

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО СТВОРЕННЯ ТЕСТІВ ДО НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

У статті розглянуто інформаційну технологію автоматизованого створення тестів до навчальних матеріалів, яка є комплексним засобом для автоматизованого формування тестових завдань, що містить всі необхідні кроки для перетворення вхідних даних у вигляді електронного документу навчальних матеріалів у вихідні дані у вигляді множини тестових завдань та необхідних для проведення адаптивного тестування метаданих. Інформаційна технологія автоматизованого створення тестів до навчальних матеріалів використовує інформаційну модель семантичної структури навчального курсу. Інформаційна модель є цілісним поданням семантичної структури навчального курсу. Формалізація моделі проводиться шляхом подання частини елементів навчального курсу як множини сутностей – заголовків, слів, ключових термінів, тестових завдань, зв'язків. Це дозволяє застосовувати її для реалізації інформаційної технології автоматизованого створення тестів до навчальних матеріалів і вирішенні ряду інших задач. При використанні інформаційної технології для наповнення всіх множин моделі семантичної структури навчального курсу послідовно застосовуються два методи – метод формування структури навчальних матеріалів та пошуку у них ключових термінів й метод автоматизованої генерації прототипів тестових завдань. Оскільки правила продукції застосовуються для всіх рівнів семантичної структури навчальних матеріалів, забезпечується повне покриття навчального матеріалу. Автоматизація процесу формування тестових завдань забезпечує суттєве скорочення часу на розробку тестових завдань. Дані, що містяться у моделі, дають можливість проведення адаптивного контролю рівня одержаних знань. Розглянуто відповідну прикладну програмну систему, призначену для експериментального тестування інформаційної технології, використання якої підтвердило можливість автоматизованого створення тестових завдань різних типів за вхідним контентом навчального матеріалу.

Ключові слова: тестові завдання, тести, тестування, навчальні матеріали, ключові терміни.

O. MAZURETS

Khmelnytskyi National University

INFORMATION TECHNOLOGY FOR AUTOMATED TEST CREATION FOR EDUCATIONAL MATERIALS

The article considers the information technology for automated creation of tests for educational materials, which is a complex means for automated creation of test tasks, which contains all necessary steps for the transformation of input data in the form of an electronic document of educational materials into output data in the form of a set of test tasks and necessary for conducting adaptive testing metadata. Informational technology for automated test creation for educational materials uses the information model of the semantic structure of the educational course. The information model is a coherent representation of the semantic structure of the educational course. Formalization of the model is carried out by presenting some of the elements of the educational course as a set of entities – headings, words, key terms, test tasks and relations. This allows it to be used to implement the information technology of automated test creation into educational materials and to solve a number of other tasks. With the use of information technology to fill all the sets of the model of the semantic structure of educational course, two methods are used consistently: the method of forming the structure of educational materials and of key terms search and the method of automated generation of prototypes of test tasks. Since the product rules are applied to all levels of the semantic structure of educational materials, full coverage of the educational material is provided. Automation of the process of formation of test tasks provides a significant reduction of time for the development of test tasks. The data contained in the model provide an opportunity for adaptive control of the level of knowledge gained. The corresponding application program system for experimental testing of information technology is considered, the use of which has confirmed the possibility of automated creation of test tasks of various types according to the input content of the educational material.

Keywords: test tasks, tests, testing, educational materials, key terms.

Постановка проблеми в загальному вигляді

До навчального курсу дисципліни в більшості випадків включається інформаційний навчальний матеріал (формується у вигляді підручника, навчального посібника чи конспекту лекцій) як основний носій інформації в навчальному курсі й тестовий навчальний матеріал (множина тестових завдань) як найбільш розповсюджений різновид діагностуючого навчального матеріалу, призначений для визначення рівня засвоєння інформаційного навчального матеріалу [1]. Тестовий навчальний матеріал містить тестові завдання різної складності, які дозволяють оцінити рівень засвоєння інформаційного навчального матеріалу, виявити прогалини в знаннях, причини неправильних дій суб'єкта, що вивчає навчальний курс.

В умовах вузької спеціалізації курсів навчальних дисциплін, їх чисельності та інтенсивного оновлення, єдиним шляхом забезпечення курсів навчальних дисциплін репрезентативним та дискримінативним тестовим діагностичним матеріалом є автоматизація формування множин тестових завдань.

Аналіз останніх досліджень

Різноманітним аспектам тестування, розробки та застосування навчальних і тестувальних середовищ на основі сучасних інформаційних технологій, питанням розробки баз даних і знань програмних систем перевірки рівня знань присвячені праці українських і закордонних авторів, зокрема Аванесова В. С., Снитюка В. Е., Титенка С. В., Пасічника В. В., Пасічника Р. М., Тонконового В. М., Башмакова І. А., Клайна

П., Гагаріна О. О., Мельника А. М., Танченко С. С. Дослідження проводились переважно в сфері проведення тестувань, наповнення бази тестових завдань за допомогою засобів підтримки ручного створення тестових завдань, безпеки процесу тестування і відтворення результатів.

Серед відомих методів автоматизованого формування тестових завдань можна відзначити: параметризовані тести, метод семантичних мереж, реляційний підхід, використання понятійно-тезисної моделі [2–5]. Наведені методи є ефективними для використання у визначених випадках, проте вимагають суттєвої і трудомісткої попередньої підготовки інформаційного навчального матеріалу. В умовах чисельності та інтенсивного оновлення курсів навчальних дисциплін це є складною задачею, проте в деяких випадках, наприклад формуванні математичних задач для методу параметризованих тестів, безальтернативною. Втім, значна частина контенту інформаційного навчального матеріалу багатьох курсів навчальних дисциплін містить переважно текстовий контент, який характеризується послідовністю й семантичною зв'язністю подання. Ця ознака відриває шлях до розробки методу автоматизованого формування тестових завдань, який не вимагає суттєвої попередньої обробки інформаційного навчального матеріалу.

Пропонується інформаційна технологія автоматизованого створення тестів до навчальних матеріалів як комплексний інструмент для автоматизованого формування тестових завдань, що містить всі необхідні кроки для перетворення вхідних даних у вигляді електронного документу навчальних матеріалів у вихідні дані у вигляді множини тестових завдань та необхідних для проведення адаптивного тестування метаданих. У попередніх публікаціях авторами було розглянуто складові інформаційної технології та супровідних досліджень. Розроблено інформаційну модель семантичної структури навчального курсу [6], яка є формальним поданням інформаційного та тестового навчальних матеріалів навчального курсу дисципліни й призначена для використання при реалізації відповідних прикладних програмних систем, дозволяючи проводити автоматизоване формування наборів тестових завдань, забезпечуючи максимально рівномірне і широке охоплення набором тестових завдань семантики навчального матеріалу. Запропоновано підходи до програмного аналізу структури інформаційних навчальних матеріалів [7], до формування моделі структури інформаційних навчальних матеріалів [8]. Визначено переваги використання алгоритму, що базується на дисперсійному аналізі електронних текстів [9], для оцінки семантичної важливості слів у контенті інформаційних навчальних матеріалів [10]. Розроблено метод автоматизованого формування сортованих множин ключових термінів інформаційних навчальних матеріалів [11]. Запропоновано підхід до формування наборів тестових завдань за допомогою системи правил продукції для перетворення текстового контенту інформаційних навчальних матеріалів [12].

Постановка задачі

Метою роботи є розробка інформаційної технології автоматизованого створення тестів до навчальних матеріалів, яка дозволяє за вхідними даними навчальних матеріалів курсу автоматизовано одержувати множини тестових завдань шляхом наповнення параметрів інформаційної моделі семантичної структури навчального курсу за допомогою методів формування структури навчальних матеріалів і пошуку у них ключових термінів та автоматизованого формування тестових завдань. Важливими рисами даної технології визначено прив'язку створених тестових завдань до всіх рівнів семантичної структури навчальних матеріалів, що забезпечує повне покриття навчального матеріалу та надає можливість проведення адаптивного контролю рівня одержаних знань.

Викладення основних матеріалів дослідження

Інформаційна технологія автоматизованого створення тестів до навчальних матеріалів використовує інформаційну модель семантичної структури навчального курсу. Інформаційна модель семантичної структури навчального курсу є цілісним поданням семантичної структури навчального курсу, формалізація моделі проводиться шляхом подання частини елементів навчального курсу як множини сутностей (заголовків, слів, ключових термінів, тестових завдань, зв'язків). Це дозволяє застосовувати її для реалізації інформаційної технології автоматизованого створення тестів до навчальних матеріалів і вирішенні ряду інших задач. При використанні інформаційної технології для наповнення всіх множин моделі семантичної структури навчального курсу застосовуються два методи – метод формування структури навчальних матеріалів та пошуку у них ключових термінів [11] й метод автоматизованої генерації прототипів тестових завдань (рис. 1) [12].

Модель семантичної структури навчального курсу навчальної дисципліни містить наступні складові [6]: множини заголовків $M_{Heading}$, множини термінів M_{Term} , множини слів M_{Word} , множини тестових завдань M_{TestEx} , множини зв'язків M_{Rel} . При цьому, визначено наступні підмножини множини зв'язків M_{Rel} : між заголовками та заголовками $M_{Rel:H-H}$, між заголовками та ключовими термінами $M_{Rel:H-T}$, між ключовими термінами та словами $M_{Rel:T-W}$, між заголовками та тестовими завданнями $M_{Rel:H-TE}$, між ключовими термінами та тестовими завданнями $M_{Rel:T-TE}$.

В межах інформаційної технології застосування наведених методів відбувається послідовно, що визначає схему інформаційної технології автоматизованого створення тестів до навчальних матеріалів, яку подано на рис/ 2.

Вхідними даними інформаційної технології є файл електронного документу з контентом навчальних матеріалів, наприклад, формату .docx. Файл має містити слабо структурований текстовий контент, для рубрикації бажане використання заголовків, які визначають структуру текстового контенту. Ніякої

спеціальної попередньої обробки вхідних даних не вимагається, втім підвищення рівня виконання вимог роботи з електронними документами (використання стилів) та вимог до роботи з навчальними матеріалами (коректність використання скорочень, рубрикації тощо) може відповідно підвищити якість вихідних даних інформаційної технології.

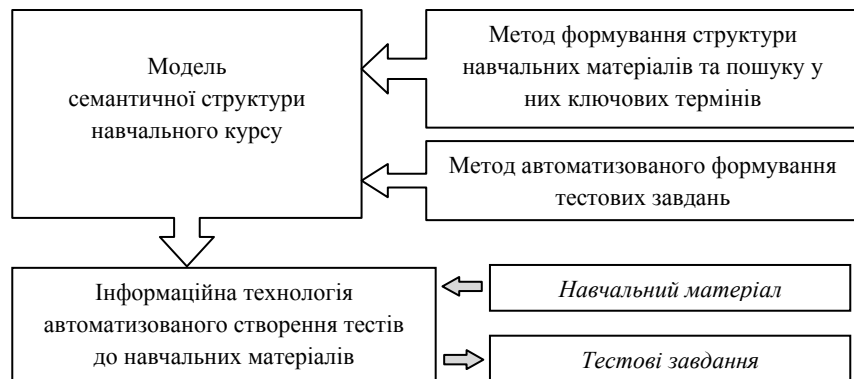


Рис. 1. Загальна схема застосування методів при використанні інформаційної технології

Метод формування структури навчальних матеріалів та пошуку у них ключових термінів є першим етапом роботи інформаційної технології автоматизованого створення тестів до навчальних матеріалів. Результатом його роботи є формування частини моделі семантичної структури навчального курсу, яка стосується навчальних матеріалів, а саме верхнього рівня структури навчальних матеріалів у вигляді рубрикації (структури заголовків) та нижнього рівня структури навчальних матеріалів у вигляді окремих впорядкованих за важливістю множин ключових термінів для кожного з елементів верхнього рівня структури навчальних матеріалів.

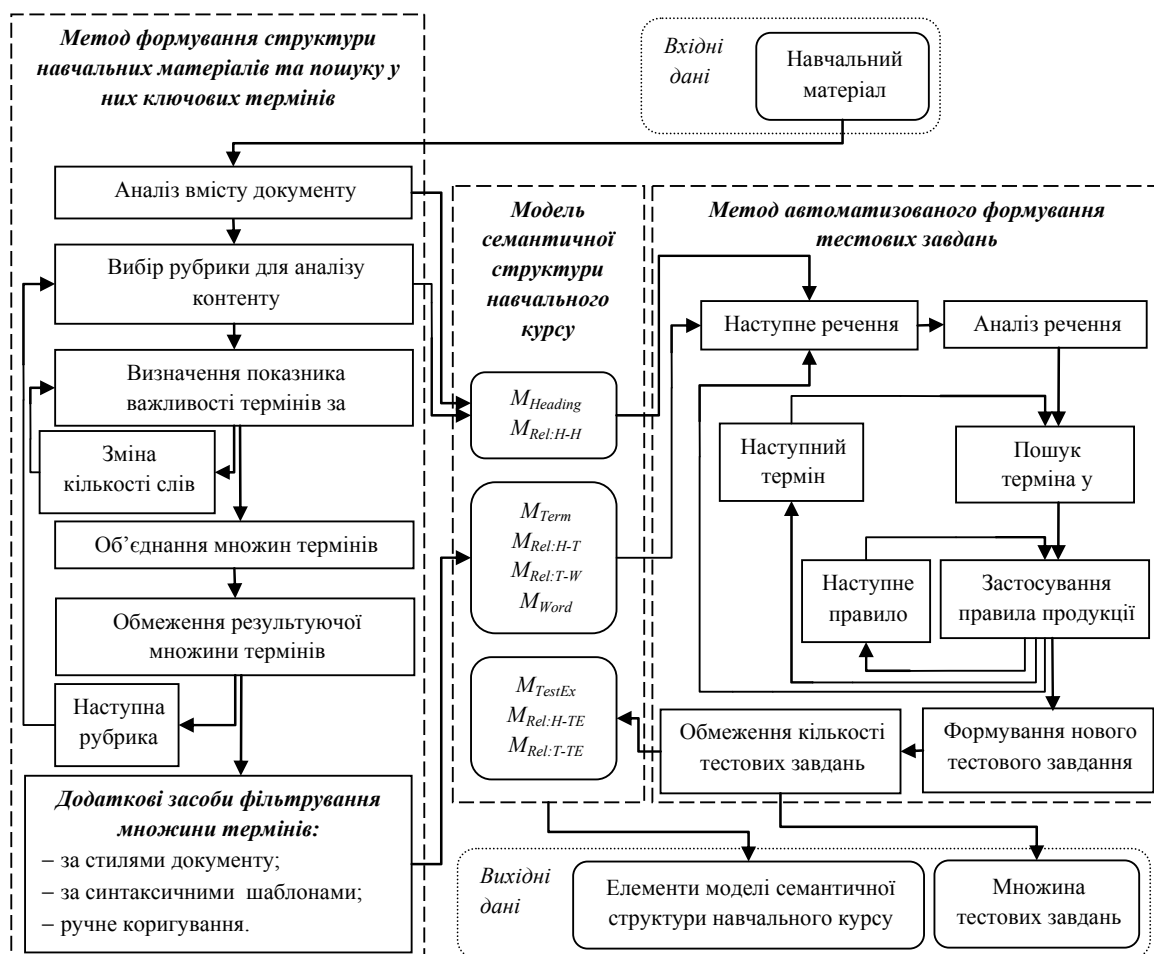


Рис. 2. Схема інформаційної технології автоматизованого створення тестів до навчальних матеріалів

При аналізі вмісту документу обробляється контент документу для визначення стилів його складових. Відповідно до них, формується структура заголовків, одним з атрибутів кожного з яких є приналежний йому обсяг контенту документу. В подальшому обробка контенту кожного з одержаних

елементів відбувається окремо і незалежно. При цьому контент підлеглого елементу одночасно входить до складу контенту елемента-батька в ієрархічній структурі заголовків.

Наступним кроком для кожного елемента в структурі навчальних матеріалів проводиться аналіз контенту для пошуку ключових термінів із використанням методу дисперсійного оцінювання. При цьому терміни-кандидати обираються в межах фраз, а пошук виконується окремо для термінів різної розмірності. Під фразою мається на увазі текстовий контейнер, обмежений єдиним стилістичним оформленням та знаками пунктуації. Розмірність терміну є кількістю слів, що входять до його складу. Дисперсійна оцінка терміну розглядається як показник його важливості. За результатами визначення показників важливості термінів за дисперсійною оцінкою одержуються окремі множини термінів, які об'єднуються, при цьому відбувається поглинання термінів, що є частинами термінів більшої розмірності. Одержана множина термінів сортується за значенням важливості терміна обмежується за встановленим показником щільності ключових термінів у відповідному контенті.

Результат роботи цього етапу не прив'язаний до певної мови й на оцінку важливості терміну не впливають стильові ознаки в контенті. Втім, передбачена необов'язкова можливість коригування одержаних множин ключових термінів, що може підвищити якість вихідних даних:

шляхом перевизначення показника важливості терміну за стилями документу, наприклад при виділенні в контенті терміну жирним, курсивом чи в складі заголовку;

шляхом фільтрування за синтаксичними шаблонами, наприклад якщо термін є одним словом то згідно проведених досліджень він може бути тільки іменником;

видаленням деяких термінів вручну у випадках, коли попри їх важливість контент користувач не вважає їх вивчення метою даного фрагменту навчальних матеріалів.

За результатом використання методу формування структури навчальних матеріалів та пошуку у них ключових термінів забезпечується наповнення відповідних множин семантичної структури навчального курсу: множини заголовків, множини ключових термінів, множини слів, множини зв'язків між заголовками і заголовками, множини зв'язків між термінами і словами, множини зв'язків між заголовками і термінами.

З цього переліку, частина вихідних даних виконання методу формування структури навчальних матеріалів та пошуку у них ключових термінів є вхідними даними для методу автоматизованого формування тестових завдань в межах інформаційної технології, а саме: множина заголовків, множина ключових термінів, множина зв'язків між заголовками і заголовками, множина зв'язків між заголовками і термінами.

Метод автоматизованого формування тестових завдань є другим етапом роботи інформаційної технології автоматизованого створення тестів до навчальних матеріалів. Результатом його роботи є формування частини моделі семантичної структури навчального курсу, яка стосується тестових завдань, а саме множини тестових завдань та зв'язків кожного тестового завдання як із елементом структури навчальних матеріалів, на основі якого й для перевірки якого створене тестове завдання, так і з ключовим терміном, рівень засвоєння якого тестового завдання перевіряє.

Обробка контенту кожного з елементів структури навчальних матеріалів для створення тестових завдань відбувається окремо і незалежно. Інструментом автоматизованого створення тестових завдань слугує множина правил продукції тестових завдань, кожне з яких містить умову, яка визначає придатність обраного речення для створення тестового завдання до обраного терміну, та наслідок, який визначає алгоритм перетворення контенту речення у відповідне тестове завдання.

Кожне речення контенту обраного елементу структури навчальних матеріалів перевіряється на наявність кожного ключового терміну, що визначений як ключовий у цьому елементі структури навчальних матеріалів. Якщо термін використовується в реченні, то проводиться перебір правил продукції для визначення відповідності умов правил. Кожен випадок відповідності має наслідком автоматичне створення нового тестового завдання.

У випадку, коли метою застосування інформаційної технології є не максимізація кількості тестових завдань у вихідній множині, а й їх рівномірний розподіл за визначеними параметрами (тип запитання, термін який перевіряється, елемент структури навчальних матеріалів тощо), передбачена необов'язкова можливість коригування загальної кількості тестових завдань шляхом видалення частини з них за категоріями, де їх кількість більша від середньої.

За результатом використання методу автоматизованого формування тестових завдань забезпечується наповнення відповідних множин семантичної структури навчального курсу: множини тестових завдань, множини зв'язків між ключовими термінами і тестовими завданнями, множини зв'язків між заголовками і тестовими завданнями.

Вихідними даними інформаційної технології є множина тестових завдань. Ця множина може бути подана в потрібному користувачеві вигляді, наприклад в форматі .xml чи .gift для подальшого використання в середовищі Moodle.

Також *вихідними даними* інформаційної технології є семантична структура навчального курсу, надана у вигляді ряду множин, яка може бути використана для допомоги при практичному використанні сформованої множини тестових завдань, зокрема для забезпечення адаптивного тестування. Іншими напрямками використання одержаних вихідних даних є автоматизоване вирішення ряду задач – визначення відповідності навчальних матеріалів вимогам, допомога при розробці навчальних матеріалів, оцінка відповідності наборів тестових завдань інформаційним навчальним матеріалам, допомога при створенні тестів тощо.

Прикладна реалізація інформаційної технології

Для експериментального тестування інформаційної технології автоматизованого формування тестових завдань до навчальних матеріалів було розроблено відповідну прикладну програмну систему. За результатами її використання для вирішення задач формування структури навчальних матеріалів, пошуку в них ключових термінів та автоматизованого формування тестових завдань можна визначити ефективність відповідної інформаційної технології.

Розв'язок задачі автоматизації формування тестових завдань та їх використання містить ряд послідовних етапів перетворення даних, до яких можна віднести: визначення структури й семантичних термінів у контенті навчальних матеріалів шляхом застосування методу формування структури навчальних матеріалів та пошуку у них ключових термінів; власне формування тестових завдань шляхом застосування методу автоматизованого формування тестових завдань; перенесення результатів в область взаємодії з кінцевим користувачем – окремого програмного продукту чи підсистеми тестування віртуального навчального середовища. Кожному етапу з наведених відповідає деяка послідовність перетворення даних за допомогою відповідного програмного забезпечення, що деталізує цей перелік й визначає програмні компоненти, які приймають в цьому участь. На рисунку 3 подано відповідну схему розподілу функцій за програмними компонентами.

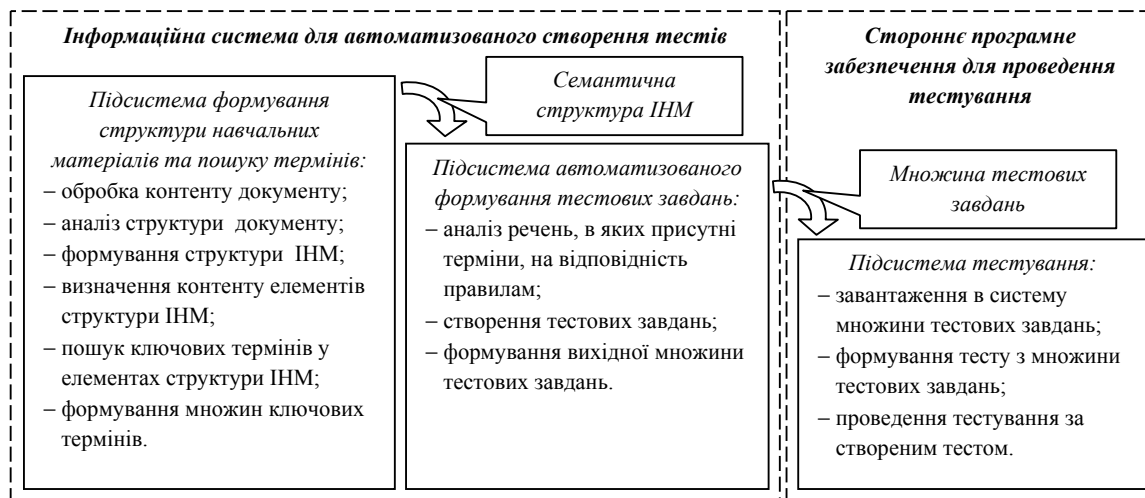


Рис. 3. Схема розподілу функцій за компонентами системи

Окремою функцією можна визначити інструментарій додавання правил продукції тестових завдань до банку правил (бази знань), але оскільки правила продукції можуть бути реалізовані на програмному рівні без втрати функціональності, цю функцію віднесено до внутрішнього програмного інструментарію програмної системи.

Розробка програмних системи, що за допомогою відомих алгоритмів реалізують процес тестування (завантаження в систему множини тестових завдань, формування тесту з множини тестових завдань, проведення тестування за створеним тестом), виходить за межі даної роботи. Для перевірки працездатності створених множини тестових завдань було використано середовище Moodle. При цьому вихідні дані інформаційної системи для автоматизованого створення тестів є вичерпними для подальшого їх використання сторонніми системами тестування.

Відповідно до використовуваних методів при роботі програмної системи (метод формування структури навчальних матеріалів та пошуку у них ключових термінів й метод автоматизованого формування тестових завдань), що формують групи функцій інформаційної системи для автоматизованого створення тестів, визначено дві її відповідні підсистеми: підсистему формування структури навчальних матеріалів та пошуку ключових термінів й підсистему автоматизованого формування тестових завдань.

Підсистема формування структури навчальних матеріалів та пошуку ключових термінів (рис. 4) виконує функції обробки контенту вхідного документу, аналізу структури документу, формування структури навчальних матеріалів визначення контенту елементів структури навчальних матеріалів, пошуку ключових термінів у елементах структури навчальних матеріалів та формування множин ключових термінів.

Підсистема автоматизованого формування тестових завдань (рис. 5) виконує функції аналізу речень, в яких присутні терміни, на відповідність правилам автоматизованого створення тестових завдань та формування вихідної множини тестових завдань.

Обов'язковою функцією користувача системи автоматизованого створення тестів є вибір файлу документу навчальних матеріалів для обробки. Подальші кроки, що приводять до формування множини тестових завдань, система здатна виконувати самостійно. Решта функцій користувача є необов'язковими (для покращення результату роботи системи) або спостережними (для розуміння процесу одержання конкретних вихідних даних).

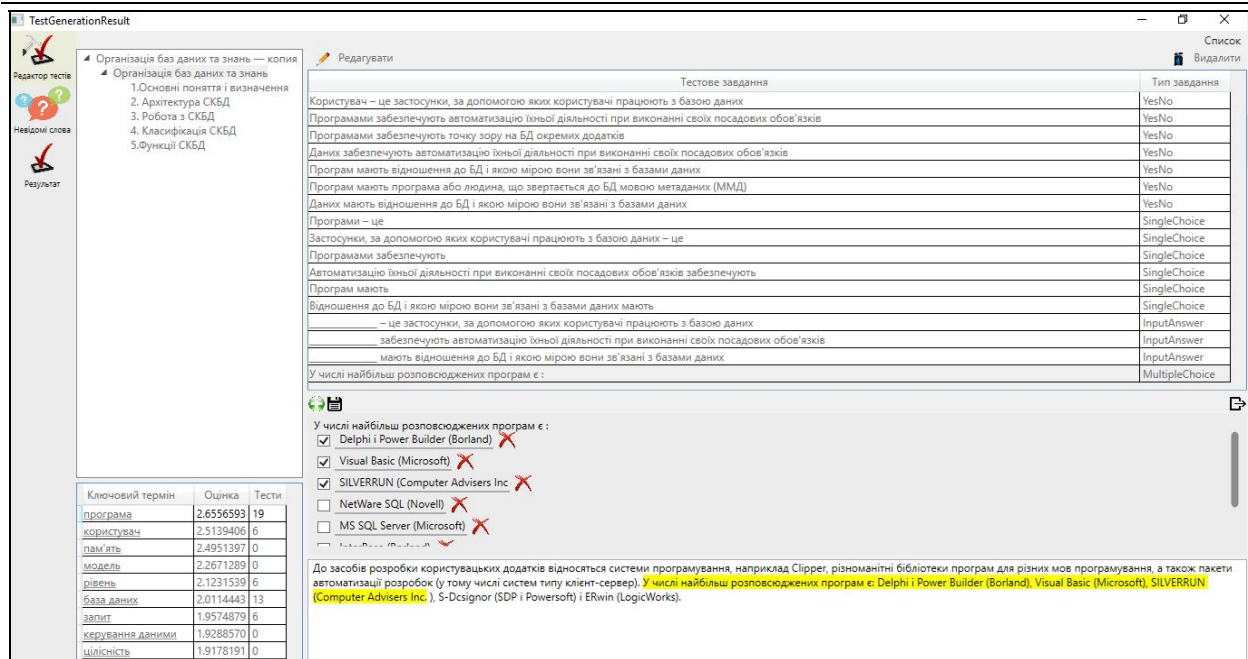


Рис. 4. Побудова структури навчальних матеріалів підсистемою формування структури навчальних матеріалів та пошуку ключових термінів

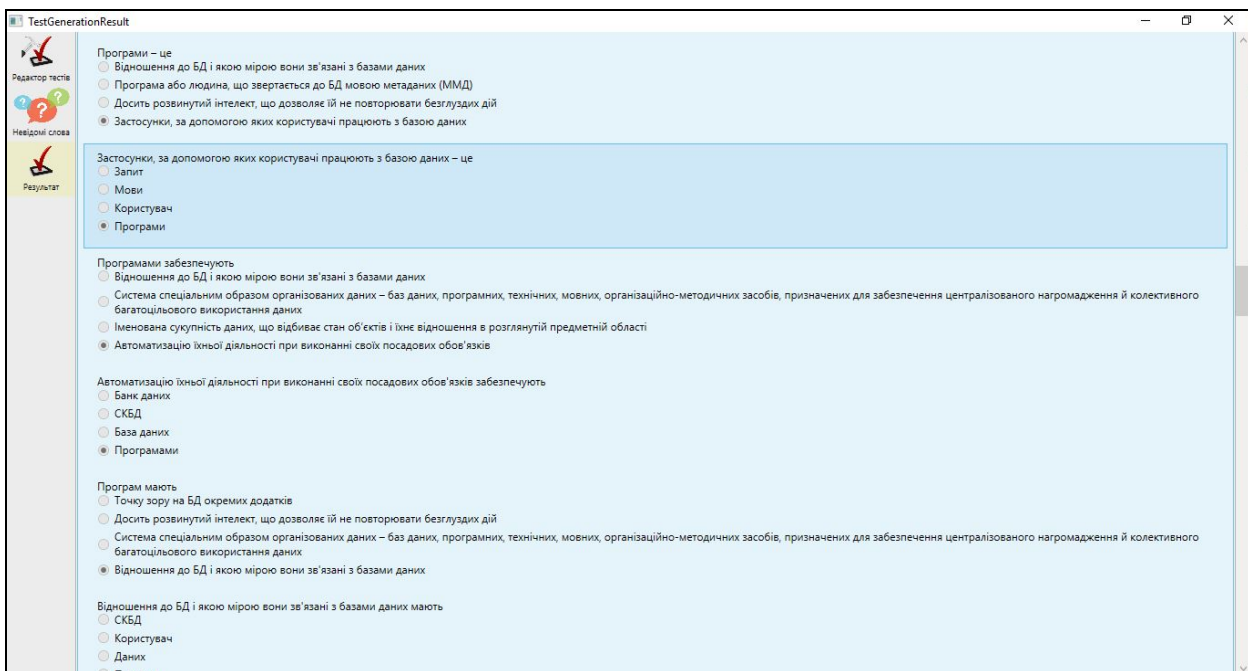


Рис. 5. Перегляд створених тестових завдань у підсистемі автоматизованого формування тестових завдань

Дослідження ефективності інформаційної технології

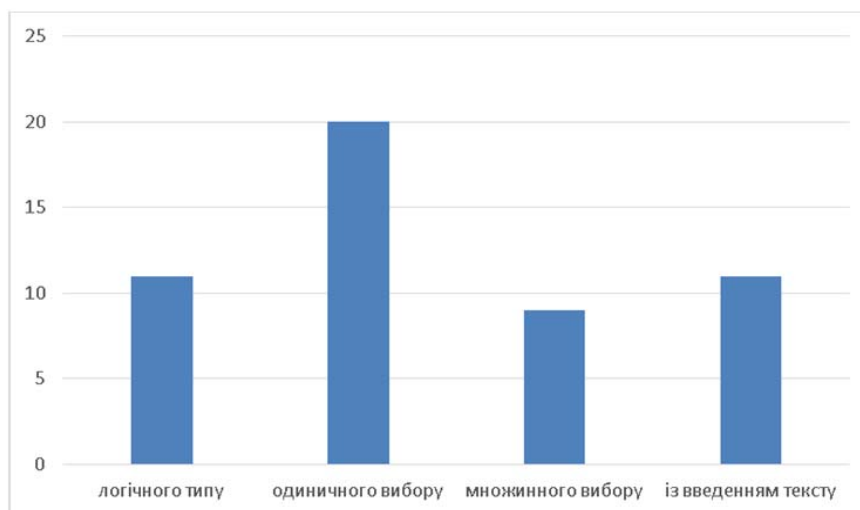
Було досліджено ефективність використання прикладною програмною системою правил продукції завдань різних типів з використанням контенту різного наповнення. Зведені результати кількості сформованих завдань різного типу на базі 10 навчальних матеріалів наведені у таблиці 1, яка зазначає загальну, середню, мінімальну та максимальну кількість сформованих тестових завдань даного типу. Для типів завдань одиничного вибору спостерігаються наступні значення кількості сформованих тестів: загальна кількість – 202, середня кількість – 20, мінімальна – 9 та максимальна – 31. У той час як для тестових завдань множинного вибору актуальними є наступні значення: загальна кількість – 92, середня кількість – 9, мінімальна – 0 та максимальна – 17.

На базі наведеної таблиці кількості сформованих завдань різних типів сформовано діаграму залежності середньої кількості автоматизовано створених тестових завдань від їх типів (рис. 6). Дослідження результатів апробування свідчать про значну перевагу тестових завдань одиничного вибору. Тестові завдання множинного вибору формуються у значно менших кількостях, що є закономірно, оскільки моделі формування тестових завдань множинного вибору мають менший набір антецедентів для ідентифікації контенту.

Таблиця 1

Зведені результати автоматизованого формування тестових завдань за типами

Кількість створених тестових завдань	Типи тестових завдань			
	логічного типу	одиночного вибору	множинного вибору	із введенням тексту
Загалом	113	202	92	112
Середнє	11	20	9	11
Мінімальне	3	9	0	7
Максимальне	20	31	17	9

**Рис. 6. Діаграма залежності середньої кількості автоматизовано створених тестових завдань від їх типів**

Завдання логічного типу та завдання, які передбачають введення тексту, мають приблизно однакові показники, що можна пояснити тим, що відповідні правила продукції тестових завдань використовують однакові антецеденти для ідентифікації контенту. Для зменшення надмірної частки тестових завдань одиночного вибору достатньо збільшити кількість продукційних правил для інших типів тестових завдань, що забезпечить більш широке покриття антецедентами продукційних правил фрагментів тексту з використанням термінів. Загалом, дослідження результатів формування тестових завдань підтвердили можливість автоматизованого створення тестових завдань різних типів. Для зменшення диспропорцій (за типом, цільовим терміном, використаним реченням, використаним правилом продукції) передбачено можливість зменшення загальної кількості створених тестових завдань за рахунок тих, що належать категоріям із надмірними показниками кількості.

Дискусія

Застосований в інформаційній технології метод автоматизованого формування тестових завдань, не втрачаючи переваг ручного методу (контроль рівномірності покриття контенту навчальних матеріалів, контроль повноти уваги до семантичних термінів, контроль рівномірності уваги до семантичних термінів, можливість використання тесту для адаптивного тестування), зберігає переваги існуючих методів формування тестових завдань (низькі трудозатрати для підготовки контенту навчальних матеріалів та висока швидкість формування множини тестових завдань).

Також можна відзначити наступні властивості розробленої інформаційної технології:

оскільки правила продукції застосовуються для всіх рівнів семантичної структури навчальних матеріалів, забезпечується повне покриття начального матеріалу;

автоматизація процесу формування тестових завдань забезпечує суттєве скорочення часу на розробку тестових завдань;

дані, що містяться у моделі (заголовки, терміни, тестові завдання, зв'язки) дають можливість проведення адаптивного контролю рівня одержаних знань.

Висновки

В статті розглянуто інформаційну технологію автоматизованого створення тестів до навчальних матеріалів, яка дозволяє за вхідними даними навчальних матеріалів курсу автоматизовано одержувати множину тестових завдань. Використання інформаційної технології здійснюється шляхом наповнення параметрів інформаційної моделі семантичної структури навчального курсу за допомогою методу формування структури навчальних матеріалів і пошуку у них ключових термінів та методу автоматизованого формування тестових завдань. Розглянуто відповідну прикладну програмну систему, призначену для експериментального тестування інформаційної технології, використання якої підтвердило можливість автоматизованого створення тестових завдань різних типів за вхідним контентом навчального матеріалу.

Важливою рисою розробленої інформаційної технології є прив'язка створених тестових завдань до всіх рівнів семантичної структури навчальних матеріалів, що забезпечує повне покриття начального матеріалу та надає можливість проведення адаптивного контролю рівня одержаних знань.

Література

1. Снитюк В. Е. Интеллектуальное управление оценкам знаний / В. Е. Снитюк, К. Н. Юрченко. – Черкассы, 2013. – 262 с.
2. Титенко С. В. Автоматизации построения тестовых заданий в системах дистанционного обучения на основе понятийно-тезисной модели / С. В. Титенко // *Educational Technology & Society*. – 2013. – 16 (1). – С. 482–499.
3. Pathak S., Brusilovsky P. Assessing Student Programming Knowledge with Webbased Dynamic Parameterized Quizzes. In Barker P and Rebelsky S (eds) *ED-MEDIA'2002 - World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, Denver, CO, June 24–29, 2002, pp. 1548–1553.
4. Melnyk A. System of semantic classes for test's generation / A. Melnyk, R. Pasichnyk // *Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science. Proceedings of the International Conference. TCSET'2010*. – Lviv-Slavsko, Ukraine, 2010. – P. 206–207.
5. Кліменко В. І. Аналіз сучасних методів генерації тестових завдань / В. І. Кліменко, О. В. Мазурець // *Збірник наукових праць за матеріалами десятої міжнародної науково-технічної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних технологій 2016»*. – Хмельницький, 2016. – С. 77–84.
6. Бармак О. В. Інформаційна модель семантичної структури навчального курсу / О. В. Бармак, О. В. Мазурець // *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. – 2018. – № 6, Т. 1. – С. 92–97.
7. Мазурець О. В. Використання спеціалізованих програмних розширень для автоматизації роботи з цифровими документами навчальних матеріалів / О. В. Мазурець, О. В. Ковальчук, В. О. Слободзян // *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. – 2018. – № 1. – С. 61–69.
8. Мазурець О. В. Онтологічний підхід до побудови семантичної моделі навчальних матеріалів / О. В. Мазурець // *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. – 2017. – № 6. – С. 223–229.
9. Ландэ Д. В. Компактифицированный горизонтальный граф видимости для сети слов / Д. В. Ландэ, А. А. Снарский // *Труды Международной научной конференции «Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2013. Знания и рассуждения»*. – Киев : КПИ, 2013. – С. 158–164.
10. Бармак О. В. Методи автоматизації визначення семантичних термінів у навчальних матеріалах / О. В. Бармак, О. В. Мазурець // *Вісник Хмельницького національного університету. Сер.: Технічні науки*. – 2015. – № 2(223). – С. 209–213.
11. Мазурець О. В. Інформаційна технологія автоматизованого визначення семантичних термінів в елементах навчальних матеріалів / О. В. Мазурець // *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. – 2018. – № 3. – С. 223–230.
12. Бармак О. В. Інформаційна технологія автоматизованого формування тестових завдань / О. В. Бармак, О. В. Мазурець, В. І. Кліменко // *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. – 2017. – № 5. – С. 93–103.

References

1. Snytyuk, V. E. & Yurchenko K. N. (2013) *Intelligent Management of Knowledge Assessment*. Cherkassy.
2. Titenko, S. V. (2013) *Avtomatizatsii Postroyeniya Testovykh Zadaniy v Sistemakh Distantionnogo Obucheniya na Osnove Ponyatiyno-Tezisnoy Modeli*. Educational Technology & Society. Issue 16, 2013.
3. Pathak, S., Brusilovsky, P. (2002) *Assessing Student Programming Knowledge with Webbased Dynamic Parameterized Quizzes* // World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications ED-MEDIA'2002. Denver, CO. p. 1548-1553.
4. Melnyk, A. (2010) *System of Semantic Classes for Test's Generation*. Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science. Proceedings of the International Conference. TCSET'2010. Lviv-Slavsko, Ukraine. p. 206-207.
5. Klimenko, V. I. & Mazurets, O. V. (2016) *Analysis Of Modern Methods For Generation Of Test Tasks* // Collection of scientific works on the materials of the Xth international scientific and technical conference "Actual Problems of Computer Technologies 2016". p. 77-84.
6. Barmak, O. V. & Mazurets, O. V. (2018) *Information Model of The Semantic Structure of the Educational Course* // Herald of Khmelnytskyi national university. Technical Sciences, Issue 6, Vol.1, 2018 (267). p. 92-97.
7. Mazurets, O. V., Kovalchuk, O. V. & Slobodzyan, V.O. (2018) *Using Specialized Software Packages for Automation of Work with Digital Documents of Educational Materials* // Herald of Khmelnytskyi national university. Technical Sciences, Issue 1, 2018 (257). p. 61-69.
8. Mazurets, O. V. (2017) *Ontological Approach to Building a Semantic Model of Educational Materials*. Herald of Khmelnytskyi national university. Technical Sciences, Issue 6, 2017 (255). p. 223-229.
9. Lande, D. V. & Snarskiy, A. A. (2013) *Компактифицированный Горизонтальный Граф Видимости для Сети Слов*. Trudi Mejdunarodnoy Nauchnoy Konferentsii «Intellectualnyi Analiz Informatsii IAI-2013. Znanie I Rassuzhdenia». p. 158-164.
10. Barmak, O. V. & Mazurets, O. V. (2015) *Methods of Automation of Definition of Semantic Terms in Educational Materials* // Herald of Khmelnytskyi national university. Technical Sciences, Issue 2, 2015 (223). p. 209-213.
11. Mazurets, O. V. (2018) *Information Technology for Automated Definition of Semantic Terms in the Content of the Elements of Educational Materials*. Herald of Khmelnytskyi national university. Technical Sciences, Issue 3, 2018. p. 223-230.
12. Barmak, O. V., Mazurets, O. V. & Klimenko, V. I. (2017) *Information Technology of Automated Creation of Test Tasks* // Herald of Khmelnytskyi national university. Technical Sciences, Issue 5, 2017 (253). p. 93-103.

Рецензія/Peer review : 21.5.2019 р.

Надрукована/Printed : 17.7.2019 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Сорокати́й Р. В.