

УДК 004.8

Крива Д.О., Кліменко В.І.

Хмельницький національний університет

МЕТОДОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ НАБОРУ ТЕГІВ ДЛЯ ФОРМАЛІЗОВАНОГО ОПИСУ МОДЕЛЕЙ ФОРМУВАННЯ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ

У роботі запропоновано методологію створення набору тегів для формалізованого опису моделей формування тестових завдань на основі понятійно-тезової структури навчального матеріалу. Теги розглядаються як елементи предметноорієнтованої псевдомови, що поєднує етапи ідентифікації релевантних фрагментів тексту та побудови тестів у форматі GIFT для середовища Moodle. Виділено дві групи тегів: ідентифікаційні, орієнтовані на терміни, тези та службові конструкції, і формувальні, які задають ролі основи питання, правильної відповіді та дистракторів у шаблонах завдань різних типів. Показано ітераційний характер побудови та уточнення набору тегів, його предметну незалежність і сумісність із внутрішніми структурами інформаційної технології. Практичну реалізацію методології здійснено у вигляді програмного модуля TestGenerator мовою C#, який забезпечує вибір термінів, конфігурацію типів питань та автоматичну генерацію GIFT-файлів для імпорту до Moodle.

The paper proposes a methodology for designing a tag set used for the formalized description of test-item generation models based on the concept–thesis structure of educational texts. Tags are treated as elements of a domain-specific pseudolanguage that integrates two stages: identification of relevant text fragments and construction of test items in the GIFT format for the Moodle environment. Two tag groups are distinguished: identification tags, focused on terms, theses and auxiliary constructions, and generation tags, which define the roles of question stem, correct answer and distractors in templates for different item types. The iterative nature of tag-set refinement, its domain independence and compatibility with the internal structures of the information technology are shown. The methodology is implemented in the C#-based TestGenerator module, which supports term selection, configuration of question types and automatic GIFT file generation for subsequent import into Moodle.

Сучасний стан використання технологій тестування характеризується зростаючою потребою в автоматизованому генеруванні якісних тестових завдань для адаптивних систем контролю знань [1]. Сучасні освітні платформи дедалі частіше переходять до адаптивного тестування, у якому рівень складності, тип завдання та траєкторія оцінювання змінюються динамічно відповідно до відповіді користувача [2, 3]. Для коректної роботи таких систем потрібні великі, структурно узгоджені, семантично марковані набори тестових завдань, здатні підтримувати різні когнітивні рівні, варіативність дистракторів та багатоваріантність формулювань [4]. Ручне створення подібних банків тестів є трудомістким,

повільним і слабо масштабованим, що унеможливує оперативне оновлення завдань відповідно до змін навчального контенту.

Сучасні моделі мовної обробки забезпечують здатність до семантичного аналізу навчальних матеріалів [5, 6], автоматичного виділення ключових понять і релевантних фрагментів тексту [7], а також переформулювання змісту з урахуванням заданих дидактичних вимог [8, 9]. Поєднання тегової псевдомови з інструментами NLP дозволяє не лише структурувати дані для генератора завдань, а й автоматично знаходити потенційні основи питань, генерувати варіанти відповідей і контролювати їхню лінгвістичну коректність та однозначність.

Особливе значення це має для адаптивного тестування, де якість і спрямованість кожного наступного завдання суттєво впливають на точність оцінювання [10]. NLP-моделі можуть підтримувати автоматизоване визначення складності текстових формулювань і забезпечувати стилістичну узгодженість великої кількості згенерованих питань [11]. Інтеграція семантичного аналізу з формалізованою системою тегів дає змогу створювати тестові завдання з чітко визначеною когнітивною метою, а також контролювати ризики надмірної схожості, двозначності чи змістових перекошень, що є критичним для адаптивних систем.

Запропонована методологія формалізованого опису моделей формування тестових завдань на основі системи тегів забезпечує узгоджену структуру даних, яка дозволяє автоматично генерувати GIFT-файли для Moodle, адаптувати зміст під конкретний рівень складності та оперативно формувати нові варіанти завдань [12, 13]. Використання тегів як елементів предметноорієнтованої псевдомови створює основу для масштабованого, керованого та відтворюваного процесу побудови тестів, що є критично важливим для адаптивних систем [14]. Такий підхід не лише зменшує витрати часу на формування банку завдань, а й підвищує якість адаптації тестування, дозволяючи гнучко поєднувати глибину опрацювання навчального матеріалу зі структурованою автоматизованою генерацією контенту.

Крім того, адаптивні системи оцінювання вимагають не лише великих обсягів тестового контенту [15], а й чіткої керованості його параметрами – рівнем складності [16], типом когнітивної операції [17], структурою відповіді [18] та ступенем варіативності [19]. Формалізований набір тегів дозволяє явно кодувати ці характеристики у процесі побудови завдання, що забезпечує можливість їхньої подальшої автоматичної інтерпретації алгоритмами адаптації [20]. Завдяки такому підходу тестові моделі можуть бути узгоджені з алгоритмами комп'ютеризованого адаптивного тестування, які призначають наступне питання, ґрунтуючись на оціненому рівні знань здобувача та статистичних властивостях завдання.

Використання тегів як універсального інтерфейсу між моделлю навчального матеріалу та механізмами автоматизованого формування завдань сприяє підвищенню точності діагностики навчальних результатів. Теги забезпечують можливість чіткого позначення структурних і семантичних елементів змісту, що дозволяє формувати питання різних типів – від базових на відтворення термінів до аналітичних, спрямованих на інтерпретацію, порівняння чи

узагальнення [21]. Це створює основу для побудови адаптивних тестів, які не лише коригують складність, а й адаптують когнітивний формат завдань під індивідуальні характеристики здобувача.

Таким чином, формалізована система тегів є ключовим інструментом для забезпечення масштабованості, узгодженості та якості автоматизованого генерування контенту, необхідного для сучасного адаптивного тестування. Вона спрощує підтримку актуальності тестових банків, підвищує гнучкість побудови траєкторій оцінювання та зменшує залежність процесу розроблення завдань від ручної праці експертів. У підсумку це сприяє формуванню ефективних, динамічних і методично обґрунтованих систем оцінювання знань.

Методологія створення набору тегів для формалізованого опису моделей формування тестових завдань ґрунтується на уявленні про формування тесту як про послідовність перетворень над текстовим контентом, які можуть бути описані у вигляді правил конвертації. Кожне таке правило працює з вхідним фрагментом навчального матеріалу, виокремлює в ньому релевантні семантичні елементи та послідовно відтворює структуру тестового завдання, що відповідає цим елементам. Для того щоб правила конвертації могли бути реалізовані програмними засобами, необхідно задати формальний словник елементарних конструкцій, які використовуються і на етапі ідентифікації змістових компонентів, і на етапі побудови вихідного тесту. Цю роль і відіграє набір тегів, що виступає проміжною мовою між природною мовою навчального тексту, внутрішніми структурами інформаційної технології та форматом представлення тестів у середовищі Moodle, зокрема GIFT.

Вихідним положенням методології є виділення двох взаємопов'язаних, але функціонально різних груп тегів: тегів для ідентифікації елементів контенту та тегів для формування тестових завдань. Такий поділ безпосередньо витікає із структури правил конвертації, яка включає маску ідентифікації, правило перетворення та маску формування тесту. У масці ідентифікації теги позначають фрагменти навчального тексту, що мають семантичне значення з точки зору майбутнього тесту (терміни, тези, допоміжні конструкції, межі речень тощо), тоді як у масці формування вони окреслюють структурні складові тестового завдання (основа запитання, правильний варіант відповіді, дистрактори, службові елементи синтаксису цільового формату). У вихідній роботі підкреслюється, що такі теги фактично є елементами псевдокоду або змінними, значення яких під час роботи алгоритму визначаються конкретними фрагментами контенту навчального матеріалу.

Методологічно процес побудови набору тегів починається з аналізу об'єкта формалізації, яким виступають моделі формування тестових завдань, уже визначені за результатами попередніх етапів роботи. Для кожної моделі встановлюється, які саме фрагменти тексту необхідні, щоб побудувати змістовно коректне тестове завдання заданого типу. На цьому етапі ключовим є семантичний аналіз понятійно-тезової структури навчального матеріалу: терміни розглядаються як вузли

семантичної мережі, а тези – як текстові фрагменти, що задають визначення, властивості, відношення або приклади, достатні для побудови тестового завдання. Власне на стику між семантичною моделлю навчального матеріалу та формальною моделлю тестового завдання і виникає потреба у спеціальних маркерах, здатних одночасно «бачити» обидві сторони цього відображення.

Далі формується концептуальна класифікація потенційних тегів. У межах ідентифікаційного шару виділяються теги, що позначають групи слів, які виконують роль терміна, та фрагменти, які виконують роль тези, що пояснює цей термін. У роботі описано теги типу [TermGroup] для позначення фрагмента тексту, який являє собою термін, що складається з одного або кількох слів, та [ThesisGroup] для позначення фрагмента, який виконує функцію тези – визначення або формулювання змістовно завершеної характеристики терміна.

Наявність таких тегів дозволяє алгоритму формування тестових завдань спиратися не на сирий текст, а на попередньо виділені семантичні одиниці, які відповідають уявленню про понятійно-тезову модель навчального фрагмента.

Окремим кроком є введення тегів, пов'язаних із випадковим вибором альтернативних елементів контенту, що необхідно для автоматичного формування дистракторів. У базовій моделі пропонуються теги на кшталт [RandomTermGroup] та [RandomThesisGroup], які інтерпретуються як вказівка алгоритму вибрати інший термін або інше визначення з множини доступних.

Таке рішення методологічно важливе з двох причин. По-перше, воно дозволяє відокремити логіку побудови тесту (де саме мають з'явитися альтернативні варіанти) від механізмів вибірки і комбінування дистракторів. По-друге, воно забезпечує можливість подальшого розширення стратегії вибору – наприклад, від простого випадкового вибору до складніших схем, які враховують близькість термінів за тематикою, частотні характеристики або рівень складності.

До групи ідентифікаційних тегів також належать маркери, що позначають структурні елементи тексту, які не є носіями основного змісту, але виступають сигнальними елементами для алгоритму. У роботі згадується тег [Connector], що позначає слово або символ, який поєднує термін і тезу (наприклад, «–», «– це», «є», «називається»).

Введення такого тегу дозволяє явно відділити змістові компоненти від службових, а також використовувати регулярні конструкції масок для виявлення типових патернів формулювання визначень у навчальних текстах. Додаткові теги на кшталт [BeginSentence] або аналогічних маркерів межі речення забезпечують можливість контролю контексту: модель може, наприклад, відсікати занадто протяжні фрагменти або обмежувати пошук відповідних тез межами одного чи кількох речень.

Наступним методологічним блоком є побудова тегів, орієнтованих безпосередньо на формування тестових завдань. Якщо ідентифікаційні теги відповідають «що знайти в навчальному тексті», то теги формування відповідають «як саме представити знайдене у форматі тесту». На цьому етапі враховуються

вимоги середовища Moodle і, зокрема, формату GIFT, який задає синтаксис представлення основи питання, переліку відповідей, маркерів правильності, вагових коефіцієнтів, коментарів тощо. У методології виходять із того, що кожна модель формування тесту складається з певної схеми «підстановки» відібраних елементів контенту у шаблон, де відповідні позиції також позначаються тегами. Таким чином, для кожного типу тестових завдань вибудовується відповідний шаблон, який поєднує жорстко задані елементи синтаксису GIFT і параметризовані місця, на які підставляються фрагменти з [TermGroup], [ThesisGroup] та інших ідентифікаційних структур.

Важливим принципом у побудові такого набору тегів є предметна незалежність. Теги не повинні кодувати конкретні терміни, галузь знань або змістові нюанси окремого курсу. Натомість вони задають ролі у процесі перетворення: «фрагмент, що містить визначення», «фрагмент, який слугує дистрактором», «слово-зв'язка між терміном і тезою», «позиція для правильної відповіді у форматі GIFT» тощо. Такий підхід робить набір тегів універсальним і придатним для багаторазового використання в інформаційній технології, орієнтованій на різні навчальні дисципліни, які подаються у вигляді текстових матеріалів єдиного формату.

Методологія побудови набору тегів включає також етап формалізації їх синтаксису та семантики. Для кожного тегу задається область його допустимого використання (наприклад, лише в масках ідентифікації або лише в масках формування), очікуваний тип даних, що з ним асоціюється (фрагмент тексту, окрема лексема, посилання на елемент іншої множини), а також правила взаємодії з іншими тегами. Семантика тегу визначає, яку саме роль він відіграє у процесі перетворення: чи є він джерелом даних, проміжним контейнером, керувальним маркером або службовим елементом, що відповідає за коректний синтаксис вихідного тесту. Чітка специфікація цих властивостей дає можливість трактувати набір тегів як легковагу предметно-орієнтовану мову опису моделей формування тестових завдань.

Подальшим кроком виступає узгодження тегів із внутрішніми структурами інформаційної технології. Оскільки розроблена технологія уже містить механізми формування вихідних множин термінів, обробки текстового контенту та застосування правил конвертації, кожен тег має бути відображений у відповідні програмні сутності. На рівні реалізації це означає побудову об'єктних структур, які інкапсулюють логіку роботи з тегами, забезпечують перевірку коректності їх використання, підтримують операції пошуку, підстановки, комбінування та серіалізації до формату GIFT. Окремо розв'язується задача сумісності зі схемою даних інформаційної системи, у якій результати роботи алгоритму мають зберігатися та повторно використовуватися у подальших сесіях формування тестів.

Критично важливо, що методологія розробки набору тегів передбачає ітераційний характер його формування. Початковий варіант набору створюється на основі теоретичного аналізу моделей тестових завдань та можливостей формату

GIFT, але надалі уточнюється за результатами експериментів із реальними навчальними матеріалами. У процесі апробації виявляються типові ситуації, коли наявних тегів недостатньо для адекватного відображення того чи іншого способу викладу матеріалу, коли деякі теги використовуються надто рідко або, навпаки, виявляються надмірно універсальними й потребують поділу на більш спеціалізовані. Такі спостереження призводять до послідовного розширення, узагальнення або реструктуризації набору тегів, при цьому зберігається сумісність із уже розробленими моделями формування тестових завдань.

Ще одним компонентом методології є забезпечення прозорості та інтерпретованості побудованого набору тегів для розробника навчальних курсів та експерта з тестування. Хоча теги спочатку орієнтовані на машинну обробку, важливо, щоб їхні позначення і вербальні описи залишалися зрозумілими для людини, яка аналізує або модифікує моделі формування тестових завдань. Це досягається через вибір інтуїтивно зрозумілих позначень, узгодження термінології з педагогічною та тестологічною літературою, а також через надання текстових описів кожного тегу.

Така «людино-читабельність» псевдокоду сприяє перевірці коректності моделей, спільній роботі над їх удосконаленням і можливості адаптації інформаційної технології у нових контекстах.

Нарешті, методологія створення набору тегів тісно пов'язана з вимогами до масштабованості інформаційної технології. Набір тегів має бути достатньо повним, щоб описати весь спектр моделей формування тестових завдань, передбачених у системі (логічного типу, одиничного та множинного вибору, завдань із введенням тексту тощо), і водночас достатньо компактним, щоб не ускладнювати розробку та супровід нових правил конвертації. У цьому сенсі теги виступають точкою балансування між формальною потужністю мови опису моделей і практичною керованістю технології. Вдале конструювання такого набору створює підґрунтя для подальшого розвитку системи, зокрема для інтеграції з іншими форматами представлення тестів, розширення спектру типів завдань та застосування більш складних алгоритмів семантичного аналізу навчальних матеріалів.

Практичну реалізацію запропонованої методології формалізованого опису моделей формування тестових завдань здійснено у вигляді програмного модуля TestGenerator, розробленого мовою C#. Інтерфейс модуля (рисунок 1) відображає ключові етапи технологічного процесу, закладеного в моделях і системі тегів. Ліва частина головного вікна орієнтована на роботу з понятійно-тезовою структурою навчального матеріалу: таблиця термінів містить перелік відібраних термінологічних одиниць, пов'язаних з ними тез та службових параметрів, що фіксують результати попереднього етапу автоматизованої обробки тексту. Користувач має змогу уточнити множину базових термінів для тестування шляхом інтерактивного відбору записів у стовпці «Select», що фактично задає підмножину елементів, до яких будуть застосовані правила конвертації та відповідні моделі формування завдань.

Права частина вікна реалізує шар конфігурації тесту і безпосередньо відображає формалізовані моделі побудови завдань. Для кожного підтримуваного типу питання (зокрема, YES/NO, Single Choice, Multiple Choice, Matching) задаються параметри активності та кількості генерованих завдань. Перемикачі типів відображають вибір конкретних моделей формування, тоді як числові поля «Count» дозволяють регламентувати питомі частки різних типів завдань у сформованому тесті. Така організація інтерфейсу узгоджується з розробленим набором тегів: вибір термів на рівні таблиці визначає множинну значень для тегів, пов'язаних із поняттєвими одиницями, тоді як конфігурація типів питань активує відповідні шаблони формування тестових конструкцій у форматі GIFT.

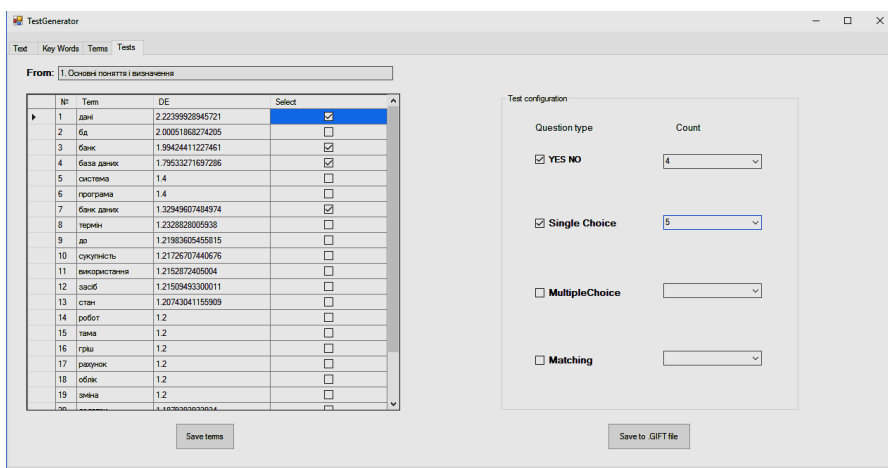


Рисунок 1 – Вікно програмного модуля TestGenerator

Після узгодження множини термінів і параметрів тесту система застосовує описані правила конвертації, підставляє в шаблони значення, пов'язані з тегами, та генерує вихідний файл у форматі GIFT, придатний для імпорту до середовища Moodle. Таким чином, програмний модуль TestGenerator демонструє практичну реалізацію запропонованого підходу: починаючи від формалізованого виділення термінів і тез та закінчуючи автоматизованим утворенням структурованого тесту, він забезпечує технологічну спадкоємність між теоретичною моделлю системи тегів і реальним інструментом підтримки тестування у навчальному процесі.

Узагальнюючи, методологія побудови набору тегів для формалізованого опису моделей формування тестових завдань спирається на три ключові ідеї. По-перше, тестове завдання розглядається як результат застосування правил конвертації до семантично структурованого текстового контенту, а теги – як елементи предметно-орієнтованої мови опису цих правил. По-друге, вводиться чіткий поділ тегів на ідентифікаційні та формувальні, що відповідає двом фазам

роботи алгоритму: пошуку релевантних фрагментів тексту та побудови структурованого тесту у форматі GIFT. По-третє, наголошується на предметній незалежності, розширюваності й інтерпретованості набору тегів, що забезпечує його застосовність у різних навчальних дисциплінах та створює основу для подальшого розвитку інформаційної технології автоматизованого формування тестових завдань.

Перелік посилань

1. Використання тестів в освітньому процесі. Vseosvita. URL: <https://vseosvita.ua/library/vikoristanna-testiv-v-osvitnomu-procesi-487976.html>
2. Multiple Choice Questions Types With Examples. SurveySparrow. URL: <https://surveysparrow.com/blog/multiple-choice-questions/>
3. Методика використання тестової перевірки знань. Vseosvita. URL: <https://vseosvita.ua/library/metodika-vikoristanna-testovoi-perevirki-znan-204638.html>
4. Класифікація тестів. Форми тестових завдань. StudFiles. URL: <https://studfile.net/preview/8839472/page:72/>
5. Hardysh D., Mazurets O., Tyschenko O. Datalogic Relation Model for Automated Evaluating the Semantic Integrity of Test Tasks Sets by Machine Learning Means. Innovative Solutions in Science: Balancing Theory and Practice. Proceedings 2nd International Scientific and Practical Conference. December 23–25, 2024. San Francisco, USA, 2024. P. 114–125.
6. Murava V., Zalutska O., Didur V., Mazurets O. Software architecture of information system for exchanging LLM thematic prompts. Global Trends in the Development of Information Technology and Science. Proceedings IV International Scientific and Practical Conference. June 25-27, 2025. Stockholm, Sweden. Pp. 121-127.
7. Mazurets O., Vit R. Practical Application of Method of Thematic Classification of Text Information Using LDA. Information Technology and Implementation (Satellite). Proceedings 11th International Conference. November 21, 2024. Kyiv, Ukraine. 2024. Pp. 151-152.
8. Yurchenko D., Mazurets O., Didur V., Molchanova M. Approach to Using Cloud Services for Visual Analytics of Neural Network Analysis of Texts Emotional Tonality. The Future of Scientific Discoveries: New Trends and Technologies. Proceedings of the XLVII International scientific and practical conference. November 13-15, 2024. Marseille, France. 2024. Pp. 108-113.
9. Mazurets O., Molchanova M., Klimenko V., Prosvitliuk M Practice Implementation of Neural Network Model BART-Large-CNN for Text Annotation. Prospects of Scientific Research in the Conditions of the Modern World. Proceedings of XXVII International scientific and practical conference. June 12-14, 2024. Rotterdam, Netherlands. 2024. Pp. 97-102.
10. Blazhuk V., Mazurets O., Zalutska O. An Approach to Using the mBERT Deep Learning Neural Network Model for Identifying Emotional Components and Communication Intentions. The Impact of Scientific Research on the Development of the Modern World. Proceedings of the XLIV International scientific and practical conference. October 23-25, 2024. Dubrovnik, Croatia. 2024. Pp. 79-84.
11. Shevchuk P., Molchanova M., Mazurets O. Software for Text Messages Reliability Analysis Based on the Machine Learning Models Ensemble. Proceedings of IV International Scientific and Practical Conference «Innovative research and perspectives of the development of science and technology». January 29-31, 2024. Stockholm, Sweden. 2024. Pp. 347-354.
12. Hardysh D., Tyschenko O., Mazurets O. Intelligent System for Automated Assessment of Test Tasks Sets Conformity to Semantic Structure of Educational Materials. The Role of Science and

Technology in Solving Global Problems of Humanity. Proceedings LIII International Scientific and Practical Conference. December 25–27, 2024. Vienna, Austria, 2024. P. 110–115.

13. Мазурець О.В., Тищенко О.О., Гардиш Д.О. Реляційна даталогічна модель для прикладного аналізу репрезентативності навчальних тестів засобами обробки природної мови. Наука і техніка сьогодні. 2025. № 13(41). С. 1129–1142.

14. Мазурець О.В., Собко О.В., Гардиш Д.О. Прикладні аспекти оцінювання релевантності бази тестових завдань семантичній структурі навчальних матеріалів засобами штучного інтелекту. Інформаційні технології і автоматизація. Матеріали XVII міжнародної науково-практичної конференції. Одеса, ОНТУ, 2024. С. 381–383.

15. Гардиш Д.О., Мазурець О.В. Метод автоматизованого оцінювання відповідності тестових завдань семантичній складовій навчальних матеріалів за інтелектуальним аналізом їх текстового контенту. Збірник наукових праць за матеріалами XVI Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2024». Хмельницький, 2024. С. 121–139.

16. Шебетко О.В., Кліменко В.І., Мазурець О.В. Метод адаптивного тестування з використанням продукційних правил. Збірник наукових праць за матеріалами XV Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2023». Хмельницький, 2023. с. 311–322.

17. Бармак О.В., Крак Ю.В., Мазурець О.В., Манзюк Е.А. Ментально-формальні рішення машинного навчання для інформаційної технології автоматизованого створення тестів у сфері безпеки та медицини. Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні управляючі системи та технології ICST-ODESSA-2021». Одеса – 2021. – С.105-107.

18. Гардиш Д.О., Мазурець О.В. Метод автоматизованого аналізу відповідності множин тестових завдань семантичній структурі навчальних матеріалів засобами штучного інтелекту. Сучасні інформаційні технології в освіті і науці. Збірник матеріалів VI Всеукраїнської науково-практичної конференції. 14–15 листопада 2024. Умань, 2024. С. 43–48.

19. Гардиш Д.О., Кліменко В.І., Мазурець О.В. Підхід до аналізу відповідності множини тестових завдань семантичній структурі навчальних матеріалів засобами обробки природної мови. Тези доповідей XII Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій». 10–12 грудня 2024. Запоріжжя, Національний університет «Запорізька політехніка», 2024. С. 344–348.

20. Крива Д.О., Мазурець О.В., Кліменко В.І., Тищенко О.О. Підхід до автоматизованого визначення рівня емпатії з використанням нелінійного тестування. Збірник наукових праць за матеріалами XVI Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2024». 15-16 листопада 2024. Хмельницький, 2024. с. 316-324. URL: <https://kn.khmnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/18/apkn-2024-corporpaper.pdf>