

УДК 378.27

АЛЕКСЄЄВ О.М., КОНОВАЛОВА Н.А., МАЗНИЙ Б.В.,  
ТРОФИМЕНКО П.Є.

Сумський державний університет

**КЛАСИФІКАТОР ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ  
ДЛЯ СЕРТИФІКАЦІЙНОГО ІСПИТУ ІЗ  
СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ІНЖЕНЕРНОГО ПРОФІЛЮ**

**Мета.** Розроблення класифікатора тестових завдань для сертифікаційного іспиту із спеціальностей інженерного профілю.

**Методика.** Аналіз існуючих підходів до сертифікації та декларування відповідності, вивчення особливостей розроблення класифікаторів, освітніх стандартів і методик проведення тестового контролю знань та вмінь для узагальнення теоретичних питань сутності, структури, функцій, особливостей проведення сертифікаційного іспиту майбутніх інженерів.

**Результати.** У ході дослідження підтверджена можливість побудови класифікатора тестових завдань для сертифікаційного іспиту із інженерних спеціальностей. Виявлено класифікаційні ознаки тестових завдань, найбільш істотні при контролі знань і вмінь майбутніх інженерів. Розроблено класифікатор тестових завдань, застосування якого дозволяє підвищити обґрунтованість рішень, що приймаються під час розроблення методичного забезпечення сертифікаційних іспитів.

**Наукова новизна.** Новий підхід до розроблення класифікатора тестових завдань для сертифікаційного іспиту майбутніх інженерів.

**Практична значущість.** Використання розробленого класифікатора розширює можливості тестування під час сертифікаційного іспиту майбутніх інженерів.

**Ключові слова:** сертифікація, сертифікаційний іспит, тестовий контроль, класифікатор тестових завдань, ознака класифікації, інженерна спеціальність.

**Вступ.** Нині існує велика кількість класифікаторів тестових завдань. Вони дозволяють класифікувати тестові завдання, проте не існує такого їх поділу, що врахував би специфіку інженерної освіти, коли студенти в процесі навчання працюють з різноманітними машинами, установками та засобами технологічного оснащення. Студенту, майбутньому інженеру, необхідно не лише дати знання та сформувати певні навички, але й проконтролювати рівень отриманих знань і сформованих умінь. Відсутність класифікатора не дає можливість розробнику тестів вибрати необхідний вид тестових завдань і як наслідок розробити тести контролю знань та вмінь, які б дозволили з високою достовірністю оцінити успішність студентів інженерних спеціальностей під час проведення сертифікаційного іспиту.

Проблемі класифікації тестових завдань присвячені праці таких авторів, як Аванесов В.С., Кім В.С., Колгатін О.Г., Нейман Ю.М. [1, 3, 4, 6]. У європейському стандарті IMS QTI [10] детально описано способи опису тестових завдань та варіанти відповідей, які являють собою правила створення завдань для тестового контролю. Однак в роботах цих та інших авторів не приділяється необхідна увага класифікації тестових завдань для студентів інженерних спеціальностей.

**Постановка завдання.** Мета статті – розроблення класифікатора тестових завдань для сертифікаційного іспиту із спеціальностей інженерного профілю.

**Результати дослідження.** Особливістю інженерної освіти є те, що студенти протягом всього терміну навчання активно працюють з графічними матеріалами. Такі матеріали часто не лише подаються в якості завдання на виконання навчальних робіт, а й результати виконання завдань також можуть містити вимоги до їх представлення в графічному вигляді. Проте існуючі типові форми тестових завдань та їх узагальнення, наведені в вигляді різноманітних класифікаторів, слабо орієнтовані на проведення тестового контролю з застосуванням графіко-орієнтованих тестових завдань і, як наслідок, майже не враховують специфіку інженерної освіти.

Водночас існуючі підходи до класифікації тестових завдань практично не враховують ще одну дуже важливу особливість інженерної освіти – в процесі формування професійних компетентностей майбутнього інженера необхідна активна робота студентів з технологічними машинами, з якими вони в подальшому будуть працювати. Навчання роботі з ними в умовах технічного університету може бути реалізоване за рахунок використання навчальних, фізично існуючих, прототипів або змодельоване застосуванням віртуальних комп'ютерних моделей. Однак, в будь-якому разі, рівень сформованості професійних компетентностей повинен бути встановлений проведенням відповідних контрольних заходів. Необхідно констатувати, що і в такому випадку підходи, прийняті до формування класифікаторів тестових завдань, не дозволяють розробити дієві рекомендації до застосування тестування для контролю рівня сформованості вмінь студентів інженерних спеціальностей.

В зв'язку з цим було проведено теоретико-експериментальне дослідження нових підходів до розроблення класифікатора тестових завдань для сертифікаційного іспиту за спеціальностями інженерного профілю.

Експериментальна частина дослідження включала експертне оцінювання застосування типових форм тестових завдань для контролю професійних компетентностей студентів інженерних спеціальностей під час проведення сертифікаційного іспиту.

Для дослідження була сформована експертна група, кількісний склад якої визначався відповідно до відомої залежності [7]:

$$m \geq \sigma^2 / \mu^2 + 1 \quad (1)$$

де  $m$  – кількість експертів в групі;

$\mu^2$  – дисперсія можливих значень вибіркового середнього експертних оцінок;

$\sigma^2$  – генеральна дисперсія експертних оцінок.

Для практичних цілей найбільш допустиме співвідношення  $0,05 \leq \mu^2 / \sigma^2 \leq 0,10$  [7]. Оскільки в методиці, що використовується, відсутнє суворе обґрунтування для використання в умовах проведеного експериментального дослідження граничних значень рекомендованого інтервалу змін  $\mu^2 / \sigma^2$ , то прийнято значення  $\mu^2 / \sigma^2 = 0,075$ , що відповідає центру інтервалу. Для цього значення, відповідно до залежності (1), кількість експертів  $m = 15$ .

Експертна група формувалась з числа викладачів, що ведуть заняття з дисциплін професійно-практичної підготовки у студентів різних інженерних спеціальностей. Кількісний склад експертної групи формувався з врахуванням рекомендацій [5], відповідно до яких властивості, які повинен мати експерт:

- ступінь компетентності експерта. Щоб оцінити ступінь компетентності експерта використовувалися такі показники як вчений ступінь та звання, стаж роботи за фахом, число опублікованих робіт, число посилань на ці роботи в літературі;

- оптимальне поєднання вузької спеціалізації та загального кругозору експерта. Для цього використовувався аналіз діяльності та навчально-методичних праць потенційного експерта;

- оптимальне поєднання індивідуальних якостей. Сюди входять креативність, інтуїція, предикаторність, незалежність.

Також враховувалося розумне поєднання експертів, які відрізняються за віком та темпераментом, викладають різні навчальні дисципліни за різними напрямками інженерної підготовки.

В табл. 1 наведені результати експертного оцінювання переважності застосування найбільш часто використовуваних ознак класифікації типових форм тестових завдань. Склад ознак встановлений на основі аналізу публікацій в науковій та методичній літературі, що містить рекомендації до проведення заходів тестового контролю [1, 3, 4, 6, 10].

Таблиця 1

**Рейтинг ознак класифікації типових форм тестових завдань**

№	Ознаки класифікації / групи або значення ознаки	Загальний рейтинг
1	Конструкція тестового завдання / вільне поле введення, символно-текстовий набір, покадрове відображення фаз руху	41
2	Модель відображення фізичних об'єктів та процесів / символна форма, графічна форма, розрахунково-графічна модель, мультимедійна форма, віртуальна реальність	42
3	Форма роботи з фізичними об'єктами та процесами, що вивчаються / дистанційна, очна, обмеженого доступу	51
4	Призначення / контроль вмінь, контроль знань, контроль навичок	59
5	Черга подання завдань / адаптивний, зростаючої складності, змішаний	60
6	Співвідношення з нормами або критеріями / досягнень, порівняння, відбору	66
7	Метод тестування / бланкове, предметне, апаратне, практичне, програмне	81
8	Вид тестового завдання / відкриті, закриті	86
9	Статус використання / обов'язкові, пілотні, дослідницькі	121
10	Рівень уніфікації / стандартизовані, не стандартизовані	132
11	Рівень впровадження / міжнародні, національні, відомчі, навчального закладу, кафедральні, особисті (неформальні)	147
12	Орієнтація на норми чи критерії / критеріально-зорієнтовані, нормативно-зорієнтовані	148
13	Тематика завдань / гомогенний, гетерогенний, інтегративний	150
14	Мета використання / вхідне, в процесі навчання, вихідне	155
15	Кількість осіб, які виконують тест / індивідуальний, груповий	159
16	Мета / інформаційні, діагностичні, навчальні, мотиваційні, атестаційні	166
17	Доступ / обмежений, локальний, корпоративний, необмежений	172

Оскільки ознак класифікації типових форм тестових завдань 17, то для зручності та компактності класифікатора цих форм завдань було прийнято рішення не включати найменш важливі з точки зору експертів ознаки.

Аналіз думок експертів про ступінь важливості ознак класифікації при тестовому контролі професійних компетентностей студентів інженерних спеціальностей виконаний з використанням критерію Фрідмана [8]. Це непараметричний критерій і тому для його застосування не вимагалось попередньо встановлювати закон розподілення експертних оцінок.

Відповідно до алгоритму застосування критерію Фрідмана на першому етапі аналізу були сформувані дві гіпотези:

- нульова гіпотеза про те, що в відібраній групі експертів немає значних відмінностей в оцінюванні важливості ознак класифікації типових форм тестових завдань, що використовуються для тестового контролю знань та вмінь студентів інженерних спеціальностей під час проведення сертифікаційного іспиту. Всі ці ознаки однаково важливі і повинні бути включені в розроблюваний класифікатор;

- альтернативна гіпотеза про те, що в групі експертів виявлені значні відмінності в сприйнятті важливості окремих ознак класифікації. Тому недоцільно використовувати типові форми тестових завдань, що оцінюються, для розроблення класифікатора, який буде використовуватися для контролю знань та вмінь студентів інженерних спеціальностей під час проведення сертифікаційного іспиту.

Для перевірки висунутих гіпотез ознаки класифікації ранжувались у відповідності до їх спільного рейтингу, який розраховувався сумуванням оцінок експертів, проставлених в інтервалі від 1 – найбільш прийнятна ознака до 17 – найменш прийнятна ознака (див. табл. 1). У випадку, коли враховувались не всі ознаки класифікації, то перед визначенням загального рейтингу експертні оцінки кожної з ознак попередньо перераховувались, виходячи з умови, що оцінка найменш важливої ознаки в кінцевому рахунку повинна бути чисельно рівна кількості ознак, що аналізуються.

Потім розраховувались емпіричні значення критерію  $\chi^2$  за формулою

$$\chi^2 = \frac{12}{m \cdot n(n+1)} \cdot \sum R_i^2 - 3 \cdot m \cdot (n+1) \quad (2)$$

де  $n$  – кількість ознак класифікації;

$R_i$  – загальний ранг кожної з ознак класифікації.

Емпіричне значення  $\chi^2$  порівнювалось з критеріальним при рівні значимості  $p$ . Результати обчислення наведені в табл. 2 (обчислення виконувались з використанням програми IBM SPSS Statistics [9]).

Таблиця 2

**Результати досліджень**

Ознаки класифікації	1...2	1...3	1...4	1...5	1...6	1...7
$\chi^2$	0	2,167	3,4	4,467	4,333	5,929
$p$	1	0,338	0,334	0,347	0,502	0,431
Ознаки класифікації	1...8	1...9	1...10	1...11	1...12	1...13
$\chi^2$	11,111	28,889	42,891	58,076	68,795	80,681
$p$	0,134	0	0	0	0	0
Ознаки класифікації	1...14	1...15	1...16	1...17	9...17	–
$\chi^2$	92,286	102,975	113,375	123,124	15,622	–
$p$	0	0	0	0	0,048	–

З табл. 2 видно, що при оцінюванні перших восьми ознак класифікації рівень статистичної значимості для  $\chi^2$  знаходиться в зоні статистичної незначимості ( $p > 0,05$ ), тобто для них слід прийняти нульову гіпотезу про відсутність відмінностей в оцінювання важливості ознак. Отже, перші вісім ознак, за оцінками експертів, належать до однієї і тієї ж генеральної сукупності, однаково важливі і тому повинні бути включені до розроблюваного класифікатора.

При послідовному підключенні в аналіз решти ознак класифікації, починаючи з 9 і закінчуючи 17, рівень статистичної значимості для  $\chi^2$  знаходяться в зоні статистичної значимості ( $p < 0,01$ ). Тому необхідно прийняти альтернативну гіпотезу про відсутність єдиної думки в оцінках експертів відносно необхідності використання цих ознак для розроблення класифікатора типових форм тестових завдань. По відношенню до ознак класифікації з дев'ятого по сімнадцятий, існує ймовірність прийняття хибного рішення, оскільки рівень статистичної значимості для  $\chi^2$  знаходиться в зоні невизначеності ( $0,05 > p > 0,01$ ).

Для побудови класифікатора на основі відібраних восьми найбільш значимих класифікаційних ознак тестових завдань було виконано кодування. Кодування виконувалось відповідно до рекомендацій роботи [2].

При складанні коду в нас вийшла комбінація яка включає в себе вісім різних чисел, які йдуть один за одним розділені крапкою. Це зроблено з причини зручності використання коду для підбору тестового завдання при оцінюванні знань та вмінь студентів.

Перша комбінація в коді означає конструкцію тестового завдання. Оскільки є багато підознак класифікації було вирішено використати букви та цифрові значення. При цьому виходила комбінація такого типу ВПВ01, де ВПВ – критерій класифікації, 01 – завдання з пропусками.

Прийняте кодування для першої комбінації представлено в табл. 3.

Таблиці 3

**Перша комбінація в коді**

Перша комбінація в коді - <u>XXXXX</u> .00.0.0.0.00.00			
Конструкція тестового завдання	Вільне поле введення	Завдання з пропусками	ВПВ01
		Завдання на доповнення	ВПВ02
		Завдання з короткою відповіддю	ВПВ03
		Завдання з розгорнутою відповіддю	ВПВ04
	Символьно-текстовий набір	Альтернативні тестові завдання	СТН01
		Тестові завдання на встановлення відповідності	СТН02
		Тестові завдання на встановлення правильної послідовності	СТН03
		Тестові завдання з вибором однієї правильної відповіді	СТН04
		Тестові завдання з вибором кількох правильних відповідей	СТН05
	Покадрове відображення фаз руху	Тестові завдання на послідовність дій	КВФ01
		Тестові завдання на управління	КВФ02
	Інше...		ІКТ31

Друга комбінація в коді (табл. 4) означає модель відображення фізичних об'єктів та. В цьому та наступних кодах застосована двійкова система кодування, тобто числове

значення коду тестового завдання для кожного наступного зростає в арифметичній прогресії. Отже отримано такі цифрові значення коду, що при будь-якій комбінації видів тестових завдань він не буде повторюватися для інших комбінацій.

Таблиця 4

**Друга комбінація в коді**

Друга комбінація в коді - 00000.XX.0.0.0.0.00.00		
Модель відображення фізичних об'єктів та процесів	Віртуальна реальність	01
	Мультимедійна форма	02
	Розрахунково-графічна модель	04
	Графічна форма	08
	Символьна форма	16
	Інше...	32

Третя комбінація в коді означає форму роботи з фізичними об'єктами та процесами, що вивчаються. Прийняте кодування для третьої комбінації представлено в табл. 5.

Таблиця 5

**Третя комбінація в коді**

Третя комбінація в коді - 00000.00.X.0.0.0.00.00		
Форма роботи з фізичними об'єктами та процесами	Дистанційна	1
	Очна	2
	Обмеженого доступу	3
	Інше...	4

Четверта комбінація в коді означає призначення тестових. Кодування, що прийняте для четвертої комбінації, представлено в табл. 6.

Таблиця 6

**Четверта комбінація в коді**

Четверта комбінація в коді - 00000.00.0.X.0.0.00.00		
Призначення тестових завдань	Контроль вмінь	1
	Контроль знань	2
	Контроль навичок	4
	Інше...	8

П'ята комбінація в коді означає чергу подання завдань. Кодування, що прийняте п'ятої комбінації, представлено в табл. 7.

Таблиця 7

**П'ята комбінація в коді**

П'ята комбінація в коді - 00000.00.0.0.X.0.00.00		
Черга подання завдань	Адаптивний	1
	Зростаючої складності	2
	Змішаний	3
	Інше...	4

Шоста комбінація в кодї означає співвідношення з нормами або критеріями. Кодування, що прийняте шостої комбінації, представлено в табл. 8.

Таблиця 8

**Шоста комбінація в кодї**

Шоста комбінація в кодї - 00000.00.0.0.0.0.X.00.00		
Співвідношення з нормами або критеріями	Досягнень	1
	Порівняння	2
	Відбору	4
	Інше...	8

Сьома комбінація в кодї означає метод. Кодування, що прийняте сьомої комбінації, представлено в табл. 9.

Таблиця 9

**Сьома комбінація в кодї**

Сьома комбінація в кодї - 00000.00.0.0.0.0.XX.00		
Метод тестування	Бланкове	01
	Предметне	02
	Апаратурне	04
	Практичне	08
	Програмне	16
	Інше...	32

Восьма комбінація в кодї означає вид тестового завдання. Кодування, що прийняте восьмої комбінації, представлено в табл. 10.

Таблиця 10

**Восьма комбінація в кодї**

Восьма комбінація в кодї - 00000.00.0.0.0.0.00.XX			
Вид тестового завдання	Відкриті	Завдання відкритого типу (для самостійної відповіді)	B1
		Завдання відкритої форми, в яких немає відповіді	B2
	Закриті	За формою відповіді	31
		За кількістю правильних відповідей	32
	Інше	-	I1

**Висновки.** Запропонований підхід до розроблення класифікатора тестових завдань дозволяє підвищити якість методичних матеріалів для оцінювання рівня сформованості знань і умінь студентів інженерних спеціальностей під час проведення сертифікаційного іспиту. Цьому сприяє відбір до складу класифікатора найважливіших для інженерного спрямування видів тестових завдань. Перспективним для подальших досліджень є використання класифікатора, що розроблено, для удосконалення комплексу нормативних матеріалів до проектування контролюючих заходів оцінювання знань та умінь студентів інженерних спеціальностей.

### Список використаних джерел

1. Педагогические тесты. Вопросы разработки и применения : пособ. для преподавателей / В. С. Аванесов [и др.]. – Днепропетровск : Пороги, 2005. – 64 с.
2. Вагин В. И. Проблемы классификации и обозначения деталей / В. И. Вагин // Механизация и автоматизация производства. - 1991. - № 8. - С. 28-30.
3. Ким В. С. Тестирование учебных достижений : монография / В. С. Ким. – Уссурийск : Изд-во УГПИ, 2007. – 214 с.
4. Колгатін О. Г. Статистичний аналіз тесту з різними за формою завданнями / О. Г. Колгатін // Засоби навчальної та науково-дослідної роботи. - 2003. – Вип. 20. – С. 50-54.
5. Лапач С. Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / С. Н. Лапач, А. В. Чубенко, П. Н. Бабич. – 2-е изд., доп. - К. : МОРИОН, 2001. - 408 с.
6. Нейман Ю. М. Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов / Ю. М. Нейман, В. А. Хлебников. – М. : Прометей, 2000. – 168 с.
7. Постников В. М. Анализ подходов к формированию состава экспертной группы, ориентированной на подготовку и принятие решений / В. М. Постников // Наука и образование. – 2012. – № 5. – С. 333-346.
8. Шелехова Л. В. Математические методы в педагогике и психологии: в схемах и таблицах / Л. В. Шелехова. – Майкоп : АГУ, 2010. – 192 с.
9. IBM SPSS Statistics [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.predictivesolutions.ru/software/statistics.htm>.
10. IMS QTI [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.imsglobal.org/question/qtiv2p1pd2/imsqtiimplv2p1pd2.html>.

### КЛАССИФИКАТОР ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ СЕРТИФИКАЦИОННОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОФИЛЯ

АЛЕКСЕЕВ А.Н., КОНОВАЛОВА Н.А., МАЗНЫЙ Б.В., ТРОФИМЕНКО П.Е.

*Сумский государственный университет*

**Цель.** Разработка классификатора тестовых заданий для сертификационного экзамена по специальностям инженерного профиля.

**Методика.** Анализ существующих подходов к сертификации и декларированию соответствия, изучение особенностей разработки классификаторов, образовательных стандартов и методик проведения тестового контроля знаний и умений для обобщения теоретических вопросов сущности, структуры, функций, особенностей проведения сертификационного экзамена будущих инженеров.

**Результаты.** В ходе исследования подтверждена возможность построения классификатора тестовых заданий для сертификационного экзамена по специальностям инженерного профиля. Выявлены классификационные признаки тестовых заданий, наиболее существенные при контроле знаний, умений и навыков студентов, будущих инженеров. Разработан классификатор тестовых заданий, применение которого позволяет повысить обоснованность решений, принимаемых при разработке методического обеспечения сертификационных экзаменов.



**Научная новизна.** Новый подход к разработке классификатора тестовых заданий для сертификационного экзамена будущих инженеров.

**Практическая значимость.** Использование разработанного классификатора расширяет возможности тестирования при проведении сертификационного экзамена будущих инженеров.

**Ключевые слова:** *сертификация, сертификационный экзамен, тестовый контроль, классификатор тестовых заданий, признак классификации, инженерная специальность.*

## **CLASSIFIER OF TEST TASKS FOR A CERTIFICATION EXAM FOR MAJORS IN ENGINEERING SCIENCES**

ALEKSEYEV A. N., KONOVALOVA N. A., MAZNYI V. V., TROFIMRNKO P. E.  
*Sumy State University*

**Purpose.** Development of a classifier of test tasks for a certification exam for majors in engineering disciplines.

**Methodology.** Analysis of existing approaches to certification and establishment of the levels of correspondence, peculiarities of the development of classifiers, educational standards and methodologies for carrying out test control of knowledge and skills in order to summarize theoretical questions of essence, structure, functions, and peculiarities of carrying out a certification exam for the future engineers.

**Findings.** At the time of investigation, the development of a classifier of test tasks for a certification exam for majors in engineering sciences has been proven possible. The study has revealed classification criteria that are most important during the control of knowledge and skills of students that are future engineers. A classifier of test tasks has been developed, usage of which allows to raise the extent of substantiation of decisions made in the process of development of methodological provisions for certification exams.

**Originality.** A new approach to the development of a classifier for the certification exam of future engineers

**Practical value.** Usage of the developed classifier expands the possibilities for testing in certification exams of future engineers.

**Key words:** *certification, certification exam, test control, classifier of test tasks, classification criteria, engineering science.*