

КВАЛІМЕТРІЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ / QUALIMETRY AND QUALITY ASSURANCE

УДК 681.625.92

DOI: 10.30837/2663-9564.2025.2.10

ДОСЛІДЖЕННЯ СТУПЕНЯ ЗАДОВОЛЕННЯ ВИМОГ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЯКІСТЮ МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ В УНІВЕРСИТЕТАХ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ QFD

І.О. Мощенко, О.В. Запорожець

¹Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Анотація

Як доводять результати опитування здобувачів вищої освіти, наявність якісного навчально-методичного забезпечення (НМЗ), є однією з найважливіших складових загальної якості освітнього процесу. Особливого значення наявність зрозумілого, сучасного, відповідного положенням освітньої програми НМЗ набуває в умовах он-лайн навчання під час воєнного стану в Україні, коли не завжди у здобувачів є можливість безпосереднього спілкування з викладачем в потрібний для цього час. Тому споживчі характеристики НМЗ, які реалізуються через функціональні вимоги, потребують ретельного дослідження, виділення окремих складових та аналізу ступеню їх важливості саме для здобувачів вищої освіти та стейкхолдерів освітнього процесу. Метою дослідження є розробка алгоритму аналізу споживчих запитів здобувачів вищої освіти якістю НМЗ на основі методу розгортання функції якості (QFD) та пріоритизація функціональних характеристик НМЗ з метою підвищення задоволеності споживачів освітніх послуг в українських університетах. Методологія дослідження базується на застосуванні методу QFD. Статистична обробка результатів дослідження здійснена з використанням методів розрахунку коефіцієнту Альфа Кронбаха, дисперсійного аналізу, кореляційного аналізу, методу Парето. В результаті дослідження сформовано алгоритм застосування методу QFD для підвищення якості надання освітніх послуг, який враховує специфічні особливості сучасного освітнього середовища в Україні. Комплекс розроблених споживчих та функціональних характеристик НМЗ з визначеними ваговими коефіцієнтами може бути застосований для підвищення задоволеності споживачів освітніх послуг якістю НМЗ, які отримують освіту за галуззю знань G Інженерія, виробництво та будівництво, а загальний алгоритм – для покращення якості освітніх послуг в усіх університетах України.

Ключові слова: розгортання функції якості, адаптований алгоритм, статистичний аналіз, кореляційний аналіз, статистична обробка результатів, функціональні вимоги.

1. Вступ

Принципи забезпечення якості освітнього процесу в закладах вищої освіти (ЗВО) базуються на настановах міжнародних стандартів, які впроваджено в Україні в якості національних, а саме: ДСТУ ISO 21001:2019 Освітні організації. Системи управління в освітніх організаціях. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 21001:2018, IDT), ДСТУ ISO 9001:2015 Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2015, IDT) та нормативному документі Стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (ESG). Чинні версії цих нормативних документів рекомендують поряд із традиційними методами забезпечення якості освітньо-наукових процесів на основі моделі Total Quality Management (TQM) застосовувати широкий інструментарій сучасних моделей управління якістю, які раніше вважались суто виробничоорієнтованими (методологія управління якістю Lean Six Sigma (LSS)). Гібридна методологія LSS містить в своєму арсеналі велику кількість практично скерованих сучасних інструментів управління якістю, які зосереджені на задоволенні вимог споживачів при

мінімальній витраті ресурсів, що набуває особливої актуальності в умовах економії ресурсів під час воєнного стану в Україні.

Одним з найбільш ефективних інструментів LSS є метод Розгортання Функції Якості або Quality Function Deployment (QFD), який дозволяє трансформувати запити та побажання споживачів в функціональні вимоги (ФВ) до освітніх послуг та продуктів в ЗВО. Скерованість процесу забезпечення якості саме на пріоритетних ФВ допомагає досягти цільових показників якості без витрати ресурсів на не дуже важливі споживчі властивості освітніх процесів для здобувачів вищої освіти.

Технологія QFD є дуже відомою та популярною в сфері управління якістю і широко застосовується з метою аналізу споживчих запитів в сфері освіти, що підтверджується наявністю великої кількості досліджень науковців у всьому світі. Але переважна кількість праць зосереджена саме на дослідженні загальної задоволеності здобувачів освіти без конкретизації окремих ключових процесів освітньо-наукової діяльності ЗВО та орієнтується на освітні умови певних країн, які суттєво відрізняються від українських реалій. Тому важливою задачею є аналіз

якості ключових процесів діяльності ЗВО з урахуванням особливостей нормативно-правової організації освітнього процесу та реальних умов навчання здобувачів в сучасному українському освітньому середовищі.

Особливої актуальності набуває аналіз якості навчально-методичного забезпечення (НМЗ) освітнього процесу в Україні через складні умови організації навчання в умовах воєнного стану, що підкреслюється в Законі України «Про внесення змін до Закону України «Про освіту» щодо вдосконалення науково-методичного забезпечення освіти та якості навчальної літератури» від 2023 року.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Вважається, що вперше запропонував застосовувати метод QFD для покращення якості надання освітніх послуг М.Клейтон. Його дослідження отримали прикладне впровадження в Aston University, England в рамках впровадження комплексної моделі управління якістю TQM [1]. Подальші розвідки науковців скеровані на дослідженні загальної задоволеності споживачів освітніх послуг якістю освітнього процесу [2-4].

Наступним кроком в розвитку засад використання QFD в ЗВО стали дослідження, скеровані на підвищення якості окремих процесів діяльності ЗВО. Згідно з принципами процесного підходу питання покращення ключових процесів діяльності ЗВО проаналізовано в ряді наукових публікацій [6,7], тощо. Цікавість викликає фундаментальне порівняльне оглядове дослідження наукових публікацій концепцій методу QFD [8].

В дослідженнях 2020-х років увага науковців сконцентрована на аналізі запитів споживачів освітніх послуг в умовах он-лайн навчання у зв'язку з пандемією COVID-19 [9,10]

Окремої уваги заслуговують дослідження, присвячені розробці та покращенню навчальних планів в ЗВО [11-13]. Але в цих роботах акцент робиться на вивчення задоволеності здобувачів та стейкхолдерів саме переліком набутих компетентностей та дисциплін, що вивчаються, для окремої спеціальності. Важливим аспектом покращення надання освітніх послуг для всіх стейкхолдерів, а саме: здобувачів вищої освіти, їх батьків, науково-педагогічного персоналу (НПП), роботодавців та суспільства взагалі, є аналіз споживчих характеристик НМЗ процесу засвоєння фахових знань та умінь, що і є необхідною умовою ефективного набуття здобувачами затребуваних стейкхолдерами компетентностей.

В Україні публікації, присвячені дослідженню особливостей застосування QFD в ЗВО, відсутні, хоча саме зараз в умовах переважного он-лайн навчання в багатьох провідних ЗВО України, НМЗ освітнього процесу набуває особливого значення, оскільки здобувачі вищої освіти не завжди мають

можливість за потребою спілкуватись особисто з викладачем. Тому важливою прикладною задачею є як дослідження загальної задоволеності споживачів освітніх послуг в складних сучасних умовах українського освітнього середовища з метою покращення результатів навчання та набуття фахових компетентностей для подальшої професійної реалізації здобувачів вищої освіти, так і більш конкретне завдання – дослідження споживчих характеристик ключового процесу діяльності ЗВО «Розробка НМЗ освітнього процесу», виокремленого в роботі [14], оскільки саме цей процес має суттєву специфіку в Україні, порівняно з закордонними умовами, через особливості нормативно-методологічної бази, освітні традиції українських ЗВО та ускладнені умови функціонування ЗВО в умовах воєнного стану.

3. Мета статті

Метою дослідження є аналіз споживчих запитів здобувачів ЗВО до НМЗ освітнього процесу за допомогою методу QFD; ідентифікація функціональних характеристик процесу розробки НМЗ, враховуючи особливості українського освітнього середовища, які максимально задовольняють вимоги здобувачів вищої освіти та врахують запити стейкхолдерів; розробка заходів наближення функціональних характеристик НМЗ до цільових значень. Отримані результати дослідження можна буде використовувати під час покращення процесу розробки НМЗ для здобувачів ЗВО галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво. А процедурним результатом дослідження повинна стати розробка прикладного алгоритму дій для встановлення функціональних характеристик комплексу НМЗ (КНМЗ) здобувачів ЗВО різних галузей знань, який враховує специфіку необхідних фахових компетентностей.

4. Методологія

Метод QFD як виробничоорієнтований інструмент трансформації запитів споживачів в технічні характеристики продукту був розроблений в 1960-х роках в Японії. Хоча вважається, що метод QFD розроблений в рамках методології управління якістю TQM, про що свідчить перша публікація Mizuno & Akao, 1978 року, присвячена цьому методу, «An Approach to Total Quality Control» added to «Quality Function Deployment», але офіційна належність методу QFD до інструментарію саме методології LSS, підтверджується виданням міжнародного стандарту ISO 13053-2:2011 Quantitative methods in process improvement Six Sigma - Part 2: Tools and techniques, в якому задокументовано умови та алгоритм застосування методу QFD з метою визначення голосу споживачів на етапі Define циклу DMAIC [15], а перший стандарт, присвячений методу QFD, а саме ISO 16355-1:2015 Application of statistical and related methods to new technology and product

development process — Part 1: General principles and perspectives of Quality Function Deployment (QFD) (чинна версія стандарту ISO 16355-1:2021), був виданий тільки 2015 року [16].

QFD отримав широке застосування для аналізу споживчих запитів у сфері освітніх послуг внаслідок його гнучкості, універсальності, наочності та простоти застосування.

Офіційне визначення методу QFD, наведене в міжнародному стандарті ISO 16355-1:2021, носить загальний характер: «Quality Function Deployment QFD — це управління всіма організаційними функціями та процесами для забезпечення якості продукту» [16]. Технологією реалізації методу QFD є House of Quality (HoQ), який представляє собою кореляційну матрицю якості, яка пов'язує між собою споживчі та технічні характеристики об'єкта дослідження, враховуючи всі зацікавлені сторони введенням вагових коефіцієнтів.

Розроблено програмні сервіси, які дозволяють автоматизувати побудову HoQ. Найбільшої популярності набули спеціалізовані програмні продукти QFD Designer та Qualica, а також універсальні програмні сервіси для побудови діаграм та матриць EdrawMax, Creately, і SmartDraw, які дозволяють опосередкованим чином будувати HoQ. Але проблема отримання якісних, актуальних та узгоджених вхідних даних, а також врахування всіх можливих впливів на результати застосування методу є технічним викликом до QFD-програмного забезпечення.

Алгоритм реалізації QFD на етапі планування ФВ об'єкта дослідження складається з наступних етапів:

- 1) Почути голос споживача (ГС).
- 2) Статистична обробка результатів за допомогою дисперсійного аналізу ANOVA (Analysis of Variance).
- 3) Визначення функціональних вимог (ФВ).
- 4) Розрахунок кореляційної матриці зв'язку ГС та ФВ.
- 5) Розрахунок однофакторної кореляційної матриці ФВ.
- 6) Побудова HoQ.
- 7) Розрахунок та пріоритизація ФВ.
- 8) Впровадження корегуючих заходів.

Ранжування ФВ за пріоритетністю реалізації відбувається на основі розрахунку абсолютних та відносних значень пріоритетів технічних рішень, які враховують коефіцієнт взаємозв'язку i -того ГС та j -того ФВ, вагові коефіцієнти ГС, та вагові коефіцієнти, які характеризують складність реалізації ФВ або важливість реалізації ФВ з точки зору конкурентоздатності. Врахування особливостей освітньо-наукових процесів в ЗВО вимагає корегування класичної формули розрахунку [16] шляхом введення коефіцієнту важливості реалізації ФВ для стейкхолдерів (Голос стейкхолдера (ГСт)):

$$I_j = \sum_{i=1}^n (P_i \cdot H_{ij} \cdot S_j); \quad (1)$$

де I_j - абсолютна важливість j -тої ФВ, n - кількість ГС, P_i - вагові коефіцієнти i -того ГС, H_{ij} - коефіцієнти взаємозв'язку i -того ГС та j -тої ФВ, S_j - вагові коефіцієнти ГСт j -тої ФВ.

Відповідно, до традиційного алгоритму QFD додано етап визначення важливості ФВ для стейкхолдерів – «Почути ГСт».

На етапі «Почути ГС» для формування комплексу характеристик, що визначають задоволеність здобувачів вищої освіти якістю НМЗ навчальних дисциплін, використовувалась методика HedPerf (Higher Education Performance) і нормативні вимоги до якості навчальної літератури як освітнього продукту [17].

Для аналізу результатів опитування застосовувався дисперсійний аналіз ANOVA та метод розрахунку коефіцієнту узгодженості Альфа Кронбаха.

Для аналізу взаємозв'язків між характеристиками застосовувався метод кореляційного аналізу.

Для ранжування ФВ за пріоритетністю був використаний метод діаграми Парето.

5. Результати

Переважає більшість наукових та прикладних досліджень, що стосуються підвищення задоволеності споживачів освітньо-наукового продукту, скеровані на поліпшенні рівня задоволеності загальним освітнім процесом в ЗВО. Під час визначення ключових споживчих характеристик освітнього процесу акцент робиться саме на загальне сприйняття здобувачами рівня якості освітніх послуг. І дуже опосередковано враховуються питання, присвячені такому важливому ключовому процесу діяльності ЗВО як процес розробки НМЗ. Тому застосування методу QFD для підвищення рівня задоволеності споживачів освітніх послуг в рамках впровадження комплексної моделі управління якістю LSS [14, 18, 19] є важливим практичним завданням управління якістю ЗВО.

Пріоритизація ФВ КНМЗ як результату ключового процесу діяльності ЗВО «Розробка НМЗ освітнього процесу» з метою максимального задоволення запитів здобувачів ЗВО та з урахуванням потреб стейкхолдерів здійснена за адаптованим авторами алгоритмом QFD.

1) Почути ГС.

Оскільки розробка та впровадження в навчальний процес НМЗ є одночасно сукупністю розробки освітньо-наукового продукту та надання освітньої послуги, то для розробки переліку характеристик ГС використовувались як методики визначення ключових споживчих характеристик послуг в сфері освіти (ServQual, ServPerf, HEdPerf), так і загальні сучасні підходи до оцінювання якості навчальної літератури як освітнього продукту. В результаті дослідження, проведеного сумісно

викладачами та здобувачами освіти кафедри інформаційно-вимірювальних технологій (ІВТ), Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ), виокремлено 18 ключових характеристик ГС якості КНМЗ як базового і обов'язкового компоненту НМЗ навчальних дисциплін в ЗВО:

- 1) Прозорість і зрозумілість критеріїв оцінювання знань студентів (ГС1).
- 2) Зрозумілість змісту та результатів навчання (ГС2).
- 3) Чіткість, грамотність та доступність подання матеріалу в КНМЗ (ГС3).
- 4) Відповідність часу, необхідного для засвоєння матеріалів та окремих тем (ГС4).
- 5) Відповідність змісту освітньої програми (ОП) (ГС5).
- 6) Відповідність тем практичних та лабораторних занять лекційному матеріалу (ГС6).
- 7) Рівномірність розподілу матеріалу між темами (ГС7).
- 8) Висвітлення сучасних наукових та прикладних досліджень (ГС8).
- 9) Наявність КНМЗ у вільному доступі в електронній бібліотеці до початку курсу (ГС9).
- 10) Наочність та структурованість подання матеріалів (ГС10).
- 11) Актуалізація змісту тем з урахуванням вимог галузі (ГС11).
- 12) Практична спрямованість подачі матеріалу з наведенням та тлумаченням практичних прикладів (ГС12).
- 13) Структурованість завдань за рівнем складності (ГС13).
- 14) Логічні взаємозв'язки між темами (ГС14).
- 15) Гнучка організація подачі матеріалу (ГС15).
- 16) Наявність методичних рекомендацій для виконання практичних та лабораторних завдань (ГС16).
- 17) Наявність переліку додаткових літературних та нормативних джерел для поглибленого вивчення тем (ГС17).
- 18) Комплексний підхід з інтеграцією суміжних дисциплін (ГС18).

Здобувачі освітніх послуг кафедри ІВТ оцінювали важливість характеристик ГС за шкалою Лайкерта (від 1 – найменш важлива до 5 – найбільш важлива), а також оцінювали якість КНМЗ за кваліметричною шкалою (від 1 – зовсім неякісно до 10 – дуже якісно).

2) Статистична обробка результатів за допомогою дисперсійного аналізу ANOVA.

Для підтвердження властивості сформованих характеристик ГС якості КНМЗ забезпечувати стійкі та достовірні реакції здобувачів під час майбутніх опитувань був використаний метод розрахунку коефіцієнту Альфа Кронбаха, який вважається найбільш ефективним під час визначення надійності оцінки важливості окремих аспектів базового

фактору. Процедура обчислень полягає в знаходженні дисперсії всіх індивідуальних бальних оцінок за кожним завданням із подальшим підсумовуванням цих дисперсій за всіма завданнями. Повна формула коефіцієнта Альфа Кронбаха має такий вигляд:

$$\alpha_c = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k (SD_i^2)}{SD_t^2} \right), \quad (2)$$

де SD_i – стандартне відхилення сумарних показників опитувальника; $\sum_{i=1}^k (SD_i^2)$ – сума дисперсій бальних оцінок за кожним питанням опитувальника; k – кількість питань у опитувальнику.

У загальному вигляді, коефіцієнт Кронбаха визначається як оцінка кореляції даного опитувальника з іншим опитувальником такої самої довжини з однієї генеральної сукупності завдань. З формули коефіцієнта Кронбаха можна зробити висновок, що надійні опитувальники мають більшу дисперсію бальних оцінок за кожним завданням опитувальника (і, отже, є більш дискримінативними), ніж ненадійні опитувальники. Саме Альфа Кронбаха як показник надійності обчислюється та публікується для тестів національного мультипредметного тестування (НМТ) в Україні.

Результати визначення Альфа Кронбаха розробленого комплексу ГС КНМЗ за допомогою дисперсійного аналізу ANOVA наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Двофакторний дисперсійний аналіз без реплікацій ANOVA ГС (значущість $\alpha = 0,01$)

Характеристики ГС	Середнє	Дисперсія
ГС1	3,571429	0,285714
ГС2	3,714286	0,571429
ГС3	4,571429	0,285714
ГС4	2,714286	0,238095
ГС5	4,428571	0,285714
ГС6	3,571429	0,285714
ГС7	2,285714	0,571429
ГС8	4,285714	0,571429
ГС9	4,571429	0,285714
ГС10	3,571429	0,285714
ГС11	3,714286	0,238095
ГС12	4,714286	0,238095
ГС13	2,571429	0,285714
ГС14	3,285714	0,238095
ГС15	4,428571	0,285714
ГС16	2,857143	0,142857
ГС17	3,571429	0,285714
ГС18	2,428571	0,285714

Джерело варіації	Сума квадратів (SS)	Mean Square (MS)	F	p-значення	Критерій Фішера F _{cr}
Рядки	74,159	4,3622	13,32	6,78E-19	1,7238
Стовбці	0,6032	0,1005	0,3070	0,9320	2,1887
Похибка	33,397	0,327			
Усього	108,16				
Альфа Кронбаха	0,9249				

Значення Альфа Кронбаха 0,92≥0,9 відповідає високому рівню внутрішньої узгодженості результатів опитування. Тому результати визначення важливості характеристик можна використовувати для подальшого QFD.

Нормовані вагові коефіцієнти характеристик ГС були визначені за результатами опитування та дисперсійного аналізу (табл. 1) та наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 - Нормовані вагові коефіцієнти характеристик ГС

Характеристики ГС	Нормовані вагові коефіцієнти
ГС1	0,055066
ГС2	0,057269
ГС3	0,070485
ГС4	0,04185
ГС5	0,068282
ГС6	0,055066
ГС7	0,035242
ГС8	0,066079
ГС9	0,070485
ГС10	0,055066
ГС11	0,057269
ГС12	0,072687
ГС13	0,039648
ГС14	0,050661
ГС15	0,068282
ГС16	0,044053
ГС17	0,055066
ГС18	0,037445

3) Визначення ФВ.

ФВ до КНМЗ, виконання яких дозволить максимально ефективно задовольнити ГС, розроблені з урахуванням нормативних видань «Рекомендації щодо застосування критеріїв оцінювання якості освітньої програми» (2020 р.), «Роз'яснення щодо застосування Критеріїв оцінювання якості освітньої програми: методичний посібник» (2024 р.) та внутрішнього документу ХНУРЕ «Положення про комплекс навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни»:

1) Відповідність обсягу матеріалу КНМЗ обсягу, передбаченому ОП (ФВ1).

2) Відповідність структури КНМЗ Навчальному плану та змісту ОП (ФВ2).

3) Забезпечення практичної підготовки здобувачів з метою набуття фахових компетентностей із врахуванням вимог стейкхолдерів із використанням прикладів практичної діяльності (ФВ3).

4) Відповідність форм та методів навчання, які використовуються в КНМЗ, вимогам студентоцентрованого підходу та принципам академічної свободи (ФВ4).

5) Наявність в КНМЗ зрозумілої інформації щодо цілей, змісту та програмних результатів навчання (ФВ5).

6) Відповідність змісту КНМЗ сучасним науковим досягненням та практикам (ФВ6).

7) Чіткість та зрозумілість форм контрольних заходів та критеріїв оцінювання (ФВ7).

8) Оформлення КНМЗ згідно з вимогам ДСТУ 3008:2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення» (ФВ8).

9) Відповідність часу розробки та оприлюднення КНМЗ вимогам Наказу ХНУРЕ № 170 від 02.06.2021 «Про норми часу для планування й обліку навчальної, методичної, наукової, організаційної роботи науково-педагогічних працівників ХНУРЕ» (ФВ9).

10) Доступність програмних засобів, необхідних для використання практичних та лабораторних робіт (ФВ10).

11) Наявність слайд-лекцій, структура яких відповідає вимогам документу «Положення про комплекс навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни» (ФВ11).

12) Оновлення змісту КНМЗ не рідше за 1 раз на 5 роки, а внесення коректив, які враховують новітні досягнення науки та практики, - кожного року (ФВ12).

4) Розрахунок кореляційної матриці зв'язку ГС та ФВ.

Для розрахунку матриці взаємозв'язку було проведення опитування 83 здобувачів кафедри ІВТ щодо оцінки ГС та 10 викладачів-експертів кафедри ІВТ щодо оцінки ФВ. Об'єктами оцінювання виступили 25 КНМЗ, впроваджених на кафедрі ІВТ. За результатами дослідження були розраховані коефіцієнти кореляції ГС та ФВ за формулою:

$$r_{xy} = \frac{N \cdot \sum_{i=1}^N (x_i y_i) - \left(\sum_{i=1}^N x_i \cdot \sum_{i=1}^N y_i \right)}{\sqrt{\left(N \cdot \sum_{i=1}^N x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N x_i \right)^2 \right) \cdot \left(N \cdot \sum_{i=1}^N y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N y_i \right)^2 \right)}} \quad (3)$$

де x_i – ФВ i -того КНМЗ, y_i – ГС i -того КНМЗ, N – кількість КНМЗ, $N=25$.

Граничне значення коефіцієнта кореляції Пірсона для $N=25$ та рівня значущості $\alpha=0,01$ становить $r_{xy\ cr}=0,51$.

Результати розрахунку коефіцієнтів кореляції наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 – Кореляційна матриця ГС та ФВ
(наведено тільки результати зі статистично значущою кореляцією з рівнем значущості $\alpha = 0,01$)

	ФВ1	ФВ2	ФВ3	ФВ4	ФВ5	ФВ6	ФВ7	ФВ8	ФВ9	ФВ10	ФВ11	ФВ12
ГС1	0,53	0,55	-	0,58	0,86	-	0,92	-	-	-	-	-
ГС2	0,58	0,62	0,66	0,52	0,93	-	0,76	-	-	-	0,53	-
ГС3	-	0,53	0,64	0,84	0,78	-	-	0,57	-	-	0,76	-
ГС4	0,89	0,77	-	0,58	-	-	-	-	-	-	0,71	-
ГС5	0,89	0,84	-	-	0,56	-	0,61	-	-	-	-	0,52
ГС6	-	0,65	0,67	0,36	-	0,70	-	-	-	-	-	-
ГС7	0,67	0,56	-	0,59	-	-	-	-	-	-	-	-
ГС8	-	-	0,92	0,61	-	0,88	-	-	-	0,64	-	0,86
ГС9	-	-	-	0,68	-	-	-	-	0,93	-	-	0,67
ГС10	-	0,57	0,91	0,79	0,53	0,81	-	-	-	0,74	0,66	0,61
ГС11	-	0,52	0,90	0,56	0,55	0,87	-	-	-	0,77	-	0,84
ГС12	-	-	0,96	0,91	-	0,81	-	-	-	0,92	0,53	0,77
ГС13	-	0,56	-	0,87	0,69	-	0,53	-	-	-	-	-
ГС14	-	0,64	-	0,58	0,61	0,63	-	-	-	-	0,58	-
ГС15	-	-	0,58	0,87	-	-	-	-	-	0,75	0,69	-
ГС16	-	0,87	0,77	-	-	-	0,69	0,66	-	0,95	-	-
ГС17	-	0,85	-	0,84	-	0,62	-	-	-	0,56	-	0,66
ГС18	-	0,73	0,77	0,71	-	0,53	-	-	0,78	-	-	0,53

5) Розрахунок однофакторної кореляційної матриці ФВ.

Для встановлення цільових значень ФВ₀ необхідним є врахування наявності внутрішніх кореляційних зв'язків між всіма технічними

характеристиками КНМЗ (ФВ_j). За результатами експертного оцінювання 25 КНМЗ викладачами кафедри ІВТ було розраховано кореляційну матрицю за формулою (3) (табл. 4).

Таблиця 4 – Кореляційна матриця ФВ (наведено тільки результати зі статистично значущою кореляцією з рівнем значущості $\alpha = 0,01$)

	ФВ2	ФВ3	ФВ4	ФВ5	ФВ6	ФВ7	ФВ8	ФВ9	ФВ10	ФВ11	ФВ12
ФВ1	0,62	-	-	-	-	-	0,52	-	-	-	-
	ФВ2	-	-	0,66	0,58	-	-	-	-	0,78	-
		ФВ3	0,77	-	0,84	-	-	-	-	-	0,81
			ФВ4	-	0,69	-	-	0,64	0,57	-	-
				ФВ5	-	0,66	0,59	-	-	-	-
					ФВ6	-	-	-	-	-	0,87
						ФВ7	0,59	-	-	-	-
							ФВ8	-	-	-	-
								ФВ9	-	-	-
									ФВ10	-	0,76
										ФВ11	0,61

6) Почути ГСт.

Думку стейкхолдерів ГСт було враховано розрахунком вагових коефіцієнтів ГСт для кожної функціональної характеристики КНМЗ, визначених за результатами експертного опитування 8 представників стейкхолдерів та статистично оброблених за методом ANOVA для розрахунків згідно з формулою (2).

Результати визначення Альфа Кронбаха ГСт КНМЗ за допомогою дисперсійного аналізу ANOVA наведено в таблиці 5.

Значення Альфа Кронбаха $0,97 \geq 0,9$ відповідає високому рівню внутрішньої узгодженості результатів опитування. Тому вагові коефіцієнти ГСт можна використовувати для подальшого розгортання функції якості.

Таблиця 5 – Двофакторний дисперсійний аналіз без реплікацій ANOVA ГСт (значущість $\alpha = 0,01$)

Характеристики ГСт	Середнє	Дисперсія
ГСт1	1,714286	0,571429
ГСт2	3,285714	0,571429
ГСт3	5	0
ГСт4	1,571429	0,619048
ГСт5	2,285714	0,571429
ГСт6	4,714286	0,238095
ГСт7	2,428571	0,285714
ГСт8	1,571429	0,285714
ГСт9	2,571429	0,619048
ГСт10	4,285714	0,571429
ГСт11	2,714286	0,238095
ГСт12	4,857143	0,142857

Джерело варіації	Сума квадратів (SS)	Mean Square (MS)	F	P-значення	Критерій Фішера F _{crit}
Рядки	132,13	12,01	32,42	2,17E-22	2,5290
Стовбці	3,8333	0,6389	1,72	0,1291	3,0883
Похибка	24,452	0,3705			
Усього	160,42				
Альфа Кронбаха	0,969				

7) Побудова House of Quality.

За результатами проведених досліджень і розрахунків будемо HoQ (рис.1).

Напрямок поліпшення (↑,0,↓)		↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
1: низький, 5: високий	Функціональні вимоги (ФВ)	ФВ1	ФВ2	ФВ3	ФВ4	ФВ5	ФВ6	ФВ7	ФВ8	ФВ9	ФВ10	ФВ11	ФВ12
Ваговий коефіцієнт ГСт	Голос споживача (ГС)												
3,57	ГСт1	0,53	0,55		0,58	0,86		0,92					
3,71	ГСт2	0,58	0,62	0,66	0,52	0,93		0,76				0,53	
4,57	ГСт3		0,53	0,64	0,84	0,78			0,57			0,76	
2,71	ГСт4	0,89	0,77		0,58							0,71	
4,43	ГСт5	0,89	0,84			0,56		0,61					0,52
3,57	ГСт6		0,65	0,67			0,7						
2,29	ГСт7	0,67	0,56		0,59								
4,29	ГСт8			0,92	0,61		0,88				0,64		0,86
4,57	ГСт9				0,68					0,93			0,67
3,57	ГСт10		0,57	0,91	0,79	0,53	0,81				0,74	0,66	0,61
3,71	ГСт11		0,52	0,9	0,56	0,55	0,87				0,77		0,84
4,71	ГСт12			0,96	0,91		0,81				0,92	0,53	0,77
2,57	ГСт13		0,56		0,87	0,69		0,53					
3,29	ГСт14		0,64		0,58	0,61	0,63					0,58	
4,43	ГСт15			0,58	0,87						0,75	0,69	
2,86	ГСт16		0,87	0,77				0,69	0,66		0,95		
3,57	ГСт17		0,85		0,84		0,62				0,56		0,66
2,43	ГСт18		0,73	0,77	0,71		0,53			0,78			0,53
Цільове значення		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
1: низький, 5: високий	Вагові коефіцієнти ГСт	1,71	3,29	5	1,57	2,29	4,71	2,43	1,57	2,57	4,29	2,71	4,86
Абсолютна важливість		38,27	120,8	194,3	61,5	68,62	144,7	51,8	26,9	40,7	120,5	82,24	132
Відносна важливість, %		3,53	11,17	17,96	5,68	6,34	13,37	4,79	2,49	3,76	11,13	7,6	12,2
Пріоритет		11	4	1	8	7	2	9	12	10	5	6	3

Рис. 1. HoQ КНМЗ

8) Розрахунок та пріоритизація ФВ.

Абсолютна важливість I_j кожної ФВ КНМЗ розрахована за формулою (1).

Відносна важливість Q_i розрахована за формулою:

$$Q_{ij} = \frac{I_j}{\sum_{j=1}^L I_j} \cdot 100\%, \quad (4)$$

де L - кількість ФВ КНМЗ.

Стовпчикова діаграма коефіцієнтів важливості, розрахованих за формулою (4), наведені на рис. 2.

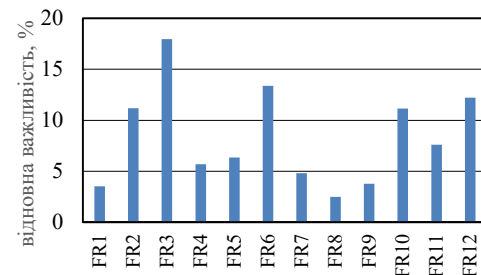


Рис. 2. Коефіцієнти важливості ФВ КНМЗ

З діаграми (рис. 2) можна зробити висновок, що важливість технічних характеристик розподілена нерівномірно. Тому потрібно визначити ФВ КНМЗ, які потребують першочергової уваги щодо наближення до цільових значень.

Пріоритизація ФВ КНМЗ здійснена згідно з принципом Парето (принцип «80 на 20») (рис. 3).

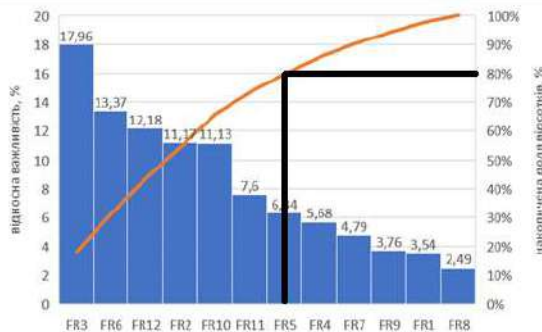


Рис. 3. Діаграма Парето важливості ФВ КНМЗ

До пріоритетних ФВ, які в першу чергу потрібно поліпшувати для досягнення цільових значень, відносяться:

ФВ3 - Забезпечення практичної підготовки здобувачів з метою набуття фахових компетентностей із врахуванням вимог стейкхолдерів із використанням прикладів практичної діяльності.

ФВ6 - Відповідність змісту КНМЗ сучасним науковим досягненням та практикам.

ФВ12 - Оновлення змісту КНМЗ не рідше за 1 раз на 5 роки, а внесення коректив, які враховують новітні досягнення науки та практики, - кожного року.

ФВ2 - Відповідність структури КНМЗ Навчальному плану та змісту ОП.

ФВ10 - Доступність програмних засобів, необхідних для використання практичних та лабораторних робіт.

ФВ11 - Наявність слайд-лекцій, структура яких відповідає вимогам документу «Положення про комплекс навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни».

ФВ5 - Наявність в КНМЗ зрозумілої інформації щодо цілей, змісту та програмних результатів навчання.

9) Впровадження корегуючих заходів

Метою запровадження регулюючих заходів є максимальне наближення пріоритетних ФВ до цільових значень, які становлять 100 %. Аналіз взаємозв'язку ФВ одна з одною дозволяє згрупувати регулюючі заходи в залежності від значущості коефіцієнтів кореляції.

Перша група ФВ скерована на забезпечення якісної практично-орієнтованої підготовки здобувачів з максимальним врахуванням вимог стейкхолдерів та розумінням останніх наукових та прикладних досягнень у навчальній дисципліні. До неї входять ФВ3, ФВ6 та ФВ12 (коефіцієнти кореляції є значущими і становлять 0,84, 0,81 та

0,87, відповідно). Заходи щодо покращення поточного стану цієї групи ФВ:

- проводити науково-практичні семінари кафедри зі стейкхолдерами на регулярній основі;
- звітувати про оновлення КНМЗ раз на рік на засіданні кафедри з наведенням переліку новітньої навчальної літератури та фахових публікацій;
- звітувати про власні публікації в фахових журналах за науковим напрямом дисципліни.

Друга група ФВ (ФВ2, ФВ11 та ФВ5 з коефіцієнтами кореляції 0,78 та 0,66) стосується відповідності ФВ КНМЗ рекомендаціям Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти (НАЗЯВО) «Роз'яснення щодо застосування Критеріїв оцінювання якості освітньої програми» (2024 р.), внутрішньої документації ХНУРЕ «Положення про комплекс навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни» та освітньо-професійної програми ООП «Якість продукції, процесів та програмного забезпечення» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти і ООП «Забезпечення якості» другого (магістерського) рівня вищої освіти. Заходи щодо покращення поточного стану ФВ другої групи:

- розробити та впровадити на кафедрі ІВТ контрольну форму звітності про відповідність ФВ цільовим значенням за моделлю самооцінки ДСТУ ISO 9004:2018 Управління якістю. Якість організації. Настанови щодо досягнення сталого успіху (ISO 9004:2018, IDT);
- за результатами звіту НПП повинен зробити доповідь на засіданні кафедри.

Заходи, скеровані на досягнення цільового значення ФВ10 - Доступність програмних засобів, необхідних для використання практичних та лабораторних робіт, наступні:

- обов'язково ввести в структуру КНМЗ розділ під назвою «Рекомендації з використання інформаційних технологій», в якому навести перелік програмних засобів, інтернет-сервісів, інших інформаційних ресурсів, які знаходяться у вільному доступі, корпоративних програмних продуктів ХНУРЕ, безкоштовного програмного забезпечення, необхідних або рекомендованих для засвоєння матеріалу навчальної дисципліни;
- навести рекомендації щодо застосування перелічених програмних засобів та інтернет-ресурсів із прикладами використання для розв'язання завдань навчальної дисципліни.

Пропонований адаптований алгоритм QFD може застосовуватись для ЗВО всіх профілей навчання, але якщо для спеціальностей галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» комплекс споживчих характеристик КНМЗ з розрахованими ваговими коефіцієнтами та комплекс виокремлених пріоритетних функціональних вимог до КНМЗ співпадає з наведеним в статті, то для спеціальностей інших галузей знань потрібно проведення окремих досліджень за розробленою методикою для повного врахування специфічних особливостей процесу набуття студентами компетентностей, що відповідають різним галузям знань.

6. Висновки

Стаття присвячена дослідженню можливостей підвищення якості споживчих характеристик ключового процесу освітньо-наукової діяльності ЗВО «Розробка НМЗ освітнього процесу» за допомогою інструменту управління якістю QFD.

Аналіз останніх публікацій, присвячених застосуванню методу QFD для покращення процесу надання освітніх послуг, довів відсутність досліджень українських науковців, скерованих на підвищення якості як освітнього процесу взагалі, так і окремих ключових процесів діяльності ЗВО, які б враховували особливості українського освітнього середовища. Доведено важливість деталізації споживчих характеристик кожного ключового процесу ЗВО, зокрема, процесу «Розробка НМЗ освітнього процесу».

Обґрунтовано застосування методу QFD, що базується на технології побудови НоQ, для виявлення та пріоритизації функціональних характеристик КНМЗ, які мають найбільш тісний кореляційний зв'язок зі споживчими характеристиками. В класичний алгоритм методу QFD додано етап «Почути Голос стейкхолдерів», що дозволяє врахувати запити стейкхолдерів щодо навчально-методичного матеріалу, яким користуються здобувачі вищої освіти для набуття фахових компетентностей, важливих для майбутньої професійної діяльності.

Сформовано комплекс з 18 ключових споживчих характеристик КНМЗ за результатами опитування студентів кафедри ІВТ (ХНУРЕ). Доведено узгодженість сформованого переліку споживчих характеристик за допомогою розрахунку коефіцієнту Альфа Кронбаха ($0,92 \geq 0,9$ для рівня значущості $\alpha = 0,01$). З урахуванням нормативних вимог експертним методом визначено перелік функціональних вимог до КНМЗ для максимального задоволення побажань здобувачів вищої освіти. Встановлено тісноту кореляційного зв'язку між функціональними та споживчими характеристиками КНМЗ. Введено та розраховано вагові коефіцієнти функціональних характеристик КНМЗ за

результатами опитування стейкхолдерів (Альфа Кронбаха $0,97 \geq 0,9$ для рівня значущості $\alpha = 0,01$).

Застосовано технологію НоQ для визначення важливості функціональних характеристик КНМЗ. В результаті отримано комплекс пріоритетних функціональних характеристик КНМЗ, виокремлених згідно з принципом Парето. Запропоновано регулюючі заходи для наближення значень функціональних характеристик до цільових значень.

Таким чином, розроблений алгоритм дій є ефективним інструментом для підвищення якості ключових показників діяльності ЗВО, а визначений комплекс споживчих і функціональних характеристик та безпосередньо результати розрахунків прикладного дослідження можна застосовувати для покращення рівня задоволеності здобувачів вищої освіти якістю НМЗ для всіх фахових навчальних дисциплін галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво. Для спеціальностей інших галузей знань потрібно проведення окремих досліджень за розробленою методикою для повного врахування специфічних особливостей процесу набуття студентами компетентностей, що відповідають різним галузям знань.

7. Перспективи подальших досліджень

Перспективи досліджень в даному напрямку вбачаються в проведенні окремого дослідження щодо визначення комплексного показника якості КНМЗ з точки зору здобувачів вищої освіти, яке визначить якість КНМЗ до впровадження запропонованих регулюючих заходів, та після реалізації заходів QFD. Метою дослідження буде підтвердження ефективності адаптованого алгоритму QFD для покращення якості НМЗ в ЗВО України. Довготермінові перспективи досліджень в даному напрямку полягають у подальшому впровадженні інструментів моделі управління якістю LSS для підвищення якості процесів в рамках створення комплексної системи управління якістю ЗВО на базі рекомендацій сучасних міжнародних стандартів.

Список літератури

1. Clayton M. Treading the quality path: a progress report ФВom Aston University. In *Total Quality Management*. Springer Netherlands, 1995. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-011-0539-2_79
2. Ermer D.S. Using QFD becomes an educational experience for students and faculty. *Quality Progress*, 1995. P. 131-136. https://asq.org/quality-progress/articles/using-qfd-becomes-an-educational-experience-for-students-and-faculty?id=1b8d243a6d70458b9aef956e9923bfdd&srsId=AfmBOoqM6wpbs0-O975HJ-3Zdug4KaE4OVHuY2iX6_deP9T0t60U915v
3. Pitman G., Motwani J., Kumar A., Cheng C.H. QFD application in an educational setting: A pilot field study. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 1996. 13(4). P. 99-108. DOI:10.1108/02656719610114434
4. Hwang, H. B. & Cynthia, T. Translating customers' voices into operations requirements A QFD application in higher education. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 2001. 18(2). P. 195-225. DOI:10.1108/02656710110379075
5. Kumar M., Umar B. M., Tersona R. Higher Education in India Using Quality Function Deployment. *Journal of International Law and International Relations*. 2012. 2(1). P. 1111-1118. DOI:10.5829/idosi.mejsr.2012.12.8.1639
6. Karanjekar, S.B., Lakhe, R.R. and Deshpande, V.S. A QFD ФBamework for translating customer requirements into key operational activities in technical education sector. *International Journal of Engineering Research & Technology*. 2013. 2(10). P. 712-718. <https://www.ijert.org/research/a-qfd-ФBamework-for-translating-customer-requirements-into-key-operational-activities-in-technical-education-sector-IJERTV2IS100267.pdf>
7. Raissi N. Using QFD method for assessing higher education programs: An examination of key stakeholders' visions. *International Journal of Management in Education*. 2018. 12(1). P. 70-86. DOI:10.1504/IJME.2018.088386

8. Chan L.-K., Wu M.-L. Quality Function Deployment: A Comprehensive Review of Its Concepts and Methods. *Quality Engineering*. 2002. 15(1). P. 23-35. DOI:10.1081/QEN-120006708
9. Raza, S. A., Qazi, Z., Qazi, W., & Ahmed, M. E-learning in higher education during COVID-19: Evidence ФВom Blackboard learning system. *Journal of Applied Research in Higher Education*. 2022. 14(4). P. 1603-1622. <https://doi.org/10.1108/jarhe-02-2021-0054>
10. Rashid J., Amuthakkannan R. Implementation of Quality Function Deployment to Improve Online Learning and Teaching in Higher Education Institutes of Engineering in Oman. *International Journal of Learning Teaching and Educational Research*. 2025. 23(12). P. 463-486. DOI:10.26803/ijlter.23.12.24
11. Jnanesh N. A., Hebbar C. K. Use of Quality Function Deployment Analysis in Curriculum Development of Engineering Education and Models for Curriculum Design and Delivery. *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2008 WCECS 2008*. https://www.iaeng.org/publication/WCECS2008/WCECS2008_pp574-577.pdf
12. Mou N., Mahfuzul R. Curriculum Development Through QFD for Business School: A Structured Literature Review. *The Jahangirnagar Journal of Business Studies*. 2018. 7 (1). P. 49 – 62. <https://ssrn.com/abstract=3281878>
13. Kanango J., Bhatnagar A., Gupta R., Kashiya V. Designing a short-term training course curriculum using the quality function deployment (QFD). *International Journal of Quality & Reliability Management*. 2023. 40 (9): 2247-227. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-05-2022-0150>
14. Moshchenko I.O., Nikitenko O.M. Value Stream Map Optimization Model in the Field of Educational Services. *Collection of scientific works of the Odesa State Academy of Technical Regulation and Quality*. 2023. 2(23). P. 6-15. <https://doi.org/10.32684/2412-5288-2023-2-23-6-15>
15. ISO 13053-2:2011 Quantitative methods in process improvement - Six Sigma - Part 2: Tools and techniques.
16. ISO 16355-1:2021 Application of statistical and related methods to new technology and product development process — Part 1: General principles and perspectives of Quality Function Deployment (QFD).
17. Роз'яснення щодо застосування Критеріїв оцінювання якості освітньої програми: методичний посібник [Електронне видання] / А. Бутенко, Г. Денискіна, О. Єременко, О. Книш, І. Сімша, О. Требенко. Київ : Національне агентство із забезпечення якості вищої освіти, 2024. 127 с.
18. Moshchenko I.O., Zaporozhets O.V. Technology for implementing the Lean Six Sigma” quality management model in higher education institutions. Part 1: Identification and measurement of the educational process critical to quality characteristics. *Metrology and Instruments*. 2024. 1. P. 51-58. <https://doi.org/10.30837/2663-9564.2024.1.10>
19. Moshchenko I.O., Zaporozhets O.V. Technology for implementing the “Lean Six Sigma” quality management model in higher education institutions. Part 2: inconsistencies analysis, educational process improvement and control of improvements sustainability. *Metrology and Instruments*, 2024. 2. P. 56-63. <https://doi.org/10.30837/2663-9564.2024.2.11>

Надійшла (Received) 05.10.2025

Прийнята до друку (accepted for publication) 25.10.2025

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ / ABOUT THE AUTHORS

Мощенко Інна - кандидат технічних наук, доцент кафедри Інформаційно-вимірювальних технологій, Харківський національний університет радіоелектроніки, e-mail: inna.moshchenko@nure.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2738-0037>.

Moshchenko Inna - PhD, Associate Professor, IMT Department, Kharkiv National University of Radio Electronics, e-mail: inna.moshchenko@nure.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2738-0037>.

Запорожець Олег - кандидат технічних наук, доцент кафедри Інформаційно-вимірювальних технологій, Харківський національний університет радіоелектроніки, e-mail: oleg.zaporozhets@nure.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7831-8479>.

Zaporozhets Oleg - PhD, Associate Professor, IMT Department, Kharkiv National University of Radio Electronics, e-mail: oleg.zaporozhets@nure.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7831-8479>.

Research on the degree of satisfaction of the requirements of higher education applicants with the quality of methodological support of the educational process in universities using the QFD method

I.O. Moschenko, O.V. Zaporozhets

Abstract

As the results of the survey of higher education applicants prove, the availability of high-quality methodological support is one of the most important components of the overall quality of the educational process. Since currently in Ukrainian educational environment a significant part of the country's leading universities operates remotely, the issue of accessible and understandable methodological support is one of the most important factors in obtaining a quality education. The purpose of the study is to develop an algorithm for analyzing consumers' requests of higher education applicants by the quality of methodological support based on the Quality Function Deployment (QFD) method and prioritizing the technical characteristics of methodological support in order to increase the satisfaction of consumers of educational services in Ukrainian universities. The research methodology is based on the application of the QFD method. Statistical processing of the results of the study was carried out using the methods of calculating the Alpha Cronbach coefficient, analysis of variance, correlation analysis, and the Pareto method. As a result of the study, an algorithm for applying the QDF method to improve the quality of educational services has been formed, which takes into account the specific features of the modern educational environment in Ukraine. A list of developed consumers' and technical characteristics of methodological support with defined weights can be applied to increase the satisfaction of consumers of educational services with the quality of methodological support who to get an education in the field of knowledge G, and the general algorithm – to improve the quality of educational services in all universities of Ukraine.

Keywords: quality function deployment, adapted algorithm, statistical analysis, correlation analysis, statistical processing of results, functional requirements.