогічного тесту досить тривалий і трудомісткий, потребує високого рівня компетентності викладачів. Проте необхідно зауважити, що тестування стає більш розповсюдженим і тести все ширше застосовуються у вищій та середній школах при підсумковому контролі. У зв'язку з цим виникає необхідність пошуку шляхів підвищення якості педагогічних тестів з метою забезпечення достовірної оцінки навчальних досягнень студентів.

Процес оцінювання якості тестів пов'язаний з опрацюванням великих обсягів даних та із застосуванням складних математико-статистичних методів, тому вимагає відповідної ІК-підтримки викладача і передбачає розроблення комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики. Реалізація такої методики сприятиме підвищенню ефективності роботи викладача вищої математики, рівня контролю знань студентів, що, в свою чергу, надасть можливість покращити якість освіти в цілому.

Проблеми вищої математичної освіти досліджено О.Г. Колгатіним, М.А. Кисловою, Л.Ф. Панченко, М.В. Працьовитим, Ю.В. Триусом та ін. Питанню контролю знань та застосування комп'ютерного тестування присвячено роботи В.Ю. Бикова, Ю.М. Богачкова І.Є. Булах, А.М. Гуржія, Ю.О. Жука, В.С. Кіма, Л.О. Кухар, О.Г. Колгатіна, М.Р. Мруги, С.А. Ракова, В.П. Сергієнка, Ю.В. Триуса, М.Б. Челишкової. Основу аналізу якості тестів традиційно складають методи теорії ймовірностей та математичної статистики, а саме методи класичної теорії тестів (КТТ) та сучасної теорії тестів Item Response Theory (IRT). Методи КТТ

опрацювання результатів тестування розроблено та досліджено в наукових працях Дж. Алгіни (J. Algina), А. Анастасі (A. Anastasi), В.І. Звоннікової, В.С. Кіма, Л.Крокер (L. Croker), Л.О. Кухар, Ю.М. Неймана, В.П. Сергієнко, Р.К. Хемблтона (R. K. Hambleton), Ч.Е. Спірмена (C.E. Spearman), Н.Б. Челишкової, методи IRT – у працях В.С. Аванесова, А. Бірнбаума (A. Birnbaum), Д. Ендріча (D. Andrich), Н.Ф. Єфремової, В.І. Звоннікової, К. Лінна (K. Linn), Т.В. Лісової, Ф.М. Лорда (F.M. Lord), Г. Раша (G. Rasch), Н.Б. Челишкової. Вітчизняними науковцями, які на основі сучасних математичних теорій впроваджують комп'ютерно орієнтовані технології, розглянуто теоретичне розроблення і практичне застосування методів тестології для застосування в навчальному процесі (В.Ю. Биков, Ю.М. Богачков, Ю.О. Жук, О.Г. Колгатін, С.А. Раков).

Проте малодослідженими залишаються питання сумісного застосування методів класичної та сучасної теорій тестів при опрацюванні результатів тестування з вищої математики для студентів технічних спеціальностей, поєднання їх в єдину комп'ютерно орієнтовану методику оцінювання якості тестів з вищої математики, а також впровадження такої методики.

Актуальність дослідження зумовлено його спрямованістю на розв'язання **суперечностей між:**

- доцільністю впровадження комп'ютерного тестування для контролю знань з вищої математики та недостатнім рівнем його поширення;
- необхідністю оцінювання викладачами якості тестів з вищої математики та недостатнім рівнем розробленості технологій розвитку відповідної компетентності викладачів;
- необхідністю забезпечення високих показників валідності, надійності та ефективності тестів з вищої математики та недостатньою розробленістю комп'ютерно орієнтованих засобів оцінювання якості тестів з вищої математики.

Проблемою дослідження є теоретичне обґрунтування, розроблення та впровадження комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики. Актуальність дослідження, недостатня розробленість означеної проблеми та необхідність розв'язання окреслених суперечностей зумовили вибір теми дисертаційної роботи *«Комп'ютерно орієнтована методика оцінювання якості тестів з вищої математики викладачами закладів вищої освіти»*.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана в Національному технічному університеті України «Київському політехнічному інституті імені Ігоря Сікорського» в межах НДР «Статистичний аналіз якості тестів з вищої математики» (ДР № 0116U008958, 2016-2020 рр.), що здійснюється на кафедрі математичного аналізу та теорії ймовірностей, одним із виконавців якої був дисертант.

Тему дисертаційної роботи затверджено на засіданні Вченої ради Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (протокол № 2 від 4.02.2013), перезатверджено на засіданні Вченої ради фізико-математичного факультету (протокол № 1 від 22.01.2016 р.) та узгоджено Міжвідомчою радою з координації наукових досліджень з педагогічних та психологічних наук в Україні при НАПН України (протокол № 3 від 29.03.2016).

Мета дослідження – розробити комп’ютерно орієнтовану методику оцінювання якості тестів з вищої математики викладачами закладів вищої освіти.

Досягнення поставленої мети передбачає розв’язання таких **завдань**:

1. Визначити теоретичні засади тестового контролю знань студентів з вищої математики та основні поняття дослідження.
2. Визначити та обґрунтувати вибір статистичних методів КТТ та IRT для аналізу якості тестів з вищої математики та їхньої програмної реалізації.
3. Спроектувати систему автоматизованого аналізу якості тестових завдань з вищої математики.
4. Визначити критерії та рівні розвитку компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики, розробити модель та технологію розвитку цієї компетентності.
5. Розробити та описати основні компоненти комп’ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики та перевірити її ефективність експериментальним шляхом.

Об’єкт дослідження – розвиток компетентності викладачів закладів вищої освіти щодо оцінювання якості тестів з вищої математики.

Предмет дослідження – комп’ютерно орієнтована методика оцінювання якості тестів з вищої математики викладачами закладів вищої освіти.

Для досягнення мети і реалізації завдань дослідження застосовувався комплекс **методів**: *теоретичні* – аналіз, порівняння, узагальнення психолого-педагогічної, тестологічної, методичної літератури для обґрунтування теоретичних положень та уточнення основних понять дисертаційного дослідження; аналіз та систематизація алгоритмів і методів опрацювання результатів тестування для розроблення комп’ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики; *емпіричні* – математико-статистичні методи для аналізу якості тестів з вищої математики; педагогічний експеримент для перевірки ефективності комп’ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики викладачами ЗВО; анкетування, тестування, спостереження з метою визначення рівня розвитку компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики; експертне опитування з метою оцінювання змістовної валідності тестів з вищої математики та для проведення експертами педагогічного оцінювання стану контролю знань студентів з вищої математики; моделювання педагогічних процесів для розроблення моделі розвитку компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики; математично-статистичні методи для кількісного та якісного аналізу результатів педагогічного експерименту і перевірки гіпотези дослідження.

Наукова новизна та теоретичне значення полягає в тому, що

— *вперше* обґрунтовано комп’ютерно орієнтовану методику оцінювання якості тестів з вищої математики викладачами ЗВО на основі спільного застосування методів КТТ та IRT; визначено критерії та рівні розвитку компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики; розроблено модель розвитку компетентності викладача щодо оцінювання якості тестів з вищої математики;

— *уточнено* поняття тесту, тестового завдання, якості тесту, оцінювання якості тесту, комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тесту та компетентності викладача щодо оцінювання якості тестів з вищої математики;

— *удосконалено* методи розрахунку латентних параметрів тестових завдань; методи покращення якості тестів;

— *дістали подальшого розвитку* теоретико-методичні засади створення та використання комп'ютерно-орієнтованих систем і засобів навчання, теоретичні та методичні проблеми розробки та використання інформаційно-комунікаційних технологій для вимірювання та оцінювання рівня навчальних досягнень і моніторингу освітньої діяльності, теорія та методика підвищення кваліфікації кадрів інформатизації освіти.

Практичне значення одержаних результатів дослідження полягає в тому що розроблено:

- основні компоненти комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики викладачами ЗВО;
- автоматизовану систему аналізу якості тестових завдань з вищої математики;
- технологію розвитку компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики;
- навчальну програму «Формування компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики» для підвищення кваліфікації наукових і науково-педагогічних працівників, розміщену на сайті Навчально-методичного комплексу «Інститут післядипломної освіти» КПІ ім. Ігоря Сікорського (<http://ipo.kpi.ua/ua/pidvishchennja-kvalifikaciji.html>);
- дистанційний курс за навчальною програмою «Формування компетентності щодо оцінювання якості тестів з вищої математики» в системі Moodle, розміщений на сайті Навчально-методичного комплексу «Інститут післядипломної освіти» КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://do.ipo.kpi.ua/course/view.php?id=16>);
- базу каліброваних завдань для тестів з вищої математики (1647 завдань);
- пакет тестів з вищої математики для студентів технічних спеціальностей ЗВО, що використовується викладачами фізико-математичного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Теоретичні та практичні результати дисертаційної роботи можуть бути використані: у ЗВО викладачами для аналізу та підвищення якості тестів з вищої математики, призначених для контролю знань студентів; у системі підвищення кваліфікації наукових та науково-педагогічних працівників для розвитку компетентності щодо оцінювання якості тестів з вищої математики, а також у процесі розробки навчальних і методичних посібників з оцінювання якості тестів з вищої математики.

Особистий внесок здобувача. У працях, опублікованих у співавторстві, автору належать такі результати: проаналізовано поняттєво-категоріальний апарат дослідження якості тестів з вищої математики [7]; досліджено питання, пов'язані із застосуванням тестів для контролю знань студентів з вищої математики [13, 14, 19];

досліджено методи КТТ для оцінювання якості тестів [8, 24, 28]; проаналізовано основні сучасні математичні моделі педагогічного тестування [10, 17, 21, 28,]; досліджено моделі IRT для аналізу дихотомічних завдань [8, 11]; досліджено моделі IRT для аналізу політомічних завдань [9, 12]; досліджено моделі IRT з множинним вибором [15]; досліджено методи IRT для оцінювання ефективності тестів [18]; розроблено методику аналізу та підвищення ефективності тестів з вищої математики із застосуванням інформаційної функції [2, 20]; обґрунтовано вибір концепції розробки комп'ютерних тестів з вищої математики [22]; досліджено питання аналізу якості педагогічних тестів на підставі застосування взаємодоповнюючих методів КТТ та IRT, розроблено комп'ютерно орієнтовану методику оцінювання якості тестів з вищої математики викладачами ЗВО [5, 23, 25, 26]; розглянуто основні функціональні можливості системи автоматизованого аналізу результатів комп'ютерного тестування з вищої математики [1, 16]; розглянуто практичний аналіз якості тестів на основі комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики [3]; розглянуто особливості роботи викладача з тестами з вищої математики [29]; проаналізовано основні програмні засоби опрацювання результатів тестування [30]; досліджено питання аналізу змістовної валідності комп'ютерних тестів з вищої математики [6, 27]; досліджено застосування моделювання даних результатів тестування з вищої математики в процесі розвитку компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів [31]; обґрунтовано необхідність розвитку компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики [32]; розроблено тести для визначення ставлення викладачів вищої математики до тестового контролю знань [33].

Апробація. Основні теоретичні та практичні результати проведеного дослідження, а також концептуальні положення й загальні висновки були представлені у вигляді доповідей, зокрема на: *міжнародних конференціях*: VIII молодіжна науково-практична конференція «Історія розвитку науки, техніки та освіти» за темою «Взаємодія академічної та університетської науки» (2010 р., Київ); «Конференція імені академіка М. Кравчука» (2012, 2014-2016, 2017 рр., Київ), «Наукова конференція молодих вчених з математики та фізики» (2013, 2015-2016, 2018 рр., Київ), «Математика в сучасному технічному університеті» (2013-2015 рр., Київ), «Вища освіта: проблеми і шляхи забезпечення якості» (2013 р., Київ); *всеукраїнській конференції* «Стохастичні та детерміновані математичні моделі в наукових дослідженнях» (2014 р., Київ).

Результати дослідження апробовано на семінарах для наукових і науково-педагогічних працівників: на семінарах кафедри математичного аналізу та теорії ймовірностей КПІ ім. Ігоря Сікорського (Київ, 2012-2017 рр.), на Всеукраїнському методологічному семінарі для молодих учених «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті та наукових дослідженнях» в Інституті інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України (м. Київ, 2015, 2017-2018 рр.), на Всеукраїнському науково-методичному семінарі «Системи навчання і освіти в комп'ютерно орієнтованому середовищі» (Київ, 2018 р.).

Результати дослідження впроваджено в навчальний процес Національного транспортного університету (довідка від 25.06.2018 р. № 1524/01), Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова (довідка від 26.06.2018 р.

№ 07-10/1035), та в Навчально-методичному комплексі «Інституту післядипломної освіти» Національного технічного університету України «Київського політехнічного інституту імені Ігоря Сікорського» (довідка від 10.07.2018 р. № 90/07-18).

Публікації. За матеріалами дослідження опубліковано 34 наукові праці, з них 7 статей у фахових виданнях (3 статті у виданнях, внесених до міжнародних наукометричних баз даних), 3 статті в інших наукових виданнях, 24 тез доповідей у матеріалах конференцій.

Структура дисертації. Робота складається з анотацій, переліку умовних позначень і скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків до кожного розділу, висновків, списку використаних джерел (212 найменування, з них – 46 іноземними мовами) та додатків. Загальний обсяг дисертації – 293 сторінки, з них 224 сторінки основного тексту, в якому міститься 11 таблиць та 55 рисунків. Додатки розміщено на 46 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

У **вступі** обґрунтовано актуальність дослідження; визначено його мету, задачі, об'єкт, предмет та методи дослідження; розкрито наукову новизну одержаних результатів, їхнє практичне значення та особистий внесок автора в працях, опублікованих у співавторстві; наведено відомості про апробацію, впровадження результатів дослідження та публікації; подано структуру й обсяг дисертаційної роботи.

У **першому розділі** «Основні засади тестового контролю знань студентів закладів вищої освіти з вищої математики» визначено основні поняття щодо оцінювання якості тестів; досліджено передумови використання тестів з вищої математики для контролю знань студентів; проаналізовано результати досліджень вітчизняних та закордонних вчених щодо проблеми оцінювання якості тестів; охарактеризовано системи і засоби опрацювання результатів тестування.

На основі результатів аналізу науково-педагогічних праць В.С. Аванесова, В.Ю. Бикова, Т.М. Баляхіної, В.П. Беспалька, М.І. Жалдака, А.О. Кузнецова, Н.В. Морзе, О.М. Майорова, С.Л. Рубінштейн, О.М. Спіріна, Ю.І. Триуса, М.Б. Челишкової та ін. уточнено поняття «тест», «тестове завдання», «якість тесту», «оцінювання якості тесту», «комп'ютерно орієнтована методика оцінювання якості тесту». У дослідженні під *тестом* будемо розуміти систему завдань специфічної форми, певного змісту для об'єктивного оцінювання рівня навчальних досягнень студентів з наперед заданою методикою аналізу результатів; під *тестовим завданням* – складову одиницю тесту, яка відповідає таким вимогам: зміст відповідає меті тестування; сформульовано максимально лаконічно, але зрозуміло; відповідає умові локальної незалежності; однакова для всіх іспитників інструкція і структура завдання; чітко визначене місце для фіксації відповідей; однаковість принципів оцінювання та інтерпретації результатів; кількісні характеристики задовольняють певним критеріям якості; під *якістю тесту* – відповідність вимогам, які висуваються до характеристик тесту в цілому та до окремих тестових завдань (базовими характеристиками якості тесту є надійність, валідність та ефективність, тестових завдань – складність, дискримінативність та характеристична крива); під *оцінюванням якості тесту* – процедуру встановлення ступені відповідності

характеристик окремих тестових завдань та тесту в цілому критеріям якості та складання висновку про якість тесту. Під *комп'ютерно орієнтованою методикою оцінювання якості тесту* будемо розуміти теоретично обґрунтовану сукупність змісту, методів та засобів оцінювання якості тесту з використанням ІКТ.

Досліджено деякі аспекти оцінювання якості відомих тестів, таких як ЗНО, ЄДЕ, SAT, NAEP, GRE та ін. Розглянуто основні програмні засоби опрацювання результатів тестування: BICAL, BILOG, LOGIST, MULTILOG, PARSCALE, RUMM, WINSTEPS, R та ін. Існуючі програми з обчислення характеристик IRT, в основному, призначено для доведення теоретичних положень. Вони не є зручними для використання емпіричних даних у зв'язку зі складністю інтерфейсів та введеними обмеженнями на кількість вхідних даних. Підкреслено необхідність у розробці спеціального програмного забезпечення, яке слугуватиме засобом розробленої комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики та матиме такі переваги: зрозумілий україномовний інтерфейс; зручна взаємодія із результатами тестування в системі Moodle; обчислення взаємодоповнюючих характеристик якості тестів КТТ та IRT; графічне представлення результатів опрацювання даних; формування та обслуговування бази каліброваних завдань.

Аналіз вітчизняних та закордонних досліджень щодо проблеми оцінювання якості тестів виявив відсутність загальноприйнятої методики оцінювання якості тестів з вищої математики. Існуючі рекомендації, в основному, описують процес математичного опрацювання даних, не приділяючи належної уваги їхній реалізації та інтерпретації. Проблема підготовки викладачів вищої математики до застосування тестів також не знайшла достатнього відображення в дослідженнях як самостійна наукова проблема, що має велике теоретичне і практичне значення.

У другому розділі *«Проектування комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики»* описано загальну методику дослідження, методологічні основи та гіпотезу; проаналізовано методи КТТ оцінювання якості тестів з вищої математики; проаналізовано моделі IRT для оцінювання якості тестів з вищої математики; досліджено питання аналізу та підвищення ефективності тестів з вищої математики методами IRT; досліджено проблему оцінювання латентних параметрів дібраних моделей IRT; описано структуру та функції системи автоматизованого аналізу якості тестових завдань.

Гіпотеза дослідження – педагогічно виважене впровадження комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики сприятиме розвитку у викладачів закладів вищої освіти відповідної компетентності за умови реалізації розробленої технології розвитку компетентності та покращенню контролю знань студентів.

Обґрунтовано необхідність поєднання методів КТТ та IRT для оцінювання якості тестів з вищої математики. Визначено основні методи аналізу якості тестів з вищої математики в рамках КТТ, що передбачають як аналіз окремих тестових завдань, так і тесту в цілому. Аналіз тесту в цілому полягає в: аналізі розподілу вибірки результатів; оцінюванні надійності тесту; оцінюванні критеріальної валідності тесту. Аналіз тестових завдань передбачає: аналіз кореляційної матриці

завдань; оцінювання валідності окремих завдань; аналіз дистракторів завдань множинного вибору.

Визначено моделі IRT для оцінювання якості тестів з вищої математики: Раша та Бірнбаума (для дихотомічних завдань), Андерсена для політомічних завдань та Тіссена-Стейнберга для завдань множинного вигляду. IRT-аналіз тестових завдань і тесту в цілому проводиться із використанням визначених моделей і передбачає: оцінювання значень латентних параметрів використовуваних IRT-моделей; аналіз ансамблю характеристичних кривих завдань тесту; аналіз характеристичних кривих підрівнів політомічних тестових завдань; аналіз характеристичних кривих дистракторів завдань множинного вибору.

Досліджено питання оцінювання та підвищення ефективності тестових завдань в рамках IRT із використанням інформаційної функції. Наведено алгоритми обчислення та аналізу інформаційної функції в залежності від типу тестового завдання і від обраної IRT-моделі.

Досліджено питання оцінювання латентних параметрів IRT-моделей. Для оцінювання латентних параметрів обрано метод максимальної вірогідності. Вирішено такі проблеми практичного оцінювання параметрів IRT-моделей: вибір початкових значень; зсув оцінок параметрів; наявність тривіальних рівнів політомічних тестових завдань.

Спроектовано систему автоматизованого аналізу якості тестових завдань (СААЯТЗ), основними задачами якої є статистичний аналіз результатів тестування методами КТТ та IRT, формування та обслуговування бази каліброваних завдань. Функції системи реалізовано в СААЯТЗ за допомогою окремих модулів. У базі каліброваних завдань зберігаються тести та окремі тестові завдання. Тести систематизовано за темами та призначенням (контрольна, іспит). Для кожного завдання існує відповідний паспорт, який містить тему тестування, форму завдання та основні характеристики тестового завдання, оцінені системою. База каліброваних завдань є невід'ємною складовою СААЯТЗ, необхідною для роботи викладача з тестами з вищої математики, а саме для формування та редагування тестів.

У третьому розділі «Обґрунтування комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики» описано ключові питання розроблення тестів з вищої математики; розроблено комп'ютерно орієнтовану методику оцінювання якості тестів з вищої математики, її практичне застосування; визначено місце методики в роботі викладача з тестами з вищої математики; визначено компетентність викладача щодо оцінювання якості тестів з вищої математики, критерії та рівні розвитку даної компетентності; розроблено і описано модель та технологію розвитку компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики.

Розроблено комп'ютерно орієнтовану методику оцінювання якості тестів з вищої математики викладачами ЗВО. *Метою* оцінювання якості тестів є покращення контролю знань студентів з вищої математики. *Змістовий компонент* оцінювання відображає загальна схема на рис. 1. Загальна схема оцінювання включає в себе такі етапи: формування таблиці результатів; аналіз окремих тестових завдань і тесту в цілому; приймання остаточних рішень. Формування таблиці результатів тестування передбачає підготовку даних до подальшої роботи з ними в

СААЯТЗ. Аналіз тесту в цілому полягає в: аналізі розподілу вибірки результатів; оцінюванні надійності тесту; оцінюванні критеріальної валідності тесту; оцінюванні ефективності тесту. Аналіз тестових завдань передбачає: аналіз кореляційної матриці завдань; оцінювання валідності окремих завдань; аналіз ансамблю характеристичних кривих завдань; аналіз політомічних завдань; аналіз дистракторів завдань множинного вибору. Приймання остаточних рішень здійснюється на підставі сумісного аналізу взаємодоповнюючих характеристик IRT та КТТ. При цьому робляться висновки щодо якості як окремих тестових завдань, так і тесту в цілому за алгоритмами, розробленими в роботі.



Рис. 1. Загальна схема оцінювання якості тестів

Впровадження комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики доцільно здійснювати поетапно: розвиток компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів та безпосереднє застосування викладачами комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики у своїй професійній діяльності.

Методами оцінювання якості тестів з вищої математики є дібрані методи теорії ймовірностей та математичної статистики, а саме методи КТТ та IRT. Основним *засобом* оцінювання є СААЯТЗ. Застосування методики, крім використання СААЯТЗ, передбачає роботу із системою комп'ютерного тестування (Moodle). При навчанні дані засоби доповнено мультимедійною дошкою, навчальною програмою та відповідним дистанційним курсом «Формування компетентності викладача з вищої математики щодо оцінювання якості тестів».

Застосування викладачами комп'ютерно орієнтованої методики доцільно здійснювати відповідно до загальної схеми роботи з тестами з вищої математики, зображеної на рис. 2. На першому етапі викладач створює тест. Ключовими питаннями при цьому є визначення підходу до розроблення тестів та оцінювання змістовної валідності. Якщо тест має високу змістовну валідність, розробник переходить до етапу завантаження тестів у систему комп'ютерного тестування (Moodle). Після цього викладач проводить пробне тестування, вирішуючи питання, пов'язані з його організацією та проведенням. Після проведення тестування викладач експортує результати тестування в форматі .xls. Далі проводиться аналіз якості тестів за комп'ютерно орієнтованою методикою оцінювання якості тестів. На основі проведеного аналізу приймаються рішення щодо якості тесту та подальшої роботи з ним, а тест та завдання тесту разом з їх статистичними характеристиками зберігаються в базі каліброваних завдань.

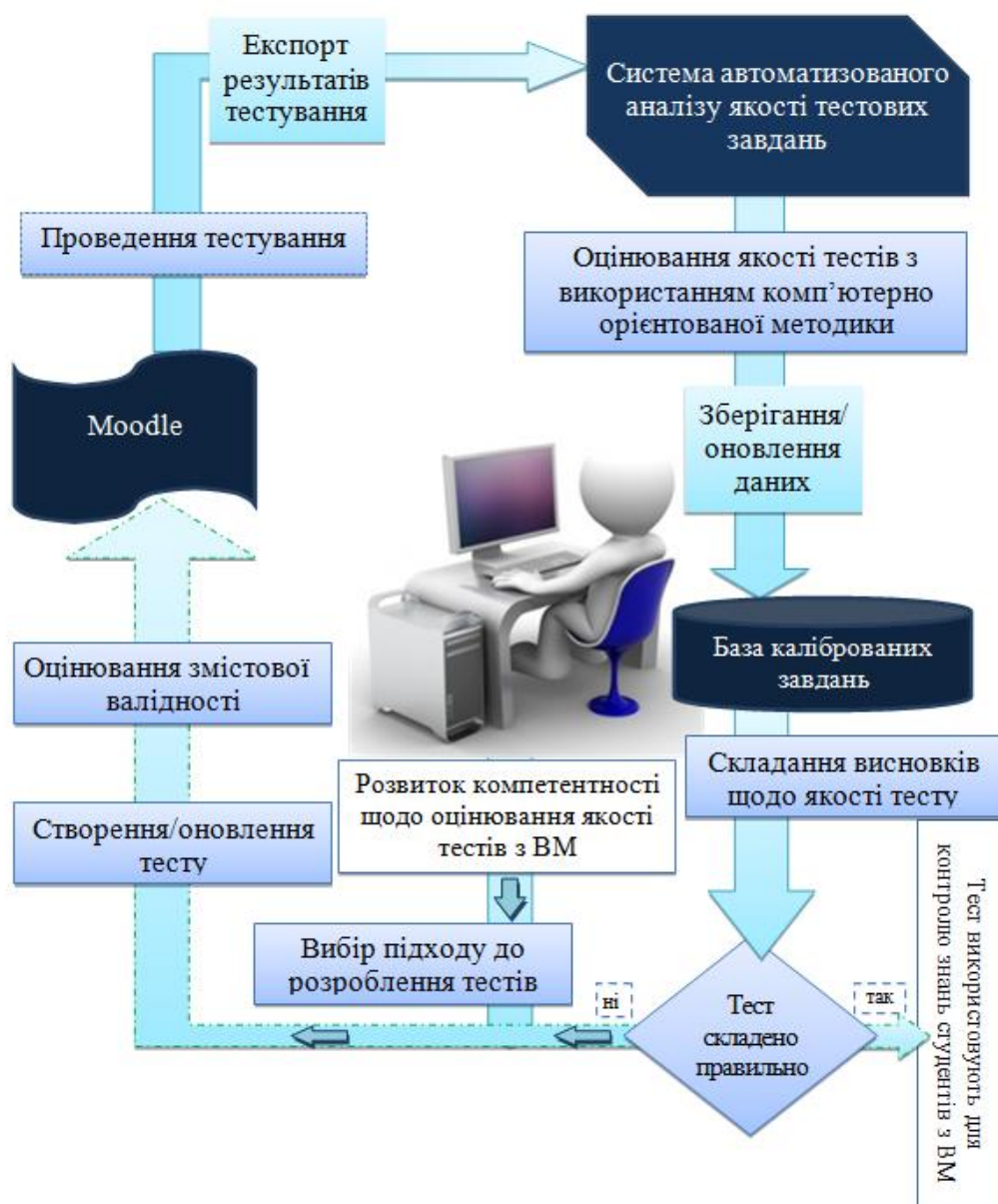


Рис. 2. Схема роботи викладача з тестами з вищої математики

Якщо на основі аналізу зроблено висновок, що тест складено правильно, його в подальшому використовують для контролю знань студентів з вищої

математики. Якщо ж виявлено, що тест потребує певної корекції, то шляхом видалення з нього неправильно складених завдань або додання нових завдань (із бази каліброваних завдань) тест оновлюється. Далі цикл повторюється знову й завершується тільки тоді, коли прийнято висновок, що тест складено правильно.

Визначено *компетентність викладача щодо оцінювання якості тестів з вищої математики* як готовність та здатність викладача із застосуванням ІКТ обчислювати характеристики тесту, тестових завдань та на основі цих характеристик оцінювати якість окремих завдань і об'єктивно скласти висновки щодо якості тесту в цілому, його покращення та доцільності використання в освітньому процесі для контролю знань студентів з вищої математики. Визначено та описано основні критерії компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики: ціннісно-мотиваційний, когнітивний та операційно-діяльнісний. Представлено характеристики визначених критеріїв для трьох рівнів: базового, поглибленого та професійного.

Розроблено модель розвитку компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики, яка складається з таких компонентів: мотиваційно-цільового, змістового, операційно-технологічного, діагностичного та результативного (рис. 3).

Мотиваційно-цільовий компонент включає мету: розвиток компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики, що базується на вимогах інформатизації суспільства. Змістовий компонент включає наукові підходи щодо розвитку компетентності викладача щодо оцінювання якості тестів з вищої математики, а саме: компетентнісний, діяльнісний, андрагогічний, диференційований. Змістовий компонент моделі забезпечується навчальною програмою «Формування компетентності викладача з вищої математики щодо оцінювання якості тестів». Операційно-технологічний компонент моделі базується на формах (лекція, практичне заняття, індивідуальні та групові консультації, електронне листування та ін.), методах (візуалізована лекція, дискусія, самостійна діяльність, практична діяльність, наочно-демонстраційний метод, оцінювання знань, умінь та навичок за допомогою тестування та анкетування) і засобах навчання (Moodle, комп'ютерно орієнтована методика оцінювання якості тестів з вищої математики, зокрема СААЯТЗ, методичні матеріали: навчальну програму, дистанційний курс та ін.). Діагностичний компонент моделі включає методи оцінювання компетентності викладача щодо оцінювання якості тестів з вищої математики: тестування, анкетування. Результатом моделі розвитку компетентності викладача щодо оцінювання якості тестів з вищої математики є розвинена компетентність викладача щодо оцінювання якості тестів з вищої математики, що надає можливість використовувати тести для контролю знань студентів та оцінювати якість цих тестів на поглибленому та професійному рівнях, що свідчить про досягнення поставленої мети.

Розроблено технологію розвитку компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики на основі відповідної моделі. *Мета навчання* викладачів – розвиток компетентності щодо оцінювання якості тестів з вищої математики. *Завдання навчання* – надання слухачам теоретичних знань з питань оцінювання якості тестів при використанні тестів для контролю знань з

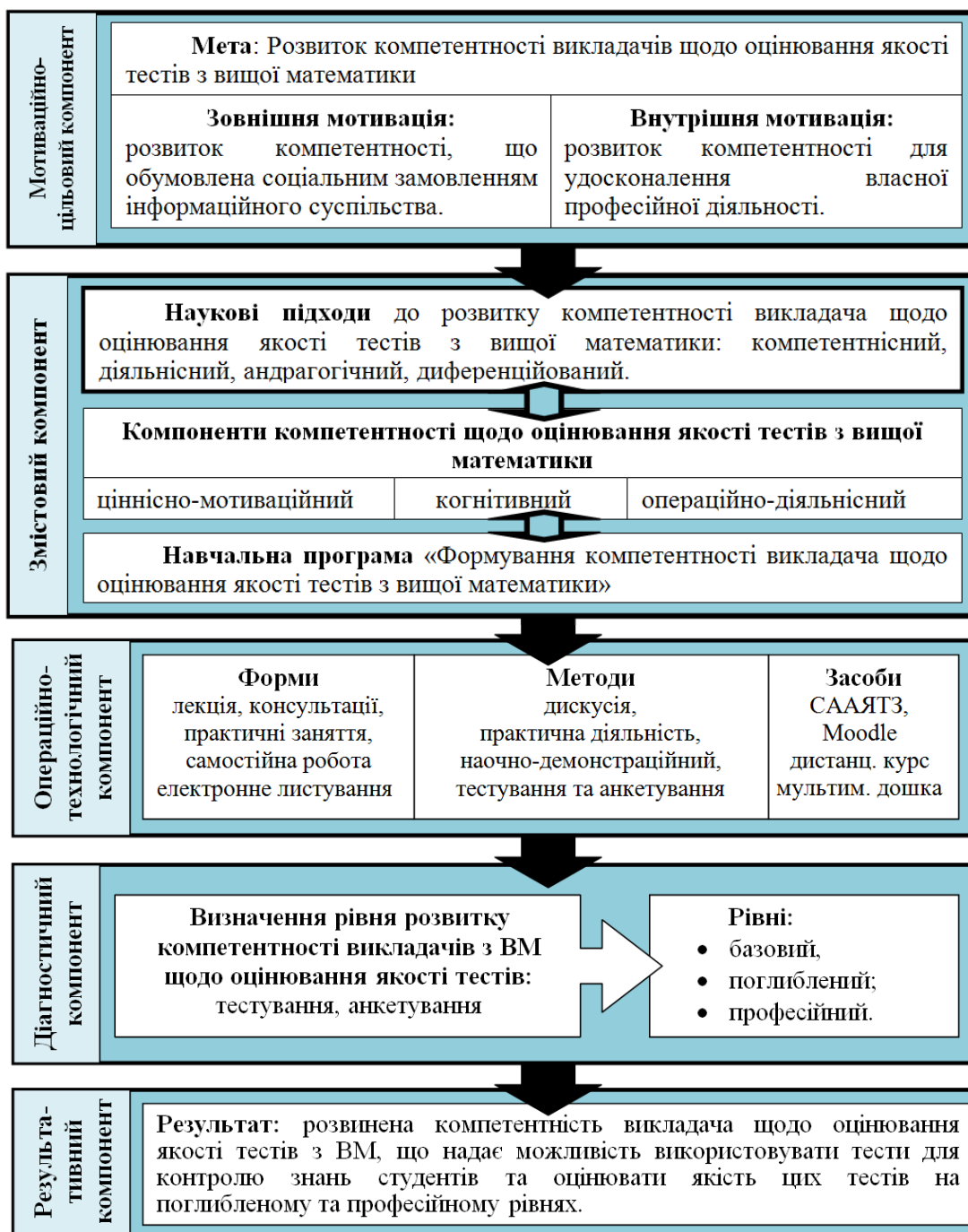


Рис. 3. Модель розвитку компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики

вищої математики та розуміння ролі такого оцінювання; розвиток вмінь та навичок оцінювання якості тестів з вищої математики. *Зміст та організацію* процесу формування компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики було розроблено на модульній основі з урахуванням професійних та особистісних вимог слухачів відповідно до навчальної програми «Формування компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики». *Засоби навчання:* комп'ютерно орієнтована методика оцінювання якості тестів з вищої математики, зокрема СААЯТЗ, мультимедійна дошка, система Moodle, дистанційний курс «Формування компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики» та ін. Навчання проводиться за допомогою групових *форм навчання* (лекції, практичні заняття, групові

консультації) та індивідуальних (індивідуальні заняття, самостійна робота, індивідуальні консультації, електронне листування).

У **четвертому розділі** дисертації «Експериментальна перевірка комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики» описано організацію та хід педагогічного експерименту, виконано статистичне опрацювання та аналіз результатів педагогічного експерименту.

Основну роботу експериментального дослідження було спрямовано на перевірку гіпотези та основних теоретичних положень дослідження. Розроблена програма експериментального дослідження передбачала констатувальний (2015-2016 рр.), та формувальний (2016-2017 рр.) етапи.

На констатувальному етапі експериментального дослідження з'ясовано, що використання тестів є привабливим для викладачів (за умови поєднання традиційних та тестових форм контролю знань), оскільки дає можливість спростити та прискорити процедуру перевірки контрольних та самостійних робіт. Значна більшість викладачів готова використовувати тести з вищої математики, валідність і надійність яких було підтверджено. Викладачі розуміють необхідність оцінювання якості тестів з вищої математики із застосуванням ІКТ перед їхнім впровадженням в освітній процес, але при цьому усвідомлюють недостатній рівень компетентності щодо оцінювання якості тестів. Пройти навчання, спрямоване на розвиток цієї компетентності, готові лише 28% викладачів.

У формуальному етапі експериментального дослідження взяло участь 136 науково-педагогічних працівників КПІ ім. Ігоря Сікорського Київського національного університету імені Тараса Шевченка та Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова, з них 68 увійшло в експериментальну групу (ЕГ) та 68 – у контрольну групу (КГ). Навчання викладачів експериментальної групи здійснювалось на основі авторської навчальної програми «Формування компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики» через цикл лекційних та практичних занять. Було зафіксовано позитивну динаміку розвитку компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики в ЕГ (рис. 4).

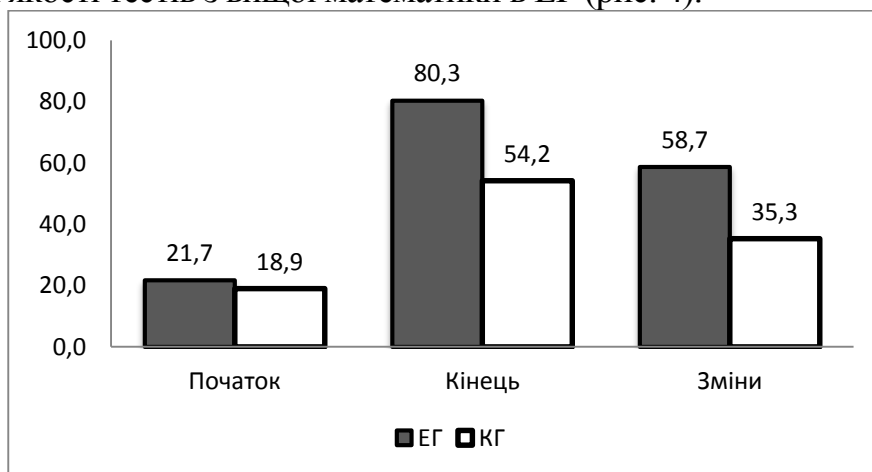


Рис. 4. Динаміка розвитку компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики на початок та кінець формуального етапу експериментального дослідження в КГ та ЕГ

За результатами опрацювання початкового і підсумкового зрізів із використанням методів статистики (кутового перетворення φ^* Фішера) та порівняльного аналізу підтвердили позитивну динаміку розвитку компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики із застосуванням комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики, що надає можливість зробити висновок про ефективність методики.

Застосування комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики до пакету тестів з вищої математики для студентів технічних спеціальностей КПІ ім. Ігоря Сікорського надало можливість оцінити та покращити їх якість. Покращення контролю знань з вищої математики внаслідок впровадження комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики перевірялось методом експертного оцінювання. Проведений педагогічний експеримент підтвердив гіпотезу дослідження.

ВИСНОВКИ

Відповідно до мети та поставлених завдань у процесі дослідження отримано такі **результати**: уточнено основні поняття щодо оцінювання якості тестів з вищої математики; здійснено аналіз сучасного стану проблеми оцінювання якості тестів з вищої математики; досліджено методи КТТ та ІРТ оцінювання якості тестів з вищої математики; розроблено комп'ютерно орієнтовану методику оцінювання якості тестів з вищої математики; розроблено СААЯТЗ як засіб комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики; сформовано базу каліброваних завдань з вищої математики для студентів технічних спеціальностей; оцінено та покращено якість пакету тестів з вищої математики для студентів технічних спеціальностей КПІ ім. Ігоря Сікорського; визначено критерії та рівні розвитку компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики; розроблено модель та технологію розвитку компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики.

На підставі отриманих результатів дослідження зроблено такі **висновки**:

1. На сьогоднішній день комп'ютерне тестування є ефективним засобом контролю знань студентів, спрямованим на підвищення якості освіти. Доведено, що для зростання ефективності навчального процесу тестування повинно не підміняти, а доповнювати перевірені традиційні форми контролю знань.

Виявлено, що, незважаючи на усвідомлення вітчизняними та зарубіжними вченими необхідності оцінювання якості тестів з вищої математики та розроблення відповідної комп'ютерно орієнтованої методики, зазначена проблема наразі залишається недостатньо вирішеною. Це підтверджується відсутністю єдиного визначення основних понять дослідження, зокрема, поняття якості тестів. Нами уточнено поняття тесту, якості тесту, оцінювання якості тестів та комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики.

Наголошено, що для застосування тестів з вищої математики для контролю знань студентів у викладача повинна бути розвинена компетентність щодо оцінювання якості тестів. При цьому проблема підготовки викладачів вищої математики до застосування та оцінювання якості тестів також не знайшла достатнього відображення в наукових дослідженнях.

Аналіз основних програмних засобів опрацювання результатів тестування виявив необхідність розроблення системи автоматизованого аналізу якості тестових завдань з вищої математики як засобу комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики.

2. Дібрано методи КТТ та IRT для оцінювання якості тестів з вищої математики та їхньої програмної реалізації. Методи оцінювання якості тестів з вищої математики в рамках КТТ передбачають як аналіз окремих тестових завдань, так і тесту в цілому. Аналіз тесту в цілому полягає в: аналізі розподілу вибірки результатів; оцінюванні надійності тесту; оцінюванні критеріальної валідності тесту. Аналіз тестових завдань передбачає: аналіз кореляційної матриці завдань; оцінювання валідності окремих завдань; аналіз дистракторів завдань множинного вибору. Визначено, що для оцінювання якості тестів з вищої математики доцільно застосовувати наступні моделі IRT: Раша та Бірнбаума (для дихотомічних завдань), Андерсена для політомічних завдань та Тіссена-Стейнберга для завдань множинного вигляду. IRT-аналіз тестових завдань і тесту в цілому проводиться із використанням визначених моделей і передбачає: оцінювання значень латентних параметрів використовуваних IRT-моделей; аналіз ансамблю характеристичних кривих завдань тесту; аналіз характеристичних кривих підрівнів політомічних тестових завдань; аналіз характеристичних кривих дистракторів завдань множинного вибору; аналіз інформаційних кривих тестових завдань та тесту в цілому. Встановлено, що всебічний досконалий аналіз якості тесту можливий лише при поєднанні взаємодоповнюючих методів КТТ та IRT. Дібрані методи підтвердили свою ефективність та були покладені в основу комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики.

3. Спроековано систему автоматизованого аналізу якості тестових завдань з вищої математики як засіб розробленої методики. Функції системи реалізовано в СААЯТЗ за допомогою окремих модулів. Основними задачами СААЯТЗ є статистичний аналіз результатів тестування методами КТТ та IRT, формування та обслуговування бази каліброваних завдань. У базі каліброваних завдань зберігаються тести та окремі тестові завдання. Тести систематизовано за темами та призначенням (контрольна, іспит). Для кожного завдання існує відповідний паспорт, який містить тему тестування, форму завдання та основні характеристики тестового завдання, оцінені системою. База каліброваних завдань є невід'ємною складовою СААЯТЗ, необхідною для роботи викладача з тестами з вищої математики, а саме для формування та редагування тестів. Застосування СААЯТЗ для оцінювання якості тестів з вищої математики підтвердило свою ефективність.

4. Розвиток компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики доцільно здійснювати на основі технології, розробленої на підґрунті відповідної моделі з урахуванням визначених критеріїв (ціннісно-мотиваційного, когнітивного та операційно-діяльнісного) та рівнів (базового, поглибленого та професійного). Запропонована модель складається з наступних компонентів: мотиваційно-цільового (передбачає цілі та завдання освітнього процесу), змістового (визначає зміст навчальної діяльності за рівнями розвитку компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики), операційно-технологічного (конкретизує організаційні форми та методи розвитку

цієї компетентності), діагностичного та результативного (визначають рівні компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики, експертизу й аналіз результативності даного процесу).

5. Розроблено комп'ютерно орієнтовану методика оцінювання якості тестів з вищої математики. Дана методика надає можливість проводити швидкий, зручний та наглядний аналіз якості завдань та тестів. Загальна схема методики включає в себе три етапи: формування таблиці результатів; аналіз окремих тестових завдань і тесту в цілому; приймання остаточних рішень. Застосування методики надає можливість не лише оцінити, а й у подальшому здійснити покращення якості як окремих тестових завдань, так і тесту в цілому. Розроблено систему автоматизованого аналізу якості тестових завдань з вищої математики як засіб розробленої методики. На основі узагальнення результатів, теоретичного аналізу й експериментальної роботи розроблено дистанційний курс «Формування компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики».

Впровадження комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики доцільно здійснювати поетапно: навчання викладачів на основі запропонованої технології розвитку компетентності щодо оцінювання якості тестів з вищої математики та безпосереднє застосування викладачами комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики в свої професійній діяльності для покращення контролю знань. Експериментальна перевірка комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики та отримані результати підтвердили викладену в дисертації гіпотезу.

Разом із тим проведене дослідження не вичерпує всієї повноти проблеми і може бути продовжено за такими напрямками наукового пошуку: розроблення та впровадження методики комп'ютерно орієнтованого оцінювання якості тестів інших дисциплін; дослідження інноваційних методів ІРТ оцінювання якості тестів та вдосконалення засобів розробленої методики.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати

1. Дудко А. Ф., Диховичний О. О. Автоматизована система аналізу результатів комп'ютерного тестування з вищої математики. *Наукові праці ДонНТУ*. Серія: «Педагогіка, психологія і соціологія». 2013. №2 (14). С. 103-110.

2. Дудко А. Ф., Диховичний О. О. Застосування інформаційної функції для аналізу та підвищення ефективності тестів з вищої математики [Електронний ресурс]. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2014. Том 41. №3. С. 55-69. URL: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1040/790#.VFK7rzSsXm4> (включений до міжнар. наукометрич. баз).

3. Дудко А. Ф., Диховичний О. О. Практичний аналіз якості тестів з вищої математики. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*: Серія «Педагогіка. Соціальна робота». 2014. № 32. С. 73-78.

4. Дудко А. Ф. Концепція розробки комп'ютерних тестів з вищої математики. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова*. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи: зб. наук. пр. Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова. 2014. Випуск 50. С. 44-48.

5. Дудко А. Ф., Диховичний О. О. Комплексна методика аналізу якості тестів з вищої математики. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова*. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць. К.: НПУ імені М. П. Драгоманова. 2015. № 15 (22). С. 140-144.

6. Дудко А. Ф., Диховичний О. О. Оцінювання змістовної валідності тестів з вищої математики з використанням Google Docs додатку [Електронний ресурс]. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2016. Том 52 №2. С. 52-61 <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1383/1032> (включений до міжнар. наукометрич. баз).

7. Дудко А. Ф., Диховичний О. О. Аналіз поняттєво-категоріального апарату дослідження якості тестів з вищої математики. *Journal «ScienceRise: Pedagogical Education»*. 2017. № 5(13). С. 17-21. (включений до міжнар. наукометрич. баз)

8. Удовенко А.Ф., Диховичний О. О., Алексеева І. В., Гайдей В. О., Коновалова Н. Р., Федорова Л. Б. Аналіз якості тестових завдань для комплексу дистанційної освіти «Вища математика». *Теорія та методика електронного навчання*: зб. наук. пр. Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ. 2010. Вип. І. С. 3-9.

9. Удовенко А.Ф., Диховичний О. О., Шепель М. О. Політомічні моделі Мастерса та Андерсена в аналізі якості тестових завдань. *Теорія та методика електронного навчання*: збірник наукових праць. Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ. 2012. Випуск ІІІ. С. 83-87.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

10. Удовенко А.Ф. Сучасні математичні моделі педагогічного тестування. *«Історія розвитку науки, техніки та освіти»*: Зб. пр. VIII міжнародної молодіжної науково-практ. конф. за темою «Взаємодія академічної та університетської науки», 18 травня 2010 р. Київ. 2010. С. 202-206.

11. Дудко А. Ф., Диховичний О. О., Алексеева І. В., Гайдей В. О., Коновалова Н. Р., Федорова Л. Б. Статистичний аналіз тестових завдань із застосуванням сучасних математичних моделей IRT. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка» (серія «Інформатизація вищого навчального закладу»)*. 2012. №731. С. 10-13.

12. Дудко А.Ф., Диховичний О. О., Шепель М. О. Про особливості застосування політомічних математичних моделей тестових завдань. *Чотирнадцята міжнар. Конф. імені академіка М. Кравчука*, 19-21 квітня, 2012 р. Київ: Матеріали конф. Т.4. Історія та методика викладання математики. К.: НТУУ «КПІ». 2012. С. 91.

13. Дудко А. Ф., Диховичний О. О., Алексеева І. В., Гайдей В. О., Коновалова Н. Р., Федорова Л. Б. Про досвід застосування тестових контрольних робіт з вищої математики. *Друга міжнар. наук. конф. «Математика в сучасному технічному університеті»*, 19-20 квітня 2013 р., м. Київ. 2013. С. 442-445.

14. Дудко А. Ф., Диховичний О. О., Алексеева І. В., Гайдей В. О., Коновалова Н. Р., Федорова Л. Б. Про електронне навчання вищої математики в НТУУ «КПІ». *Друга міжнар. наук. конф. «Математика в сучасному технічному університеті»*, 19-20 квітня 2013 р., м. Київ. 2013. С. 442-445.

15. Дудко А. Ф., Диховичний О. О., Тарабара І. С. Статистичний аналіз якості тестових завдань для моделі з множинним вибором. *Третя міжнар. наук. конф.*

молодих вчених з математики та фізики, 25-27 квітня, 2013 р., м. Київ. 2013. С. 169-170.

16. Дудко А. Ф., Диховичний О. О., Філіппова Г. В. Система автоматизованого аналізу якості тестових завдань. *Третя міжнар. наук. конф. молодих вчених з математики та фізики, 25-27 квітня, 2013 р., м. Київ. 2013. С. 170-172.*

17. Dudko A. F., Dykhovichnyi O. O. On the application of IRT-models for the statistical analysis of the quality of educational tests in higher mathematics. *Ukrainian-German Workshop on Empirical Complete Convergence and other Limit Theorems of Probability Theory, September 23-27, 2013, Koktebel, Ukraine. 2013.*

18. Дудко А. Ф., Диховичний О. О., Алексеєва І. В., Гайдей В. О., Коновалова Н. Р., Федорова Л. Б. Про оцінку ефективності тестів з вищої математики. *Друга міжнародна наук. Конф. «Математика в сучасному технічному університеті», 20-21 грудня, 2013 р., м. Київ. 2013. С. 271-274.*

19. Дудко А. Ф., Диховичний О. О., Алексеєва І. В., Гайдей В. О., Коновалова Н. Р., Федорова Л. Б. Про електронне тестування з вищої математики в НТУУ «КПІ». *Вища освіта: проблеми і шляхи забезпечення якості. X Всеукр. науково-метод. конф., 28-29 листопада, 2013 р., м. Київ, НТУУ «КПІ». 2013. С. 7.*

20. Дудко А. Ф., Диховичний О. О. Методика аналізу та підвищення ефективності тестів з вищої математики. *П'ятнадцята міжнар. конф. імені академіка М. Кравчука, 15-17 травня, 2014 р. Київ: Матеріали конф. Т.4. Історія та методика математики. К.: НТУУ «КПІ». 2014. С. 96-97.*

21. Дудко А. Ф., Диховичний О. О. Застосування IRT-моделей у дослідженні якості педагогічних тестів. *Всеукр. наукова конф. «Стохастичні та детерміновані математичні моделі у наукових дослідженнях», 27-29 червня 2014 р., м. Київ. 2014.*

22. Дудко А. Ф., Диховичний О. О., Алексеєва І. В., Гайдей В. О., Коновалова Н. Р., Федорова Л. Б. Вибір підходу до розробки комп'ютерних тестів з вищої математики. *Математика в сучасному технічному університеті: матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 25-26 груд. 2014 р.). К.: НТУУ «КПІ». 2015. С. 317-318.*

23. Дудко А. Ф., Диховичний О. О. Методика аналізу якості тестів та її застосування. *Четверта міжнар. наук. конф. молодих вчених з математики та фізики, 23-25 квітня, 2015 р. – С. 78.*

24. Дудко А. Ф., Диховичний О. О., Алексеєва І. В., Гайдей В. О., Коновалова Н. Р., Федорова Л. Б. Аналіз якості комп'ютерних тестів методами класичної теорії тестів. *Шістнадцята міжнар. конф. імені академіка М. Кравчука, 14-15 травня, 2015 р. Київ: Матеріали конф. Т. 3. Теорія ймовірностей та математична статистика. Історія та методика математики. К.: НТУУ «КПІ». 2015. С. 94-97.*

25. Дудко А. Ф., Диховичний О. О. Комп'ютерно-орієнтована методика статистичного аналізу тестів з вищої математики. *П'ята міжнар. наук. конф. молодих вчених з математики та фізики, 25-26 квітня, 2016 р., м. Київ. 2016. – С. 71.*

26. Дудко А. Ф., Диховичний О. О., Алексеєва І. В., Гайдей В. О., Коновалова Н. Р., Федорова Л. Б. Комп'ютерно-орієнтована методика аналізу якості педагогічних тестів як засіб ІК-підтримки викладачів вищої математики НТУУ

«КПШ». *Математика в сучасному технічному університеті*: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 24–25 груд. 2015 р.). К.: НТУУ «КПШ». 2016. С. 277-278.

27. Дудко А. Ф., Диховичний О. О., Алексеєва І. В., Гайдей В. О., Коновалова Н. Р., Федорова Л. Б. Оцінювання якості змісту тестів з вищої математики з використанням Google Docs додатку. *Сімнадцята міжнар. конф. імені академіка М. Кравчука*, 19-20 травня, 2016 р. Київ: Матеріали конф. Т. 3. К.: НТУУ «КПШ». 2015. С. 176-179.

28. Dudko A., Dykhovychnyi A. Statistical analysis of tests in higher mathematics. *Limit theorem in probability theory, number theory and mathematical statistics. International workshop in honour of Prof. V.V. Buldygin (October 10-12, 2016)*. NTUU «KPI» Kyiv, Ukraine. 2016. – P. 18.

29. Дудко А. Ф., Диховичний О. О., Алексеєва І. В., Гайдей В. О., Коновалова Н. Р., Федорова Л. Б. Схема роботи викладача з тестами для контролю знань студентів з вищої математики. *Математика в сучасному технічному університеті*: матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 29-30 грудня 2016 р.). Київ : НТУУ «КПШ». 2017. С. 229-232.

30. Дудко А. Ф., Диховичний О. О., Прохоренко Н. В. Застосування мови R у статистичному аналізі якості тестів з вищої математики. *Матеріали Вісімнадцятої міжнар. наук. конф. імені академіка Михайла Кравчука*, 7-10 жовтня 2017 року, Київ: Т. 2. Київ: НТУУ «КПШ». 2017. С. 222-224.

31. Дудко А. Ф., Диховичний О. О., Прохоренко Н. В. Моделювання даних результатів тестування з вищої математики за допомогою мови R. *Матеріали Вісімнадцятої міжнар. наук. конф. імені академіка Михайла Кравчука*, 7-10 жовтня 2017 року, Київ: Т. 2. Київ: НТУУ «КПШ». 2017. С. 225-226.

32. Дудко А. Ф., Диховичний О. О., Алексеєва І. В., Гайдей В. О., Коновалова Н. Р., Федорова Л. Б. Про необхідність розвитку компетентності щодо оцінювання якості тесту викладача вищої математики. *Матеріали Вісімнадцятої міжнар. наук. конф. імені академіка Михайла Кравчука*, 7-10 жовтня 2017 року, Київ: Т. 2. Київ: НТУУ «КПШ». 2017. С. 166-167.

33. Дудко А. Ф., Диховичний О. О., Круглова Н. В., Ординська З. П. Застосування моделі Бірнбаума до визначення ставлення викладачів вищої математики до тестового контролю знань. *Сьома всеукр. наук. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених з математики*, 18-20 квітня, 2018 р., м. Київ. 2018. С. 73.

АНОТАЦІЇ

Дудко А.Ф. Комп'ютерно орієнтована методика оцінювання якості тестів з вищої математики викладачами закладів вищої освіти. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті. – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Київ, 2019.

Дисертаційне дослідження присвячено проблемі оцінювання якості тестів з вищої математики викладачами ЗВО. На основі методів класичної теорії тестів та Item Response Theory розроблено авторську систему автоматизованого аналізу

якості тестових завдань. Розроблено комп'ютерно орієнтовану методику оцінювання якості тестів з вищої математики.

Визначено критерії та рівні розвитку компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики. Розроблено модель та технологію розвитку компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики, навчальну програму «Формування компетентності викладачів щодо оцінювання якості тестів з вищої математики» для підвищення кваліфікації наукових і науково-педагогічних працівників та відповідний дистанційний курс.

Експериментально доведено, що педагогічно виважене впровадження комп'ютерно орієнтованої методики оцінювання якості тестів з вищої математики сприятиме розвитку професійного рівня компетентності викладачів ЗВО щодо оцінювання якості тестів з вищої математики та покращенню контролю знань студентів.

Ключові слова: комп'ютерно орієнтована методика оцінювання якості тестів, тести з вищої математики, компетентність викладачів щодо оцінювання якості тестів, система автоматизованого оцінювання якості тестів, класична теорія тестів, Item Response Theory.

Дудко А.Ф. Компьютерно ориентированная методика оценивания качества тестов по высшей математике преподавателями высших учебных заведений. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук по специальности 13.00.10 – информационно-коммуникационные технологии в образовании. – Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Институт информационных технологий и средств обучения НАПН Украины, Киев, 2019.

Диссертационное исследование посвящено проблеме оценивания качества тестов по высшей математике преподавателями высших учебных заведений. Проанализирован зарубежный и отечественный опыт по теме исследования и уточнены понятия «тест», «тестовое задание», «качество теста», «оценивания качества теста», «компьютерно ориентированная методика оценивания качества тестов по высшей математике».

Обоснована необходимость объединения методов классической теории тестов (КТТ) и Item Response Theory (IRT) для оценивания качества тестов по высшей математике. Определены основные методы оценивания качества тестов по высшей математике в рамках КТТ, которые предусматривают как анализ отдельных тестовых заданий (анализ корреляционной матрицы заданий, оценку валидности отдельных заданий, анализ дистракторов заданий множественного выбора), так и теста в целом (анализ распределения выборки результатов; оценка надежности теста; оценка критериальной валидности теста).

Определены модели IRT для оценивания качества тестов по высшей математике: Раша и Бирнбаума (для дихотомических заданий), Андерсенена для политомических заданий и Тиссена-Стейнберга для заданий множественного выбора. IRT-анализ тестовых заданий и теста в целом предусматривает: оценку значений латентных параметров используемых IRT-моделями; анализ ансамбля

характеристических кривых заданий теста; анализ характеристических кривых уровней политомических тестовых заданий; анализ характеристических кривых дистракторов заданий множественного выбора. Исследован вопрос оценки латентных параметров IRT-моделей.

На основе взаимодополняющих методов КТТ и IRT разработана авторская система автоматизированного анализа качества тестовых заданий. Основные функциональные возможности системы: гибкий выбор алгоритма статистической обработки результатов тестирования; наглядность графического представления результатов; формирование и обслуживание базы калиброванных заданий.

Разработана компьютерно ориентированная методика оценивания качества тестов по высшей математике. Определено место методики в процессе работы преподавателя с тестами по высшей математике для контроля знаний студентов. Разработана общая схема работы преподавателя с тестами по высшей математике. Работа с тестами по описанной схеме требует от преподавателя высокого уровня компетентности относительно оценивания качества тестов по высшей математике.

Определены и описаны основные критерии компетентности преподавателей относительно оценивания качества тестов по высшей математике: ценностно-мотивационный, когнитивный и операционно-деятельностный. Представлены характеристики определенных критериев для трех уровней: базового, углубленного и профессионального.

Разработаны модель и технология развития компетентности преподавателей относительно оценивания качества тестов по высшей математике; учебную программу «Формирование компетентности преподавателей относительно оценивания качества тестов по высшей математике» для повышения квалификации научных и научно-педагогических работников; соответствующий дистанционный курс по учебной программе; база калиброванных задач по высшей математике для студентов технических специальностей; пакет тестов по высшей математике для студентов технических специальностей КПИ им. Игора Сикорского с применением разработанной компьютерно ориентированной методики оценивания качества тестов.

Общие результаты педагогического эксперимента показали, что педагогически взвешенное внедрение компьютерно ориентированной методики оценивания качества тестов по высшей математике будет способствовать развитию профессионального уровня компетентности преподавателей высших учебных заведений относительно оценивания качества тестов по высшей математике и улучшению контроля знаний студентов.

Ключевые слова: компьютерно ориентированная методика оценивания качества тестов, тесты по высшей математике, компетентность преподавателей относительно оценивания качества тестов, система автоматизированного оценивания качества тестов, классическая теория тестов, Item Response Theory.

Dudko A.F. Computer-oriented methodology of assessing the quality of tests in higher mathematics by teachers of higher education establishments. - Manuscript.

The thesis for a Candidate Degree in Pedagogical Sciences (Philosophy Doctor), specialty 13.00.10 – information and communication technology in education (011 – Educational, pedagogical science). - National Technical University of Ukraine "Igor

Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Institute of Information Technologies and Learning Tools NAES of Ukraine, Kyiv, 2019.

The thesis is devoted to the problem of assessing the quality of tests in higher mathematics by teachers of higher education establishments. The author's computer-based system of quality analysis of test items is developed based on interaction of the methods of Classical Test Theory and Item Response Theory. The computer-oriented methodology of assessing the quality of tests in higher mathematics is developed.

The criteria of teachers' competence concerning the quality of tests in higher mathematics are defined. The model and technology of teachers' competence concerning the quality of tests in higher mathematics, the curriculum "Development of the teachers' competence concerning the quality of tests in higher mathematics" for the advanced training course of scientific and pedagogical workers and the corresponding distance course are developed. The general results of the pedagogical experiment gives evidences to confirm that the introduction of the computer-oriented methodology for assessing the quality of tests in higher mathematics will promote the development of teachers' competence concerning the quality of tests in higher mathematics and improving controls of students' knowledge.

Keywords: computer-oriented methodology of assessing the quality of tests, tests in higher mathematics, teachers' competence concerning the quality of tests in higher mathematics, computer-based system of quality analysis of test items, classical test theory, Item Response Theory.

Підписано до друку 06.05.2019 р. Зам. № 518.
Формат 60x90 1/16. Папір офсетний. Друк – цифровий.
Наклад 100 прим. Ум. друк. арк. 0,9.
Друк ЦП «КОМПРИНТ». Свідоцтво ДК №4131 від 04.08.2011 р.
м. Київ, вул. Предславинська, 28
528-05-42, 067-209-54-30
email: komprint@ukr.net