

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

На правах рукопису

**КОСТІКОВ МИКОЛА ПАВЛОВИЧ**

**УДК 004.588:372.881.1**

**ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДТРИМКИ ПРОЦЕСУ  
НАВЧАННЯ ГРАМАТИКИ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ У ВНЗ**

05.13.06 — Інформаційні технології

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Київ — 2016

**Дисертацією є рукопис.**

Роботу виконано на кафедрі інформаційних систем Національного університету харчових технологій.

**Науковий керівник:** кандидат технічних наук, професор  
**Самсонов Валерій Васильович,**  
Національний університет харчових технологій, м. Київ,  
завідувач кафедри інформаційних систем

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, старший науковий співробітник  
**Стрижак Олександр Євгенійович,**  
Національний центр «Мала академія наук України», м. Київ,  
заступник директора з наукової роботи

доктор фізико-математичних наук, професор  
**Львов Михайло Сергійович,**  
Херсонський державний університет, м. Херсон,  
завідувач кафедри інформатики, програмної інженерії  
та економічної кібернетики

Захист відбудеться «21» грудня 2016 року о 14:00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 26.058.05 Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68, ауд. А-311.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розіслано «18» листопада 2016 року.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради  
К 26.058.05,  
кандидат технічних наук, доцент

О. М. М'якшило

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** У сучасному світі, що характеризується активною міжнародною співпрацею, постійно підвищуються вимоги щодо знання іноземних мов фахівцями різних галузей. Аби опанувати мову для професійних потреб, слід не просто засвоїти розмовний мінімум слів, а й добре володіти граматичними конструкціями мови, що вивчається. Тим часом підвищення ефективності вивчення різних дисциплін можливе завдяки розробленню та використанню інформаційних технологій (ІТ). В Указі Президента України №344/2013 «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 р.» зазначено: «...пріоритетом розвитку освіти є впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, що забезпечують удосконалення навчально-виховного процесу, доступність та ефективність освіти, підготовку молодого покоління до життєдіяльності в інформаційному суспільстві». Це стосується і процесу вивчення іноземних мов.

Розроблені на сьогоднішній день технології та електронні засоби навчання іноземних мов не дозволяють у повній мірі реалізувати ефективну підтримку процесу навчання. Зокрема в них часто відсутній зворотний зв'язок, а відповідно — адаптація й індивідуалізація процесу навчання. Також не приділяється достатньої уваги вивченню граматики. Це особливо відчутно при вивченні флективних мов — мов, у яких різні морфологічні форми слів передають інформацію про особу, рід, число, час, відношення між суб'єктом та об'єктом дії тощо. Одне слово може мати десятки граматичних форм, що спричинює значні труднощі при опануванні мови.

Впровадженню ІТ в освіті присвячено чимало наукових праць. Роль ІТ у навчальному процесі вивчали Г. Атанов, О. Довгялло, М. Жалдак, Ю. Машбиць, О. Менайленко, В. Петрушин та ін. Безпосередньо застосування ІТ у навчанні іноземних мов досліджували зокрема П. Асоянц, М. Варшауер, Т. Коваль, М. Леві, Л. Морська, Л. Растрігін, П. Сердюков, Д. Смолін, Г. Чекаль. Комп'ютерною лінгвістикою та формальним описом природних мов займались Д. Джурафські, А. Залізник, Т. Любченко, А. Ранта, З. Салоні, І. Шевченко, В. Широков та ін. Проте в більшості праць, присвячених навчанню іноземних мов, розглядаються загальні аспекти впровадження ІТ, і недостатньо розкрито специфіку навчання граматики, яка є вкрай важливою при опануванні мов із багатою словозміною. Натомість розроблені моделі формалізації граматики недостатньо пристосовані до завдань, пов'язаних із навчанням іноземних мов. Таким чином, актуальними є дослідження, присвячені розробленню ІТ підтримки процесу навчання граматики іноземної мови, створенню для неї методів, моделей і алгоритмів, інформаційного, математичного та програмного забезпечення.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Основні дослідження з теми дисертації проводились у межах науково-дослідної роботи НУХТ на тему «Система електронних навчально-методичних ресурсів навчальної дисципліни» (№ ДР 0107U009201). Роботу виконано відповідно до планів кафедри інформаційних систем, зокрема в рамках програми держбюджетної науково-дослідної роботи на 2011–15 рр. за напрямом «Розроблення нових інформаційних технологій прийняття рішень у виробництві та освітній діяльності» і темою кафедральної науково-дослідної роботи «Нові інформаційні технології в освіті».

**Мета і завдання дослідження.** Метою дисертаційного дослідження є підвищення ефективності процесу вивчення іноземної мови студентами вищих навчальних закладів (ВНЗ) за рахунок створення і використання ІТ.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні основні завдання:

1. Визначити основні проблеми при вивченні іноземних мов у ВНЗ і проаналізувати існуючі підходи, методи та ІТ розв'язання цих проблем.
2. Розробити алгоритми ІТ підтримки процесу навчання граматики іноземної мови, спроектувати архітектуру та окремі складові експертно-навчальної системи (ЕНС) граматики іноземної мови як її основного компонента.
3. Розробити моделі інформаційного забезпечення функціонування ІТ (бази даних і знань, продукційна модель словозміни, покроковий опис і пояснення процесу утворення граматичних форм слів, електронний граматичний словник та інше).
4. Синтезувати комплексну модель студента з урахуванням специфіки предметної області, зацікавленень студента, психологічних чинників.
5. Створити програмну реалізацію ЕНС граматики іноземної мови, конструктора прикладів і вправ, електронного граматичного словника та інших складових ІТ.
6. Впровадити результати досліджень у навчальний процес.

**Об'єктом дослідження** є інформаційні технології підтримки процесу навчання іноземної мови.

**Предметом дослідження** є моделі, методи та алгоритми інформаційної технології підтримки процесу навчання граматики іноземної мови.

**Методи дослідження.** У процесі розв'язання поставлених завдань було використано методи системного аналізу, теорії управління, штучного інтелекту (інженерія знань, продукційна модель, теорія експертних систем, модель студента), теорії педагогічного тестування, теорії ймовірностей, комп'ютерної лінгвістики, теорії баз даних. Для розроблення прикладних компонентів системи використано технології об'єктно-орієнтованого програмування та веб-дизайну.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в тому, що в дисертаційній роботі розроблено принципово нову ІТ підтримки процесу навчання граматики іноземної мови у ВНЗ, засновану на докладному описі предметної області, а також на реалізації принципів зворотного зв'язку та індивідуалізації при управлінні процесом навчання. Для управління процесом навчання граматики розроблено ЕНС. При цьому:

**Уперше:**

- розроблено продукційну модель словозміни флективної мови для підтримки процесу навчання граматики іноземної мови, яка, на відміну від існуючих моделей словозміни, дозволяє при поданні навчального матеріалу та контролі знань описувати процес словозміни крок за кроком і пояснювати його, визначати пріоритетність вивчення окремих граматичних правил у межах заданого словника, автоматично генерувати приклади та вправи зі словозміни, докладніше визначати суть помилок студентів, а також створювати навчальні електронні граматичні словники;

- побудовано модель студента для управління процесом навчання граматики спорідненої флективної мови з урахуванням рідної мови, спеціальності та зацікавлень студента, що дає можливість фіксувати рівень засвоєння студентом окремих граматичних правил, формувати наступний крок навчання з урахуванням поточних знань, а також підбирати слова для прикладів і вправ відповідно до потреб студента.

#### **Набули подальшого розвитку:**

- модель управління навчанням із використанням експоненційного розподілу часу забування інформації (в застосуванні до задачі опанування граматичних правил) для прогнозування часу забування елементів навчання, планування оптимального інтервалу часу між заняттями та для вибору елементів навчання, що потребують повторення та відпрацювання в поточний момент;
- методи побудови ЕНС у застосуванні до задачі управління процесом навчання граматики іноземної мови та діагностування помилок студентів при застосуванні граматичних правил.

#### **Практичне значення одержаних результатів.**

1. Із використанням розробленої моделі словозміни створено граматичний словник для 356 найчастотніших іменників польської мови, який показує крок за кроком утворення всіх їхніх граматичних форм і може бути використаний як довідкове джерело.

2. На основі створеного словника розроблено ЕНС, яка дозволяє студентам самостійно вивчати граматичні правила, закріплювати та контролювати їх знання.

3. Автоматизовано процес створення вправ і підбору лексики для прикладів і вправ із граматики за рахунок використання розробленої моделі словозміни, що спрощує та пришвидшує підготовку навчальних матеріалів для викладачів іноземних мов.

4. Визначено параметри моделі студента та алгоритм управління навчанням із огляду на специфіку вивчення спорідненої флективної мови, що дозволяє враховувати у процесі навчання індивідуальні потреби студентів і швидкості забування інформації.

Практична значимість наукових розробок підтверджена довідками про використання результатів дисертаційного дослідження у навчальному процесі Національного університету харчових технологій, а також при вивченні польської мови зв'язківцями Київського міського радіоклубу. Розроблену ЕНС граматики польської мови передано для впровадження в навчальний процес ВНЗ. Крім того, одержані теоретичні результати можуть бути використані при розробленні інших електронних засобів навчання іноземних мов.

**Особистий внесок здобувача.** Усі результати, що виносяться до захисту, одержані автором самостійно. У наукових працях, опублікованих у співавторстві, здобувачу належить: [1], [14] і [15] — аналіз сучасних електронних засобів навчання польської мови і висновки щодо їхніх недоліків; [2] — архітектура ЕНС, модель навчального процесу та алгоритм проходження студентом навчальних вправ; [4] і [10] — структура та складові моделі студента і алгоритм навчання у системі; [17] — експериментальні дослідження створюваної математичної моделі процесу навчання.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати роботи були представлені та обговорювались на 17 конференціях: XL Міжнародній філологічній конференції Санкт-Петербурзького державного університету, м. Санкт-Петербург, 2011; XV Міжнародній науково-практичній конференції «Викладання мов у ВНЗ на сучасному етапі. Міжпредметні зв'язки», м. Харків, 2011; Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ-2012), м. Черкаси, 2012; Міжнародній науково-практичній конференції «Засоби і технології сучасного навчального середовища», м. Кіровоград, 2012; LXVIII науковій конференції Національного транспортного університету, м. Київ, 2012; XI Міжнародному науковому семінарі «Сучасні проблеми інформатики в управлінні, економіці, освіті та подоланні наслідків Чорнобильської катастрофи», м. Шацьк, 2012; Міжнародній науковій конференції «MegaLing'2012: Горизонти прикладної лінгвістики та лінгвістичних технологій», м. Київ, 2012; Міжнародній конференції PS'2013, м. Кишинів (Молдова), 2013, Міжнародній науковій конференції «MegaLing'2013: Горизонти прикладної лінгвістики та лінгвістичних технологій», м. Київ, 2013; Міжнародній науково-технічній конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами», м. Київ, 2014; XIV Міжнародному науковому семінарі «Сучасні проблеми інформатики в управлінні, економіці та освіті», м. Шацьк, 2015, а також на щорічних міжнародних наукових конференціях молодих учених, аспірантів і студентів НУХТ, м. Київ, 2011–16.

**Публікації.** Основні результати дисертаційного дослідження висвітлено в 29 наукових працях: 5 опубліковано у фахових наукових виданнях із переліку МОН України (в тому числі 4 статті у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз); 5 статей у інших періодичних наукових виданнях України; 19 публікацій у матеріалах наукових конференцій.

**Структура і обсяг роботи.** Дисертація складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 160 сторінок (із них 115 сторінок основного тексту), у тому числі 32 рисунки, 8 таблиць і 4 додатки. Список джерел містить 197 найменувань.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У **вступі** до дисертації обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету і завдання дисертаційної роботи, визначено об'єкт і предмет дослідження, зазначено методологічну основу досліджень, описано основні наукові результати, визначено їхню новизну та практичну цінність, вказано зв'язок роботи з науковими програмами і темами, а також наведено відомості про публікації, апробацію та структуру роботи.

У **першому розділі** «Аналіз проблеми та визначення завдань дослідження» було проведено дослідження сучасного стану вивчення іноземних мов у ВНЗ України. Аналіз показав, що нагальним питанням є підвищення ефективності опанування студентами граматики, особливо при вивченні флективних мов, які мають багату словозміну, а також при вивченні споріднених мов у зв'язку з великою часткою спільної лексики. Аналіз сучасних умов навчання у системі вищої освіти

показав актуальність підвищення ролі самостійної роботи студентів у процесі навчання. Час, відведений на самостійну роботу, може бути використаний ефективніше при застосуванні ІТ.

Дослідження сучасних ІТ підтримки процесу навчання іноземних мов показало, що наявні електронні засоби навчання іноземних мов містять ряд недоліків. Перш за все, в них зазвичай слабо розвинений зворотний зв'язок, що не дозволяє зробити процес навчання адаптивним та індивідуалізованим. У той же час, у світі вже розроблено методи ІТ, застосування яких при навчанні іноземних мов дало би змогу виправити цей недолік. Зокрема серед електронних засобів навчання із ґрунтовно розробленим механізмом зворотного зв'язку важливе місце посідають ЕНС, робота яких базується на методах штучного інтелекту. За рахунок формалізації знань у предметній області та наявності підсистеми пояснень вони дозволяють не лише розв'язувати задачі, а й показувати студенту хід їх розв'язання крок за кроком. Це дає можливість не просто звірити відповідь студента із правильною, а й обґрунтувати розв'язання та пояснити логіку цього процесу.

Іншим виявленим недоліком існуючих засобів для вивчення іноземних мов є брак матеріалів і вправ із граматики. Тим часом у ході аналізу допоміжних засобів для опанування іноземних мов було встановлено, що допомогти студентам у вивченні граматики можуть електронні граматичні словники. Вони корисні та зручні тим, що містять усі граматичні форми слів у вигляді таблиць. Вирішено, що лінгвістичне забезпечення, розроблене для таких словників та інших засобів опрацювання природної мови, можна було б використати і при створенні електронних засобів навчання іноземних мов.

У підсумку аналізу сформульовано постановку завдання на розроблення ІТ підтримки процесу навчання граматики іноземної мови. Досягнення основної мети дослідження — підвищення ефективності процесу вивчення граматики іноземної мови студентами ВНЗ — має бути реалізовано через досягнення наступних підцілей:

- підвищення мотивації студентів при навчанні;
- підвищення ефективності управління процесом навчання;
- підвищення якості навчального матеріалу.

Досягнення означених підцілей планується за рахунок проектування та створення ЕНС, що міститиме докладну інформацію про граматику іноземної мови і даватиме змогу опановувати та тренувати навички застосування граматичних правил. При цьому ЕНС має забезпечити адаптивність та індивідуалізацію процесу навчання.

Засіб повинен забезпечувати підтримку роботи як студента (для самостійного навчання), так і викладача (для групових — лекційних і практичних — занять). Зокрема для студента мають бути реалізовані можливості:

- вивчення теоретичного матеріалу;
- відпрацювання практичних навичок із граматики;
- проходження тестів із окремих тем і курсу в цілому;
- перегляд довідкової інформації з граматики;
- вибір налаштувань для індивідуалізації своєї роботи в ЕНС;
- перегляд статистики свого навчання.

Для викладача повинні бути доступні такі функції:

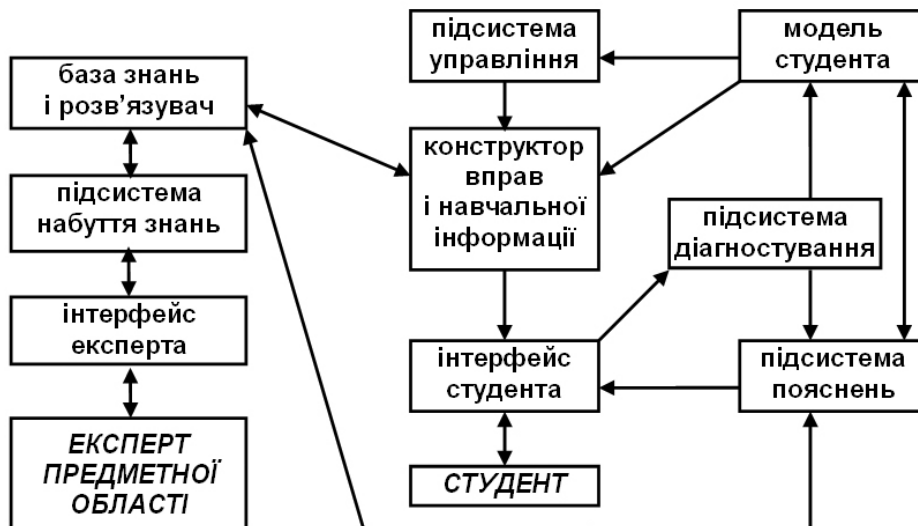
- створення та редагування теоретичного матеріалу;
- автоматична генерація граматичних вправ і тестових завдань за обраними параметрами;
- демонстрація та пояснення граматичних явищ на прикладах для забезпечення наочності при поданні лекційного матеріалу;
- перегляд статистики самостійного навчання студентів.

Основні результати цього розділу опубліковано в роботах [1; 6; 7; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 18].

У **другому розділі** «Алгоритми інформаційної технології підтримки процесу навчання граматики іноземної мови та архітектура експертно-навчальної системи» було розглянуто реалізацію окремих етапів у циклі управління процесом навчання та складові ЕНС, які їх забезпечують.

Розроблено технологію управління процесом самонавчання зі зворотним зв'язком. За основу при цьому взято класичну структуру циклу управління за А. Файолем, що складається з 5 етапів — планування, організація, реалізація, координування, контроль.

Забезпечення визначених етапів управління процесом навчання реалізується на основі моделі навчального процесу, розробленої Л. Растрігіним та доповненої К. Буль. Вона включає в себе модель студента, алгоритм навчання, базу знань і даних, конструктор навчальної інформації, конструктор питань і завдань. Базуючись на цій моделі, а також на загальній архітектурі ЕНС, описаній В. Петрушиним, спроектовано архітектуру ЕНС граматики іноземної мови в наступному вигляді:



*Рис. 1.* Архітектура ЕНС граматики іноземної мови

На основі описаної архітектури розроблено загальні алгоритми роботи студента в системі у режимах засвоєння, закріплення та контролю знань.

Після цього було розглянуто питання формального опису предметної області. Визначено, що при цьому доцільно декомпонувати навчальний матеріал до якомога простіших елементів, що дасть змогу відбирати та комбінувати їх при формуванні занять відповідно до індивідуальних потреб студентів. Таким чином, кожен студент вивчатиме курс за індивідуальною траєкторією. Завдяки виділенню простих об'єктів



у навчальному матеріалі також можна буде використовувати компоненти попередніх задач при розв'язанні нових, складніших. Крім того, декомпозиція знань дозволить наочно відображати процес розв'язання завдань крок за кроком, точніше визначати суть помилок студентів, об'єктивніше оцінювати їхні знання.

При розробленні ЕНС граматики іноземної мови слід формально описати і декомпонувати процес словозміни — утворення окремих граматичних форм слів.

Після виділення окремих елементів навчання (ЕН), формування множини ЕН  $I = \{i_1, i_2, \dots, i_N\}$  (де  $N$  — загальна кількість ЕН у курсі) та їх групування за темами, необхідно визначити зв'язки між ЕН. Це необхідно, аби знати, які ЕН мають бути вивчені в першу чергу, а які вимагають попереднього знання інших ЕН. Також слід визначити відносну важливість ЕН у межах теми. Для цього кожному ЕН присвоїмо певний ваговий коефіцієнт  $w_j > 0$ , що враховуватиметься при оцінюванні знань із теми. Вагові коефіцієнти нормуються за їхнім середнім значенням і таким чином впливають на значимість опанування студентами окремих ЕН, не змінюючи загальної кількості балів за тему чи курс у цілому. На рис. 2 наведено приклад орієнтованого графу зв'язків між ЕН у межах однієї теми. Вершини відповідають окремим ЕН  $i_j$ , номери вершин — їхнім порядковим номерам  $j$  у межах теми. Ребра, що входять у кожну вершину  $i_j$ , показують, які ЕН повинні бути засвоєні перед  $i_j$ . Кожен  $i_j$  має свій нормований ваговий коефіцієнт  $w'_j$ , сума яких у межах теми дорівнює 1. Вивчення теми починається з  $i_1$ , після чого індивідуальна траєкторія навчання студента залежить від результатів засвоєння ним окремих ЕН.

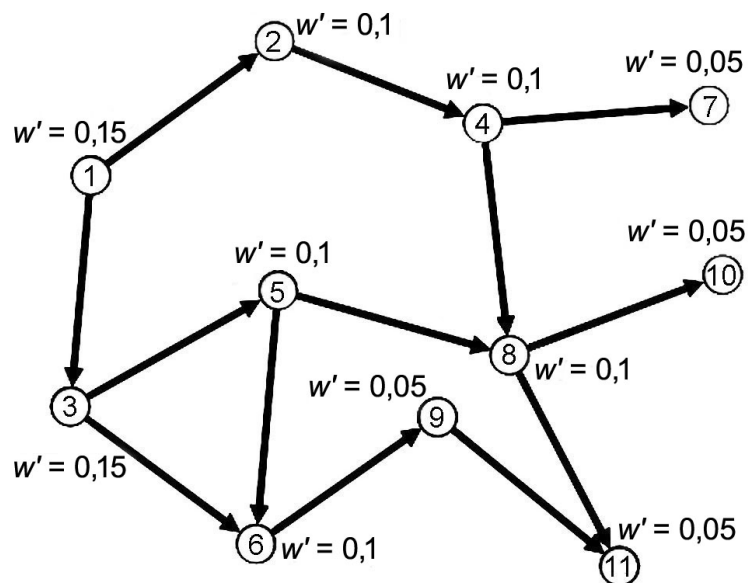


Рис. 2. Фрагмент графу зв'язків між ЕН у межах однієї теми

Далі описано реалізацію етапів циклу управління. Зворотний зв'язок у них забезпечує модель студента, що ініціалізується при реєстрації студента в системі, оновлюється при їхній взаємодії та коригує подальший хід процесу навчання.

На етапі *планування* навчання визначається бажаний студентом рівень знань  $\delta \in (0;1]$ . Цього значення повинні досягти реальні рівні знання  $r_j$ , що обчислюються як відсоткова частка правильних відповідей студента на завдання, які перевіряють засвоєння відповідного ЕН  $i_j \in I$ . При  $r_j \geq \delta$  ЕН вважається вивченим.

Також розглянуто задачу визначення оптимального інтервалу часу між заняттями залежно від поточного рівня знань. Оптимальний інтервал часу визначається з допомогою пропорційно-інтегрального регулятора як функція від розбіжності  $\varepsilon$  між реальним і мінімально допустимим рівнем знань студента:

$$\Delta T_l^*(\varepsilon_l) = \frac{\Delta T_{\min} + \Delta T_{\max}}{2} \cdot \left( \frac{1}{2} + K_P \cdot \frac{\varepsilon_l}{\varepsilon_{\max}} + K_I \cdot \frac{\sum_{i=1}^l \varepsilon_i}{\varepsilon_{\max}} \right) \quad (1)$$

де  $\Delta T_l^*(\varepsilon_l)$  — оптимальний інтервал часу між  $l$ -м і  $(l+1)$ -м заняттям;  $\Delta T_{\min}$  і  $\Delta T_{\max}$  — обмеження на найменший і найбільший допустимий інтервал часу між заняттями відповідно;  $K_P$  і  $K_I$  — параметри відповідно пропорційної і інтегральної складової регулятора;  $\varepsilon_l$  — розбіжність між реальним і бажаним рівнем знань на  $l$ -му занятті,  $\varepsilon_l = r_l - \delta$ ,  $\varepsilon_l \in [-1; 1)$ ;  $\varepsilon_{\max}$  — максимальна розбіжність за всі  $l$  занять,  $\varepsilon_{\max} = \max_i |\varepsilon_i|$ ,  $i = 1, 2, \dots, l$ .

Таким чином, якщо загальний рівень знань із ЕН, засвоєних студентом під час заняття, перевищує встановлений поріг, інтервал часу між заняттями збільшується, і навпаки. У разі, коли значення  $\Delta T_l^*(\varepsilon)$  виходить за межі  $[\Delta T_{\min}; \Delta T_{\max}]$ , робиться поправка, й інтервал приймається рівним відповідно  $\Delta T_{\min}$  або  $\Delta T_{\max}$ .

Другим етапом є *організація* роботи студентів у системі, а саме — створення навчальних прикладів і вправ із урахуванням індивідуальних особливостей. Це забезпечує конструктор вправ і навчальної інформації. Він формує порцію навчальної інформації залежно від індивідуальних особливостей студентів. Зокрема для прикладів і вправ виконується підбір лексики, найбільш відповідної потребам конкретного студента, а також обирається оптимальний тип подання інформації.

Третім етапом є *реалізація*, що включає в себе безпосередньо засвоєння та закріплення знань студентами. При виконанні студентом навчальних вправ інформація передається між складовими вищеописаної ЕНС наступним чином:

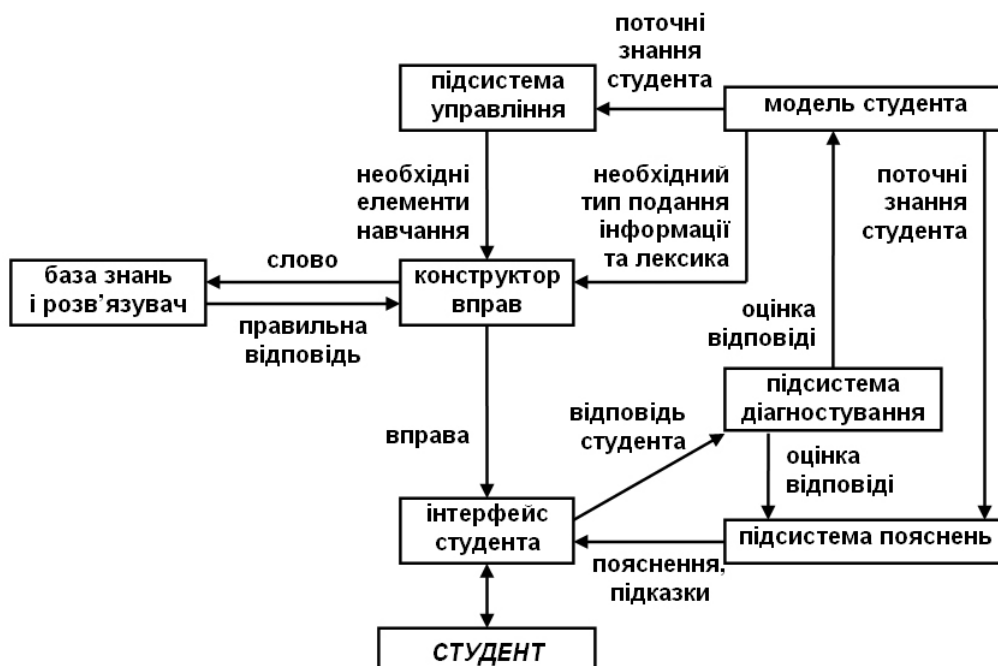


Рис. 3. Схема процесу виконання студентом навчальних вправ

Четвертим етапом є *координування*. Воно відбувається при неправильних відповідях студента на подані завдання. Спершу система ставить додаткове запитання, подаючи завдання, аналогічне до початкового. За відсутності правильної відповіді на нього можлива підказка — демонстрація розв’язання частини поданого завдання. Якщо підказка допомагає студенту дати відповідь, то ця відповідь зараховується як частково правильна. В іншому випадку демонструється правильна відповідь та її пояснення, після чого відбувається перехід до наступного завдання.

П’ятим етапом є поточний і підсумковий *контроль* знань. Робота з певною темою чи курсом у цілому вважається завершеною, якщо студентом досягається бажаний рівень знань  $\delta \in (0;1]$ , запланований на першому етапі циклу управління.

Розроблено загальний алгоритм створення та подання граматичних вправ:

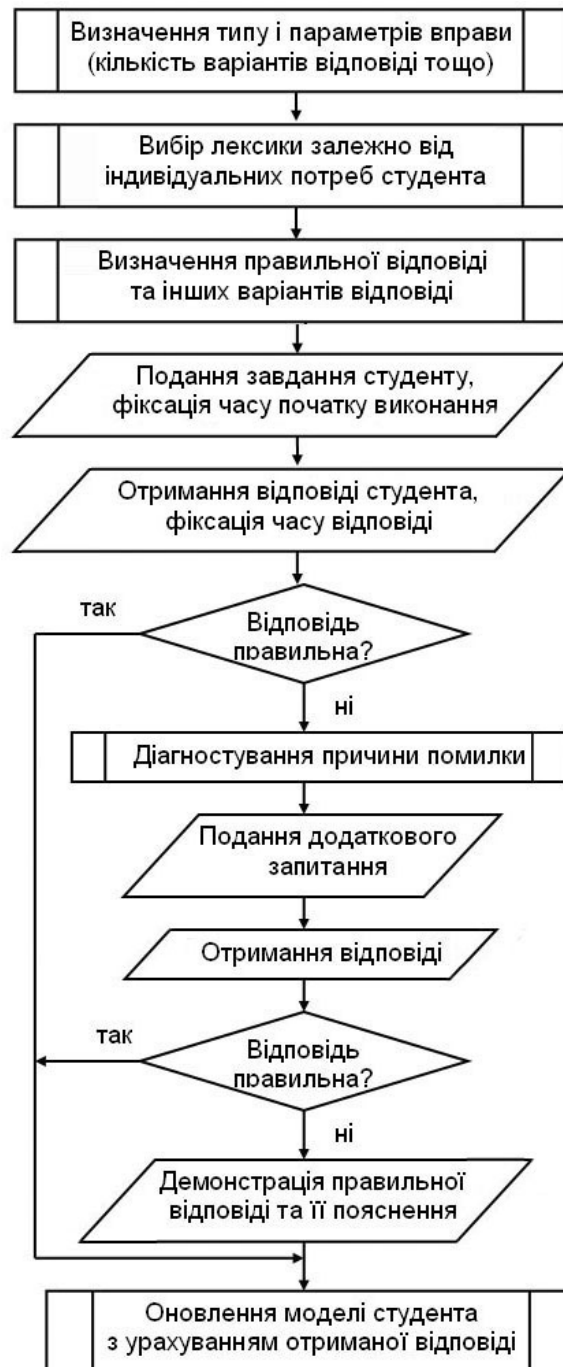


Рис. 4. Алгоритм створення та подання граматичних вправ

Після завершення кожного циклу управління навчальний матеріал і керуючі впливи коригуються з урахуванням даних, отриманих під час проходження циклу. Це реалізується за рахунок збирання та подання викладачам зведеної статистики по роботі студентів із курсом. Завдання, що є надто складними чи надто простими, потребують доопрацювання перед початком наступного циклу управління.

Основні результати розділу опубліковано в роботах [2; 5; 10; 17; 20; 29].

У **третьому розділі** «Розроблення продукційної моделі словозміни флективної мови (на прикладі польської)» було досліджено існуючі підходи до моделювання граматики та розроблено нову модель, засновану на правилах.

Задля універсальності моделей і методів, що розробляються, в якості прикладу флективної мови було обрано польську, адже вона має дуже розвинену словозміну і її моделювання дозволить урахувати багато тонкощів, актуальних і для інших мов. Крім того, польська стає все більш популярною для вивчення в Україні як іноземна. Також вона є спорідненою до української, що теж буде враховано при створенні ІТ.

Аналіз існуючих моделей формалізації граматики флективних мов, що застосовуються в засобах опрацювання природної мови, показав, що сучасні підходи дозволяють ефективно розв'язувати задачі морфологічного аналізу та синтезу (в електронних граматичних словниках), однак не підходять для цілей навчання мови, оскільки у досліджених моделях відсутні пояснення правил і закономірностей при утворенні граматичних форм. Вирішено, що для використання в ЕНС граматики іноземної мови і для ефективного навчання створювана модель повинна забезпечити демонстрацію не лише граматичної форми, а й процесу її утворення крок за кроком і пояснення (обґрунтування) кожного кроку розв'язання.

З метою формалізації граматики для цілей навчання запропоновано декомпонувати процес словозміни до найпростіших елементів, комбінації яких дозволять моделювати цей процес крок за кроком. У процесі словозміни виділено елементарні перетворення — операції додання, вилучення або заміни літери чи послідовної групи літер. Також визначено умови, що впливають на вибір тих чи інших перетворень при словозміні конкретних слів.

Це було реалізовано наступним чином. Спершу спроектовано та наповнено еталонну базу даних для збереження всіх можливих граматичних форм слів за частинами мови.

Таблиця 1

Фрагмент еталонної таблиці граматичних форм польських іменників

ID	SgN	SgG	SgD	...	SgV	PlN	...	PlV
353	zał	żalu	żalowi	...	żalu	żale	...	żale
354	żołnierz	żołnierza	żołnierzowi	...	żołnierz	żołnierze	...	żołnierze
355	żona	żony	żonie	...	żono	żony	...	żony
356	życie	życia	życiu	...	życie	życia	...	życia

Для наповнення таблиці було взято 356 іменників із початкового обсягу в 1000 найбільш частотних слів польської мови (згідно з частотним словником Є. Казойча,

укладеним у 2011 р. на основі корпусу текстів із сучасних популярних, художніх, навчальних і наукових видань). Поле ID містить порядковий номер слова, наступні поля — його граматичні форми в однині (SgN ... SgV) та множині (PlN ... PlV), витягнуті зі словника морфологічного аналізатора польської мови Morfologik за допомогою спеціально розробленого алгоритму. Після цього проаналізовано процес утворення похідних граматичних форм слів (SgG ... PlV) від початкових (SgN або PlN) і виділено 75 елементарних перетворень, які згруповано наступним чином:

Таблиця 2

Елементарні перетворення для 356 найчастотніших іменників польської мови

Тип	Група	Елементарні перетворення
1	відкидання закінчення	-a, -e, -ę, -o, -um
2	додання закінчення	+a, +ą, +ach, +ami, +e, +ego, +em, +emu, +ę, +i, +im, +mi, +o, +om, +oma, +owi, +owie, +ów, +u, +y, +uma
3	додання суфіксу	+ci, +ni, +on
4	випадіння голосного	-(-e-)
5	вставка голосного	+(-e-), +(-y-)
6	чергування звуку або послідовної групи звуків	a→e, ą→ę, c→cz, ch→sz, czść→zcz, ćc→c, d→dź, dszcz→dźdź, dz→ż, dźń→dń, el→oł, ę→ą, ę→e, g→dz, g→ż, k→c, k→cz, ł→l, o→e, o→ó, ó→o, r→rz, rz→r, s→ś, sł→śl, sn→śń, st→ść, t→ć, z→ż, zn→źń, -(-i-), +(-i-)
7	зміна позначення звуку на письмі	ci→ć, ć→ci, i→j, ii→i, -(-j-), ni→ń, ń→ni, ś→si, zi→ź, ź→zi
8	зміна основи слова	—

Перетворення було пронумеровано, позначено як T001 ... T075 і реалізовано як окремі методи мовою програмування C# із використанням регулярних виразів. Через ці перетворення змодельовано утворення всіх граматичних форм для визначеного набору слів. У результаті для кожної форми отримано ланцюжок перетворень. Ланцюжки записано до окремої таблиці:

Таблиця 3

Фрагмент таблиці ланцюжків елементарних перетворень для іменників

ID	NounID	GM	Chain
4616	356	SgG	T002T006
4617	356	SgD	T002T024
4619	356	SgI	T002T012
4620	356	SgL	T002T024

Поле ID містить номер ланцюжка, NounID — номер іменника, GM — відмінок, Chain — ланцюжок перетворень. У наведеному фрагменті подано ланцюжки для утворення граматичних форм слова «*życie*» (356) у 4 відмінках. Зокрема кожен раз відкидається закінчення *-e* (перетворення T002), після чого в родовому відмінку однини (SgG) додається закінчення *-a* (T006), у давальному (SgD) і місцевому (SgL) відмінках однини додається закінчення *-em* (T024), а в орудному відмінку однини (SgI) додається закінчення *-u* (T012).

Отримана таблиця ланцюжків дозволяє відображати процес словозміни крок за кроком, а також проводити через SQL-запити за номером перетворення вибірку саме тих слів, у яких відбувається конкретне чергування звуків, випадання голосних, додання певного закінчення тощо. Завдяки цьому система автоматично генерує приклади, вправи і тестові завдання відповідно до теми заняття.

Крім того, досліджено, що саме впливає на вибір тих чи інших перетворень при утворенні граматичних форм іменників. Серед визначених чинників — рід іменника, категорія істоти / неістоти, особа, походження слова та абстрактність / конкретність означуваного поняття. На основі цього сформульовано граматичні правила, що формально описуються з використанням продукційної моделі подання знань наступним чином:

$$i = \langle Q; A \rightarrow B \rangle, \quad (2)$$

де  $i$  — ім'я продукції;

$Q$  — сфера застосування;

$A$  — умова продукції;

$B$  — дія при виконанні умови.

У нашому випадку сферою застосування є певний відмінок; серед умов продукцій — частина мови, класифікаційні граматичні категорії (рід іменника, категорія істоти / неістоти), закінчення та основа слова, а також додаткові характеристики (наприклад, походження слова); діями при виконанні умови є застосування певного перетворення. Наприклад, правила для утворення знахідного відмінка однини можна подати як:

sg.A; \*a → -a, +e // якщо є закінчення *-a*, змінити його на *-e*

sg.A; [M], [anim] → +a // якщо це істота чоловічого роду, додати закінчення *-a*

sg.A; [M], \*e? → -(e-) // якщо в іменнику чоловічого роду передостанній

// звук — *e*, він випадає

...

Із отриманих правил сформовано базу знань словозміни іменників польської мови. Правила покладено в основу курсу навчання як ЕН, розглянуті в розділі 2.

Основні результати цього розділу опубліковано в роботах [3; 8; 9; 19; 21; 22; 23; 24; 26].

У **четвертому розділі** «Синтез і використання моделі студента для управління процесом навчання граматики іноземної мови» було розглянуто структуру та окремі складові моделі студента (МС) для системи, що розробляється.

На основі аналізу підходів до використання МС у сучасних інтелектуальних навчальних системах було визначено показники, які доцільно використати при

управлінні процесом навчання граматики іноземної мови з метою його індивідуалізації. Розроблено структуру МС, у якій їх згруповано наступним чином:

- знання з предмету, що вивчається (рівень знання окремих ЕН);
- знання з суміжних областей (рідна мова студента і рівень знання інших мов);
- цілі навчання (спеціальність, зацікавлення і бажаний рівень знань);
- психологічні характеристики (швидкість забування інформації і тип мислення);
- показники поточної роботи з системою (відповідь, час відповіді, кількість спроб, кількість помилок);
- ідентифікаційна інформація (ім'я та прізвище, пароль).

Для моделювання поточних знань студента у предметній області обрано оверлейну модель. Окремі ЕН, тобто граматичні правила, виділені в результаті декомпозиції предметної області в розділі 3, подано як множину  $I = \{i_1, i_2, \dots, i_N\}$ , де  $N$  — загальна кількість ЕН у курсі. Відповідні знання кожного студента в рамках імовірнісної (стохастичної) моделі подано наступним чином:

$$P_I(t) = \{p_1(t), p_2(t), \dots, p_N(t)\}, p \in [0;1], \quad (3)$$

де  $p_j(t)$  — ймовірність знання студентом  $i_j \in I$  у момент часу  $t$ . Цей показник розуміється як прогнозоване значення реального рівня знання  $r_j$  у майбутній момент часу  $t$ .

Досліджено моделювання знань студентів та процесу забування окремих ЕН із плином часу. Для прогнозування майбутніх імовірностей знання студентом окремих ЕН взято за основу експоненційний розподіл часу забування з урахуванням індивідуальної швидкості забування інформації:

$$p_j(\tau_j) = r_j(t_j) \cdot \exp(-s_j \tau_j), \quad (4)$$

де  $r_j(t_j)$  — реальний рівень знання  $i_j \in I$  у момент часу  $t_j$ , коли востаннє проводився контроль знань для цього ЕН;  $\tau_j$  — час, що пройшов із моменту останнього вивчення  $i_j \in I$ ,  $\tau_j > 0$ ;  $s_j$  — швидкість забування  $i_j \in I$ ,  $s_j \geq 0$ .

Швидкість забування  $s_j$  для  $i_j \in I$ , пройдених на поточному занятті  $l$ , обчислюється, починаючи з наступного заняття, після контролю знань для цих ЕН. З урахуванням проміжку часу  $\tau_j$ , що минув після їх вивчення, визначивши реальні поточні рівні їх знання  $r_j$  та прийнявши  $p_j(\tau_j) = r_j$ , швидкість забування виводиться з попередньої формули як

$$s_j = -\frac{\ln\left(\frac{r_j}{r_j(t_j)}\right)}{\tau_j}, r_j \in (0;1], r_j(t_j) \in (0;1], \tau_j > 0. \quad (5)$$

Сформульовано цільову функцію якості навчання:

$$Q(t) = \sum_{j=1}^N w'_j r_j(t) \rightarrow \max, Q(t) \in [0;1], \quad (6)$$

де  $w'_j$  — нормований ваговий коефіцієнт для  $i_j \in I$ ,  $w'_j \in [0;1]$ ,  $\sum_{j=1}^N w'_j = 1$ . Більш

важливими вважаються такі граматичні правила, які частіше застосовуються для утворення граматичних форм у рамках визначеного обсягу слів із певного частотного словника. Ненормовану важливість кожного ЕН визначено як

$$w_j = \frac{\gamma_j(D)}{\gamma(D)}, \quad (7)$$

де  $D$  — загальний обсяг слів іноземної мови, для яких змодельовано словозміну в рамках цілого курсу чи поточного рівня;

$\gamma(D)$  — кількість усіх граматичних форм, які утворюються для обсягу слів  $D$ ;

$\gamma_j(D)$  — кількість граматичних форм для обсягу слів  $D$ , при утворенні яких використовується правило  $i_j \in I$ ,  $0 \leq \gamma_j(D) \leq \gamma(D)$ .

Після цього, аби значення  $w_j$  лежали в проміжку  $[0;1]$ , а їх сума для всіх ЕН курсу дорівнювала 1, вони нормуються:

$$w'_j = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^N w_j}. \quad (8)$$

Розглянуто задачу формування наступного кроку навчання, враховуючи необхідність попереднього засвоєння базових правил, пов'язаних із поточними.

Задача формування набору  $i_j \in I$  для наступного кроку навчання (для вивчення, повторення або тестування) полягає у знаходженні підмножини таких  $i_j \in I$ , які на момент формування набору мають максимальні значення

$$(1 - p_j) \cdot w'_j \quad (9)$$

і при вивченні яких забезпечується найбільший приріст цільової функції за один крок. Завдяки цьому процес навчання може бути на кожному кроці близьким до оптимального. Однак для вивчення певних ЕН необхідне знання інших — попередніх відносно них ЕН. Якщо вони засвоєні ще недостатньо, слід спочатку повернутися до них. Нехай є певна підмножина попередніх  $i_k \in I$ , необхідних для вивчення даного  $i_j \in I$ . Рівень їх знання студентом визначається через показник  $v_j$ :

$$v_j(t) = \begin{cases} 1, & K = 0, \\ \frac{\sum_{k=1}^K r_k(t) \cdot w'_k}{\sum_{k=1}^K w'_k}, & K > 0, \end{cases} \quad (10)$$

де  $K$  — кількість  $i_k \in I$ , необхідних для вивчення  $i_j \in I$ ,  $K \geq 0$ . Таким чином, значення цього показника, як і  $r_j$ , лежатиме в межах  $[0;1]$ . При формуванні наступного кроку навчання спершу з множини  $I$  виділяється підмножина  $F \subseteq I$  таких допустимих ЕН, для яких показник (10) буде не меншим від порогу знання:

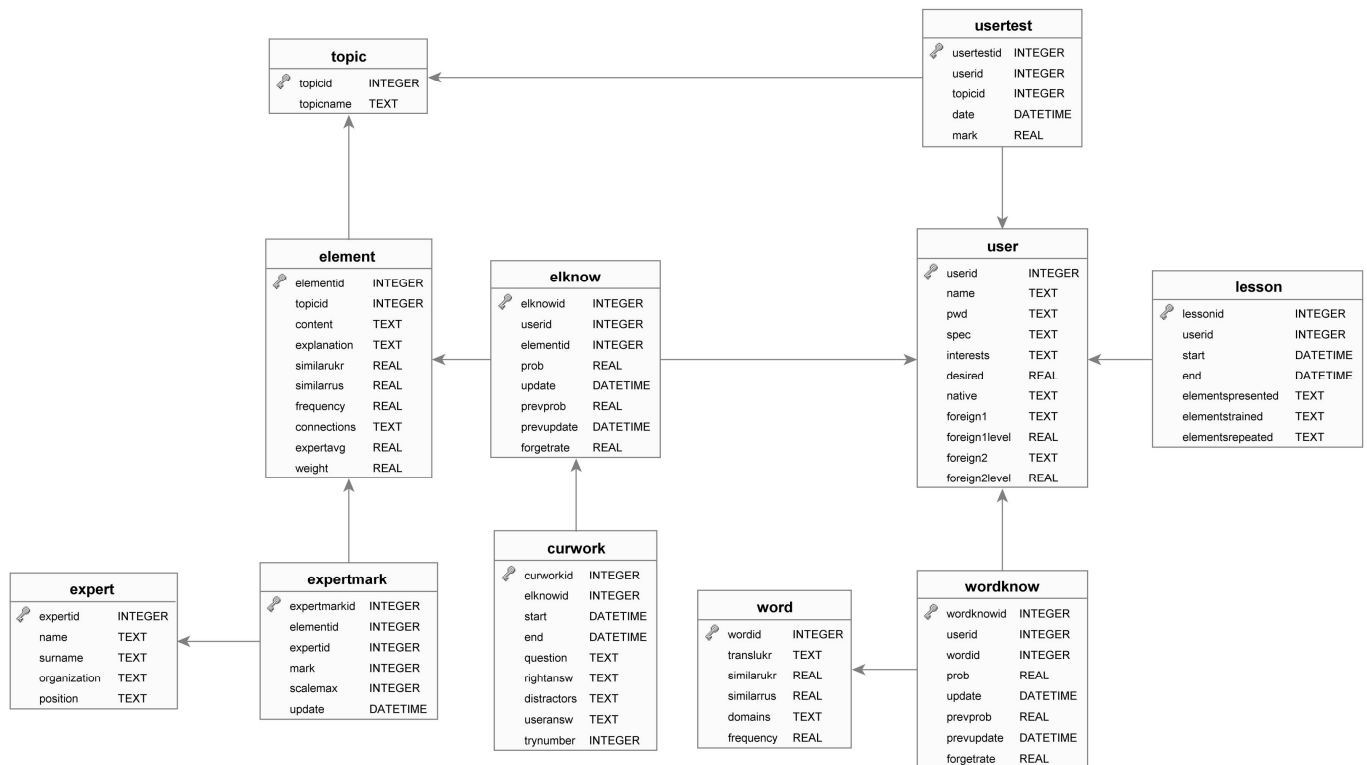
$$F = \{i_j | i_j \in I \wedge v_j(t) \geq \delta\}. \quad (11)$$



Після цього для наближення процесу навчання до оптимального з отриманої підмножини відбираються  $i_j \in F$  із максимальним значенням показника (9).

З урахуванням визначених складових МС уточнено загальний алгоритм навчання в системі, поданий на рис. 4. Тепер він охоплює виділення підмножини допустимих і необхідних ЕН, відбір лексики для прикладів і завдань відповідно до цілей навчання і знання інших мов, відпрацювання вибраних ЕН (подання інформації, контроль знань) із урахуванням пріоритетної форми подання інформації, допомогу студентові при помилкових відповідях на завдання, визначення швидкостей забування ЕН, прогнозування майбутніх імовірностей їх знання студентом, а також визначення оптимального інтервалу часу між поточним і наступним заняттям залежно від прогнозованого рівня знання ЕН. У рамках описаного алгоритму кожна складова розробленої МС безпосередньо впливає на процес навчання граматики іноземної мови, забезпечуючи його індивідуалізацію.

Спроектвано базу даних для збереження ЕН та інформації з МС:



**Рис. 5.** Схема бази даних ЕН та інформації з МС

Крім того, розділ містить приклади програмної реалізації тренажера самонавчання граматики іноземної мови. Зокрема це опис загальної ієрархії віконних інтерфейсів, а також зразки вікон у модулях студента і викладача.

У модулі студента передбачено наступні види діяльності:

- реєстрація в системі та проходження психологічного тесту;
- вивчення теоретичного матеріалу;
- робота з тренажером зі словозміни;
- тестування по окремих темах і всьому матеріалу курсу;
- перегляд граматичного словника-довідника;
- перегляд особистої статистики навчання.

У модулі викладача доступні такі види діяльності:

- наповнення курсу теоретичним матеріалом;
- створення і редагування навчальних вправ і тестових завдань;
- створення і редагування тестів;
- підбір прикладів для наочної демонстрації граматичних явищ;
- перегляд статистики навчання студентів.

rzeczownik	rodzaj	żyw.	os.
zamek	m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zamek	m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zamiar	m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zapach	m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zdanie	n	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zdrowie	n	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>zegarek</b>	<b>m</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ziemia	ż	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zimno	n	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
znaczenie	n	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
znak	m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
związek	m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zwłoki		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
żal	m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
żołnierz	m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
żona	ż	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
życie	n	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Оберіть необхідне число і відмінок:  
 liczba pojedyncza | Narzędnik | z kim? z czym?

**zegarkiem**

Яким чином утворюється ця граматична форма?  
 При її утворенні застосовано наступний ланцюжок перетворень:

Початкова форма слова: zegarek  
 - додання закінчення +em  
 - вставка голосного -i- (пом'якшення приголосного)  
 - випадіння голосного -e-  
 Отримана граматична форма: zegarkiem

Рис. 6. Скріншот довідника зі словозміни польських іменників

Відмінок: орудний однини

Перетворення при словозміні:  
випадіння голосної -e-

Слово: początek | Граматична форма: początkiem

Кількість варіантів (до 7): 4

Додати вправу

Рис. 7. Вікно створення вправи в модулі викладача

На рис. 7 наведено приклад вікна створення вправи на словозміну іменників у модулі викладача. Спершу з випадаючого списку обирається необхідний відмінок, Система підвантажує перелік перетворень, що відбуваються при постановці в нього слів, наявних у словнику системи. Після вибору перетворення підвантажується

список слів, у яких воно проходить. При виборі слова генерується та відображається на екрані його граматична форма у заданому відмінку. Після цього викладач може визначити кількість варіантів у поточному завданні та додати його до тесту. Якщо обрано 2 чи більше варіантів відповіді, в якості неправильних варіантів підвантажуються інші (нетотожні) граматичні форми заданого слова. Якщо ж обрано значення «0», створюється питання з відкритою відповіддю. Після додання всіх завдань можна надрукувати отриманий у підсумку тест, який перевіряє знання студентами обраних граматичних правил при словозміні визначених слів.

Для дослідження ефективності роботи створеної ЕНС проведено імітаційне моделювання процесу самонавчання при різних значеннях успішності студента, бажаного рівня знань і швидкостей забування навчальної інформації. Результати моделювання засвідчили, що при нестабільній успішності прогнозування майбутніх рівнів знання ЕН для визначення оптимального інтервалу часу між заняттями дозволяє зменшити загальний час, необхідний на опанування теми або курсу в цілому. Таким чином, порівняно з використанням сталого інтервалу часу між заняттями, ефективність вивчення іноземної мови підвищується завдяки адаптації системи до студента та врахуванню його індивідуальних особливостей.

Основні результати розділу опубліковано в роботах [4; 5; 10; 25; 27; 28].

У **додатках** наведено документи, які підтверджують практичне значення і використання результатів, отриманих у роботі; блок-схеми алгоритмів окремих процедур розробленої ІТ; психологічний тест, за результатами проходження якого визначається тип мислення студента; скріншоти роботи ЕНС у різних режимах.

## **ВИСНОВКИ**

У дисертаційній роботі на основі проведених досліджень розв'язано актуальну науково-прикладну задачу розроблення ІТ підтримки процесу навчання граматики іноземної мови у ВНЗ, що дозволяє підвищити ефективність процесу вивчення іноземних мов студентами ВНЗ. Основні наукові та практичні результати роботи полягають у наступному.

1. Проведений аналіз існуючих на сьогоднішній день електронних засобів навчання іноземних мов показав, що їхніми основними недоліками є брак матеріалів і вправ із граматики, а також слабо розвинений зворотний зв'язок, що не дозволяє зробити процес навчання з їх використанням адаптивним та індивідуалізованим. У результаті дослідження існуючих підходів, методів та ІТ навчання визначено, що наявні проблеми можна розв'язати шляхом створення ЕНС.

2. Розроблено технологію управління процесом самонавчання граматики зі зворотним зв'язком на основі структури класичного циклу управління за А. Файоном. Описано реалізацію конкретних етапів у циклі управління, що включає в себе планування, організацію, реалізацію, координування та контроль.

3. Спроектовано архітектуру ЕНС граматики іноземної мови як основного компонента створюваної ІТ та описано її складові, що забезпечують індивідуалізацію навчання на кожному етапі циклу управління. При цьому набули подальшого розвитку методи побудови ЕНС у застосуванні до задачі управління

процесом навчання граматики іноземної мови та діагностування помилок студентів при застосуванні граматичних правил.

4. Розроблено алгоритми роботи системи у режимах засвоєння, закріплення та контролю знань.

5. Уперше розроблено продукційну модель словозміни флективної мови для підтримки процесу навчання граматики іноземної мови, яка, на відміну від існуючих моделей словозміни, дозволяє при поданні навчального матеріалу та контролі знань описувати процес словозміни крок за кроком і пояснювати його, визначати пріоритетність вивчення окремих граматичних правил у межах заданого словника, автоматично генерувати приклади та вправи зі словозміни, докладніше визначати суть помилок студентів, а також створювати навчальні електронні граматичні словники. Це реалізовано за рахунок виділення та опису елементарних перетворень у процесі словозміни.

6. Із використанням розробленої моделі словозміни створено граматичний словник для 356 найчастотніших іменників польської мови, який показує крок за кроком утворення всіх їхніх граматичних форм і може бути використаний як довідкове джерело.

7. На основі створеного словника розроблено ЕНС, яка дозволяє студентам самостійно вивчати граматичні правила, закріплювати та контролювати їх знання.

8. Автоматизовано процес створення вправ і підбору лексики для прикладів і вправ із граматики за рахунок використання розробленої моделі словозміни, що спрощує та пришвидшує підготовку навчальних матеріалів для викладачів іноземних мов.

9. Визначено параметри моделі студента та алгоритм управління навчанням із огляду на специфіку вивчення спорідненої флективної мови, що дозволяє враховувати у процесі навчання індивідуальні потреби студентів і швидкості забування інформації. При цьому набула подальшого розвитку модель управління навчанням із використанням експоненційного розподілу часу забування інформації для прогнозування часу забування елементів навчання, планування оптимального інтервалу часу між заняттями та для вибору елементів навчання, що потребують повторення та відпрацювання в поточний момент. У результаті вперше побудовано модель студента для управління процесом навчання граматики спорідненої флективної мови з урахуванням рідної мови, спеціальності та зацікавлень студента, що дає можливість фіксувати рівень засвоєння студентом окремих граматичних правил, формувати наступний крок навчання з урахуванням поточних знань, а також підбирати слова для прикладів і вправ відповідно до потреб студента.

10. Проведене імітаційне моделювання процесу самонавчання при різних значеннях успішності студента, бажаного рівня знань і швидкостей забування навчальної інформації засвідчило, що при нестабільній успішності прогнозування майбутніх рівнів знання ЕН для визначення оптимального інтервалу між заняттями дозволяє зменшити загальний час, необхідний на опанування матеріалу, і підвищити ефективність вивчення іноземної мови.

11. Теоретичні та практичні результати дослідження впроваджено у навчальний процес.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Статті у фахових наукових виданнях:

1. Костіков М. П. Створення автоматизованих навчальних систем на основі баз даних лінгвістичної інформації / Костіков М. П., Самсонов В. В. // Проблеми транспорту / Нац. транспортний ун-т. — К., 2012. — Вип. 9. — С. 253–258.
2. Костіков М. П. Архітектура експертно-навчальної системи граматики іноземної мови / М. П. Костіков, В. В. Самсонов // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. — Х. : ХАІ, 2015. — № 4 (74). — С. 145–149.
3. Костіков М. П. Формальна модель словозміни іменників польської мови / Костіков М. П. // Радіоелектроніка, інформатика, управління. — Запоріжжя : ЗНТУ, 2015. — № 4 (35). — С. 18–21.
4. Костіков М. П. Модель студента для експертно-навчальної системи граматики іноземної мови / А. М. Гуржій, М. П. Костіков // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. — Кременчук : КрНУ, 2015. — Вип. 6 (95). — Ч. 1. — С. 125–129.
5. Костіков М. П. Електронний тренажер самонавчання словозміни іноземної мови / М. П. Костіков // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — К. : НУХТ, 2016. — Т. 22. — № 2. — С. 22–28.

### Статті в інших наукових виданнях:

6. Костіков М. П. Роль комп'ютера у навчанні польської граматики у ВНЗ / Костіков М. П. // Викладання мов у вищих навчальних закладах освіти на сучасному етапі. Міжпредметні зв'язки: наукові дослідження, досвід, пошуки : зб. наук. пр. / Харк. нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна. — Х., 2011. — Вип. 18. — С. 102–108.
7. Костіков М. П. Можливості сучасних електронних засобів навчання польської мови для вивчення граматики студентами / Микола Костіков // Наукові записки. Серія : педагогічні науки / Кіровоград. держ. пед. ун-т ім. В. Винниченка. — Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2012. — Вип. 108. — Ч. 1. — С. 206–209.
8. Костіков М. П. Створення бази знань граматики польської мови / М. П. Костіков // Актуальні проблеми економіки. — К., 2012. — №10 (136). — С. 243–248.
9. Костіков М. П. Підхід «розумних парадигм» для створення бази знань морфології польської мови / Микола Костіков // Прикладна лінгвістика та лінгвістичні технології: MegaLing-2012 : зб. наук. пр. / НАН України, Укр. мовно-інформ. фонд. — К. : УМІФ, 2013. — С. 136–142.
10. Костіков М. П. Модель студента й алгоритм навчання експертно-навчальної системи граматики польської мови / М. Костіков, В. Самсонов // Інформаційні технології в освіті. — Херсон : ХДУ, 2014. — № 21. — С. 87–95.

**Публікації у збірниках матеріалів конференцій:**

11. Костіков М. П. The Role of the Computer in Teaching of Polish Grammar at the Universities / М. П. Костіков // Програма і матер. 77-ї наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ ст.», 11–12 квітня 2011 р. — К. : НУХТ, 2011. — Ч. 3. — С.301–302.
12. Костіков М. П. Die Rolle des Computers beim Unterrichten von polnischer Grammatik / М. Костіков // Програма і матер. 77-ї наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ ст.», 11–12 квітня 2011 р. — К. : НУХТ, 2011. — Ч. 3. — С. 354.
13. Костіков М. П. Роль комп'ютера у навчанні польської граматики у ВНЗ / Костіков М. П. // Викладання мов у вищих навчальних закладах освіти на сучасному етапі. Міжпредметні зв'язки : тези XV Міжнар. наук.-практ. конф. 2–4 червня 2011 р. — Х. : Вид-во ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2011. — С. 190–192.
14. Костіков М. П. Огляд сучасних електронних засобів навчання польської мови / проф. Самсонов В. В., асп. Костіков М. П. // Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління : матер. другої міжнар. наук.-техн. конф. — К. : ДП «ЦНДІ НіУ», Х. : ДП «ХНДІ ТМ», К. : КДАВТ, 2011. — С. 33.
15. Костіков М. П. Можливості вивчення граматики польської мови з допомогою сучасних електронних засобів навчання / проф. Самсонов В. В., асп. Костіков М. П. // LXVIII наук. конф. професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів ун-ту : тези доповідей / Нац. транспортний ун-т. — К. : НТУ, 2012. — С. 356.
16. Костіков М. П. Проблеми та перспективи сучасних електронних засобів навчання слов'янських мов (на прикладі польської) / М. П. Костіков // Програма і матер. 78 міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ ст.», 2–3 квітня 2012 р. — К. : НУХТ, 2012 р. — Ч. 2. — С. 323–324.
17. Самсонов В. В. Алгоритм адаптивного навчання в системі електронних навчально-методичних ресурсів дисципліни / В. В. Самсонов, А. М. Сільвестров, М. П. Костіков // Тези доповідей Міжнар. наук.-практ. конф. «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ-2012): Черкаси, 25–27 квітня 2012 р. — у 2 т. — Черкаси : ЧДТУ, 2012. — Т. 2. — С. 85–86.
18. Костіков М. П. Сучасні електронні засоби навчання польської мови: переваги і недоліки / Костіков М. П. // Засоби і технології сучасного навчального середовища : матер. Міжнар. VIII (XVIII) наук.-практ. конф., м. Кіровоград, 27–28 квітня 2012 р. / Відповід. ред. : С. П. Величко. — Кіровоград : ПП «Ексклюзив-Систем», 2012. — С. 100–102.
19. Костіков М. П. «Розумні парадигми» як основа експертно-навчальної системи польської граматики [Електрон. ресурс] / М. П. Костіков // Міжнар. наук. конф. MegaLing'2012 «Горизонти прикладної лінгвістики і лінгвістичних технологій»,

- Київ, 20–23 листопада 2012 р. — 2012. — 2 с. — Режим доступу: [http://megaling.ulif.org.ua/attachments/article/160/Kostikov\\_tezy.pdf](http://megaling.ulif.org.ua/attachments/article/160/Kostikov_tezy.pdf).
20. Костіков М. П. Компонентно-орієнтоване навчання граматики слов'янських мов (на прикладі польської) / М. П. Костіков // Програма і матер. 79 міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI ст.», 15–16 квітня 2013 р. — К. : НУХТ, 2013. — Ч. 2. — С. 603–604.
  21. Kostikov M. Decomposing Morphological Rules of Polish for Adaptive Language Learning / Mykola Kostikov // International Conference on Intelligent Information Systems, 20–23 Aug. 2013, Chişinău, Moldova : Proceedings IIS. — Chişinău : Institute of Mathematics and Computer Science, 2013. — P. 223–226.
  22. Костіков М. П. Навчання граматики польської мови на основі моделі морфології [Електрон. ресурс] / Костіков Микола Павлович // Міжнар. наук. конф. MegaLing'2013 «Горизонти прикладної лінгвістики і лінгвістичних технологій», Київ, 20–21 листопада 2013 р. — 2013. — 2 с. — Режим доступу: [http://megaling.ulif.org.ua/attachments/article/317/Kostikov\\_tezy\\_ML2013.doc](http://megaling.ulif.org.ua/attachments/article/317/Kostikov_tezy_ML2013.doc)
  23. Костіков М. П. Формалізація граматичних правил для навчання польської мови / Костіков М. П. // LXX наук. конф. професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів ун-ту : тези доповідей / Нац. транспортний ун-т. — К. : НТУ, 2014. — С. 364–365.
  24. Костіков М. П. База знань морфології польської мови для індивідуалізованого навчання / М. П. Костіков // Проблеми інформатизації : тези доповідей другої міжнар. наук.-техн. конф. — К., 2014. — С. 8.
  25. Костіков М. П. Модель студента для навчання граматики польської мови / Микола Костіков // Програма і матеріали 80 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», 10–11 квітня 2014 р. — К. : НУХТ, 2014. — Ч. 2. — С. 489–490.
  26. Костіков М. П. Побудова бази знань словозміни польської мови для адаптивного навчання [Електрон. ресурс] / Костіков М. П. // Матер. міжнар. наук.-техн. конф. «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами», 27 листопада 2014 р. — К. : НУХТ, 2014. — С. 196. — Режим доступу : <http://nuft.edu.ua/page/view/konferentsii>
  27. Костіков М. П. Автоматизоване створення граматичних вправ / Микола Костіков // Матер. 81 міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», 23–24 квітня 2015 р. — К. : НУХТ, 2015. — Ч. 2. — С. 345.
  28. Костіков М. П. Конструктор вправ із морфології для експертно-навчальної системи граматики польської мови / Костіков Микола Павлович // Сучасні проблеми інформатики в управлінні, економіці та освіті : [матер. XIV Міжнар. наук. семінару, Київ — оз. Світязь, 29 червня — 3 липня 2015 р.] / за наук. ред.

д.е.н., проф. М. М. Єрмошенка ; Нац. Академія управління ; Міжнар. академія інформатики. — К. : СІК ГРУП УКРАЇНА, 2015. — С. 194–197.

29. Костіков М. П. Керування процесом самонавчання граматики зі зворотним зв'язком / Микола Костіков // Матер. 82 міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті», 13–14 квітня 2016 р. — К. : НУХТ, 2016 р. — Ч. 2. — С. 324.

## АНОТАЦІЯ

**Костіков М. П. Інформаційна технологія підтримки процесу навчання граматики іноземної мови у ВНЗ.** — *На правах рукопису.*

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 — інформаційні технології. — Національний університет харчових технологій, Київ — 2016.

Дисертаційну роботу присвячено розв'язанню актуального науково-прикладного завдання — підвищення ефективності процесу вивчення іноземної мови студентами вищих навчальних закладів за рахунок створення і використання інформаційної технології.

Розроблено технологію управління процесом самонавчання граматики зі зворотним зв'язком та алгоритми окремих етапів циклу управління. Спроектовано архітектуру та складові експертно-навчальної системи граматики іноземної мови як основної складової створюваної інформаційної технології. Розроблено продукційну модель словозміни флективної мови для покрокового опису процесу словозміни при навчанні граматики. З її використанням створено навчальний електронний граматичний словник і експертно-навчальну систему граматики іноземної мови. Забезпечено індивідуалізацію процесу навчання граматики іноземної мови за рахунок розробленої моделі студента, в якій враховано індивідуальні швидкості забування навчальної інформації, рідну мову, спеціальність і зацікавлення студентів, що дає змогу планувати оптимальний інтервал часу між заняттями та підбирати слова для прикладів і вправ відповідно до потреб студента.

**Ключові слова:** експертно-навчальні системи, електронні засоби навчання, модель словозміни, модель студента, опрацювання природної мови.

## АННОТАЦИЯ

**Костиков Н. П. Информационная технология поддержки процесса обучения грамматике иностранного языка в вузах.** — *На правах рукописи.*

Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 — информационные технологии. — Национальный университет пищевых технологий, Киев — 2016.

Диссертационная работа посвящена решению актуальной научно-прикладной задачи — повышению эффективности процесса изучения иностранного языка



студентами высших учебных заведений за счёт создания и использования информационной технологии.

Разработана технология управления процессом самообучения грамматике с обратной связью и алгоритмы отдельных этапов цикла управления. Спроектирована архитектура и составляющие экспертно-обучающей системы грамматики иностранного языка как основного компонента создаваемой информационной технологии. Разработана продукционная модель словоизменения флективного языка для пошагового описания процесса словоизменения при обучении грамматике. С её использованием создан учебный электронный грамматический словарь и экспертно-обучающая система грамматики иностранного языка. Обеспечена индивидуализация процесса обучения грамматике иностранного языка за счёт разработанной модели студента, в которой учтены индивидуальные скорости забывания учебной информации, родной язык, специальность и интересы студентов, что позволяет планировать оптимальный интервал времени между занятиями и подбирать слова для примеров и упражнений согласно потребностям студента.

**Ключевые слова:** модель словоизменения, модель студента, обработка естественного языка, экспертно-обучающие системы, электронные средства обучения.

## SUMMARY

**Kostikov M. P. Information technology for supporting the process of teaching foreign language grammar at higher educational establishments.** — *Manuscript.*

Thesis for Ph. D. (candidate of technical sciences) degree in specialty 05.13.06 — Information Technology. — National University of Food Technologies, Kyiv — 2016.

The thesis is devoted to solving an urgent scientific and applied problem which consists in improving the efficiency of learning foreign languages by the students of higher educational establishments. The problem is solved by creating and using a special information technology.

The possibilities of modern e-learning software for personalized self-learning of foreign grammar are analyzed. The perspective of creating automated training systems based on using linguistic databases is determined.

A technology for managing the process of grammar learning with feedback is developed, as well as algorithms for individual stages of management cycle (based on the classic management cycle by Henri Fayol). The decomposition of learning material via separating out the smallest learning elements is described. The assessment of learning elements' importance is performed by assigning them weighting coefficients.

The task of determining the optimal time interval between lessons depending on the current level of student's knowledge is considered (taking into account the desired level of knowledge), as well as the specifics of user/system interaction during the stages of performing exercises and knowledge assessment.

An expert tutoring system of foreign language as the main constituent of the developed information technology is designed. The architecture and components of the expert tutoring system are developed. The objective function of instruction quality is

formulated, taking into account the importance of learning elements within the course structure.

Modern approaches to formal description of inflectional languages' grammars are analyzed. A production model for the inflectional language morphology is developed (by the example of Polish nouns), which, unlike the existing by now models, makes it possible to describe the inflection process step-by-step when teaching grammar and explain it.

The proposed approach consists in separating out the basic elements of inflection process. First of all, a selection of words according to a frequency dictionary is performed. A standard table of grammatical forms for the selected words is formed. Individual transformations in the process of nouns inflection are described. With the help of the described transformations, the modeling of word forms generation process is performed. The resulting chains of transformations for each word are saved into a database. The obtained chains allow of describing the process of inflection step-by-step. It makes the knowledge presentation to the language students more clear and visual. Besides, the automatic selection of words which go through certain transformations is possible. It makes generating learning exercises, examples, and test questions more quick, simple, and convenient.

Using the developed model, an electronic grammatical dictionary and an expert tutoring system of the foreign language grammar are created (by the example of Polish language). The electronic trainer for self-instruction of a foreign language inflection as a part of the expert tutoring system of a foreign language grammar is developed.

The personalization of the learning process is secured thanks to the developed student model for the expert tutoring system of a foreign grammar. Specific components of the developed model are described, among them: knowledge modeling (using the overlay model), individual aims of study, and student's psychological characteristics. Generating the next learning step according to the student's current knowledge is considered. Forgetting of the learning information, modeling and predicting this process (using the exponential distribution of forgetting time) is studied. This allows to plan the optimal time interval between the lessons based on the individual speeds of forgetting. Taking into account student's native language, specialty and interests allows to select words for examples and exercises according to the personal needs of each student.

As a result, the developed information technology, its models and methods help to make learning grammar of inflectional languages more personalized, simple, and efficient.

**Keywords:** computer-assisted language learning, e-learning, expert tutoring systems, inflection model, natural language processing, student model.