

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

Спеціальність 05.13.06 — Інформаційні технології

дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Науковий керівник —
Самсонов Валерій Васильович,
кандидат технічних наук,
професор

Київ — 2016

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	4
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	11
1.1. Аналіз сучасного стану навчання іноземних мов у ВНЗ України	11
1.2. Аналіз інформаційних технологій підтримки процесу навчання іноземної мови.....	16
1.3. Вимоги до інформаційної технології підтримки процесу навчання граматики іноземної мови.....	23
1.4. Мета і завдання дослідження.....	27
Висновки до розділу 1.....	28
РОЗДІЛ 2 АЛГОРИТМИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДТРИМКИ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ ГРАМАТИКИ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ ТА АРХІТЕКТУРА ЕКСПЕРТНО-НАВЧАЛЬНОЇ СИСТЕМИ	31
2.1. Загальна архітектура експертно-навчальної системи граматики іноземної мови.....	31
2.2. Декомпозиція навчального матеріалу	35
2.3. Алгоритми управління процесом самонавчання зі зворотним зв'язком.....	42
2.4. Якість навчального матеріалу.....	48
Висновки до розділу 2.....	49
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБЛЕННЯ ПРОДУКЦІЙНОЇ МОДЕЛІ СЛОВОЗМІНИ ФЛЕКТИВНОЇ МОВИ (НА ПРИКЛАДІ ПОЛЬСЬКОЇ)	52
3.1. Обґрунтування вибору польської мови при розробленні моделі словозміни флективної мови для навчальних цілей	52
3.2. Аналіз існуючих моделей словозміни флективних мов.....	56
3.3. Використання правил для опису словозміни	63
3.4. Розроблення продукційної моделі словозміни флективної мови (на прикладі польської)	73

3.5. Використання розробленої моделі словозміни при навчанні граматики	83
Висновки до розділу 3.....	87
РОЗДІЛ 4 СИНТЕЗ І ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛІ СТУДЕНТА ДЛЯ	
УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ НАВЧАННЯ ГРАМАТИКИ ІНОЗЕМНОЇ	
МОВИ.....	89
4.1. Вибір типу та структури моделі студента.....	89
4.2. Реалізація окремих складових моделі студента.....	96
4.3. Проектування та наповнення баз даних лінгвістичної інформації.....	106
4.4. Програмна реалізація складових інформаційної технології підтримки процесу навчання граматики іноземної мови	108
4.5. Імітаційне моделювання процесу самонавчання в розробленій системі ...	113
Висновки до розділу 4.....	115
ВИСНОВКИ	117
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	120
ДОДАТКИ	145
Додаток А Блок-схеми алгоритмів процедур ЕНС	146
Додаток Б Скріншоти роботи ЕНС у різних режимах	149
Додаток В Психологічний тест для визначення типу мислення при реєстрації в ЕНС	154
Додаток Г Документи, які підтверджують практичне значення і застосування результатів, отриманих у роботі.....	158

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВНЗ — вищий навчальний заклад
ЕН — елемент навчання
ЕНС — експертно-навчальна система
ІТ — інформаційна технологія
МС — модель студента
PIA — знахідний відмінок множини
PID — давальний відмінок множини
PIG — родовий відмінок множини
PII — орудний відмінок множини
PIL — місцевий відмінок множини
PIN — називний відмінок множини
PIV — кличний відмінок множини
SgA — знахідний відмінок однини
SgD — давальний відмінок однини
SgG — родовий відмінок однини
SgI — орудний відмінок однини
SgL — місцевий відмінок однини
SgN — називний відмінок однини
SgV — кличний відмінок однини

ВСТУП

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 року» 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» [1]. 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. Меньяйленко, В. Петрушин та ін. Безпосередньо питання 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, зацікавлень 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, імітаційного моделювання, 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: [50], [87] і [88] — аналіз сучасних електронних засобів навчання польської мови і висновки щодо їхніх недоліків; [106] — архітектура ЕНС, модель навчального процесу та алгоритм проходження студентом навчальних вправ; [108] і [194] — структура та складові моделі студента і алгоритм навчання у системі; [101] — експериментальні дослідження розробленої 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 IIS'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.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Аналіз сучасного стану навчання іноземних мов у ВНЗ України

Життя в сучасному світі неможливо уявити без знання іноземних мов. Усе частіше володіння як мінімум однією іноземною мовою є необхідною вимогою при прийомі на роботу — як у сфері обслуговування, так і на посади менеджерів, розробників програмного забезпечення тощо. Знання двох і більше іноземних мов вітається і надає претендентам певні переваги, адже з поглибленням економічної співпраці між державами знання іноземних мов стає у пригоді в переговорах із діловими партнерами. Зростає також обсяг документації, яку необхідно перекладати при виготовленні й реалізації продукції для інших країн. Послуги перекладачів користуються все більшим попитом, а фах набуває популярності серед молоді.

Підготовкою спеціалістів у цій галузі традиційно займаються факультети та інститути філології у профільних ВНЗ, де іноземні мови викладаються найбільш систематично та ґрунтовно. Випускники філологічних спеціальностей працюють викладачами, перекладачами, гідами, журналістами та редакторами у засобах масової інформації, проводять наукові дослідження. Крім того, кафедри іноземних мов забезпечують мовну освіту для студентів, що навчаються на технічних, економічних та інших спеціальностях. Зростає й інтерес до вивчення іноземних мов поза межами ВНЗ. Цей попит не лишається без відповіді: рік у рік видавництва випускають нові підручники, відкриваються мовні школи, організовуються курси іноземних мов, створюються електронні засоби навчання.

Сучасне реформування системи вищої освіти характеризується підвищенням ролі самостійної роботи студентів [2, с. 4–6]. Це стосується і навчання іноземних мов. Отже, часу для практики в межах аудиторних годин стає менше, тоді як для самостійної роботи звичайні друковані підручники не є

достатньо ефективними. Нинішній рівень інформатизації суспільства дає змогу застосовувати комп'ютер як допоміжний засіб у навчанні, зокрема і в процесі викладання іноземних мов. Відомо, що для того, аби оволодіти іноземною мовою, потрібно мати хорошу мотивацію, добре організований навчальний процес та якомога більше практикуватись [3, с. 11]. Комп'ютерні засоби в змозі зробити навчання і цікавішим, і більш систематичним та ефективним, не говорячи вже про значно більшу кількість можливого часу для занять за наявності комп'ютера вдома чи в гуртожитку. Крім того, навіть той самий обсяг часу, виділеного на самостійну роботу, можна використати продуктивніше при роботі з відповідним програмним забезпеченням. Багато досліджень свідчать, що вивчення іноземної мови з допомогою електронних засобів навчання може бути ефективнішим, ніж традиційні заняття з викладачем [4, с. 60]. Серед переваг застосування ІТ — зокрема висока мотивація та зацікавленість у навчанні, необмежена кількість і широкий вибір свіжої автентичної інформації, можливості спілкування з носіями мови, ознайомлення з культурою країн, мова яких вивчається [5, с. 22]. Крім того, використання електронних засобів навчання може зробити об'єктивнішим оцінювання знань, усуваючи людський чинник.

Однак при інформатизації освіти важливо те, що простого переведення традиційних навчальних матеріалів у електронний вигляд недостатньо. Щоб отримати позитивний ефект від застосування ІТ у навчальному процесі, необхідно змінити також самі підходи до навчання, структурування матеріалу, форми його подання. Як пише координатор лінгвістичної лабораторії в Мехіко Л. Телмадаттер, більшість проблем у сфері комп'ютерного навчання іноземних мов пов'язано з очікуваннями та уявленнями викладачів щодо можливостей, які комп'ютер може надати вчителям та учням. Викладачі та адміністратори часом схильні думати, що комп'ютери не можуть принести користі чи є навіть шкідливими, або, навпаки, вважають, що їм під силу зробити значно більше, ніж це можливо насправді [6]. Крім того, необхідно усвідомлювати межі застосування комп'ютерів у навчальних цілях, оскільки в іншому випадку

наслідки використання комп'ютерної техніки можуть бути і негативними [7, с. 162]. А. Анісімов слушно зазначає, що застосування строгих методів точних наук у областях гуманітарних знань виправдане лише у випадку адекватності конкретних методів і досліджуваних об'єктів [8, с. 203]. М. Гохлернер вважає, що комп'ютер повинен використовуватись тільки в тих випадках, коли він найбільш придатний порівняно з іншими засобами навчання для розв'язання конкретних поданих задач [9, с. 71]. Тож питання створення електронних засобів навчання з урахуванням специфіки тієї чи іншої предметної області лишається актуальним і досі. У нашому випадку слід визначити, перш за все, основні проблеми при викладанні іноземних мов, а також як саме застосувати ІТ для їх розв'язання, аби отримати максимальний позитивний ефект.

Залежно від мети вивчення мови, більша або менша увага може приділятися опануванню лексики або граматики. Наприклад, туристичні розмовники та ціла низка аналогічних електронних засобів навчання покликані допомогти людям вивчити певний мінімум слів і розмовних фраз. Однак із їхньою допомогою не можна вивчити мови в цілому, адже мова є не простим набором слів, а системою, що включає в себе також граматику, орфографію, фонетику, пунктуацію. Як пише А. Амагов, «одного знання слів для висловлення думки явно недостатньо, адже будь-яке висловлювання являє собою впорядковану структуру, і значення висловлювання не зводиться до семантики слів, які до нього входять» [10, с. 78]. До того ж, розмаїття лексики передбачає наявність великої кількості синонімів. Якщо людина не в змозі пригадати точного слова, вона може перефразувати думку [11, с. 141]. Крім того, сприйняття іноземної мови полегшується завдяки наявності пасивного словникового запасу. Кращому розумінню також сприяє велика кількість інтернаціоналізмів у сучасному лексичному складі мов, особливо в науково-технічних текстах, і цей аспект успішно використовується у навчанні [12].

Натомість аби опанувати мову для професійних потреб, необхідно на достатньому рівні володіти граматичними конструкціями мови, що вивчається. Знання граматики є важливим із багатьох причин, на що вказують автори

численних праць із методики викладання іноземних мов. Зокрема при граматичній помилці зміст фрази не завжди можливо правильно зрозуміти з контексту, а в деяких випадках неможливо зрозуміти взагалі. Серед таких помилок можна виділити негрубі та грубі, декотрі з яких суттєво впливають на зміст висловлення та спричиняють непорозуміння [13, с. 3]. Знання лише окремих завчених слів без розуміння механізмів словотвору та словозміни, взаємозв'язків між ними у реченнях не дає змоги ані вільно висловлюватись, ані сприймати текст чи усне мовлення і призводить до серйозних труднощів [14, с. 59]. Деякі складнощі викликає також явище синкретизму форм, або ж граматична неоднозначність. Це іноді може призводити до непорозумінь навіть між носіями мови [15, с. 58], особливо у розмовному мовленні. Сама по собі ця проблема не є значною, але вона може стати більш вагомою у випадку плутання різних словоформ особою, для якої мова є не рідною, а іноземною.

Особливої ж ваги знання граматики набуває, коли йдеться про флексивні мови — мови, в яких різні морфологічні форми слів передають таку важливу інформацію, як особа, рід, число, час, відношення між суб'єктом та об'єктом дії тощо. Флексивним мовам притаманна багата словозміна: одне слово може мати декілька десятків різних форм. Ці форми можуть утворюватися шляхом відмінювання та дієвідмінювання [16, с. 161].

Вивчення граматики також відіграє особливу роль при опануванні споріднених мов — наприклад, при вивченні в Україні слов'янських мов, а також при викладанні німецької на основі англійської тощо. У навчанні споріднених мов важливим є принцип врахування особливостей рідної мови [17, с. 54]. Для споріднених мов характерна велика кількість лексичних відповідностей. Такі відповідності існують між мовами різної генетичної близькості, проте найбільшою мірою властиві близькоспорідненим мовам [18, с. 13]. Окрім інтернаціоналізмів — слів, що є спільними для багатьох мов, тут наявна значно більша кількість прямих запозичень, а також спільнокореневих слів, що зумовлено історичним розвитком та взаємодією між мовами.

З цього випливає, що, наприклад, із завданням вибору варіанту перекладу часом може впоратись навіть людина, що раніше ніколи не стикалась із цією іноземною мовою. Це явище може бути більш чи менш вираженим залежно від ступеня близькості мов. Наприклад, Є. Супрун пише: «Близькість слов'янських мов настільки велика, що в ряді випадків носій однієї слов'янської мови може розуміти іншу слов'янську мову без попереднього навчання» [19, с. 22]. Якщо на початковому рівні кількість таких інтуїтивно зрозумілих слів буде малою, то в подальшому навчанні аналогії між мовами стають усе більш очевидними, і такі завдання вже значно простіші для студентів. Таким чином, цінність правильного виконання тестів на переклад при навчанні спорідненої мови дещо нівелюється, тоді як при навчанні інших іноземних мов, із якими відсоток спільної лексики істотно менший, такі завдання є більш показовими щодо рівня знання мови. Отже, для споріднених мов акцент на подібних завданнях не є цілком виправданим. Якщо розглядати тестування з вибором варіанту відповіді, набагато кориснішим і об'єктивнішим буде вибір правильної словоформи, коректно побудованого речення тощо, бо тут значно важче дати правильну відповідь, не володіючи іноземною мовою на певному рівні. Якщо ж брати лексику, важливо навчити студентів запобігати помилкам при перекладі так званих «хибних друзів», тобто слів, які схожі між собою за написанням або звучанням, але мають різні значення. Такі лексичні тести справді покажуть реальні знання людини, а не її інтуїцію.

Отже, при створенні електронних засобів навчання флективних і споріднених мов доцільно зробити змістом курсу саме граматику. Це допоможе в реалізації принципу врахування рідної мови студентів. Розглянемо наявні на сьогоднішній день ІТ підтримки процесу навчання іноземних мов та їхні можливості щодо підтримки процесу навчання граматики.

1.2. Аналіз інформаційних технологій підтримки процесу навчання іноземної мови

Впровадженню ІТ в освіті присвячено чимало наукових праць. Роль ІТ у навчальному процесі вивчали Г. Атанов [20; 21], К. Буль [22; 23], О. Довгялло [24; 95], М. Жалдак [25; 26], Ю. Машбиць [26], О. Меньяйленко [27; 57], В. Петрушин [28; 95] та ін. Безпосередньо питання застосування ІТ у навчанні іноземних мов досліджували зокрема П. Асоянц [29], М. Варшауер [30], Т. Коваль [31; 32], М. Леві [33], Л. Морська [34], Л. Растрігін [35; 36], П. Сердюков [29; 37; 38], Д. Смолін [39, 40], Г. Чекаль [29; 32]. Багато праць присвячено і комп'ютерній лінгвістиці [41; 42], зокрема комп'ютерній лексикографії [43; 44; 45], машинним перекладачам [46], розпізнаванню мовлення [47; 48].

Проте в більшості робіт розглядаються загальні аспекти впровадження ІТ при навчанні іноземних мов, і в них недостатньо розкрито специфіку навчання граматики, яка є вкрай важливою при опануванні мов із багатою словозміною і при викладанні споріднених мов. Натомість у працях, що стосуються комп'ютерної лінгвістики, описується розроблення засобів опрацювання природної мови безвідносно до процесу навчання іноземної мови та притаманних йому особливостей. Розроблені моделі формалізації граматики недостатньо пристосовані до завдань, пов'язаних із навчанням іноземних мов. Крім того, відчувається брак електронних засобів навчання, які б забезпечували підтримку процесу викладання іноземної мови саме у ВНЗ. Наприклад, А. Климкевич зазначає: «У Польщі, на жаль, поки немає професійних навчальних програм із російської мови, розрахованих на викладача ВНЗ. Протягом 2003–2006 рр. польськими комерційними видавництвами випускались комп'ютерні програми для навчання російської, які можна використовувати в якості допоміжних матеріалів у початковій школі та гімназії. Більшість програм — самовчителі, а їхній рівень визначається як початковий чи середньо-просунутий» [49, с. 41–42].

У результаті аналізу [50] низки сучасних електронних засобів навчання для навчання іноземних мов (Rosetta Stone, TalkNow, WorldTalk, Before You Know It, LinguaMatch Panoramic, LanguageNow!, DigitalDialects, InternetPolyglot, LiveMocha [51], busuu [52], SharedTalk) було визначено наступні дві основні проблеми, які не дозволяють використовувати їх для підтримки процесу навчання граматики іноземних мов у ВНЗ.

По-перше, навчання з допомогою існуючих засобів рідко враховує особливості осіб, що навчаються. У розглянутих електронних засобах навчання процес навчання є недостатньо адаптивним та індивідуалізованим. Наприклад, у Rosetta Stone мовні явища взагалі ніяк не пояснюються й не коментуються, адже там використовується створений розробниками метод «динамічного занурення» [53]: користувача оточують словами та фразами тільки мовою вивчення, будь-який переклад відсутній. Але таким чином ігнорується важливий методичний принцип врахування рідної мови особи, що навчається.

У той же час, у світі вже розроблено методи ІТ, застосування яких при навчанні іноземних мов дало би змогу виправити цей недолік. Ще в 1997 р. Ю. Машбиць писав: «Одна з переваг комп'ютерного навчання полягає в тому, що воно дозволяє забезпечити врахування широкого діапазону індивідуальних особливостей учнів і реалізувати оптимальний для кожного курс навчання шляхом його індивідуалізації. Саме тому проблема індивідуалізації комп'ютерного навчання набуває особливого значення» [26, с. 192]. П. Сердюков назвав індивідуалізацію навчальної діяльності однією з найважливіших особливостей комп'ютеризованого навчання [37, с. 16]. За його твердженням, «одна з головних вимог, що висувуються психологією та дидактикою до автоматизованих навчальних систем, — адаптивність, тобто властивість системи, що розуміється як здатність самоналаштовуватись на певні характеристики, властивості, параметри об'єкта управління, в даному випадку особи, що навчається» [38, с. 110]. К. Буль вважає, що адаптивність є однією з найважливіших вимог до електронних навчальних курсів [22, с. 6]. Важливість адаптивності відзначає і А. Аванесов: «В умовах масової освіти

тільки адаптивне навчання дає можливість ефективної практичної реалізації принципів індивідуалізації навчання» [54, с. 121]. Д. Смолін зазначає, що при доповненні аудиторного навчання ефективними є програми типу «tutor», які дозволяють індивідуалізувати процес навчання [40, с. 17].

Методи адаптивного управління використовуються при значній невизначеності параметрів об'єкта управління на стадії проектування системи, а брак апіорної інформації компенсується у процесі її функціонування на основі поточних даних про поведінку об'єкта [55, с. 308]. Оскільки побудова точної моделі складного об'єкта практично неможлива, необхідно побудувати наближену модель і адаптувати її параметри для забезпечення її адекватності реальному об'єкту (особі, що навчається) [56, с. 198]. Ідеї адаптивного навчання були розвинуті в працях Г. Паска, Л. Растрігіна, А. Берга [57, с. 456]. Автори книги «Застосування інформаційних технологій та мережі Інтернет на уроках іноземних мов» одним із можливих негативних аспектів застосування мультимедіа-продуктів у системі освіти називають «відсутність вибіркового “зворотного зв'язку”»: мультимедійна програма не в змозі визначити індивідуальні потреби або труднощі учня, і тому не може відповідати на них так, як це може зробити вчитель» [5, с. 71]. Особливо ж актуальним це стає під час занять у позааудиторний час без викладача. Організація самостійної роботи студентів вимагає інноваційних підходів, теоретичним підґрунтям яких має бути особистісно орієнтована освіта [58].

Індивідуалізація навчання засобами ІТ неможлива без ґрунтовної розробки механізму зворотного зв'язку для більш гнучкого та ефективного керування. Як зазначають Л. Растрігін і М. Еренштейн, «задача навчання природним чином формулюється як задача управління. В цьому випадку учень виступає в якості об'єкта управління, а вчитель чи навчальний пристрій — в якості джерела управління, тобто керуючого пристрою» [35, с. 19]. У загальному випадку механізм зворотного зв'язку означає наявність у схемі управління діагностуючого та керуючого органів. Перший із них визначає, чи є відхилення від необхідного стану об'єкта управління після здійснення на нього

початкових керуючих впливів. Ця інформація подається на керуючий орган, який приймає рішення, чи треба і яким чином слід змінити керуючі впливи, аби привести об'єкт управління до необхідного стану. У застосуванні до процесу навчання зворотний зв'язок передбачає, по-перше, контроль знань студента із виявленням і аналізом його помилок, а по-друге, реакцію на них, тобто зміну поведінки системи залежно від отриманих результатів. Зокрема це може бути повторення матеріалу, додаткові запитання чи вправи, коментарі, пояснення, підказки, подальше коригування індивідуальної траєкторії навчання студента. Наявність зворотного зв'язку є головною перевагою комп'ютера в порівнянні з іншими сучасними технічними засобами навчання [59, с. 50].

Механізм зворотного зв'язку успішно реалізовується шляхом створення автоматизованих навчальних систем. За словами О. Меньяйленка, їх використання дає змогу широко застосувати принципи індивідуалізації процесу навчання [27, с. 7]. Самостійна робота студентів із такими засобами в позааудиторний час якісно доповнює університетські заняття. Існують також форми і методи аудиторної (лабораторної) групової роботи з комп'ютером під керівництвом викладача [38, с. 193; 60, с. 50]. Серед електронних засобів навчання із ґрунтовно розробленим механізмом зворотного зв'язку важливе місце посідають експертно-навчальні системи (ЕНС). Цей вид електронних засобів навчання відноситься до групи засобів із елементами штучного інтелекту [61, с. 287]. До можливостей ЕНС входить забезпечення зворотного зв'язку на основі детального діагностування знань та вмінь студентів, виявлення причин виникнення помилок та пошук шляхів їх усунення, а також формування системних, узагальнених знань студентів [62, с. 143]. Це можливо завдяки використанню такої складової, як модель студента (МС). Крім того, за рахунок формалізації знань у предметній області та наявності підсистеми пояснень вони дозволяють не лише розв'язувати задачі, а й показувати користувачеві 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. На нашу думку, розроблення ЕНС має сенс і

при навчанні граматики, де було б корисно показати студентам процес утворення різних граматичних форм слів.

Другою важливою проблемою, виявленою в сучасних електронних засобах навчання іноземних мов, є те, що більшість із розглянутих засобів зосереджуються на вивченні лексики, натомість відчувається брак матеріалів і вправ із граматики. Часом електронні засоби навчання не просто роблять акцент на лексиці, а взагалі лише нею й обмежуються. Наприклад, розробники курсів серії TalkNow зазначають, що вони навмисно уникають будь-якої граматики у навчальному курсі, оскільки вважають її фактором, що «відлякує багатьох користувачів» [63]. LinguaMatch Panoramic позиціонується як розмовник [64].

Існує низка електронних засобів навчання граматики флективних мов — німецької [65], румунської, грузинської, однак у них лише зберігається певний обсяг граматичних форм слів без пояснення правил і особливостей їх утворення, а тому контроль знань перевіряє лише правильність відповідей на конкретні завдання і не визначає причин помилок. Лише в окремих засобах [66; 67] частково наявне моделювання граматики. Крім того, в багатьох таких електронних засобах навчання також є вже згадувані недоліки в реалізації зворотного зв'язку, зокрема не враховуються індивідуальні особливості користувачів.

Варто зазначити, що крім електронних засобів навчання, які мають на меті подання знань, їх закріплення та контроль за певною методикою, при опануванні граматики можна застосовувати і допоміжні засоби, такі як електронні словники, орфографічні та граматичні коректори, конкордансери.

Окремо слід сказати про словники та їхню роль у навчанні граматики. Електронний словник може містити не лише самі слова, а й таблиці парадигм, тобто всіх їхніх граматичних форм. Як приклад можна навести інтегровану лексикографічну систему «Словники України», укладену на основі сучасних академічних словників української мови за допомогою словозмінної класифікації та комп'ютерних програм, розроблених фахівцями Українського

мовно-інформаційного фонду НАН України. Ця система містить модуль «Словозміна», що забезпечує візуалізацію всіх словоформ української мови. Користувач може одержати повну інформацію про відмінювання слів у всіх граматичних значеннях (відмінках, числах, особах тощо) [46, с. 103].

Ще одним відомим прикладом такого поєднання лексичної та граматичної інформації в одному словнику є комерційний продукт Lingvo виробництва компанії АBBYY. Вже у версії 5.0, випущеній 1997 року, з'явилась можливість перегляду парадигм. У версії X5 (2011 р.) цей словник містив інформацію щодо словозміни вже для 11 мов: англійської, грецької, іспанської, італійської, казахської, латини, німецької, російської, турецької, української, французької. Для змінюваних слів відображаються всі їхні граматичні форми. Форми дієслів згруповані в таблиці за часами. Є можливість перемикання між частинами мови, друку парадигми.

У 2007 році у Варшаві було випущено електронний граматичний словник польської мови SGJP [68]. Він містить майже 245 тисяч слів із усіма їхніми формами (загалом понад 4 мільйони). Словник надає відомості про основні граматичні характеристики слів — рід іменника, синтаксис числівників і прийменників, вид дієслів. Як зазначають автори, вони прагнули до повного опису словозміни польської мови [69, с. 157]. На думку розробників словника, він може бути корисним не лише для мовознавців і перекладачів, а й для навчання польської мови, особливо як іноземної [70, с. 5]. Ідея створення цього програмного продукту виникла у З. Салоні ще наприкінці 1970-х років під впливом граматичного словника російської мови А. Залізняка. Тоді лінгвіст із Польщі, проаналізувавши російську модель, вирішив розробити подібний словник для польської [70, с. 6].

Що стосується російської мови, матеріал словника Залізняка [71] був ефективно використаний розробниками програмного забезпечення і видавцями електронних словникових посібників [72, с. 173]. Зокрема електронну версію словника розробила компанія Solarix [73]. Існують також інші локальні та мережеві програмні засоби, що описують морфологію флексивних мов:

граматичний тезаурус хорватської мови [74, с. 3], онлайн-словники німецької, румунської [75; 76] та інших мов. Автори словника SGJP зауважують [70, с. 24], що у планах подальшого розвитку продукту — можливість вибору слів за типом словозміни та іншими деталізованими користувацькими запитами. Це також було б корисно при навчанні іноземної мови.

Безкоштовні електронні граматичні словники для багатьох мов доступні в рамках проекту Wiktionary, розробленого організацією Wikimedia. Проте для його використання необхідне постійне підключення до Інтернету. Крім того, це джерело є не зовсім надійним, адже його може наповнювати та редагувати будь-який користувач мережі [77, с. 1]. З одного боку, це сприяє більш активному оновленню та розширенню інтернет-словника, з іншого ж не дає гарантій коректності інформації в ньому: «деякі користувачі навмисне спотворюють зміст статті чи створюють неправдиві статті» [46, с. 101]. Користувацькі редагування проходять лише постмодерацію, тобто перевірка фахівцями відбувається вже після опублікування змін, через певний проміжок часу, який може бути доволі тривалим.

Ідея використання електронних словників при навчанні іноземних мов не нова. Ще в 1996 р. П. Сердюков писав, що автоматизований навчальний словник «може виконувати не тільки інформаційно-довідкову, а й власне навчальну функцію» [37, с. 56]. Було сказано про можливість додавання до словника комплексу комп'ютерних вправ, однак розглядався звичайний, а не граматичний словник. Відповідно говорилось про тренувальну роботу із вживання лексики. Як приклад практичної реалізації цієї ідеї можна навести Lingvo Tutor — програму-додаток до словника Lingvo [78]. Ця програма «містить комплекс вправ для розширення словникового запасу та підвищення грамотності при вивченні мов» [79, с. 41]. Натомість граматичний словник міг би лягти в основу комплексу вправ із морфології та синтаксису. В такому разі база даних граматичної інформації стане джерелом для створення різноманітних тренувальних і контрольних завдань.

Ще одним достатньо корисним засобом при навчанні іноземної мови, а зокрема граматики, можуть бути конкордансери, в яких наводяться численні приклади реального застосування різних граматичних конструкцій у мові. Конкордансери мають справу безпосередньо з текстами, аналізуючи лінгвістичну інформацію, впорядковуючи її та виводячи на екран без відриву від контексту. Основні переваги конкордансерів перед словниками полягають у великій кількості синтаксичної інформації та реальних речень у якості прикладів. У 1987 році конкордансери навіть застосували для створення словника англійської мови, який повністю базувався на вживанні слів у текстовому корпусі [80, с. 47].

Як бачимо, на сьогоднішній день електронні засоби навчання іноземних мов містять недоліки, що утруднюють їх використання для підтримки процесу навчання граматики іноземної мови у ВНЗ. Разом із тим, уже створено низку засобів опрацювання природної мови, в яких тим чи іншим чином моделюється грамика. З огляду на це, доцільним видається використання наявного лінгвістичного забезпечення, розробленого для цих засобів, при створенні нових електронних засобів навчання граматики. При цьому також слід враховувати досвід створення інтелектуальних навчальних систем, які забезпечують адаптивність та індивідуалізацію процесу навчання при викладанні різних дисциплін. Таким чином, питання розроблення ІТ підтримки процесу навчання граматики є актуальним і потребує подальшого дослідження.

1.3. Вимоги до інформаційної технології підтримки процесу навчання граматики іноземної мови

При розробленні ІТ підтримки процесу навчання граматики іноземної мови кінцеву мету можна сформулювати як підвищення ефективності вивчення граматики іноземної мови студентами. У нашому випадку будемо розуміти під цим підвищення успішності студентів при проходженні навчального матеріалу і

зменшення часу на його засвоєння. Реалізувати поставлену мету можна через досягнення наступних підцілей:

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

Наступним питанням є сфера та межі застосування створюваної ІТ. Визначимо, яку роль повинен відігравати комп'ютер при навчанні граматики іноземної мови у ВНЗ і які саме функції доцільно реалізувати при розробленні ІТ підтримки процесу навчання граматики.

Перш за все, не слід ставити завдання створити систему, яка би повністю заміняла викладача. П. Сердюков зазначає: «У навчанні взагалі, а іноземних мов зокрема, роль учителя, на наше переконання, залишається головною і в навчальному процесі, заснованому на широкому застосуванні технічних засобів навчання». Далі він пояснює: «Передаючи в комп'ютерному навчанні іноземних мов частину своїх управлінських функцій комп'ютеру, викладач лишає за собою функції організатора й менеджера навчання, консультанта і партнера по живому людському спілкуванню, якого комп'ютер навряд чи зможе замінити» [38, с. 34, 92]. При викладанні іноземної мови в будь-якому разі студентам необхідна реальна мовна практика. І. Рябуха зауважує: «Мультимедійні комп'ютерні програми підвищують ефективність пасивного засвоєння матеріалу та розвитку навичок репродукції цього матеріалу у спілкуванні з персональним комп'ютером. Це виключає найголовнішу мету вивчення іноземної мови — спілкування з іншою людиною» [81, с. 106].

Отже, нагальним завданням у рамках створення цілісної ІТ підтримки процесу навчання граматики іноземної мови є розроблення таких електронних засобів навчання, які були б допоміжними засобами у навчальному процесі ВНЗ. Загалом створювані засоби мають активізувати та заохочувати студентів до вивчення іноземної мови і полегшувати цей процес. При цьому слід передбачити підтримку як аудиторного, так і самостійного навчання. На лекційних та практичних заняттях засоби ІТ можуть допомогти викладачу

доповнити наявний навчальний матеріал, зробивши його більш наочним. За відсутності ж викладача студенти повинні мати можливість засвоєння, повторення, відпрацювання та закріплення знань.

Згідно з [5, с. 53], комп'ютер допомагає розв'язати такі завдання при вивченні граматики:

- формування рецептивних граматичних навичок читання, аудіювання;
- формування продуктивних граматичних навичок переважно писемного мовлення;
- контроль рівня сформованості граматичних навичок на основі тестових програм;
- здійснення довідково-інформаційної підтримки (автоматизовані довідники з граматики, системи розпізнавання помилок на морфологічному та синтаксичному рівнях).

П. Сердюков перераховує 12 методичних задач застосування ІТ у навчанні іноземних мов [38, с. 117], які охоплюють весь процес навчання. Взявши до уваги розглянуті вище можливості окремих програмних засобів при навчанні іноземних мов, проаналізуємо, що саме можна використати для реалізації окремих задач при розробленні ІТ підтримки процесу навчання граматики іноземної мови у ВНЗ (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Реалізація методичних задач застосування ІТ у навчанні іноземних мов (за П. Сердюковим) при створенні ІТ підтримки процесу навчання граматики іноземної мови у ВНЗ

Методична задача	Засіб реалізації
Управління самостійною навчальною діяльністю студента	Модуль управління ЕНС
Подання нової навчальної інформації	Електронний підручник
Розв'язання різноманітних навчальних і	База знань і розв'язувач ЕНС

пізнавальних задач	
Організація тренувальної діяльності з формування відповідних видів діяльності, різноманітних умінь і навичок	Тренажер із граматики
Повторення навчального матеріалу	Модуль управління ЕНС
Контроль навчальної діяльності студента та тестування знань, умінь і навичок	Модуль тестування ЕНС
Підготовка і обробка різноманітної текстової інформації	Використання текстових редакторів
Зберігання інформації	Використання локальних носіїв даних і хмарних сховищ файлів
Інформаційно-довідкове забезпечення навчального процесу	Електронний граматичний словник
Виконання досліджень в області лінгвістики і методики викладання іноземних мов	Використання текстових корпусів і конкордансерів
Моделювання активного комунікативного іншомовного середовища	Іншомовна навчальна оболонка та діалог із системою
Комунікація з віддаленими комунікантами і базами знань через телекомунікаційні мережі	Використання Інтернету для спілкування з носіями мови та пошуку інформації

Як бачимо, методичні задачі, пов'язані безпосередньо з процесом засвоєння, закріплення та контролю знань із граматики, можна реалізувати за рахунок створення відповідної ЕНС, тренажера з граматики, електронного підручника та граматичного словника. Для інших задач можна скористатися сторонніми засобами (текстові редактори, конкордансери, інтернет-ресурси).

Визначимо, як повинна виглядати створювана ІТ з точки зору її користувачів — студентів і викладачів іноземної мови, аби при цьому було реалізовано основні методичні задачі при навчанні граматики та враховано

принцип індивідуалізації навчання. 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;
- 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.

1.4. 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, зацікавлень 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.

Висновки до розділу 1

У результаті аналізу сучасного стану навчання іноземних мов у ВНЗ України, дослідження наявних ІТ підтримки процесу навчання іноземної мови (зокрема можливостей, переваг і недоліків сучасних електронних засобів навчання іноземних мов), а також вивчення наукової літератури, присвяченої загальним принципам інформатизації вищої освіти, було зроблено наступні висновки.

1. З'ясовано, 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 ВНЗ показав актуальність підвищення ролі самостійної роботи студентів у процесі навчання. Час, відведений на самостійну роботу, можна використати ефективніше при застосуванні ІТ.

2. Визначено, що існуючі на сьогоднішній день електронні засоби навчання іноземних мов мають численні недоліки, основними з яких є слабо розвинений зворотний зв'язок, що не дозволяє зробити процес навчання з їх використанням адаптивним та індивідуалізованим, а також брак матеріалів і вправ із граматики.

3. Встановлено, що у світі вже розроблено методи ІТ, застосування яких при навчанні іноземних мов дало би змогу виправити наявні недоліки. Зокрема серед електронних засобів навчання із ґрунтовно розробленим механізмом зворотного зв'язку важливе місце посідають ЕНС, робота яких базується на методах штучного інтелекту.

4. Визначено, що серед сучасних програмних продуктів допомогти студентам у вивченні граматики можуть такі довідкові джерела, як електронні граматичні словники, які містять усі граматичні форми слів у вигляді таблиць. Вирішено, що лінгвістичне забезпечення, розроблене для таких словників та інших наявних на сьогоднішній день засобів опрацювання природної мови, можна було б використати і при створенні електронних засобів навчання іноземних мов.

5. Сформульовано постановку завдання на розроблення ІТ підтримки процесу навчання граматики іноземної мови. Досягнення основної мети дослідження — підвищення ефективності вивчення граматики іноземної мови студентами ВНЗ — 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 повинна забезпечити адаптивність та індивідуалізацію процесу навчання.

6. Вирішено, що засіб повинен забезпечувати підтримку роботи як студента (для самостійного навчання), так і викладача (для групових — лекційних і практичних — занять). Визначено, які саме функції повинні бути реалізовані для студента і викладача.

Основні результати даного розділу опубліковано у працях [50; 82; 83; 84; 85; 86; 87; 88; 89; 90].

РОЗДІЛ 2

АЛГОРИТМИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДТРИМКИ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ ГРАМАТИКИ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ ТА АРХІТЕКТУРА ЕКСПЕРТНО-НАВЧАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

2.1. Загальна архітектура експертно-навчальної системи граматики іноземної мови

Для керування процесом навчання зі зворотним зв'язком за основу можна взяти класичну структуру циклу управління за А. Файолем, що складається з 5 етапів — планування, організація, реалізація, координування, контроль [91]. Відповідно до цього, слід спроектувати таку структуру ЕНС, аби її складові забезпечували визначені етапи в циклі управління.

Згідно з [92, с. 14], «архітектура будь-якої навчальної системи зводиться до загальної архітектури (...), яка є незалежною від платформи, особливостей виконання, контенту та стилю навчання». Цю архітектуру, затверджену у стандарті IEEE 1484, 1999 — Learning Technology Systems Architecture (LTSA) [93], наведено на рис. 2.1. На схемі можна побачити управління процесом навчання зі зворотним зв'язком.

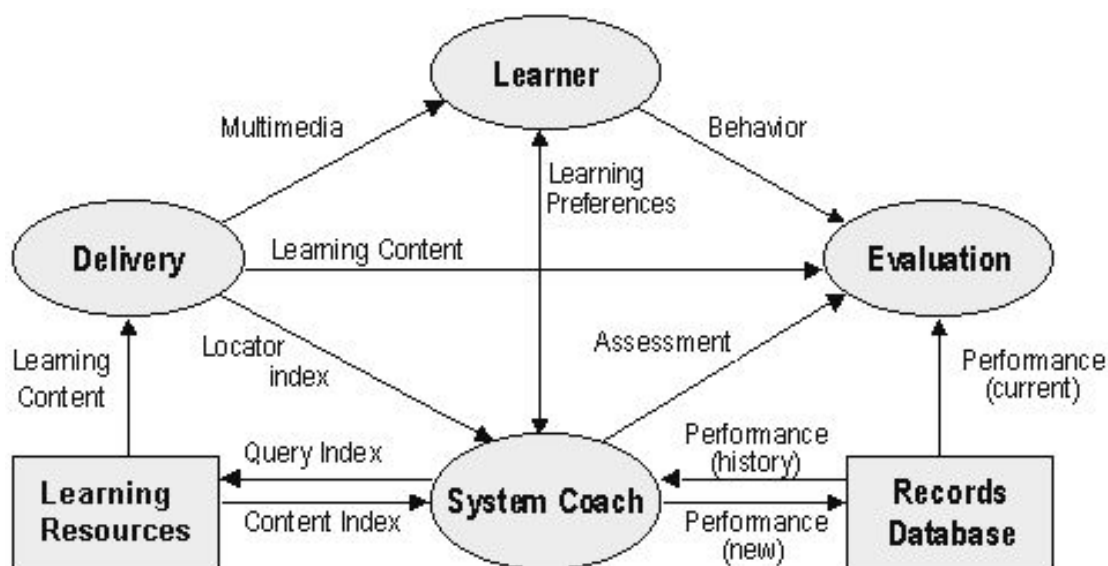


Рис. 2.1. Загальна архітектура навчальних систем

Що стосується ЕНС, або, як їх іще називають, інтелектуальних навчальних систем, кожна така система повинна містити (згідно з [94]):

- 1) інформацію з галузі знань (експертний модуль);
- 2) інформацію про студента (студентський модуль);
- 3) інформацію про навчальні стратегії (навчальний модуль).

Ці вимоги до змісту збігаються при описі інтелектуальних навчальних систем та ЕНС у літературі, незважаючи на різницю у формулюваннях самих понять та деякі відмінності в архітектурі і взаємозв'язку складових цих систем.

Зокрема за В. Петрушиним загальна архітектура ЕНС включає в себе три експертні системи — предметної області, діагностування помилок студента і управління навчанням. Між собою вони поєднуються через модель студента (МС), в якій зберігається інформація про його поточні знання й інші характеристики [28, с. 45–47]. Кожна із зазначених експертних систем складається з бази знань і машини прийняття рішень [24, с. 7]. Знання, необхідні при створенні ЕНС — це знання про предметну область, знання про студента і знання стратегії навчання [95, с. 41]. На їх основі будуються відповідні складові системи. Далі зупинимось докладніше на кожній із них.

Експертна система розв'язання задач предметної області будується на основі відповідної бази знань. Наявність бази знань є головною відмінністю експертних систем від інших програмних засобів [39, с. 151]. База знань предметної області і механізм моделювання особи, що навчається — це головні складові адаптивного навчального ресурсу, завдяки яким можлива власне адаптація навчального матеріалу [96, с. 315]. База знань містить факти та правила з предмету, що вивчається. Ці знання є більш чи менш постійними залежно від характеру предметної області. Можливе також подальше оновлення бази знань людиною-експертом, наприклад, розширення та доповнення її новими правилами. Такий механізм набуття знань системою реалізовується через відповідний інтерфейс.

Взаємодія студента з експертною системою предметної області відбувається через інтерфейс користувача. Завдання, поставлене системою (при

керованому навчанні) або вибране самим студентом (у випадку надання йому певного поля самостійності), передається до бази знань предметної області. При цьому факти, наявні в задачі, поміщаються в робочу (оперативну) пам'ять, яку також умовно називають базою даних. Далі розв'язувач, або машина логічного виведення, звертається до бази знань предметної області та знаходить розв'язок поставленої задачі згідно з наявними там знаннями.

Важливим компонентом експертної системи предметної області є підсистема пояснень, яка загалом є стандартною складовою різних експертних систем. Вона слугує для обґрунтування процесу отримання системою розв'язку поточної задачі, що дозволяє користувачеві прослідкувати хід розв'язання та пересвідчитись у обґрунтованості кожного кроку [28, с. 24]. У нашому випадку ця підсистема коментує студенту, які саме правила і чому були застосовані у поданій задачі.

Експертна система діагностування помилок аналізує відповіді студента, порівнює їх із правильними (отриманими за допомогою експертної системи предметної області), визначає характер і причини помилок та відповідно до висновків коригує модель студента, аби вона точніше відображала поточний стан його знань.

Експертна система управління навчанням безпосередньо керує процесом подання та контролю знань студентів, визначає індивідуальну траєкторію навчання залежно від успішності засвоєння матеріалу попередніх занять. Саме ця експертна система приймає рішення про наступний крок навчання — коли необхідно повернутись до вивчення певного фрагменту, яким має бути порядок та обсяг подання і контролю знань відповідно до поточної ситуації. При цьому вона керується інформацією, яка міститься у моделі студента.

МС є з'єднувальною ланкою ЕНС. Вона може бути статичною чи динамічною. МС містить певний опис конкретного студента, відображає когнітивні процеси, метакогнітивні стратегії та психологічні характеристики. На думку Ю. Машбиця, індивідуалізованим можна вважати лише таке навчання, яке спирається на МС [26, с. 193].

За словами К. Буль, найбільш детальним описом процесу навчання з допомогою електронних засобів навчання з використанням МС є модель Растрігіна [22, с. 11]. У [23] описано модифіковану модель Растрігіна, наведену на рис. 2.2. Вона включає в себе МС, алгоритм навчання, базу знань і даних, конструктор навчальної інформації та конструктор питань і завдань.

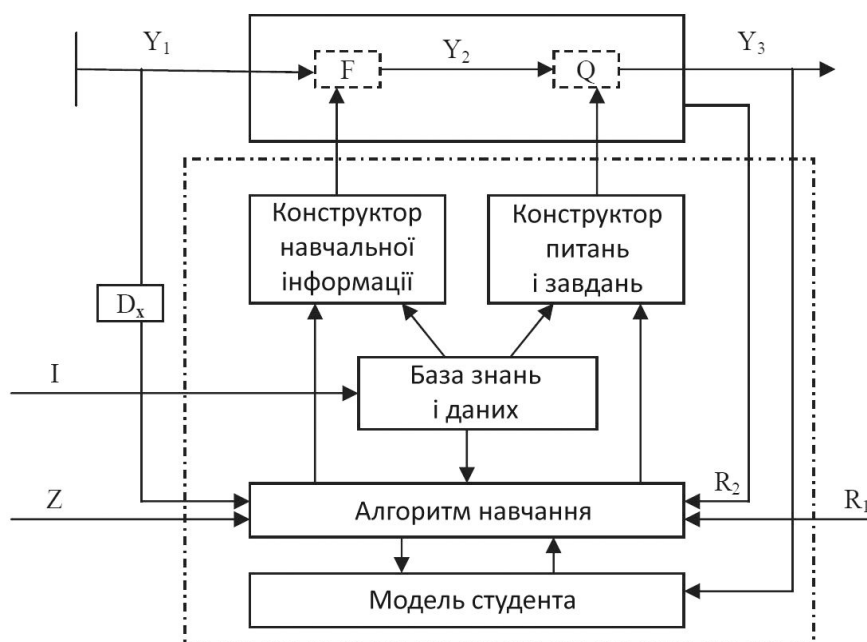


Рис. 2.2. Модель навчального процесу [22; 23; 35]

На початку навчання студент перебуває у стані Y_1 . На основі інформації, що зберігається в базі знань і даних, а також моделі студента, формується навчальний матеріал. У ході вивчення наданої інформації студент отримує нові знання й переходить у стан Y_2 . Для перевірки засвоєння матеріалу і формування умінь генеруються питання і завдання, виконуючи які студент переходить у стан Y_3 . У базі даних зберігається загальна інформація про студентів, навчальні курси тощо. База знань містить набір моделей (наприклад, предмету, діалогу). Алгоритм навчання складається з 2 частин — модуля аналізу відповідей і модуля управління, що забезпечує керування процесом навчання з урахуванням інформації з бази знань і даних, мети навчання Z , ресурсів R і моделі студента [23, с. 245].

На основі загальної архітектури ЕНС, описаної В. Петрушиним, і вищеописаної моделі навчального процесу спроектуюмо архітектуру ЕНС граматики іноземної мови. На рис. 2.3 відображено її складові та зв'язки між ними.

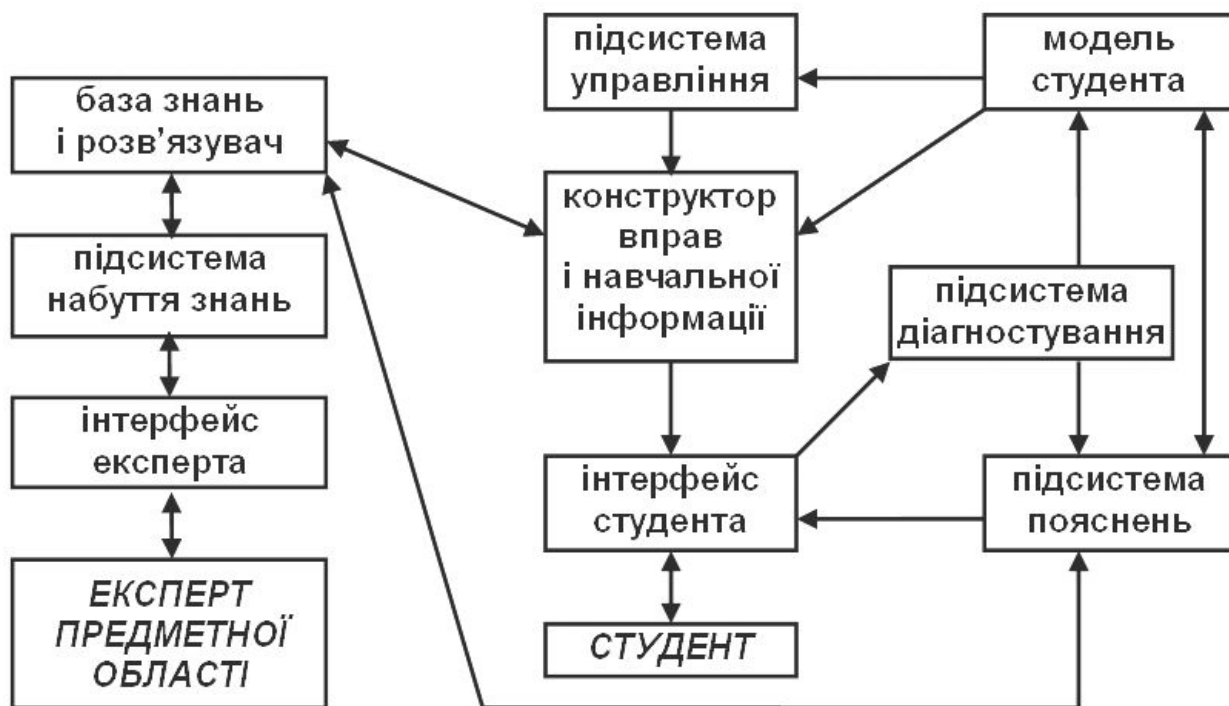


Рис. 2.3. Архітектура ЕНС граматики іноземної мови

Зауважимо, що така архітектура може бути використана і при викладанні інших предметів, у яких процес розв'язання завдань відбувається крок за кроком.

2.2. Декомпозиція навчального матеріалу

Для реалізації повноцінної ЕНС та розроблення тренувальних вправ зі словозміни нам перш за все необхідно описати цю предметну область відповідним чином. Загалом для формалізації знань у будь-якій предметній області доцільно провести їх декомпозицію до якомога простіших елементів.

О. Співаковський описує організацію навчального процесу з використанням компонентно-орієнтованого підходу. Його суть полягає в тому, що попередні, раніше засвоєні знання і способи діяльності повинні використовуватись як новий інструмент для розв'язування завдань більш високого рівня [97; 98]. І. Пустиннікова розглядає моделювання знань у предметній області шляхом формування ієрархії понять. За її словами, «можна побудувати ієрархічну структуру понять будь-якого предмету. Вона може містити різну кількість рівнів залежно від змісту й глибини курсу, професіоналізму експертів та інженерів знань» [99, с. 88].

Декомпозицію навчального матеріалу можна розглядати в наступних двох аспектах: декомпозиція програми вивчення дисципліни (на теми, розділи, модулі, заняття, вправи) і декомпозиція власне знань у предметній області. Перший аспект дає змогу реалізувати принцип індивідуалізації навчання. При формуванні занять ЕНС зможе відбирати та комбінувати окремі елементи відповідно до індивідуальних потреб студентів. Таким чином, кожен студент вивчатиме курс за індивідуальною траєкторією. Натомість декомпозиція власне знань дозволить зробити подання матеріалу більш наочним за рахунок відображення процесу розв'язання завдань крок за кроком. Крім того, розбиття знань із предметної області на елементарні навчальні об'єкти допомагає точніше визначати суть і причини помилок, встановлюючи докладніше, що саме було засвоєно студентом, а що ні, і враховувати цю інформацію при подальшому керуванні процесом навчання.

Більш того, декомпозиція навчального матеріалу також може підвищити об'єктивність оцінювання знань. Наприклад, М. Грибов пропонує звести перевірочну роботу до множини атомарних перевірочних елементів, для яких можна об'єктивно визначити правильність відповіді, причому визначати це за двобальною системою (правильно / неправильно), аби максимально знизити вплив суб'єктивних параметрів, що особливо сильно проявляються при визначенні проміжного значення правильності. Для цього можна ділити роботу

на задачі та підзадачі або подавати перевірочні елементи як виявлення особою, що навчається, певних знань при розв'язанні завдання [100].

Що стосується знань, існують різні підходи до їхньої формалізації залежно від специфіки предметної області. Однак у будь-якому разі при побудові структури навчальних елементів спершу слід визначити базові елементи знання та відношення між ними. В нашому випадку при формалізації граматичних правил серед них слід виокремити базові, які студентам необхідно вивчити спочатку, і ті, що потребують застосування знань, засвоєних раніше, а тому мають бути вивчені на основі попередніх. Перш за все, нам треба якомога докладніше описати процес словозміни, тобто утворення різних граматичних форм слів при побудові словосполучень і речень. У свою чергу, в цьому процесі доцільно виділити окремі перетворення, які застосовуються до слів при їх постановці у різні відмінки, числа та інші категорії, — наприклад, додання та відкидання закінчень, чергування звуків тощо.

Після проведення такої декомпозиції, яку буде докладно розглянуто в наступному розділі при розробленні моделі словозміни, отримані перетворення можна прийняти за елементи навчання (ЕН) — найменші фрагменти знань, опанування яких фіксується в МС. Наш курс міститиме множину ЕН $I = \{i_1, i_2, \dots, i_N\}$, де N — загальна кількість ЕН у курсі.

Наступний етап передбачає залучення викладачів іноземної мови або звернення до спеціальної навчально-методичної літератури. Окремі ЕН треба згрупувати за темами (наприклад, додання закінчень, чергування приголосних в основі тощо), а в межах тем — встановити зв'язки між ЕН, що показують, які з них мають бути вивчені в першу чергу, а які вимагають попереднього знання інших ЕН. Таким чином можна побудувати орієнтований граф зв'язків між ЕН у межах теми, відповідно до якого в подальшому можуть бути сформовані індивідуальні траєкторії проходження теми різними студентами. Приклад такого графу наведено на рис. 2.4:

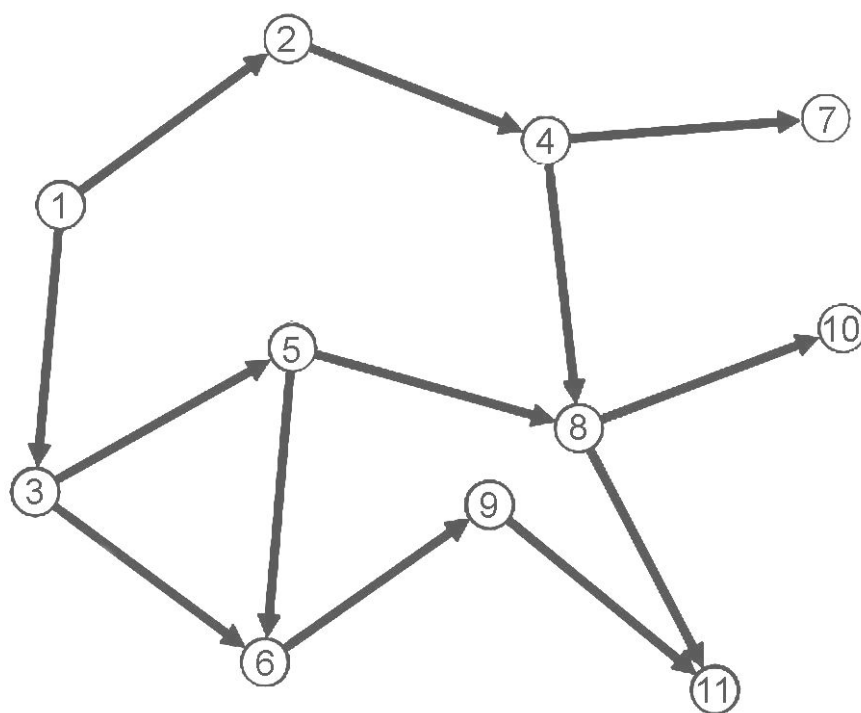


Рис. 2.4. Граф зв'язків між елементами навчання в межах однієї теми

У наведеному прикладі тема складається з 11 ЕН. Вершини графу 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 . Як бачимо, всі вершини, крім першої, потребують попереднього засвоєння інших ЕН, тож на початку вивчення теми має бути засвоєний ЕН i_1 . У разі його успішного опанування доступними для вивчення стають i_2 та i_3 , і т.д. При цьому індивідуальна траєкторія навчання студента залежатиме від результатів засвоєння ним окремих ЕН. Наприклад, якщо він спершу засвоїть i_2 , доступним для вивчення стане i_4 , якщо ж спочатку буде засвоєно i_3 , доступним стане i_5 .

Також слід визначити відносну важливість ЕН у межах теми або курсу, адже деякі з них можуть відігравати ключову роль у процесі опанування навчального матеріалу, натомість інші є не такими суттєвими. Для прикладу, деякі граматичні правила застосовуються в багатьох словах, інші ж — лише в окремих. Тож доцільно зробити, аби засвоєння важливіших ЕН більше

впливало на підсумкову оцінку за тему або курс. Крім того, важливість окремих ЕН можна буде використати для визначення пріоритетності тих чи інших ЕН при їх вивченні (за інших рівних умов).

Спершу присвоїмо кожному ЕН певний ваговий коефіцієнт $w_j > 0$ (наприклад, за методом експертного оцінювання). Після цього 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 [101]. Нормування відбувається за наступною формулою:

$$w'_j = \begin{cases} \frac{w_j}{\sum_{j=1}^N w_j}, N > 1 \\ 1, N = 1 \end{cases}, \quad (2.1)$$

де w'_j — нормований ваговий коефіцієнт для ЕН i_j , $w'_j \in (0;1]$;

w_j — ненормований ваговий коефіцієнт для ЕН i_j , $w_j > 0$;

N — кількість ЕН, що входять до теми, $N \geq 1$.

Таким чином, сума нормованих вагових коефіцієнтів для всіх ЕН, що входять до теми, завжди дорівнюватиме 1.

Введемо поняття «рівень знання». Під рівнем знання $r_j \in [0;1]$ будемо розуміти відсоткову частку правильних відповідей студента на завдання, що перевіряють засвоєння окремого ЕН $i_j \in I$, у заданий момент часу.

Перед початком навчання значення цих показників приймаються рівними 0. В подальшому при кожному проходженні вправ і тестів ці значення оновлюватимуться за результатами відповідей студентів.

Нехай $\delta \in (0;1]$ — деякий поріг знання ЕН, тобто мінімальний допустимий рівень знання. Тоді вважатимемо $i_j \in I$ вивченим при досягненні

студентом рівня його знання $r_j(t) \geq \delta$ у момент часу t . Аналогічно може бути встановлено поріг знання для певної теми чи курсу в цілому.

Загалом мету навчання можна сформулювати як максимізацію цільової функції якості знань $Q(t)$. Взявши за основу формулу з [102, с. 62], визначимо її як

$$Q(t) = \sum_{j=1}^N w'_j r_j(t) \rightarrow \max, Q(t) \in [0;1], \quad (2.2)$$

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

$r_j(t)$ — рівень знання студентом $i_j \in I$ в поточний момент часу t , $r_j \in [0;1]$.

Будемо вважати мету навчання досягнутою (тему або курс засвоєно на достатньому рівні), якщо

$$\sum_{j=1}^N w'_j r_j(t) \geq \delta, \quad (2.3)$$

де N — кількість елементів, що входять до теми або курсу, $N \geq 1$;

w'_j — нормований ваговий коефіцієнт для ЕН i_j , $w'_j \in (0;1]$;

$r_j(t)$ — рівень знання студентом $i_j \in I$ в поточний момент часу t , $r_j \in [0;1]$;

δ — бажаний рівень знань студента, визначений на початку навчання, $\delta \in (0;1]$.

Доповнимо граф зв'язків між ЕН у межах однієї теми, поданий на рис. 2.4, нормованими ваговими коефіцієнтами w'_j , сума яких у межах теми дорівнює 1:

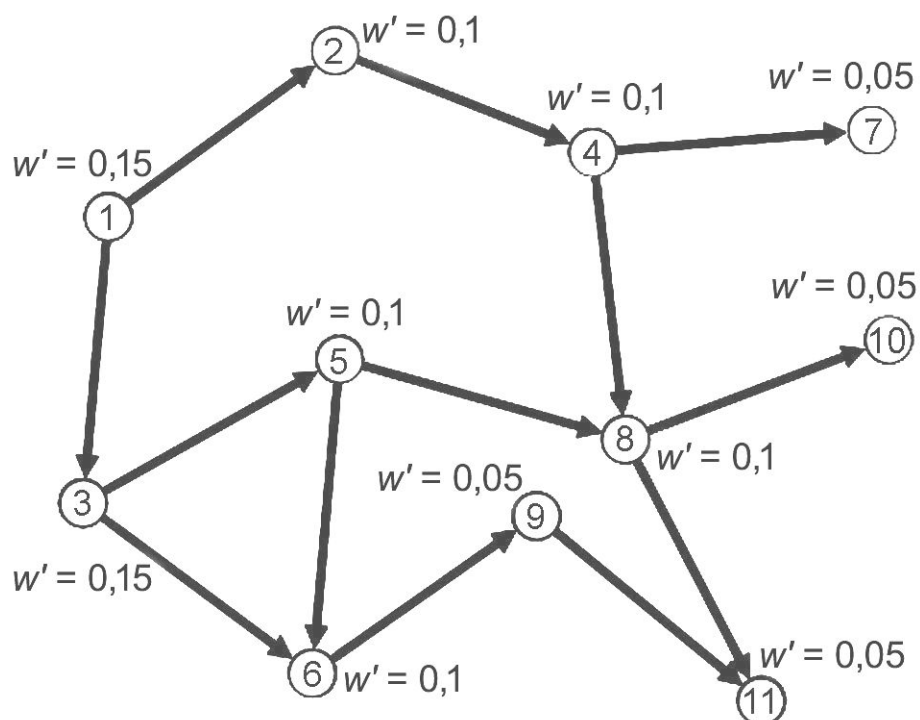


Рис. 2.5. Граф зв'язків між елементами навчання в межах однієї теми з нормованими ваговими коефіцієнтами

Як бачимо, у разі засвоєння i_1 пріоритет буде надаватись вивченню i_3 , оскільки він має вищий нормований ваговий коефіцієнт, ніж i_2 . Також i_3 оцінюватиметься більшою кількістю балів, ніж i_2 . Тим не менше, індивідуальні траєкторії при проходженні теми не зникають, адже i_2 також є доступним для вивчення. У випадку кращого засвоєння i_2 , ніж i_3 , студент так само може потім перейти до i_4 , і т.д.

Розглянемо приклад, як може обчислюватися значення функції якості знань (2.2). Нехай студент вивчає тему, граф якої наведено на рис. 2.5, і при цьому поточні рівні його знань r_j є такими, як наведено в табл. 2.1. У допоміжній колонці $w'_j \cdot r_j$ відображено якість знань студента з окремих ЕН, тобто добутки рівня знань на нормований ваговий коефіцієнт.

Приклад результатів засвоєння студентом ЕН, що входять до теми

j	w'_j	r_j	$w'_j \cdot r_j$
1	0,15	1	0,15
2	0,1	1	0,1
3	0,15	1	0,15
4	0,1	0,8	0,08
5	0,1	0,8	0,08
6	0,1	0,6	0,06
7	0,05	0,8	0,04
8	0,1	0,6	0,06
9	0,05	0,8	0,04
10	0,05	—	—
11	0,05	—	—

Тоді, згідно (2.2), якість знань студента з теми дорівнюватиме сумі якостей знань із окремих ЕН:

$$Q_{T1}(t') = \sum_{j=1}^{11} w'_j r_j(t') = 0,76, \quad (2.4)$$

де t' — поточний момент часу.

2.3. Алгоритми управління процесом самонавчання зі зворотним зв'язком

Вищеописана архітектура ЕНС повинна забезпечити реалізацію конкретних етапів у циклі управління. При цьому зворотний зв'язок на кожному з них забезпечується через модель студента. Вона ініціалізується при

реєстрації студента в системі, оновлюється при їхній взаємодії та коригує подальший хід процесу навчання. Розглянемо докладніше окремі етапи циклу.

На етапі **планування** навчання першочерговим є визначення мети, якої бажає досягти конкретний студент при роботі з системою. Індивідуальна мета навчання студента формулюється в кількісних термінах як бажаний рівень знань $\delta \in (0;1]$, згаданий вище. Цього значення повинні досягти реальні рівні r_j .

Важливою на цьому етапі також є задача визначення оптимального інтервалу часу між заняттями залежно від поточного рівня знань. Оскільки з часом пройдений матеріал забувається, доцільно зменшувати цей інтервал, коли поточний рівень знань є низьким, і навпаки. Рівні знань $r_j \in [0;1]$ окремих елементів навчання $i_j \in I$ повинні фіксуватись у МС. При кожному контролі знань відповідні значення r_j оновлюються. Можна також обчислити загальний рівень знання $r_K \in [0;1]$ для будь-якої підмножини ЕН $K \subset I$ наступним чином:

$$r_K = \frac{\sum_{k=1}^N r_k}{N}, \quad (2.5)$$

де N — кількість ЕН, що входять до підмножини $K \subset I$, $N \geq 1$.

У кінці кожного заняття l обчислюватимемо $\varepsilon_l = (r_l - \delta)$ — розбіжність між загальним рівнем знань $r_l \in [0;1]$ для ЕН, пройдених на цьому занятті, і бажаним (мінімально допустимим) рівнем знань $\delta \in (0;1]$. Аналогічно до [103, с. 47] і [104, с. 206–207], оптимальний інтервал часу будемо визначати з допомогою пропорційно-інтегрального регулятора як функцію від цієї розбіжності:

$$\Delta T_l^*(\varepsilon_l) = \frac{\Delta T_{\min} + \Delta T_{\max}}{2} \cdot \left(\frac{1}{2} + K_P \cdot \frac{\varepsilon_l}{\varepsilon_{\max}} + K_I \cdot \frac{\sum_{i=1}^l \varepsilon_i}{\varepsilon_{\max}} \right) \quad (2.6)$$

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;

ε_l — розбіжність між реальним і бажаним (мінімально допустимим) рівнем знань на l -му занятті, $\varepsilon_l \in [-1; 1]$;

$\varepsilon_{\max}$ — 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: чим гірше засвоюються знання, тим швидше необхідно провести наступне заняття для їх повторення та відпрацювання. 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 $\Delta T_{\max}$. Отримане значення інтервалу визначає оптимальний час початку наступного заняття, який доводиться до відома студента при закінченні поточного заняття. При реалізації веб-інтерфейсу ЕНС нагадування про заняття може надсилатись електронною поштою.

Другим етапом є **організація** роботи студентів у системі, а саме — створення навчальних прикладів і вправ із урахуванням індивідуальних особливостей студентів. Для цього в ЕНС передбачено використання конструктора вправ і навчальної інформації. Конструктор формує порцію навчальної інформації залежно від індивідуальних особливостей студентів. Зокрема для прикладів і вправ із граматики виконується підбір лексики, найбільш відповідної потребам конкретного студента, а також обирається оптимальний тип подання інформації.

Алгоритм роботи системи при поданні навчальної інформації є таким.

1. Студент входить у систему через відповідний інтерфейс і обирає тему заняття.
2. Підсистема управління отримує дані з МС і визначає параметри наступного кроку роботи з системою: необхідні для вивчення елементи, тип подання інформації, тривалість сеансу тощо.
3. Відповідно до визначених параметрів конструктор створює наступну порцію навчальної інформації на основі бази знань.
4. Інформація надається студентові через відповідний інтерфейс.
5. Пп. 3–4 повторюються, доки не спливе час сеансу або доки його не перерве студент.

Третій етап — **реалізація**, що включає в себе безпосередньо засвоєння та закріплення знань студентами. Закріплення знань починається автоматично по завершенні подання нової навчальної інформації для відпрацювання щойно вивчених елементів навчання (ЕН). Цей режим також може бути обрано студентом окремо від подання навчальної інформації, наприклад, при бажанні повторити деякі теми. При виконанні студентом навчальних вправ інформація передається між складовими вищеописаної ЕНС наступним чином (рис. 2.6):

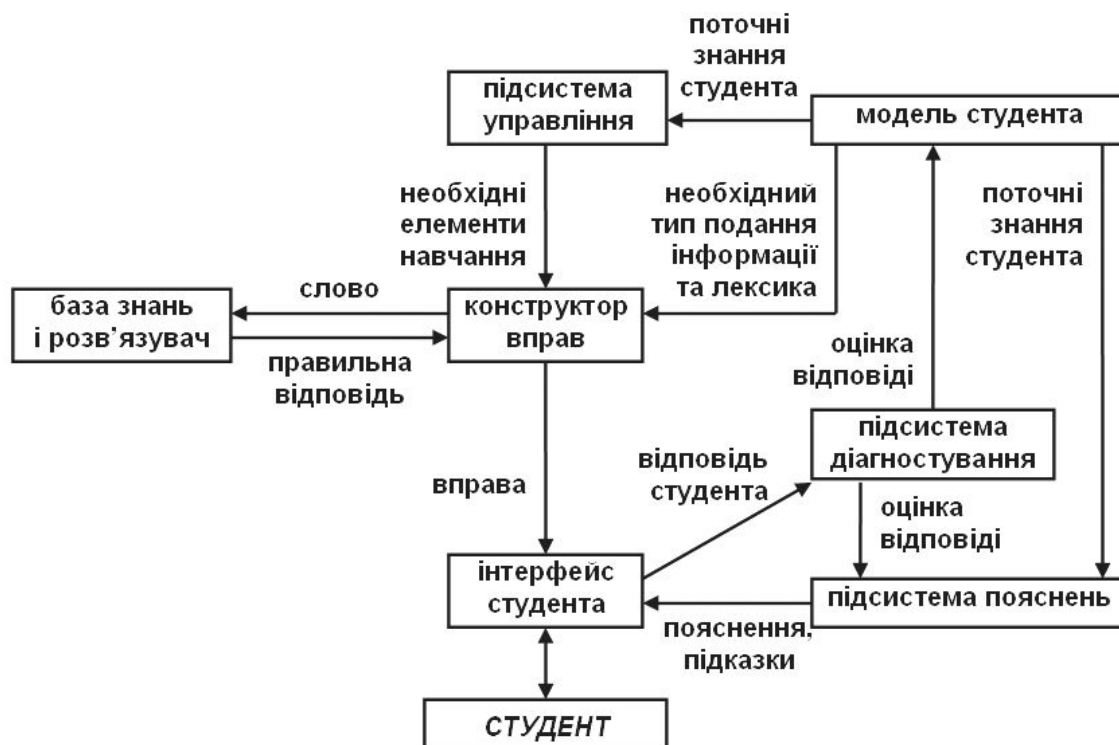


Рис. 2.6. Схема процесу виконання студентом навчальних вправ

Загальний алгоритм створення та подання граматичних вправ виглядає наступним чином (рис. 2.7):

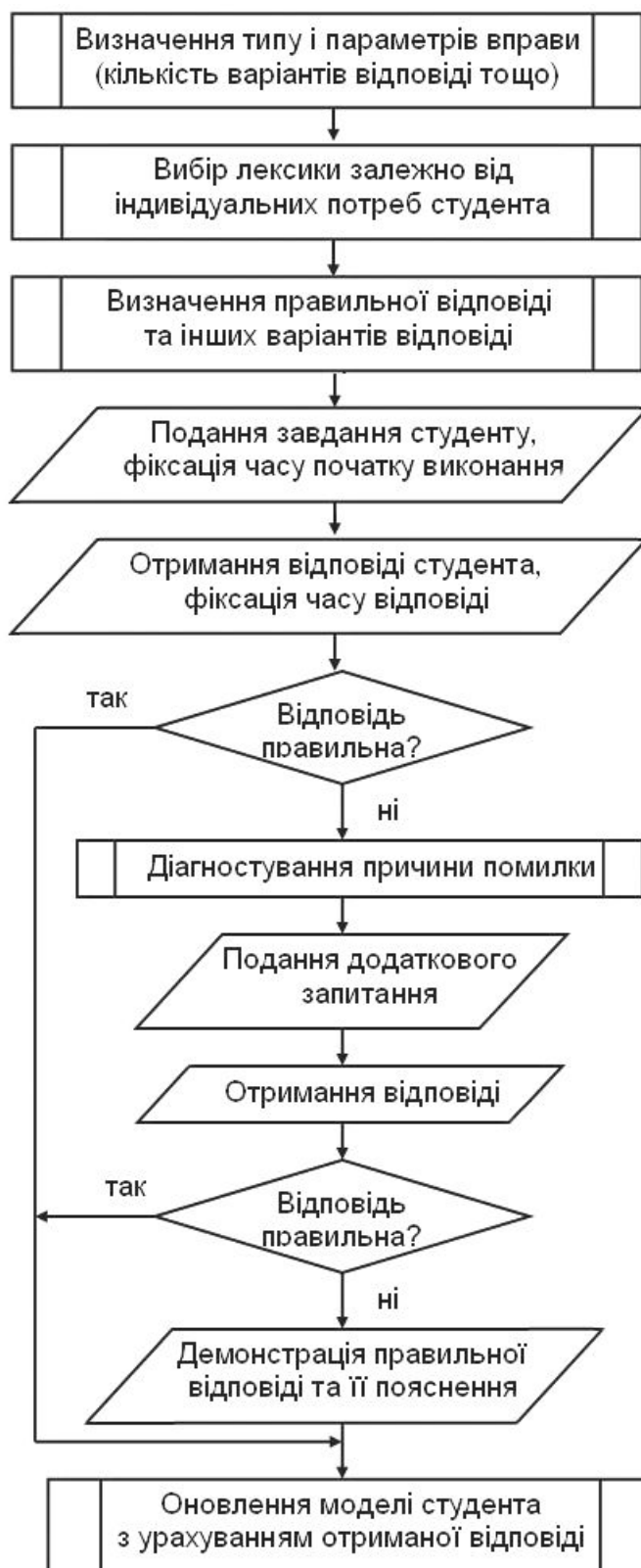


Рис. 2.7. Алгоритм створення та подання граматичних вправ

Розглянемо, яким чином задіяні окремі компоненти ЕНС при проходженні вправ студентом у режимі закріплення знань.

1. Студент входить у режим закріплення знань.
2. Підсистема управління отримує дані з МС і визначає параметри наступного кроку роботи з системою: теми завдань, їх кількість, складність, тривалість сеансу тощо.
3. Відповідно до визначених параметрів конструктор вправ створює наступне завдання з інформації, що міститься у базі знань.
4. Створене завдання разом із правильною відповіддю зберігається у робочій пам'яті.
5. Завдання надається студентові через відповідний інтерфейс.
6. Студент дає відповідь.
7. У моделі студента фіксується поточне завдання та параметри роботи з ним студента: його відповідь, витрачений час, кількість спроб тощо.
8. Підсистема діагностування визначає правильність відповіді й фіксує це в МС. За наявності помилок виконуються кроки 9–11.
9. Підсистема діагностування аналізує характер і можливі причини помилок, після чого визначає необхідну реакцію на основі інформації з МС.
10. Підсистема пояснень звертається до бази знань і надає студентові необхідні коментарі, роз'яснення, додаткові приклади.
11. У МС фіксується характер наданих пояснень.

Пп. 3–11 повторюються, доки не спливе час сеансу або доки його не перерве студент.

Четвертим етапом є **координування**. У вищенаведеному алгоритмі його відображено у кроках із 9 по 11. Координування 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 йому як частково правильна. В іншому випадку система демонструє студенту правильну відповідь, а також її пояснення, після чого відбувається перехід до наступного завдання.

П'ятим етапом є поточний і підсумковий **контроль** знань. Алгоритм тестування у режимі контролю знань подібний до алгоритму проходження навчальних вправ у режимі закріплення знань, оскільки тут оцінюється володіння тими навичками, які засвоювались і відпрацьовувались на попередніх етапах. Однак пояснення при тестуванні можуть надаватись лише в кінці всього сеансу тестування або взагалі не надаватись. Робота з певною темою чи курсом у цілому вважається завершеною, коли студентом досягається бажаний рівень знань $\delta \in (0;1]$, попередньо запланований на першому етапі циклу управління.

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 процесом навчання. Таким чином забезпечується підвищення якості навчального матеріалу в майбутньому.

2.4. Якість навчального матеріалу

Що стосується якості навчального матеріалу, для його оцінювання можна застосувати комплексний критерій якості освітніх ресурсів, запропонований А. Данченко [105, с. 5; 92, с. 35]. Цей критерій включає в себе наступні локальні критерії:

- 1) успішність;
- 2) валідність;

- 3) технологічність;
- 4) надійність.

Після аналізу описаних у цій роботі критеріїв та їхніх складових робимо висновок, що високих значень локальних критеріїв можна досягти через проведення наступних заходів (відповідно):

- 1) утримання фактичної успішності в межах діапазону, встановленого розробником курсу, за рахунок збільшення чи зменшення трудності завдань або зміни порогу мінімальної задовільної оцінки;
- 2) усунення помилок у завданнях через їх модифікацію або вилучення, внаслідок чого успішність студентів повинна залежати від їхнього рівня підготовленості;
- 3) реалізація та автоматизація зворотного зв'язку (при опрацюванні результатів навчання), а також підвищення рівнів засвоєння навчальної інформації студентами (від сприйняття і впізнавання — до синтезу);
- 4) усунення дефектів освітніх ресурсів (неясність, неточність, неповнота, непаралельність форм завдань тощо), особливо дефектів із високими рівнями пріоритету (тих, які сильно впливають на успішність і засвоюваність навчального матеріалу).

Висновки до розділу 2

У результаті аналізу існуючих типових архітектур автоматизованих навчальних систем, проектування архітектури ЕНС граматики іноземної мови і дослідження наявних підходів до декомпозиції навчального матеріалу та підвищення його якості було зроблено наступні висновки.

1. З'ясовано, що необхідними складовими ЕНС та інтелектуальних навчальних систем є інформація з предметної області, МС та модуль управління, поєднання яких дозволяє ефективно управляти процесом навчання та забезпечувати його індивідуалізацію.

2. Вирішено при проектуванні ЕНС граматики іноземної мови взяти за основу загальну архітектуру ЕНС за В. Петрушиним і модель навчального процесу за Л. Растрігіним та К. Буль.

3. Визначено, що при управлінні процесом навчання ЕНС може реалізувати етапи класичного циклу управління за А. Файоєм — планування, організація, реалізація, координування, контроль.

4. Встановлено, що при забезпеченні етапів циклу управління слід реалізувати наступні завдання (відповідно):

- 1) задання мети роботи з системою — бажаного рівня знань, а також визначення оптимального інтервалу часу між заняттями залежно від поточного рівня знань;
- 2) формування порцій навчальної інформації та тренувальних вправ залежно від індивідуальних особливостей студентів, зокрема підбір лексики відповідно до потреб та вибір оптимального типу подання інформації;
- 3) фіксація роботи студента з системою (відповіді на завдання, час на відповідь) у МС;
- 4) діагностування характеру і можливих причин помилок студента, подання підказки (демонстрації розв'язання частини поданого завдання) або правильної відповіді разом із поясненням;
- 5) оцінювання відповідей і перевірка досягнення бажаного рівня знань із теми або курсу, заданого на етапі планування.

5. З'ясовано, що при формалізації знань у предметній області доцільно провести їх декомпозицію до якомога простіших елементів, зокрема при моделюванні граматики — до перетворень при утворенні різних граматичних форм слів. Навчальний курс міститиме множину таких ЕН.

6. Визначено, що для формування траєкторій навчання необхідно встановити зв'язки між ЕН у межах теми, що показують, які ЕН потребують попереднього засвоєння інших. Взаємозалежності між ЕН може бути відображено у вигляді орієнтованого графу.

7. Вирішено, що доцільним є присвоєння окремим ЕН вагових коефіцієнтів та їх нормування в межах теми, завдяки чому засвоєння важливіших ЕН більше впливатиме на підсумкову оцінку за тему або за курс, а їх вивчення буде пріоритетним за інших рівних умов.

8. Встановлено, що для підвищення якості навчального матеріалу слід зокрема підвищити значення критеріїв успішності, валідності, технологічності та надійності за рахунок комплексу заходів, що включають у себе: керування трудністю завдань, можливість зміни порогу мінімальної задовільної оцінки, модифікацію або вилучення завдань із помилками, реалізацію та автоматизацію зворотного зв'язку, підвищення рівнів засвоєння навчальної інформації студентами, а також усунення дефектів освітніх ресурсів (особливо дефектів із високими рівнями пріоритету).

Основні результати даного розділу опубліковано у працях [101; 106; 107; 108; 109; 110].

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБЛЕННЯ ПРОДУКЦІЙНОЇ МОДЕЛІ СЛОВОЗМІНИ ФЛЕКТИВНОЇ МОВИ (НА ПРИКЛАДІ ПОЛЬСЬКОЇ)

3.1. Обґрунтування вибору польської мови при розробленні моделі словозміни флективної мови для навчальних цілей

При розробленні ІТ підтримки процесу навчання граматики іноземної мови доцільно розглядати дві складові: інваріантну, яка є загальною для різних мов, і спеціальну, яка відображає специфіку кожної мови. Що стосується спеціальної складової, для практичної реалізації створюваної нами ІТ та окремих її складових слід обрати певну флективну мову, при моделюванні якої можна буде найбільш повно розкрити потенціал ІТ і передбачити якомога більше деталей при розв'язанні поставлених завдань. Слід прагнути до універсальності моделей і методів, що розробляються для мови-прикладу, адже в подальшому вони мають стати основою для створення електронних засобів навчання інших флективних мов.

Серед сучасних європейських мов до флективних відносяться албанська, білоруська, боснійська, грецька, ірландська, ісландська, іспанська, італійська, латвійська, литовська, німецька, польська, португальська, російська, румунська, сербська, словацька, словенська, українська, французька, хорватська, чеська. У даному дослідженні для прикладу реалізації нами було обрано польську мову. Перш за все, ця мова має особливо розвинену словозміну, тож при її моделюванні буде враховано багато тонкощів, актуальних і для інших мов. Також польська мова стає дедалі більш популярною для вивчення в Україні як іноземна. Крім того, вона є спорідненою до української, що теж буде враховано при розробленні ІТ підтримки процесу навчання граматики.

Польська мова є однією з мов національних меншин нашої держави. За даними останнього перепису населення, понад 19 тисяч осіб назвали польську рідною мовою [111, с. 3]. Існують школи з польською мовою викладання.

Розроблено та впроваджено навчальні програми для вивчення польської мови як іноземної у 1–4, 1–11, 2–4, 5–9, 5–11, 5–12 класах загальноосвітніх шкіл, а також для позашкільних навчальних закладів [112; 113]. Видано підручники з польської мови для шкіл із українською мовою викладання. Лише у Волинській області протягом 2012/2013 навчального року польську викладали у 26 загальноосвітніх навчальних закладах [114]. Станом на 2016 р. ця мова викладається вже у 61 загальноосвітньому навчальному закладі та суботньо-недільних школах Волинської, 30 — Рівненської та 34 — Тернопільської областей відповідно [115]. Загалом в Україні в останні роки простежується тенденція до зростання кількості учнів, що вивчають польську мову. Наприклад, протягом 2008/2009 навчального року її як предмет вивчали понад 6,8 тис. учнів, а факультативно або в гуртках — 4,4 тис. [116, с. 25], у 2009/2010 — відповідно понад 9,2 тис. і 3,9 тис. [117, с. 2], у 2010/2011 — понад 8,3 тис. і 3,5 тис. [118, с. 173], у 2012/13 — 10,9 тис. і 7,7 тис. [119, с. 107]. У 2014/15 навчальному році польську мову як предмет вивчали вже понад 26,3 тис. учнів [120]. Крім звичайних навчальних закладів, ця мова викладається також у культурно-освітніх центрах. У 2012/13 навчальному році в Україні було 105 таких центрів [119, с. 110]. Щорічно проводиться Всеукраїнська учнівська олімпіада з польської мови [121], конкурси знавців мов національних меншин [122, с. 14].

Як іноземну її також вивчають у багатьох університетах, зокрема в Київському університеті ім. Т. Шевченка, Національному педагогічному університеті ім. М. П. Драгоманова (Київ), Київському національному лінгвістичному університеті, Київському університеті ім. Б. Грінченка, Національному університеті «Києво-Могилянська академія», Львівському національному університеті ім. І. Франка, Прикарпатському національному університеті ім. В. Стефаника (Івано-Франківськ), Східноєвропейському національному університеті ім. Лесі Українки (Луцьк), Тернопільському національному педагогічному університеті ім. В. Гнатюка, Хмельницькому національному університеті. Польська мова традиційно викладається та

користується популярністю в західних областях, проте нині її також вивчають і на сході та півдні нашої країни — у середніх, середніх спеціальних і вищих навчальних закладах Харкова (Харківський національний педагогічний університет ім. Г. С. Сковороди), Маріуполя (Маріупольський державний університет), Запоріжжя (Запорізький національний університет), Херсона (Херсонський державний університет), Одеси (Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова).

Між Польщею та Україною проводяться молодіжні обміни, організовуються міжнародні літні табори та інші культурні заходи, діють громадські організації. Крім цього, є різноманітні комерційні курси іноземних мов, де викладається польська. Популяризації мови також сприяє ділова співпраця наших держав. Існує велика кількість спільних підприємств, де, звичайно ж, вітається знання працівниками мови ділових партнерів. Із підписанням та ратифікацією Угоди про асоціацію між Україною та ЄС перспектива співпраці між нашими державами стає ще більш актуальною. Отож, природно, що з плином часу інтерес до польської мови в Україні не зменшується, а, навпаки, зростає.

Що стосується флективності польської мови, словозміна в ній є дуже розвиненою. Змінювані частини мови утворюють велику кількість флективних форм залежно від морфологічних ознак — роду, числа, відмінка, особи, виду і способу дії, часу. Скажімо, польські дієслова можуть мати до 57 граматичних форм, які виражають різні граматичні значення слова. Прикметники та прислівники утворюють ступені порівняння. Крім того, іменники мають декілька типів відміни, а дієслова — дієвідміни, що суттєво збільшує загальну кількість правил, які необхідно застосовувати при утворенні словосполучень і речень.

Що ж до специфіки викладання споріднених мов, польська є спорідненою до української, оскільки обидві ці мови належать до слов'янської групи індоєвропейської мовної родини. Як стверджує К. Тищенко [123, с. 266–267], українська та польська за словниковим складом мають 70% спільної

(морфемно тотожної та морфемно подібної) і лише 30% відмінної лексики. Схожа ситуація і з іншими слов'янськими мовами — білоруською, сербською, словацькою, чеською тощо. Це можна побачити на наступній схемі:

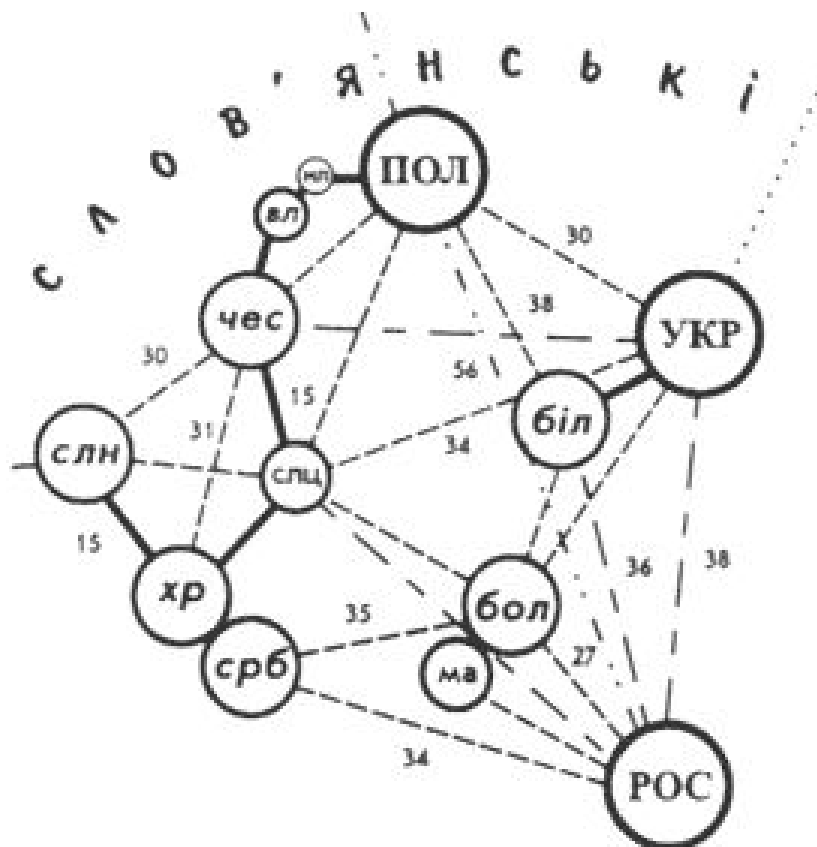


Рис. 3.1. Диференційні відстані лексиконів слов'янських мов
(з книги К. Тищенка «Метатеорія мовознавства» [123])

Отже, з огляду на вищесказане, при практичній реалізації ІТ підтримки процесу навчання граматики іноземної мови, а зокрема моделі граматики флексивної мови, будемо розробляти спеціальну (варіативну) частину для польської мови.

3.2. Аналіз існуючих моделей словозміни флективних мов

Для ефективного опрацювання природних мов зі складною словозміною необхідно розробити відповідні комп'ютерні моделі морфології кожної мови [16, с. 161]. Як уже було визначено вище, основою для розроблення електронних засобів навчання граматики може стати наявне лінгвістичне забезпечення, створене для засобів опрацювання природної мови, оскільки в ньому в тому чи іншому вигляді моделюється граматика. Для цього слід визначити, які з існуючих моделей формалізації цієї предметної області найкраще відповідають поставленій задачі.

Загалом проблему формалізації граматики природних мов досліджували Г. Детрез [42; 137], А. Залізник [71], Т. Любченко [45; 138], А. Ранта [124; 137; 149; 150; 151], І. Шевченко [44], В. Широков [43] та ін. Питанням формалізації граматики польської мови займалися зокрема М. Волінський [68; 69; 70; 74; 125; 140], Р. Волош [68; 69; 70], В. Грущинський [68; 69; 70], І. Новак-Коморовська, З. Салоні [68; 69; 70; 133], А. Сляський [126], Я. Токарський.

При моделюванні граматики флективних мов, до яких відноситься і польська, логічним є почати цей процес із формального опису морфології, або словозміни. Завдання формалізації цієї предметної області полягає в описі різноманітних правил, за якими утворюються окремі граматичні форми слів. Ці правила в подальшому будуть використані як основа і при моделюванні правил синтаксису, адже при утворенні словосполучень і речень зв'язки між словами можуть вимагати утворення певних граматичних форм.

Перш ніж аналізувати наявні моделі словозміни флективних мов, розглянемо типову задачу, з якою постійно стикається студент, що вивчає флективну іноземну мову. При висловленні думки (як усному, так і письмовому), знаючи або знайшовши у словнику необхідне слово іноземної мови, людина повинна поставити його у певне граматичне значення — відмінок, число, рід, час і т.д. Для прикладу, нехай нам необхідно поставити польське слово «*kot*» («кіт») у знахідний відмінок однини (граматична форма,

що відповідає на питання «бачу кого/що?»). Аби навчити студента самостійно розв'язувати подібні задачі, наша ЕНС граматики іноземної мови повинна:

- 1) показати кінцеву граматичну форму («*kota*»);
- 2) показати процес її утворення крок за кроком («*kot + a = kota*»);
- 3) пояснити (обґрунтувати) кожен крок розв'язання («У знахідному відмінку однини до іменників чоловічого роду, що позначають істот і закінчуються на приголосну, додається закінчення *-a*»).

З огляду на цю задачу, будемо аналізувати існуючі моделі словозміни та можливості їх застосування при розробленні ЕНС граматики.

Інформація про утворення різних граматичних форм слів на сьогоднішній день доступна для багатьох мов, для яких розроблено електронні граматичні словники та засоби морфологічного аналізу. Зокрема існує ряд моделей, які у формальному вигляді описують словозміну польської мови. Вони дозволяють ефективно розв'язувати задачі морфологічного аналізу та синтезу. Тим не менше, існуючі зараз моделі морфології, які використовуються у граматичних та орфографічних словниках і морфологічних аналізаторах, не пристосовані до цілей навчання мови. Для опанування граматики іноземної мови необхідно не просто завчити певну кількість словоформ, а й розуміти суть того, що відбувається при їх утворенні. Наявні ж моделі лише описують, а не пояснюють процес словозміни. Розглянемо детальніше ці моделі.

Морфологічний синтез, тобто утворення всіх похідних граматичних форм слів від їхніх початкових форм, є важливим завданням, перш за все, в такому напрямі застосування опрацювання природної мови, як електронна лексикографія. У розглянутих вище електронних граматичних словниках для різних мов можна побачити опис морфології, формалізований відповідно до задач цих програмних засобів. У подібних лексикографічних системах інформація про словозміну традиційно зберігається у реляційних базах даних. В основу реляційної моделі покладено поділ слів на парадигматичні класи. Слова класифікуються та групуються за типами відмінювання, і в окремих таблицях (за частинами мови) зберігаються набори закінчень граматичних форм для

кожного з типів. Реляційна модель була використана зокрема при створенні граматичного словника української мови [43, с. 80], а також при створенні граматичного словника польської мови SGJP [69]. Як зазначає М. Волінський, «усі тонкощі словозміни польської мови можуть бути враховані з допомогою уніфікованої і відносно компактної реляційної моделі» [125, с. 96].

Зупинимось докладніше на типуванні слів за їхньою словозміною, що лежить в основі реляційних моделей. У флективних мовах підходи до класифікації слів за типами відмінювання та дієвідмінювання можуть різнитися між собою глибиною та докладністю опису. Часом також є спірні питання, про які у фахівців немає спільної думки.

Наприклад, у підручниках для вивчення польської як іноземної зазвичай наводиться невелика кількість загальних типів словозміни. Зокрема в підручнику Д. Василевської і С. Кароляка подається 7 зразків відмінювання іменників жіночого роду, 3 — чоловічого, 3 — чоловічо-особового, 5 — середнього, 2 зразки відмінювання прикметників і 3 дієвідміни дієслів [127, с. 463–473]. В підручнику Я. Кротовської та інших авторів наводиться 4 відміни іменників, 3 з яких поділяються на дві групи — тверду і м'яку, а також низка прикладів чергування приголосних усередині відмін; дієслова також поділені на три дієвідміни [128, с. 493–522]. Подібна класифікація наявна і в інших підручниках із польської мови [129; 130; 131]. Іноді групу з кількох дієслів третьої дієвідміни виділяють в окрему четверту [130, с. 110; 131, с. 82].

При більш глибокому та ґрунтовному дослідженні польської морфології філологами змінювані частини мови поділяють на значно більшу кількість зразків словозміни. Наприклад, Р. Фельдштайн зазначає, що у складі звичних 3 типів дієвідміни дієслів можна виділити менші підгрупи. Хоча є лише 3 основні набори закінчень, існує близько 20 типів основ [132, с. 86]. За ще більш деталізованою класифікацією З. Салоні, у польській є 106 зразків словозміни дієслів [133]. У довіднику польських дієслів московського видавництва «Живой язык» наводиться 137 зразків дієвідмінювання [134].

Проте ані загальноприйнятих відмін і дієвідмін, що традиційно використовуються при викладанні іноземних мов, ані деталізованих класифікацій у довідниках виявляється недостатньо для повного опису всіх особливостей словозміни. Ця ситуація характерна загалом для різних флективних мов, а особливо слов'янських. Аби докладно описати всі відмінності в утворенні парадигм слів, при створенні лексикографічних систем фахівцями з комп'ютерної лінгвістики додатково вводяться численні підтипи словозміни.

Наприклад, при розробленні системи «Словники України» всі слова української мови було поділено на так звані словозмінні парадигматичні класи, всередині яких діють єдині правила словозміни за всіма без винятку категоріями. Цей поділ зокрема враховує і чергування голосних та приголосних в основі, а не лише вибір закінчення. Отже, всім словам, що належать до певного класу, однозначно відповідає той самий шаблон словозміни у всіх можливих граматичних форм. Таких класів загалом було виокремлено 2053, і близько половини з них припадає лише на дієслова [43, с. 78–79], тоді як при викладанні української мови дієслова традиційно поділяються лише на 2 дієвідміни. При застосуванні подібної деталізованої моделі для чеської мови кількість парадигматичних класів сягає близько 1500 [135, с. 93], російської — 3000 [136, с. 680]. Схожа ситуація зі збільшенням кількості класів спостерігається і при формалізації інших мов, наприклад, французької та шведської [137, с. 645], німецької [138, с. 104].

Польська мова як високофлексивна не є винятком. Зокрема за словами Г. Ягодзінського, в уже згадуваному словнику SGJP виділено понад 200 класів лише для іменників і прикметників, однак точної кількості типів словозміни не зазначено ані в самому електронному словнику, ані в документації до нього; крім того, поділ проведено за зовнішніми, поверховими ознаками [139]. Співрозробники засобу опрацювання природної мови PoliMorf, які при створенні свого програмного забезпечення використовували SGJP в якості

джерела даних, також відзначають як його ваду те, що внутрішня організація даних у цьому словнику є досить складною [140, с. 14].

Таким чином, розглянуті реляційні моделі дійсно дають можливість достатньо повного опису словозміни флексивних мов і успішно використовуються для побудови парадигматичних таблиць у електронних граматичних словниках. Сама по собі задача морфологічного синтезу ефективно реалізовується з їхньою допомогою. Однак такі програмні засоби можуть бути використані у навчальному процесі лише як інформаційно-довідкові джерела, тобто для перевірки правильності написання тієї чи іншої граматичної форми.

Натомість для опанування студентами морфології в рамках вивчення іноземної мови цих парадигматичних таблиць є недостатньо, адже інформацію щодо власне правил утворення граматичних форм із них можна вивести хіба що інтуїтивно. Що ж стосується реляційних моделей, які лежать в основі подібних програмних засобів, то поділ слів на велику кількість парадигматичних класів не лише утруднює роботу студента з ними, а й не дає можливості побачити в явному вигляді закономірності утворення конкретних граматичних форм, що потрібно при дослідженні та вивченні мови. Взагалі, за словами А. Ранта, у традиційній парадигматичній моделі «немає точного визначення парадигми та її застосування» [124, с. 16]. Таким чином, моделювання граматики з виділенням парадигматичних класів за зовнішніми ознаками словозміни, на якому базуються сучасні електронні лексикографічні системи, не враховує специфіки, притаманної процесу вивчення іноземної мови.

Тим не менше, моделі словозміни з електронних граматичних словників можуть бути використані як джерело даних при розробленні навчальних систем. Зокрема на основі даних із флексійного словника польської мови *Słownik fleksyjny języka polskiego (SFJP)*, виданого 2001 року, було створено систему дистанційної підтримки навчання польської словозміни *Flex*. Як пише її розробник М. Зьоло, поділ слів на категорії в ній зображено у вигляді дерева, де кожна вершина позначає певну властивість слова, а кожен ланцюжок від

кореня до листка відповідає певному зразку словозміни. Спочатку слова діляться на частини мови, далі — на значення класифікаційних граматичних категорій (наприклад, іменники — за родом і категорією істоти / неістоти), потім — із огляду на закінчення у відповідних граматичних значеннях (у певному відмінку тощо). Ланцюжок міток від кореня до вершини може мати різну довжину залежно від частини мови: найдовший — у дієслів, найкоротший — у незмінюваних частин мови [141, с. 17–19]. Ця модель є більш наочною, ніж розглянутий вище поділ на парадигматичні класи. Тим не менше, кількість зразків словозміни у ній також є достатньо великою — понад 440.

Загалом сучасні електронні граматичні словники надають інформацію лише про перший пункт у вищерозглянутій типовій задачі — показують кінцеві граматичних форм слів, однак неясним лишається, ані з використанням яких правил отримані ці граматичні форми, ані чому обрано саме ці, а не інші правила. Проаналізуємо, яким чином реалізовано формалізацію граматики польської мови в інших програмних засобах для опрацювання природної мови.

Морфологічний синтез для польської мови реалізовано у словнику для перевірки орфографії *ispell* [142], який містить файл із описом шаблонів словозміни та словотвору. З його допомогою можна згенерувати всі можливі граматичні форми для слів, що містяться у словнику. Кожне слово має один чи декілька «прапорців» — міток, яким у допоміжному файлі відповідають правила утворення цілої парадигми чи її частини. Через регулярні вирази описано формальні умови для автоматичної розмітки прапорцями початкових форм слів. Шаблони супроводжуються коментарями та прикладами слів, які підпадають під описані зразки. Проте в кожному шаблоні наводиться лише перелік усіх нетотожних граматичних форм без розмітки за граматичними значеннями, які вони виражають. Цієї інформації достатньо для розв'язання задачі відповідного програмного засобу (перевірки правопису), але не достатньо для створення моделі словозміни.

Грамматика флективних мов певним чином моделюється також при роботі над інструментами морфологічного аналізу. Зокрема на основі згаданого

словника *ispell* у 2006 р. було розроблено засіб *Morfologik* [143], який був розміщений у вільному доступі й пізніше використовувався в багатьох проектах із опрацювання природної мови [140, с. 16–19]. Станом на 2016 р. він містив 216992 лексем і 3475809 словоформ [144]. Словник цього інструмента морфологічного аналізу та лематизації зберігається у вигляді текстового файлу, що містить 3 колонки. Перша являє собою список граматичних форм польської мови, розташованих за абеткою, у другій колонці кожній граматичній формі поставлено у відповідність початкову форму слова, а у третій знаходяться мітки граматичних значень (відмінок іменника, час дієслова тощо), які вона виражає [145, с. 1].

Отже, у подібних засобах також міститься деяка інформація про словозміну. Проте в існуючому вигляді ці інструменти дозволяють лише аналізувати, а не синтезувати граматичні форми. Крім того, звідси, як і з розглянутих лексикографічних систем, можна почерпнути лише інформацію про утворення конкретних граматичних форм, а не пояснення процесу словозміни, необхідне для нашої моделі. Як і в попередньому випадку, це зумовлено специфікою задачі морфологічного аналізу, для якої проводилась розмітка словоформ у *Morfologik*. Тим не менше, словник цього засобу може стати корисним джерелом інформації для дослідження закономірностей у морфології, а також може бути використаний для подальшої перевірки адекватності моделі, що розробляється.

Схожа ситуація спостерігається і при формалізації граматики інших флективних мов. Зазвичай формалізація проводиться передусім не з точки зору повного моделювання власне граматичних правил, а з міркувань зручності опрацювання даних та компактного їх збереження. Це дозволяє підвищити швидкодію відповідних програмних засобів, однак утруднює потенційне використання таких моделей при створенні електронних засобів навчання іноземних мов. Такі моделі словозміни використовуються для інших задач опрацювання природної мови — морфологічний аналіз і синтез для машинного перекладу, пошук інформації в мережі Інтернет тощо. Для ефективного

розв'язання цих завдань достатньо лише фіксації кінцевих граматичних форм слів без аналізу процесу їх утворення. Через це розглянуті моделі важко використовувати у процесі навчання у зв'язку з його специфікою. Для цілей же навчання та набуття системних знань із граматики необхідно, аби правила утворення граматичних форм були наведені в явному вигляді. Це може бути реалізовано саме з допомогою ЕНС, яка пояснюватиме, яким чином будується кожна окрема словоформа і чому слова відмінюються так чи інакше.

Отже, при розробленні моделі флективної мови для цілей її вивчення і дослідження слід описувати граматику саме з використанням методів моделювання знань. У базі знань предметної області мають зберігатися не просто дані про існуючі граматичні форми, а знання про самий процес словозміни, тобто правила їх утворення. Це дозволить забезпечити прозорість і зрозумілість дій, які система виконує при розв'язанні відповідних задач, а також наочність і можливість пояснення цього процесу. Таким чином, для створення ЕНС граматики іноземної мови необхідно розробити якісно нову формальну модель граматики, яка була би придатною для опису процесу словозміни крок за кроком, а також обґрунтування кожного кроку розв'язання шляхом пояснення правил і закономірностей при утворенні граматичних форм слів.

3.3. Використання правил для опису словозміни

Загалом для формалізації граматики в якості основи доцільно обрати продукційну модель, або модель, засновану на правилах, адже і сама по собі граматика викладається через навчання студентів застосування відповідних правил. Отже, і процес розв'язання завдань системою буде найбільш наближеним до відповідних процесів прийняття рішення людиною, яка використовує цільову іноземну мову.

На думку Л. Найханової та І. Євдокимової, системи продукцій є майже єдиною моделлю подання знань, зручною для опису правил опрацювання знань [146, с. 24]. За словами Д. Поспелова, у вигляді продукцій може бути записана переважна частина людських знань, а системи продукцій за необхідності можуть реалізовувати будь-які алгоритми і, отже, здатні відображати будь-яке процедурне знання [147, с. 53]. А. Карпенко серед переваг продукційних моделей називає наочність, високу модульність, відносну простоту внесення доповнень і змін, простоту механізму логічного виведення [148, с. 10].

Моделі, засновані на правилах, у тому чи іншому вигляді вже використовуються при комп'ютерному моделюванні граматики природних мов. Наприклад, при роботі над багатомовним перекладачем європейських мов MOLTO було використано набір програмних засобів Grammatical Framework, розроблений для універсального опису природних і формальних мов. Зокрема це функціональна мова програмування, в якій морфологія та синтаксис описуються за допомогою правил. Для моделювання словозміни А. Ранта та інші співрозробники MOLTO створили та реалізували у Grammatical Framework так звану «розумну парадигму». Спершу її було використано для дослідження фінської морфології, пізніше почалась розробка і для інших мов [137, с. 651].

Суть цього підходу полягає в тому, що для кожної частини мови існує лише одна загальна функція утворення всіх граматичних форм, але ця функція має певну кількість аргументів. Система аналізує одну чи декілька заданих граматичних форм слова і після цього сама обирає необхідний повний шаблон утворення його парадигми з можливих для відповідної частини мови [149, с. 133]. Таким чином, завдяки опису загальних закономірностей у процесі словозміни немає потреби наперед знати парадигматичний клас кожного конкретного слова та вказувати цю інформацію у словнику в явному вигляді. Системі достатньо проаналізувати безпосередньо саме слово, аби передбачити утворення його граматичних форм, оскільки часто вже за цією інформацією можна визначити шаблон словозміни. Більш того, застосувавши правила, що містяться в цьому шаблоні, теоретично можна згенерувати парадигму будь-

якого слова (в тому числі неологізму), якщо тільки буде зазначено його частину мови. На відміну від традиційних моделей формалізації граматики, що використовуються в інших засобах опрацювання природної мови, процес роботи «розумних парадигм» при словозміні більш схожий на дії експерта, що має відповідні знання та може на їх основі робити деякі припущення.

При виборі шаблону словозміни система послідовно зіставляє введене слово з умовами, яким мають відповідати ті чи інші його літери. Порядок запису і проходження переліку цих умов є суттєвим. Спочатку слово перевіряється на часткові випадки, далі — на більш загальні. Для прикладу, в англійській мові всі правильні дієслова, що закінчуються на *e*, мають при дієвідмінюванні спільні правила утворення парадигми, крім випадків із закінченнями *-ie* та *-ee*. Тому спершу перевіряються дві останні літери, і лише якщо слово не підпадає під ці часткові випадки, відбувається перевірка одного останнього символу на значення *e* [150, с. 24]. Подібним чином реалізується утворення парадигм для інших частин мови.

Деякі операції є спільними для різних частин мови. Це стосується зокрема відображення чергування звуків на письмі, що було виділено розробниками Grammatical Framework у спеціальні функції, описані окремо від шаблонів словозміни. Таке розділення морфологічних і фонетичних перетворень у моделі дозволяє уникнути дублювання опису тих самих явищ для різних частин мови [150, с. 28].

У рамках загальної бібліотеки Grammatical Framework розроблено формальний опис граматики і для польської мови. Його реалізацію було розпочато І. Новак-Коморовською у 2008 р. і продовжено А. Сляським у 2009 р. [126, с. 6]. Проте в рамках проекту MOLTO для польської було розроблено тільки традиційні парадигми, про недоліки яких уже було сказано вище. Що ж стосується «розумних парадигм», станом на 2016 р. у бібліотеці Grammatical Framework містяться такі напрацювання для 29 інших мов [151]. Визначимо, наскільки доцільно взагалі застосовувати цей підхід при розробленні ЕНС граматики іноземної мови і, якщо так, яким чином.

Аналіз моделі граматики з використанням «розумних парадигм» показує, що вона, як і інші моделі, також не враховує специфіки навчання іноземної мови. Цей підхід застосовується в MOLTO саме для використання в машинному перекладі, а не для навчальних цілей. Тому основними критеріями при формалізації є універсалізація описів різних мов і мінімізація обсягу програмного коду. Коментарі, присутні у файлах із правилами абстрактної (спільної для різних мов) та конкретних граматик, призначені для фахівців із комп'ютерної лінгвістики.

Для навчання ж граматики цього опису недостатньо. Така система синтезу граматичних форм, навіть за умови доповнення її поясненнями до кожного наявного правила, дасть лише точний перелік умов для віднесення слова до того чи іншого парадигматичного класу. При цьому кількість цих класів лишається великою, тим часом як самі правила утворення конкретних граматичних форм у різних класах неодноразово дублюються. При моделюванні граматики в рамках проекту MOLTO не аналізуються загальні закономірності утворення окремих граматичних форм, спільні для різних класів, що могло би значно спростити опис морфології та зробити його більш наочним і зрозумілим.

Існує ще одна проблема, що утруднює використання підходу «розумних парадигм» у навчанні, — необхідність введення користувачем додаткових словоформ. Це не є критичним при використанні підходу лінгвістами для створення програмних засобів із опрацювання природної мови. Зокрема застосування «розумних парадигм» автоматизовує роботу лексикографів [137, с. 645], тобто людей, що є експертами в тій чи іншій мові. Під час наповнення електронного словника для них зручніше ввести дві-три ключові граматичні форми слова, ніж шукати в довіднику номер одного з десятків чи сотень парадигматичних класів. У багатьох випадках початкової форми слова вже достатньо для відтворення парадигми за цією спрощеною процедурою. Однак деякий відсоток невизначеності все ж лишається, і остаточний висновок щодо коректності визначення парадигми все одно робить людина, яка знає мову.

Іноді для точної ідентифікації шаблону словозміни необхідно ввести чотири-п'ять граматичних форм.

Схожа проблема описана і розробниками електронного граматичного словника грузинських дієслів [152], який потребує введення двох граматичних форм для дієвідмінювання, оскільки деякі ознаки визначаються лише змістом. У такому вигляді словник орієнтований на фахівців та користувачів, які добре знають мову [153, с. 105].

В експерименті з «розумними парадигмами», проведеному для іменників і дієслів англійської, шведської, французької та фінської мов, коректність парадигми, реконструйованої за однією граматичною формою, варіювалась від 76% до 97% залежно від мови та частини мови. Найкраще синтез парадигм за однією початковою формою працює для мов із високим ступенем передбачуваності морфології, таких як фінська (87% іменників і 96% дієслів [137, с. 650]).

В інших мовах частіше виникають неоднозначності, для розв'язання яких необхідно подавати на вхід не тільки початкову форму, а й одну чи більше додаткових. Це може з легкістю зробити лексикограф, який володіє мовою, але не студент, який її лише вивчає і сам шукає ці форми у спеціальних словниках. При неоднозначностях розробники також передбачили можливість вгадування повної парадигми за однією формою, засноване на статистиці частоти тих чи інших шаблонів словозміни у мові [137, с. 646], проте цей евристичний метод не завжди дає надійні результати і все одно потребує перевірки знавцем мови. Так чи інакше, для точного визначення правил не можна обійтись без додаткової інформації, введеної користувачем або попередньо включеної до складу системи.

Натомість для людини, що тільки-но починає вивчати мову, недостатньо такого механізму утворення граматичних форм слів, який лише частково спрощує цю задачу і потребує при цьому допомоги користувача. Ефективна ЕНС повинна вміти сама давати точні та однозначні відповіді на поставлені завдання, а також пояснювати їх. Отже, для цілей навчання мови описаний

підхід «розумних парадигм» при синтезі граматичних форм можна використати лише частково. Ми пропонуємо видозмінити та доповнити його таким чином, аби він відповідав задачі вивчення граматичних правил студентами і міг бути використаний при розробці ЕНС граматики.

Спершу розглянемо ті елементи підходу, які були б корисними для моделювання словозміни при створенні такої ЕНС.

Перш за все, це аналіз закінчення і основи слова при виборі шаблону словозміни (на противагу необхідності присвоєння кожному слову безпосередньо мітки парадигматичного класу). Правила, що базуються на таких зовнішніх ознаках слова, до певної міри відображають реальний процес прийняття відповідного рішення людиною-експертом. Багато з цих правил у явному вигляді описані в підручниках із граматики і використовуються при традиційному викладанні іноземних мов.

Другим важливим корисним моментом у «розумних парадигмах» є виділення правил морфологічних і фонетичних перетворень у окремі функції, що дозволяє уникнути дублювання опису тих самих явищ для різних частин мови [150, с. 28]. Це стосується, наприклад, відображення чергування звуків на письмі, що було виділено розробниками у спеціальні функції, записані окремо від шаблонів словозміни.

Ці два елементи в підсумку дають на виході більш компактний, чіткий і зрозумілий опис граматичних правил порівняно зі звичайною моделлю з парадигматичними класами, а тому їх доцільно використати і при створенні ЕНС граматики. Тепер визначимо, що необхідно змінити або додати до вищевказаних елементів підходу «розумних парадигм» при формалізації граматики для створення ЕНС на основі цієї моделі.

По-перше, було б доцільно розділити шаблони утворення цілої парадигми на правила утворення окремих граматичних форм. У нинішньому вигляді «розумні парадигми» фактично є надбудовою над вищезгаданою традиційною моделлю з поділом слів на парадигматичні класи. У цій моделі для кожного класу зазначаються правила утворення відразу всіх можливих

граматичних форм. Тим часом окремі класи часто різняться між собою лише одним чи декількома правилами, а решта інформації дублюється від класу до класу. Одним зі шляхів уникнення цього дублювання може бути використання об'єктно-орієнтованої моделі та наслідування спільних ознак між класами. Проте це рішення є спрощенням лише з технічної точки зору і саме по собі не розв'язує проблеми наочного подання правил. Як уже було сказано вище, в таких моделях не аналізуються загальні закономірності утворення окремих граматичних форм і взаємозв'язки між ними, а словозміна описується лише з чіткою прив'язкою до конкретних парадигматичних класів. Отже, розділення парадигми на окремі граматичні форми дасть можливість і позбутися надлишковості, і більш явно описати правила граматики. Крім того, зникне як така необхідність класифікувати слова за парадигматичними класами та розмічувати словник відповідними позначками.

По-друге, корисним буде змінити аргументи функції утворення граматичних форм таким чином, аби ще більш наблизити модель до реальної ситуації прийняття рішення людиною. В якості додаткових параметрів (крім початкової форми слова) доцільно використовувати такі загальні характеристики слів, які студенти з більшою вірогідністю можуть знати або знайти, вивести з контексту. У словниках зазвичай зазначається початкова форма та значення класифікаційних граматичних категорій слів. Наприклад, практично в усіх словниках польської мови (а також німецької, іспанської та інших мов) вказується рід іменника. Натомість похідні граматичні форми слова, які б могли бути використані при виборі шаблону словозміни «розумними парадигмами», рідше наводяться у словниках і з меншою ймовірністю відомі студентам. Такі форми радше самі по собі можуть бути об'єктом вивчення.

Розробники моделі словозміни румунської мови також звертають увагу на те, що визначити групу словозміни для слова, взятого без додаткової інформації (частина мови, етимологія, наголос, контекст тощо) в загальному випадку неможливо. Проте, якщо відома частина мови, а для іменників — рід, то для досить великого класу слів уже стає можливим ідентифікувати групу

словозміни [154, с. 65]. Ш. Вірк пише про подібну проблему розв'язання неоднозначностей при автоматичному визначенні шаблону словозміни в мові урду і як можливий варіант виходу з ситуації так само пропонує використання роду іменника в якості додаткового вхідного параметра «розумних парадигм» [155, с. 73].

Співрозробники «розумних парадигм» вказують на ще один вид програмних засобів для визначення шаблону словозміни — т. зв. вгадувачі (англ. *guesser*), що за певною граматичною формою намагаються вгадати парадигму і/або початкову форму слова [137, с. 652]. Ця функція застосовується зокрема в морфологічних аналізаторах. Такі засоби теж аналізують безпосередньо саме слово. Існують вгадувачі для чеської [156], німецької [157], польської [158] та інших мов.

Отже, при утворенні граматичних форм доцільним буде використовувати початкові форми та інформацію про класифікаційні граматичні категорії слів. Визначимо ознаки, з допомогою яких можна буде зняти неоднозначності при відмінюванні слова за початковою формою. Наприклад, для польського іменника на вибір правил утворення граматичних форм того чи іншого слова впливають передусім такі характеристики, як його рід (в орудному відмінку: *kos* (ч. р.) → *koset*, *nos* (ж. р.) → *nosą*) і категорія істоти / неістоти (у знахідному відмінку: *kot* (істота) → *kota*, *plot* (неістота) → *plot*). Однак і цих ознак буває недостатньо. Як справедливо зауважує А. Сляський, у польській мові багато прикладів часткової омонімії, коли з початкової форми неможливо згенерувати правильну словозміну іменників, навіть зазначивши граматичний рід [126, с. 31–32].

У ході аналізу навчальної й довідкової літератури з граматики польської мови нами було визначено зокрема такі додаткові ознаки, що можуть бути важливими для вибору правил в окремих випадках: походження слова — питома польське чи іноземне (у давальному відмінку: *ziemia* (польське) → *ziemi*, *akademia* (грецьке) → *akademii*); так звана конкретність / абстрактність (у родовому відмінку: *bal* («колода») → *bala*, *bal* («бал») → *balu*). У ході

подальшого аналізу утворення граматичних форм для цієї та інших флексивних мов можуть бути визначені та сформульовані також інші додаткові ознаки. Такі ознаки слів, як і традиційні мітки частин мови, так само можна зберігати у базі знань, а їх використання також уподібнює процес синтезу граматичних форм системою до дій людини.

Таким чином, при словозміні поданого слова система буде керуватися:

- 1) аналізом початкової форми;
- 2) класифікаційними граматичними категоріями;
- 3) додатковими ознаками, визначеними в процесі аналізу словозміни заданої мови.

Всі правила, що визначають вибір закінчень і суфіксів, називатимемо власне морфологічними правилами. Вони застосовуватимуться на першому етапі синтезу граматичних форм. Натомість на другому етапі, коли вже визначено необхідні морфологічні складові граматичної форми, задіюватимуться фонологічні правила, котрі, як було визначено вище, доцільно записувати окремо від морфологічних. Вони відповідають за коректну інтеграцію визначених компонентів і стосуються відображення на письмі перетворень, що відбуваються, наприклад, при зміні закінчення слова (пом'якшення *k*: *jablko* + *em* → *jabłkiem*, позначення м'яких звуків перед голосними: *koń* + *a* → *konia* тощо).

Як морфологічні, так і фонологічні правила, що використовуються при синтезі граматичних форм, повинні мати коментарі та за потреби демонструватися студенту. Ці коментарі входитимуть до складу підсистеми пояснень. Розробка та використання такої моделі дозволить не лише створювати та розв'язувати, а й пояснювати різноманітні навчальні вправи з морфології.

Отже, на відміну від підходу «розумних парадигм», узятого за основу, нами пропонується:

- виділення окремих правил утворення конкретних граматичних форм;

- використання при словозміні інформації, що міститься у традиційних словниках, та додаткових ознак.

Все це дозволяє структурувати знання для ефективного логічного виведення в ЕНС та наблизити модель словозміни до реального процесу прийняття рішення людиною. Розробляючи алгоритм розв'язувача, більш подібний до логіки експерта, ми також робимо процес морфологічного синтезу простішим для пояснення студентам.

Більш того, відхід від опрацювання парадигми в цілому відкриває нові можливості для дослідження граматичної структури мови. На основі інформації, отриманої при декомпозиції морфологічних правил, можуть бути розроблені нові підходи до викладання граматики. Для цього слід проаналізувати конкретні граматичні значення та відповідні словоформи й виділити базові елементи морфологічних правил і перетворень (наприклад, додавання певних закінчень, чергування $t \rightarrow \acute{c}$, зміна позначення на письмі $\acute{n} \rightarrow ni$ перед голосними) — так звані елементарні перетворення. При описі словозміни використовуватимуться різні комбінації, ланцюжки таких елементарних перетворень. Саме ці ланцюжки забезпечать моделювання процесу словозміни крок за кроком.

Ми також маємо дослідити, які з виділених елементарних перетворень є спільними та відмінними для різних шаблонів словозміни, й визначити чинники, що впливають на їх вибір (до яких слів, у яких саме випадках і чому застосовується кожне перетворення). Крім того, після визначення базових елементів у моделі предметної області ми зможемо проаналізувати, де і як часто кожен із них з'являється в певному наборі слів і наскільки важливим він може бути для певного студента. Беручи до уваги цю інформацію, можна буде побудувати ієрархію навчальних елементів, відбирати конкретні слова для занять із заданої теми і будувати логічні навчальні траєкторії, знаючи, які правила мають бути вивчені раніше від інших.

Зворотний зв'язок на основі такої моделі мови повинен забезпечити індивідуалізацію навчального процесу в двох аспектах.

Перш за все, ми зможемо більш точно аналізувати суть і причини помилок студентів. У рамках традиційної моделі з шаблонами словозміни важко виявляти та реагувати на труднощі студентів у застосуванні окремих компонентів складного процесу словозміни, наприклад, у чергуванні звуків. Декомпозиція кожного процесу до елементарних правил дозволить вирішити цю проблему.

По-друге, ми зможемо аналізувати взаємодію лексики та граматики й створювати індивідуальні навчальні траєкторії на основі частоти появи певних правил у заданому словнику (який може залежати від потреб студента) і навпаки. Таким чином, студент матиме можливість одночасно розвивати граматичні навички та вивчати фахову лексику.

3.4. Розроблення продукційної моделі словозміни флективної мови (на прикладі польської)

Першочерговою метою розроблення моделі словозміни є покроковий опис цього процесу в зрозумілому та наочному вигляді. Також повинна забезпечуватись можливість автоматичного підбору слів, у яких при словозміні відбуваються ті чи інші явища, для генерації навчальних вправ, прикладів і тестових завдань із граматики, що дозволить значно спростити цей процес.

З огляду на необхідність декомпозиції знань у предметній області до найпростіших елементів було вирішено виділити у процесі словозміни так звані елементарні перетворення. Це окремі зміни в написанні слова, що відбуваються при утворенні граматичних форм, такі як додання, вилучення або заміна літери чи послідовної групи літер. Такі перетворення можуть відбуватися при словозміні конкретних слів самі по собі або поряд із іншими. Комбінації цих перетворень повинні дозволяти утворити будь-яку граматичну форму слова від початкової, моделюючи цей процес крок за кроком.

При моделюванні процесу словозміни прийнято за доцільне виводити перетворення, аналізуючи масиви граматичних форм слів, наявні в засобах опрацювання природної мови. Такий підхід було обрано на противагу формулюванню правил на основі теоретичних знань із доступних літературних джерел. Наповнення бази знань «від даних» добре тим, що побудовані таким чином правила гарантовано охоплюють усі слова, на яких проводився аналіз. У подальшому ж із поступовим збільшенням кількості проаналізованих слів така модель може ітераційно оновлюватись.

Слід зазначити, що оскільки самі по собі морфологічні перетворення моделюються в існуючих засобах із опрацювання природної мови, проблема виведення перетворень на основі набору граматичних форм деякою мірою вже описана в літературі. Відомо, що за наявності даних, підготовлених певним чином, морфологічні перетворення можуть бути виведені автоматично. Наприклад, О. Чеусов описує алгоритм автоматичної генерації списку морфологічних перетворень зі словників словоформ, розмічених за граматичними значеннями. Цей алгоритм покликаний зокрема спростити синтез граматичних форм і перехід від однієї словоформи до іншої [159, с. 673]. Однак тут, як і в парадигматичній моделі, до уваги беруться зовнішні ознаки слів і не аналізуються причини застосування окремих перетворень, чого цілком достатньо, наприклад, для машинного перекладу й інформаційного пошуку, але не достатньо для навчання мови.

У нашому випадку моделювання словозміни іменників польської мови через елементарні перетворення проводилось наступним чином. Спершу було визначено початковий обсяг слів, словозміну яких моделюватиме наша система. При цьому вирішено в першу чергу брати ті слова, які найчастіше зустрічаються в сучасній мові.

Лінгвісти вираховують середню частоту вживання кожного окремого слова в певній мові на основі дослідження великої кількості текстів. Зокрема вчені В. Френсіс і Г. Кучера, проаналізувавши в 1982 році англomовні тексти загальним обсягом 1 млн. слів, виявили, що перша тисяча найбільш уживаних

слів покриває 72% текстів [160]. Якщо ж обмежити діапазон аналізу текстами середнього рівня складності (наприклад, газетні статті) чи короткими оповіданнями, ця величина може зрости до 84,8% [161, с. 12]. Схожа ситуація спостерігається також і з багатьма іншими європейськими мовами.

Дані, отримані внаслідок роботи з оригінальними текстами польською мовою (понад 8 млн. слів), подані у вищезгаданому словнику для перевірки орфографії ispell [142], підтверджують, що з цією мовою ситуація є подібною. Перша тисяча найуживаніших польських слів покриває 76,4% текстів. А для розуміння 2/3 слів у текстах достатньо опанувати 535 лексичних одиниць. Докладнішу інформацію наведено в наступній таблиці:

Таблиця 3.1

Відсотки покриття тексту найбільш частотними словами польської мови
(згідно даних словника ispell)

Кількість слів	Відсоток покриття	Кількість слів	Відсоток покриття
50	35,77%	800	72,85%
100	43,97%	900	74,72%
150	49,06%	1000	76,42%
200	52,93%	1500	82,91%
250	55,97%	2000	87,27%
300	58,50%	2500	90,41%
350	60,63%	3000	92,79%
400	62,49%	3500	94,68%
450	64,16%	4000	96,21%
500	65,67%	4500	97,45%
600	68,40%	5000	98,45%
700	70,78%	6000	99,85%

Переліки найбільш уживаних слів польської мови можна також знайти у інших частотних і тематичних словниках, зокрема [162], [163] та [164]. Аналогічні джерела існують і для багатьох інших мов.

У нашому випадку було використано частотний словник Є. Казойча, укладений у 2011 р. на основі корпусу текстів із сучасних популярних, художніх, навчальних і наукових видань [165], із якого вибрано 1000 найбільш частотних слів польської мови. Серед них виявилось 356 іменників.

З метою подальшої перевірки точності моделі, що розробляється, було створено еталонну базу даних для збереження всіх можливих граматичних форм слів.

У спроектованій базі даних кожній частині мови відповідає окрема таблиця. Для обраних нами 356 іменників спершу було наповнено відповідну таблицю їхніми початковими формами (формами називного відмінка однини) із зазначеного частотного словника. Далі таблицю було доповнено всіма граматичними формами цих іменників, витягнутими автоматично (з допомогою розробленого алгоритму) зі словника морфологічного аналізатора польської мови Morfologik [143].

Проте складністю при використанні цього засобу в якості джерела даних є те, що він був створений як засіб саме для морфологічного аналізу, а тому містить не лише літературні граматичні форми, а й деякі популярні просторічні форми, що вживаються в поточному розмовному мовленні. Вони були включені до Morfologik, оскільки їх урахування підвищує загальну якість аналізу текстів польською мовою, отриманих із різних джерел, зокрема з Інтернету.

Тож після наповнення бази даних на основі даних зі словника морфологічного аналізатора її зміст потребує подальшої перевірки для забезпечення правильності граматичних форм із точки зору літературної норми. Однак при можливості генерації бази даних безпосередньо з джерела, що містить лише правильні словоформи (наприклад, електронного граматичного словника), цей крок може бути пропущений.

У нашому випадку верифікацію отриманих граматичних форм було здійснено вручну (через неможливість автоматичної генерації) з використанням електронного граматичного словника польської мови SGJP [68] та електронного словника KSJP PWN [166]. В результаті цього в базі даних залишились тільки літературні граматичні форми.

Фрагмент таблиці граматичних форм для 356 найчастотніших іменників польської мови наведено в табл. 3.2:

Таблиця 3.2

Фрагмент еталонної таблиці граматичних форм іменників

ID	SgN	SgG	SgD	...	SgV	PIN	...	PIV
1	adres	adresu	adresowi	...	adresie	adresy	...	adresy
2	atak	ataku	atakowi	...	ataku	ataki	...	ataki
3	autor	autora	autorowi	...	autorze	autorzy, autory	...	autorzy, autory
4	babcia	babci	babci	...	babciu	babcie	...	babcie
5	blask	blasku	blaskowi	...	blasku	blaski	...	blaski
6	błąd	błądu	błędowi	...	błędzie	błędy	...	błędy
7	bok	boku	bokowi	...	boku	boki	...	boki
8	Bóg	Boga	Bogu	...	Boże	Bogowie, Bogi	...	Bogowie, Bogi
9	ból	bólu	bólowi	...	bólu	bóle	...	bóle
10	brak	braku	brakowi	...	braku	braki	...	braki
...	...	...	...	...	...	...	...	...
353	żal	żalu	żalowi	...	żalu	żale	...	żale
354	żołnierz	żołnierza	żołnierzowi	...	żołnierzu	żołnierze	...	żołnierze
355	żona	żony	żonie	...	żono	żony	...	żony
356	życie	życia	życiu	...	życie	życia	...	życia

У цій таблиці поле ID містить порядковий номер слова, наступні поля — всі його граматичні форми в однині (SgN ... SgV) та множині (PlN ... PlV) за відмінками. Початкові форми містяться в полі SgN.

Далі було досліджено явища, що відбуваються у процесі утворення наявних похідних граматичних форм іменників (SgG ... PlV) від їхніх початкових форм. Після цього було проведено декомпозицію цього процесу з метою виділення елементарних перетворень на основі наявного набору граматичних форм слів.

Моделювання процесу словозміни проходило ітераційно в напіваавтоматичному режимі. Спершу формально описувались окремі елементарні перетворення. Вони були сформульовані на основі інформації з підручників і граматичних довідників польської мови (зокрема [127] і [128]), після чого їх було описано як окремі методи мовою програмування C# із використанням регулярних виразів.

Після цього через спеціально розроблений інтерфейс додання ланцюжків перетворень проводилися спроби змоделювати утворення граматичної форми слова від початкової. Якщо введена вручну послідовність перетворень приводила до утворення граматичної форми, записаної в еталонній таблиці, такий успішний ланцюжок додавався до бази даних. Якщо ж перетворень, описаних досі, було недостатньо, описувались нові перетворення, після чого спроби моделювання повторювались. При наступних ітераціях система спочатку перебирала вже наявні в базі даних ланцюжки, і лише в разі неуспіху відбувалося введення послідовності перетворень вручну. Таким чином було отримано ланцюжки перетворень для всіх граматичних форм визначеного набору слів.

Для заданого обсягу в 356 найчастотніших іменників у підсумку виділено 75 перетворень, які позначено та згруповано наступним чином (табл. 3.3):

Елементарні перетворення для 356 найчастотніших іменників польської мови

Тип	Група	Елементарні перетворення
1	відкидання закінчення	–a, –e, –ę, –o, –um
2	додання закінчення	+a, +a, +ach, +ami, +e, +ego, +em, +emu, +ę, +i, +im, +mi, +o, +om, +oma, +owi, +owie, +ów, +u, +y, +yma
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, część→częć, ćc→c, d→dź, dszcz→dżdź, dz→ż, dźń→dń, el→oł, ę→a, 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→ż, ź→zi
8	зміна основи слова	—

Останнє перетворення («зміна основи слова») стосується слів, у яких похідні граматичні форми утворюються від іншої основи. Воно полягає в заміні цієї основи (наприклад, *człowiek*→*ludzie*), після чого при словозміні можуть бути застосовані інші стандартні перетворення з таблиці.

Окремо слід враховувати і випадки, коли граматична форма слова не утворюється взагалі (наприклад, іменники, для яких існують тільки форми однини або множини), а також коли граматична форма слова тотожна його початковій формі.

Виділені елементарні перетворення було пронумеровано і позначено як T001 ... T075, а їхні ланцюжки були також записані в базу даних до окремої таблиці, фрагмент якої наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Фрагмент таблиці ланцюжків елементарних перетворень для іменників

ID	NounID	GM	Chain
4616	356	SgG	T002T006
4617	356	SgD	T002T024
4618	356	SgI	T002T012
4619	356	SgL	T002T024

Поле ID містить номер ланцюжка, NounID — порядковий номер іменника, GM — відмінок, Chain — ланцюжок перетворень. У наведеному фрагменті подано ланцюжки для утворення граматичних форм слова «*życie*» (номер 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 (наприклад: *wieczór* → *wieczóru* → *wieczoru*), а також проводити через SQL-запити за номером перетворення вибірку саме тих слів, у яких відбувається конкретне чергування звуків, випадіння голосних, додання певного закінчення тощо. Завдяки цьому стає можливо автоматично генерувати приклади, вправи і тестові завдання відповідно до теми заняття.

Однак використання підходу з елементарними перетвореннями поки що реалізовує лише другий пункт із типової задачі постановки слова в задане граматичне значення, розглянутої в підрозділі 3.2. Завдяки цій моделі вже можна побачити процес утворення граматичних форм крок за кроком. Однак

вона ще не пояснює кожен крок розв'язання, тобто не дає знання про те, за яких умов і в яких комбінаціях слід застосовувати визначені елементарні перетворення до конкретних слів. Ця інформація може бути визначена або на основі теоретичних знань про мову, що міститься у навчальних і довідкових джерелах, або емпіричним шляхом у результаті аналізу парадигм слів.

У нашому випадку дослідження проводилось наступним чином. Спершу проводилась вибірка за окремими граматичними значеннями (наприклад, орудний відмінок однини). У результаті цього отримано списки перетворень, які було застосовано хоча б до одного слова при утворенні відповідної граматичної форми. Потім для кожного з отриманих перетворень обрано всі слова, до яких воно застосовується, і знайдено спільні характерні ознаки, наявні в цих слів (наприклад, який рід мають іменники, істоти це чи неістоти тощо).

Такі ознаки вирішено називати *елементарними умовами*.

Елементарна умова — це найпростіша умова, яка сама по собі чи в поєднанні з іншими може впливати на вибір і застосування того чи іншого елементарного перетворення при утворенні граматичних форм слів. Такими умовами є значення класифікаційних граматичних ознак (рід; категорія істоти / неістоти), значення вищезгаданих додаткових ознак слова (походження; конкретність / абстрактність), а також наявність у слові певних звуків і літер (характер основи; звуки, що чергуються).

Проте при цьому необхідно перевіряти, чи визначена ознака завжди приводить до застосування заданого перетворення. Якщо це так, то на цьому етапі вже можна сформулювати нове правило словозміни і додати його до бази знань. В іншому ж разі необхідно продовжити пошук характерних ознак, а також дослідити їх поєднання, оскільки в багатьох випадках знання лише однієї ознаки слова (наприклад, лише роду іменника або лише закінчення) недостатньо для визначення його словозміни.

Під *граматичним правилом* будемо розуміти закономірність, яка визначає можливість або необхідність застосування одного з елементарних перетворень за виконання однієї з елементарних умов.

Дослідивши, що саме впливає на вибір тих чи інших перетворень при утворенні граматичних форм іменників, було виділено наступні елементарні умови: 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:

$$i = \langle Q; A \rightarrow B \rangle, \quad (3.1)$$

де i — ім'я продукції;

Q — сфера застосування;

A — умова продукції;

B — дія при виконанні умови.

Загалом у таких правилах ліва частина описує певну ситуацію, а права — ті дії чи висновки, які треба зробити, якщо має місце описувана ситуація [146, с. 26].

У нашому випадку сферою застосування є певний відмінок; серед умов продукцій — частина мови, класифікаційні граматичні категорії, закінчення та основа слова, а також додаткові характеристики (наприклад, походження слова); діями при виконанні умови є застосування певного перетворення.

Після формального опису правил можна також записати пояснення до кожного з них у словесному вигляді. Ці пояснення та коментарі будуть використані пізніше у процесі навчання. Якщо студент зіштовхнеться з труднощами при застосуванні певного правила (що може бути визначено з його відповідей), система намагатиметься прояснити незрозумілі моменти шляхом виведення на екран відповідних пояснень.

Наприклад, правила для утворення знахідного відмінка однини можна подати у формальному та словесному вигляді 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. Для відбору правил, які повинні застосовуватись у першу чергу, визначено наступні пріоритети (в порядку спадання):

- 1) відкидання закінчення;
- 2) додання закінчення;
- 3) додання суфіксів;
- 4) зміна позначення звуків на письмі;
- 5) чергування, випадіння та вставка звуків.

3.5. Використання розробленої моделі словозміни при навчанні граматики

Розглянемо структуру типової вправи зі словозміни. За словами О. Пруцкова, при вивченні морфології та словотвору завдання зазвичай мають на меті три цілі навчання:

- 1) навчити відмінювати іменники і прикметники або дієвідмінювати дієслова;
- 2) навчити визначати початкову (основну) форму слова за довільними;
- 3) навчити визначати за довільною формою слова непостійну морфологічну інформацію (відмінок, число, особу тощо) [65, с. 19].

Таким чином, у вправах із морфології присутні три основні елементи:

- 1) початкова форма слова;
- 2) граматичне значення;
- 3) граматична форма слова, що утворюється при постановці (1) у (2).

Перша з вищенаведених цілей навчання полягає у знаходженні одного невідомого елемента процесу словозміни за умови, що два інші відомі. Наступні ж вчать визначати (1) і (2) при відомому значенні (3). Ці задачі слід реалізувати і в ЕНС, що розробляється.

До традиційних труднощів процесу розробки електронних засобів навчання іноземних мов можна віднести необхідність створення тренувальних вправ і тестових завдань із граматики вручну, що є часо- і працемістким процесом. При потребі відпрацювати певне граматичне правило чи оцінити його знання студентом раніше доводилося шукати і вводити вручну слова для кожного прикладу і завдання. Так само ручного введення потребували правильні відповіді, а також додаткові (неправильні) варіанти відповіді в тестових завданнях із множинним вибором. Відповідно і обсяг прикладів та вправ завжди обмежувався тим набором, який був закладений у курс початково.

Використовуючи ж модель словозміни, описану в попередніх підрозділах, можна спростити та пришвидшити процес підбору прикладів та створення вправ і суттєво розширити їхні можливості. Це можливо зробити, автоматизувавши процес підбору початкової форми слова і його необхідної граматичної форми, а також реалізувавши генерацію інших варіантів відповідей.

Перш за все, при створенні вправи для цілі навчання (1) правильна відповідь, тобто необхідна граматична форма слова, може бути отримана з вищеописаної бази даних шляхом вибірки з відповідної колонки.

Інші (неправильні) варіанти відповіді можуть бути взяті з колонок, які містять інші граматичні форми того самого слова. Проте при цьому слід проводити перевірку, чи не збігається форма-претендент із правильною

відповіддю, позаяк у деяких відмінках граматичні форми утворюються однаково для багатьох слів (це явище називається синкретизмом форм).

Проводячи вибірку, ми можемо отримати списки слів, до яких застосовується певне правило. При створенні прикладу або вправи з відповідної теми можна обрати будь-яке слово або слова з такого списку. Самі ж слова для відмінювання можуть бути вибрані довільним чином із-поміж усіх слів, які містить словник системи, тобто база даних слів.

Така автоматична генерація прикладів і вправ не лише полегшує процес створення вправ і тестів із унікальними завданнями, а й дозволяє нам обирати певні слова, ґрунтуючись на потребах або вподобаннях студентів. Аби досягти цього, нам слід позначити лексику у словнику ЕНС відповідними мітками, які показують належність кожного слова до тієї чи іншої предметної області. У будь-якій природній мові є слова, що відносяться до лексики загального вжитку, а деякі слова можуть бути віднесені до певних тем, спеціальностей тощо. Позначення словника такими мітками дозволить індивідуалізувати процес навчання в нашій ЕНС.

Крім того, вибірка всіх слів, до яких застосовуються певні перетворення, може бути корисною не лише при наповненні електронних курсів, а й при підготовці викладачами звичайних (паперових) контрольних завдань і прикладів, а також для подальшого аналізу процесів, що відбуваються в мові, фахівцями з філології.

Що стосується послідовності тем при викладанні граматики, вона залежить від мови і методики викладання та описана у спеціальній літературі.

Наприклад, при викладанні польської мови у ВНЗ на гуманітарних факультетах подання граматики в основному курсі починається з граматичних категорій змінюваних частин мови та утворення форм цих категорій [167, с. 8–9]. Зокрема для іменника це категорія роду, числа, відмінка, істот і неістот. Також розглядається питання утворення граматичних форм залежно від фонетичних особливостей слів, тобто характеру приголосних, на які закінчується основа, та чергування в ній голосних і приголосних.

У програмі навчання польської мови як іноземної, виданому на факультеті полоністики Ягеллонського університету в Кракові, визначено наступні питання з морфології, необхідні для вивчення на рівні A1:

- 1) відмінювання іменників у однині (називний, родовий, знахідний, орудний, місцевий відмінки) та множині (називний відмінок нечоловічоособового роду, орудний і місцевий відмінок);
- 2) відмінювання займенників;
- 3) відмінювання прикметників (називний, родовий, знахідний, орудний, місцевий відмінки) та множині (називний відмінок нечоловічоособового роду, орудний і місцевий відмінки);
- 4) Н.в. кількісних і порядкових числівників;
- 5) функції відмінків у однині та множині (називний, родовий, знахідний, орудний, місцевий відмінки);
- 6) дієвідмінювання дієслів [168, с. 18–19].

Аналогічні вимоги та навчальні програми з докладним описом послідовності вивчення граматичних тем за різними методиками можна знайти і для інших флективних мов.

Оскільки в кожному ВНЗ, в кожному підручнику та у кожного викладача навчальна програма трохи відрізняється, а користувачі можуть мати свої індивідуальні потреби, доцільно реалізувати модуль створення вправ із урахуванням якомога ширшого діапазону можливостей. Зокрема для викладачів має бути реалізовано можливість налаштування зв'язків між окремими ЕН.

Що стосується діагностування помилок із використанням розробленої моделі словозміни, це теж стає можливо за рахунок декомпозиції процесу словозміни до елементарних перетворень. Маючи ланцюжок перетворень, необхідний для утворення правильної граматичної форми, можна утворити різні помилкові форми шляхом застосування лише окремих перетворень із цього ланцюжка. Це моделює ситуації, коли студент не знає чи забуває застосувати окремі перетворення при словозміні. Наприклад, додано правильне закінчення, але не враховано чергування звуків або випадіння голосного.

Нехай необхідно поставити польське слово «*brew*» («брова») в орудний відмінок. Послідовність утворення правильної форми містить наступні кроки:

- 1) додання закінчення *+ą*;
- 2) вставка голосного *-i-* (пом'якшення приголосного *w*);
- 3) випадіння голосного *-e-*.

В результаті цього одержуємо правильну граматичну форму *brwiał*. Однак, якщо студент при словозміні не застосує другого і/або третього кроку, він може утворити такі помилкові форми, як *brewą* (застосовано лише 1 крок), *brewiał* (застосовано 1 і 2 крок), *brwą* (застосовано 1 і 3 крок).

Одержавши ряд таких форм, можна зіставити з ними відповідь студента при помилці. Визначивши, яку саме з цих форм утворив студент, робимо висновок, які перетворення засвоєні ним добре, а які — ні.

Висновки до розділу 3

1. При розробленні моделі словозміни флективної мови для навчальних цілей у якості прикладу було обрано польську мову. Цей вибір зроблено з огляду на розвинену словозміну цієї мови, її популярність при вивченні в Україні як іноземної, а також спорідненість до української мови.

2. У результаті аналізу існуючих моделей формалізації граматики польської та інших флективних мов встановлено, що сучасні підходи до формалізації граматики польської мови дозволяють ефективно розв'язувати задачі морфологічного аналізу та синтезу (в граматичних словниках), однак не підходять для цілей навчання мови, оскільки у досліджених моделях відсутні пояснення правил і закономірностей при утворенні граматичних форм.

3. З метою формалізації граматики польської мови для навчальних цілей запропоновано виокремити у процесі словозміни найпростіші елементи — т. зв. елементарні перетворення, а також визначити умови, що впливають на їх вибір.

4. Спроековано еталонну базу даних для збереження всіх можливих граматичних форм польських слів за частинами мови з метою подальшої перевірки точності моделі, що розробляється.

5. За допомогою 75 виділених елементарних перетворень повністю змодельовано словозміну 356 іменників із початкового обсягу в 1000 найчастотніших слів польської мови.

6. 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.

7. В результаті досліджень уперше розроблено продукційну модель словозміни флексивної 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.

Основні результати даного розділу опубліковано у працях [169; 170; 171; 172; 173; 174; 175; 176; 177].

РОЗДІЛ 4

СИНТЕЗ І ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛІ СТУДЕНТА ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ НАВЧАННЯ ГРАМАТИКИ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ

4.1. Вибір типу та структури моделі студента

Така складова ЕЗН, як модель студента (модель учня; модель особи, що навчається; надалі — МС), покликана зробити управління процесом навчання більш гнучким і враховувати індивідуальні характеристики кожного студента. За словами А. Федосова, створення МС, на основі якої система буде формувати свою реакцію на поведінку користувача, є необхідним для побудови адаптивної навчальної системи. В широкому сенсі під МС розуміють знання про ОН, які використовуються для організації процесу навчання [178, с. 421–422]. Загалом МС є способом подання і зберігання сукупності особистих характеристик користувача, яка, крім статичної інформації про ОН, повинна включати в себе також інформацію про кінцеву мету навчання та поточні результати навчальної діяльності [96, с. 316].

Ще наприкінці 1970-х рр., із появою та поширенням систем штучного інтелекту в навчанні, у структурі програм передбачалась так звана модель учня, що містила різноманітні відомості про учня та характеристики його взаємодії з програмою. Визначення навчальної траєкторії учня, оцінювання та прогнозування його наступних кроків здійснювалося на основі моделі знань у даній ПО [179]. На сучасному етапі розвитку засобів із елементами штучного інтелекту, за словами М. Шишкіної, визначальною особливістю МС стає індивідуалізація: програма не однаково взаємодіє з усіма студентами, як це було раніше, а враховує попередній досвід, самонавчається під час взаємодії з учнем [180]. А. Карпенко зауважує, що в нинішній час моделювання особи, що навчається, можна вважати самостійним напрямком розвитку штучного інтелекту [148, с. 19].

Г. Атанов зазначає, що існують три точки зору, з яких можна розглядати моделювання особи, що навчається, або наші знання про неї:

- 1) знання про те, яким студент є;
- 2) знання про те, яким ми хочемо його бачити;
- 3) знання про те, яким ми його можемо побачити [20, с. 111].

Ці знання називають відповідно поведінковою (динамічною, поточною) МС, нормативною МС та моделлю помилок [21, с. 87–89].

В експертних системах навчального призначення моделювання діяльності особи, що навчається, ґрунтується на знаннях [61, с. 287]. Тут МС тісно пов'язана з моделлю знань предметної області і відповідною базою знань. Тож під поняттям «модель студента» часто розуміють саме модель знань студента у предметній області. Проте це лише один із можливих підходів до опису діяльності студента.

У численних працях, присвячених побудові МС, описано такі необхідні та можливі її складові:

- знання студента [22; 23; 148; 181; 182];
- вміння і навички студента [22; 23; 148];
- виконання завдань [22; 23];
- структуру курсу [22; 23];
- метод / стратегію навчання [22; 23];
- цілі навчання студента [181; 182];
- початкові знання [181; 183];
- знання в інших предметних областях, необхідних для вивчення курсу [181];
- рівень володіння робочою мовою системи [181];
- особистісні (психологічні) характеристики студента [22; 23; 148; 181];
- швидкість / стиль навчання [22; 23; 183];
- здібності до навчання [22; 23; 148; 183];

- загальна (ідентифікаційна) інформація про користувача [22; 180; 183].

У [182, с. 73] також відзначається, що МС повинна включати в себе інформацію про особливості подачі навчальних матеріалів і вибору контрольних завдань і питань, а також про правила зміни МС за результатами роботи зі студентом.

У дослідженні [23] проведено огляд близько 50 різних МС. Авторка констатує, що всі 100% проаналізованих моделей містять параметр «рівень знань», адже саме наявність знань є базою для розв'язання конкретних задач або ситуацій. Однак такий показник, як рівень умінь і навичок, враховується лише у близько 15% розглянутих моделей, хоча насправді він є не менш важливим із точки зору засвоєння і освоєння предметної області. У пізнішому дослідженні з аналізом 16 різних МС цей параметр містили 25% моделей. Крім того, авторка зауважує, що на результати навчання впливають не лише знання і навички, а й психологічні характеристики та здібності, однак цей параметр рідко включають до МС (лише в 19% із 16 проаналізованих авторкою моделей) [22, с. 22–23].

В огляді [148] теж зазначається, що переважна більшість публікацій, присвячених моделюванню студента, стосується формалізації знань студента, і лише в невеликій кількості робіт наведено моделі особистісних характеристик студента, також невеликою є кількість публікацій, присвячених моделюванню вмінь, і практично відсутні дослідження, пов'язані з формуванням моделі компетенцій студента.

Як бачимо, для створення справді ефективної МС необхідно враховувати в ній цілий ряд різних параметрів — як знання студента, так і вміння, навички, а також психологічні характеристики. Розглянемо детальніше окремі складові існуючих моделей та визначимо, що саме буде доцільно використати при створенні ЕНС граматики іноземної мови з метою індивідуалізації процесу навчання. Аналогічно до структури МС, поданої в дослідженні К. Буль [22, с. 23–24], об'єднаємо їх у такі основні групи:

- 1) знання з предмету, що вивчається (рівень знання студентом окремих ЕН);
- 2) знання з суміжних областей (рідна мова студента і рівень знання інших мов);
- 3) цілі навчання (спеціальність; зацікавлення і бажаний рівень знань);
- 4) психологічні характеристики (швидкість забування інформації та тип мислення).

Крім того, для кожного студента буде зберігатись ідентифікаційна інформація для входу в систему (ім'я та прізвище; пароль). Також буде вестись облік поточної роботи студента в ЕНС (відповідь; час відповіді; кількість спроб; кількість помилок).

Значення окремих параметрів МС враховуватимуться при управлінні навчанням для формування відповідних керуючих впливів. Зокрема у процесі навчання ЕНС повинна буде розв'язувати такі задачі:

- 1) визначення оптимального часу початку наступного заняття;
- 2) вибір ЕН при поданні нового матеріалу та контролі знань;
- 3) вибір форми подання матеріалу;
- 4) вибір лексики для прикладів і завдань;
- 5) реакція на відповіді студентів (правильні і помилкові).

Далі визначимо, як саме впливатиме на процес навчання кожен із показників МС. Спершу проаналізуємо підходи до формалізації знань студента у МС — предметну модель і модель помилок. За Г. Атановим, предметна МС — це частина нормативної МС, що визначає предметні знання, тобто знання з навчальних предметів [20, с. 112–113]. Модель помилок відображає сукупність помилок студентів і їхні помилкові траєкторії у процесі навчання. Ця модель подібна до нормативної тим, що теж проектується заздалегідь [21, с. 88–89]. Обидві ці моделі пов'язані з моделлю предметної області.

Загалом до опису структури знань у МС існують різні підходи. Наприклад, Ю. Машбиць виділяє такі три основні методи подання знань ОН:

оверлейний, різничний, пертурбаційний [26, с. 197–198]. Ці та інші підходи також розглядаються у працях [21; 23; 41; 49; 61; 96; 148; 179; 180; 181]. Загалом дослідники класифікують і групують моделі знань у МС по-різному, проте окремі різновиди моделей загальновідомі й мають свої характерні особливості. Зупинимось на них докладніше.

Оверлейна модель (модель покриття) накладає знання студента на знання ЕНС, припускаючи, що перші є підмножиною других і мають аналогічну структуру. При цьому точний оверлей містить тільки правильні знання, а розширений також відображає хибні елементи, даючи можливість врахування помилок студента, зумовлених прогалинами у знаннях і неправильними уявленнями чи версіями фрагментів знань [26, с. 197].

Різновидом оверлейної МС є зворотна оверлейна модель, у якій зберігається інформація про те, що користувачем іще не вивчено і потребує вивчення. При її реалізації спершу створюється підмножина взаємозв'язків понять предметної області для кожного користувача, а в процесі навчання з МС видаляються вивчені поняття та відповідні зв'язки [96, с. 316–317].

Оверлейні моделі бувають векторними і мережевими. На відміну від скалярної моделі, що являє собою лише одну інтегральну оцінку знань за певною шкалою, векторна містить сукупність понять предметної області, кожному з яких ставиться у відповідність значення «знає — не знає» або «вміє — не вміє». Мережева ж не просто включає в себе набір понять і оцінок, а й відображає структуру знань. Це — графове зображення семантичної мережі предметної області, в якому вузлам і дугам відповідають величини, що визначають ступінь оволодіння студентом поняттями та відношеннями між ними [148, с. 22].

За способом оцінювання знань серед оверлейних моделей виділяють бінарні («вивчено — не вивчено»), зважені (з використанням кількісної шкали), ймовірнісні (ймовірнісна шкала), нечіткі (з використанням нечітких множин) [181].

Різнична МС будується на основі відмінностей між відповідями студента і знаннями в базі знань предметної області. При її використанні аналізується поведінка студента, його відповіді порівнюються з відповідями системи, а при відмінностях робляться висновки, що саме йому незрозуміло. При цьому важливо коректно інтерпретувати причини хибних відповідей і визначити, які саме недоліки у знаннях призвели до помилок. Різничну МС іноді також вважають модифікацією оверлейної [148, с. 24]. Як і розширений оверлей, ця модель дозволяє враховувати не тільки відсутність знань, а й викривлення у них, і це є її суттєвою перевагою. Проте, на відміну від оверлейних моделей, різничні не прогнозують ці викривлення заздалегідь, а аналізують уже безпосередньо в процесі навчання на основі реальних помилок конкретних користувачів.

Пертурбаційна модель є різновидом моделі помилок. Вона описується як набір елементарних помилок. Така МС будується, виходячи з того, що знання студента частково розходяться зі знаннями системи, і визначає причини цих розходжень. Серед них виділяють:

- відсутність знань;
- наявність помилкових знань;
- незнання способу застосування або неправильне застосування правильних знань;
- помилки через неуважність;
- навмисні помилкові відповіді [41, с. 198].

За В. Волошиним, ця модель являє собою інформацію про студентські помилки і непорозуміння як варіації коректної навички. Згідно неї помилки є результатом насамперед коректного проходження некоректних процедур, а не навпаки [41, с. 200]. За словами Г. Атанова, для побудови моделі помилок необхідно осягнути так звану суб'єктивну логіку студента, тобто особливості їхньої поведінки, помилки, труднощі, нерозуміння окремих моментів у навчальному матеріалі тощо [21, с. 89].

Модель розпізнавання планів намагається визначити плани студента і мотиви на основі його поведінки. Можливі плани студента генеруються на основі бібліотеки коректних і некоректних елементів плану [41, с. 200].

Стереотипна модель розрізняє декілька типових, або «стереотипних», користувачів, і кожен користувач моделюється віднесенням його до одного зі стереотипів [96, с. 316]. Спершу визначається ймовірність приналежності студента до кожного із зазначених стереотипів, а тоді в якості цільового обирають той, ймовірність приналежності до якого максимальна. Задача стереотипування зводиться до задачі кластеризації множини параметрів студентів [148, с. 24]. Стереотипна модель простіша, універсальніша й легша для ініціалізації та підтримки, ніж оверлейна, але є менш потужною [178, с. 422].

До недоліків оверлейної моделі відносять складність її ініціалізації [181]. Крім того, В. Волошин зауважує, що цю модель найкраще використовувати для добре структурованих областей, де студент повинен дотримуватись дуже строгої процедури при розв'язанні конкретного завдання, оскільки ця МС приймає точку зору експерта й не оцінює значущості різних поглядів на предметну область [41, с. 199–200]. Що стосується нашої предметної області — граматики, то в ній правильність тієї чи іншої граматичної форми визначається літературною нормою мови. Ця норма в більшості випадків є усталеною, а тому оверлейна модель може бути взята за основу при описі знань у нашій системі.

Фіксуватимемо у МС ймовірність знання студентом окремих ЕН. У випадку моделювання граматики іноземної мови наша МС повинна відображати модель предметної області та зберігати статистику щодо вивчених і не вивчених елементарних правил морфології.

Нагадаємо, що в рамках створюваної ЕНС окремі ЕН (у нашому випадку — граматичні правила) описуються як множина $I = \{i_1, i_2, \dots, i_N\}$, де N — загальна кількість ЕН у курсі. За аналогією до [148, с. 7] і [35, с. 52],

знання цих ЕН кожним студентом у рамках імовірнісної (стохастичної) моделі можна подати наступним чином:

$$P_I(t) = \{p_1(t), p_2(t), \dots, p_N(t)\}, \quad (4.1)$$

де $p_j(t)$ — ймовірність знання студентом $i_j \in I$ у момент часу t , $p_j(t) \in [0;1]$.

Під імовірністю знання $p_j(t)$ будемо розуміти прогнозоване значення реального рівня знання r_j у майбутній момент часу t .

4.2. Реалізація окремих складових моделі студента

Розглянемо окремі складові створюваної МС, а також механізми індивідуалізації процесу навчання з їх допомогою.

Перш за все, зупинимось на моделюванні забування знань студентами. У процесі навчання рівні знання ЕН збільшуються при їх вивченні й повторенні, однак після цього постійно зменшуються внаслідок забування з плином часу. Спрогнозувати майбутню ймовірність знання ЕН студентом із урахуванням забування можна зокрема за експоненційним розподілом часу забування [27, с. 26; 35, с. 55]. Якщо прийняти початковий рівень знання, визначений при тестуванні, рівним 1, його зміна в часі описується такою функцією:

$$p_j(\tau_j) = \exp(-s_j \tau_j), \quad (4.2)$$

де $p_j(\tau_j)$ — прогнозований рівень знання $i_j \in I$, $p_j(\tau_j) \in [0,1]$;

τ_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 є індивідуальною та розраховується окремо для кожного студента і для кожного $i_j \in I$. Вона зменшується при повторному успішному вивченні елемента на поточному занятті, в протилежному ж випадку лишається незмінною.

Формула (4.2) справедлива, якщо при вивченні ЕН початковий рівень його знання $r_j = 1$. Однак при вивченні нова інформація сприймається не повністю, а певна частина її втрачається, що проявляється у не завжди правильних відповідях на завдання зі щойно пройденого матеріалу. Тож перепишемо залежність (4.2) у більш загальному вигляді як

$$p_j(\tau_j) = r_j(t_j) \cdot \exp(-s_j \tau_j), \quad (4.3)$$

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.

Швидкість забування s_j для $i_j \in I$, пройдених на поточному занятті l , можна обчислювати, починаючи з наступного заняття, після контролю знань для цих ЕН. Знаючи проміжок часу τ_j , який минув після їх вивчення, визначивши реальні поточні рівні їх знання r_j та прийнявши $p_j(\tau_j) = r_j$, можна провести перетворення формули (4.3) і вивести з неї швидкість забування як

$$s_j = -\frac{\ln\left(\frac{p_j(\tau_j)}{r_j(t_j)}\right)}{\tau_j} = -\frac{\ln\left(\frac{r_j}{r_j(t_j)}\right)}{\tau_j}, \quad (4.4)$$

де r_j — поточний рівень знання $i_j \in I$, $r_j \in (0,1]$;

$r_j(t_j)$ — рівень знання $i_j \in I$ у момент часу t_j , коли для нього востаннє проводився контроль знань, $r_j(t_j) \in (0,1]$.

Зауважимо, що для можливості обчислення швидкості забування як поточний, так і попередній рівень знання не повинні дорівнювати нулю. Цьому є наочне логічне пояснення. Якщо попередній рівень знання дорівнює нулю, то відсутнє явище забування як таке. Якщо ж нулю дорівнює поточний рівень знання, неможливо точно визначити, з якою саме швидкістю забувалась інформація і в який момент значення r_j досягло нуля.

В усіх інших випадках, підставивши отримане значення s_j у формулу (4.3), можливо спрогнозувати ймовірність знання $i_j \in I$ в майбутньому для довільного проміжку часу τ_j від моменту вивчення $i_j \in I$ на поточному занятті. Завдяки цьому в подальшому можна планувати час наступного заняття не лише за формулою (2.6) залежно від оцінки рівня знань на поточному занятті, а й ураховуючи, наскільки швидко студентом забувається пройдений матеріал. У такому разі можна планувати наступне заняття на момент часу, коли прогнозується, що рівень знань студента із пройдених ЕН r_L опуститься нижче від його бажаного рівня знань:

$$r_L = \frac{\sum_{j=1}^N r_j}{N} < \delta, \quad r_L \in [0;1], \quad (4.5)$$

де L — підмножина пройдених студентом ЕН, $L \subset I$;

N — кількість ЕН, що входять до підмножини $L \subset I$, $N \geq 1$;

r_j — рівень знань студента з ЕН $i_j \in L$, $r_j \in [0;1]$;

δ — бажаний рівень знань, $\delta \in (0;1]$.

Натомість формулу (2.6) можна використовувати на початку навчання, коли ще не визначено рівні знання і швидкості забування інформації студентом.

Далі розглянемо формування вагових коефіцієнтів, використаних у формулі (2.1). Нагадаємо, що вагові коефіцієнти присвоюються окремим ЕН для відображення їх відносної важливості в межах теми або курсу.

У нашому випадку в якості ЕН виступають граматичні правила. Вважатимемо важливішими передусім такі правила, які частіше застосовуються для утворення граматичних форм у рамках визначеного обсягу слів із певного частотного словника. Беручи до уваги ці чинники, визначимо для кожного $i_j \in I$ ваговий коефіцієнт w_j (ненормований) як

$$w_j = \frac{\gamma_j(D)}{\gamma(D)}, \quad (4.6)$$

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

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

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

Далі розглянемо задачу формування набору $i_j \in I$ для наступного кроку навчання (для засвоєння, закріплення або контролю знань). Виходячи з формулювання цільової функції якості знань (2.2), суть цієї задачі полягає у знаходженні підмножини таких $i_j \in I$, які на момент формування набору мають максимальні значення

$$(1 - p_j) \cdot w'_j \quad (4.7)$$

і при вивченні яких забезпечується найбільший приріст цільової функції за один крок [102, с. 62]. Завдяки цьому процес навчання може бути на кожному кроці близьким до оптимального. Справді, чим меншим є поточне знання певних ЕН і чим важливішими вони є для вивчення курсу, тим доречніше працювати з ними в першу чергу.

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 $i_j \in I$. Введемо показник v_j — рівень їх знання студентом:

$$v_j(t) = \begin{cases} 1, K = 0, \\ \frac{\sum_{k=1}^K r_k(t) \cdot w'_k}{\sum_{k=1}^K w'_k}, K > 0, \end{cases} \quad (4.8)$$

де K — кількість $i_k \in I$, необхідних для вивчення елемента i_j , $K \geq 0$.

Таким чином, значення цього показника, як і r_j , лежатиме в межах $[0;1]$. При формуванні наступного кроку навчання спершу з множини I виділятимемо підмножину $F \subseteq I$ таких допустимих ЕН, для яких показник (4.8) буде не меншим від порогу знання:

$$F = \{i_j \mid i_j \in I \wedge v_j(t) \geq \delta\}. \quad (4.9)$$

Після цього для наближення процесу навчання до оптимального з отриманої підмножини відбиратимемо $i_j \in F$ із максимальним значенням показника (4.7).

При повторенні вже вивчених попередньо тем відбір конкретних $i_j \in I$ для формування набору тестових завдань відбувається так само, як і при поданні та відпрацюванні нової інформації, проте обсяг набору обмежується тими елементами, що входять до теми чи підтеми, з якої проводиться тестування.

Далі розглянемо вплив на управління процесом навчання наступних двох груп показників МС — знання з суміжних областей і цілі навчання. Значення показників цього компонента МС задаватимуться самими студентами при реєстрації в системі.

Параметри «рідна мова студента» та «рівень знання інших мов» слід враховувати при управлінні процесом навчання, оскільки знання як рідної мови, так і інших мов впливає на процес оволодіння цільовою іноземною мовою. Особливої важливості параметр «рідна мова» набуває при вивченні споріднених мов. Беручи до уваги лінгвістичний досвід студента, можна точніше спрогнозувати його потенційні помилки та труднощі, багато з яких є типовими. Що стосується вивчення польської мови на основі української, опис таких типових помилок наведено, наприклад, у [184] та [185]. Аналогічні джерела можна знайти і для інших мовних пар.

Важливо також враховувати аналогії, що існують між граматичними правилами споріднених мов. При помилкових відповідях студента ті ЕН, які викликають у нього труднощі, доцільно пояснювати через подібні правила з інших мов, якими він володіє. Подібність правил між цільовою іноземною мовою та іншою мовою може бути визначена за методом експертного оцінювання із залученням викладачів і/або носіїв обох мов.

Крім того, відбір лексики для прикладів і граматичних вправ теж може бути проведений із урахуванням прогнозованої ймовірності знання студентом окремих слів, що відносяться до спільної та відмінної лексики між цільовою та іншими мовами. Так само на відбір лексики мають впливати параметри «спеціальність» і «зацікавлення», перший із яких охоплює сфери потенційного професійного застосування мови, а другий — інші сфери життя, які цікавлять студента. Спеціальність може впливати і на характер вправ (для перекладачів — акцент на завданнях із перекладу тощо).

Отже, для реалізації індивідуалізації навчання за вищезгаданими параметрами слід спершу визначити (за методом експертного оцінювання чи іншим чином):

- 1) подібність граматичних правил цільової іноземної мови до правил інших мов;
- 2) відношення окремих слів до лексики, спільної з іншими мовами;
- 3) відношення окремих слів до різних сфер життя та професійного вжитку мови.

Далі зупинимось на моделюванні психологічних, або особистісних, характеристик студента в МС. Вони передусім впливатимуть на вибір форм подання навчального матеріалу. Крім того, така інформація може впливати на вибір контрольних завдань і питань для конкретного студента. Значення показників цього компонента МС визначаються системою автоматично за певною методикою перед початком навчання, а також можуть коригуватися у його процесі.

Психологи та педагоги стверджують, що кожен навчається по-різному: деякі краще навчаються на слух, інші краще сприймають відеоінформацію. У відповідності з цим необхідно використовувати той стиль навчання, який є кращим для кожного студента [186, с. 7].

Нейромережева модель, запропонована у [187], використовує такі параметри студента:

- тип мислення;
- форму подання знань, яка ним сприймається;
- властивість упевненості при відповіді;
- рівень засвоєння знань;
- оптимальність стратегії набуття знань.

Ці параметри формалізуються у вигляді кортежів числових значень. Кортежі, що відповідають усім параметрам студента, об'єднуються в бінарну матрицю. У процесі навчання вона еволюціонує, тож у кожен конкретний момент часу описує поточний стан студента. Матриці всіх студентів об'єднують у кластери, кожному з яких ставлять у відповідність один зі стереотипів студента. Кластеризація ж проводиться за допомогою нейронних мереж Хопфілда і Хемінга.

У роботі [188] до особистісних характеристик студента відносять увагу, волю і темперамент. Залежно від цих параметрів змінюється форма подання знань і тривалість сеансу навчання. Ініціалізація моделі відбувається шляхом проведення тестування на основі тесту Айзенка.

У [22] психологічними характеристиками виступають тип сприйняття (зорове, слухове, на дотик), спрямованість особистості (на завдання, на себе, на взаємодію), стиль навчання (діяч, спостерігач, теоретик, практик), причому в подальшому в процесі навчання відповіді студентів коригують значення цих показників.

У [189] одним із вирішальних факторів виступає схильність людини до логічного або інтуїтивного способу мислення. На основі аналізу психологічного портрету ОН підмножина навчальних впливів упорядковується так, аби спершу застосовувати ті з них, вивчення яких дається ОН легше [190, с. 2].

У моделі врахування психологічних характеристик студента на основі типів мислення, запропонованій у [191], виділено такі 4 типи: наочно-образний, словесно-логічний, абстрактно-символічний та предметно-дієвий. У відповідності до кожного із зазначених типів запропоновано чотири способи подання навчального матеріалу: образотворчі засоби наочності та анімація; словесна форма; логіко-структурні засоби наочності; інтерактивний зв'язок. Однак рекомендований спосіб подання інформації повинен лише переважати над іншими, а не виключати повністю інші форми. Набір усіх варіантів подання навчального матеріалу має бути заздалегідь розроблений авторами (викладачами) курсу. Тип мислення кожного студента визначається одноразово за тестом на основі відповідної методики в модифікації Г. В. Резапкіної [192].

Як зазначає В. Щеголькова, існує ціла низка відомих МС, кожна з яких містить декілька вимірів, що характеризують стан окремих пізнавальних процесів, однак жодна з моделей не є кращою, ніж інша, «тому правильним рішенням було б запропонувати розробникам можливість вільного вибору як готових, жорстко визначених моделей, так і створення власних — на основі

різноманітних комбінацій заздалегідь виміряних психологічних характеристик» [193, с. 52].

Візьмемо за основу модель, описану в [191]. Психологічні, або особистісні, характеристики в МС ЕНС граматики іноземної мови впливатимуть на вибір форм подання навчального матеріалу. Значення показників цього компонента МС визначатимемо перед початком навчання шляхом проходження студентом психологічного тесту (див. додаток В) при реєстрації в системі. Визначені індивідуальні характеристики можуть згодом коригуватися за результатами роботи студента з системою (враховуючи статистику його звернення до коментарів, додаткових прикладів тощо).

У табл. 4.1 відображено, яким чином у процесі навчання враховуються значення окремих складових розробленої МС.

Таблиця 4.1

Вплив показників розробленої МС на процес навчання

Група показників	Показник	Вплив показника на процес навчання
знання з предмету, що вивчається	рівень знання окремих ЕН	визначення наступного кроку навчання
знання з суміжних областей	рідна мова	підбір лексики
	рівень знання інших мов	
цілі навчання	спеціальність	підбір лексики
	зацікавлення	підбір лексики
	бажаний рівень знань	позначення ЕН, тем і курсу як засвоєних при досягненні заданого рівня
психологічні характеристики	швидкість забування інформації	планування оптимального інтервалу часу між поточним і наступним

		заняттям
	тип мислення	форма подання інформації
поточна робота з системою	відповідь	оцінювання знань, збирання статистики навчання
	час відповіді	
	кількість спроб	
	кількість помилок	
ідентифікаційна інформація	ім'я та прізвище	ідентифікація в системі
	пароль	

Уточнимо загальний алгоритм навчання в системі, поданий на рис. 2.7, із урахуванням визначених складових МС.

Важливість окремих ЕН визначається за формулою (4.6).

При визначенні параметрів вправи виділення підмножини допустимих ЕН буде проводитись за формулою (4.9), після чого з них виділятимуться необхідні ЕН за (4.7).

Відбір лексики для прикладів і завдань відбуватиметься відповідно до цілей навчання і знання інших мов.

При поданні інформації та контролі знань ураховується пріоритетна форма подання інформації.

При помилкових відповідях на завдання допомога студентів проводиться з урахуванням слів іноземної мови, які він знає (або подібних до слів його рідної мови), а також аналогій із іншими мовами, якими він володіє.

Швидкості забування ЕН обчислюються за формулою (4.4).

Майбутні ймовірності знання ЕН студентом прогнозуються згідно (4.3).

Визначення оптимального інтервалу часу між поточним і наступним заняттям проводиться відповідно до прогнозованого майбутнього рівня знання пройдених студентом ЕН за формулою (4.5).

Як бачимо, в рамках описаного алгоритму кожна складова розробленої МС безпосередньо впливає на процес навчання граматики іноземної мови, забезпечуючи його індивідуалізацію.

4.3. Проектування та наповнення баз даних лінгвістичної інформації

При виборі системи управління базами даних для проектування баз даних, необхідних у нашій ІТ підтримки процесу навчання граматики іноземної мови, ми керувались наступними вимогами:

- 1) відповідність поставленій задачі (зокрема коректна робота з символьною інформацією);
- 2) універсальність архітектури;
- 3) безкоштовність.

Зупинимось докладніше на першій вимозі. При розробленні засобів опрацювання природної мови проектована база даних обов'язково повинна забезпечувати коректну роботу з усіма літерами відповідної мови. Як відомо, польська мова послуговується розширеною латинською абеткою. Польський алфавіт містить 9 додаткових літер: *ą, ć, ę, ł,ń, ó, ś, ź, ż*.

Існують три основні кодування, що забезпечують коректну роботу з польськими символами: Win1250 (Central European), ISO8859-2 (Latin-2) та Unicode. Перші два варіанти традиційно використовувались для багатьох задач, зокрема при розробці програмного забезпечення в Польщі. Однак ці таблиці кодування призводять до проблем, якщо в розробці необхідно користуватись 2 чи більше мовами. Стандарти Win та ISO охоплюють групи мов із більш-менш подібними алфавітами (центральноєвропейські, скандинавські тощо). Коли ж доводиться використовувати у програмі чи на веб-сторінці мови з розширеною латинською і кириличною абетками (як у випадку з польською та українською), виникають труднощі, оскільки для кожної мови потрібне своє кодування.

Для того, аби розв'язати проблеми з несумісністю різних кодувань, було розроблено стандарт Unicode, який підтримує більшість писемностей світу та спеціальні символи. Текст, збережений у форматі Unicode, може містити літери різних мов, у тому числі з латинською, кириличною та іншими писемностями. Крім того, завдяки своїй універсальності стандарт Unicode набуває дедалі

більшого розповсюдження, підтримується сучасними середовищами розробки програмного забезпечення і веб-додатків і активно просувається розробниками.

Найпоширенішим різновидом кодування Unicode є формат UTF-8, що містить майже всі символи стандарту Unicode, частково сумісний із кодуванням ASCII (основні знаки можуть бути прочитані програмами, що не підтримують Unicode) та підтримується великою кількістю сучасних мов програмування і розмітки тексту. З огляду на це, при програмній реалізації ЕНС граматики польської мови для кодування символів нами було обрано UTF-8.

При виборі системи управління базами даних, яка підтримує UTF-8, а також відповідає двом іншим поставленим вище вимогам, було вирішено використати SQLite. Вона дозволяє працювати з широким набором кодувань символів, включно з підтримкою Unicode. SQLite зберігає дані в окремому файлі БД, із яким можна працювати в будь-якій ОС. СКБД безкоштовна для використання та розповсюдження. Крім того, SQLite підтримує велику кількість способів доступу, а тому може бути легко інтегрована в розробки, створювані поширеними сучасними мовами програмування. Спроектowana база даних для збереження ЕН та інформації з МС має наступний вигляд:

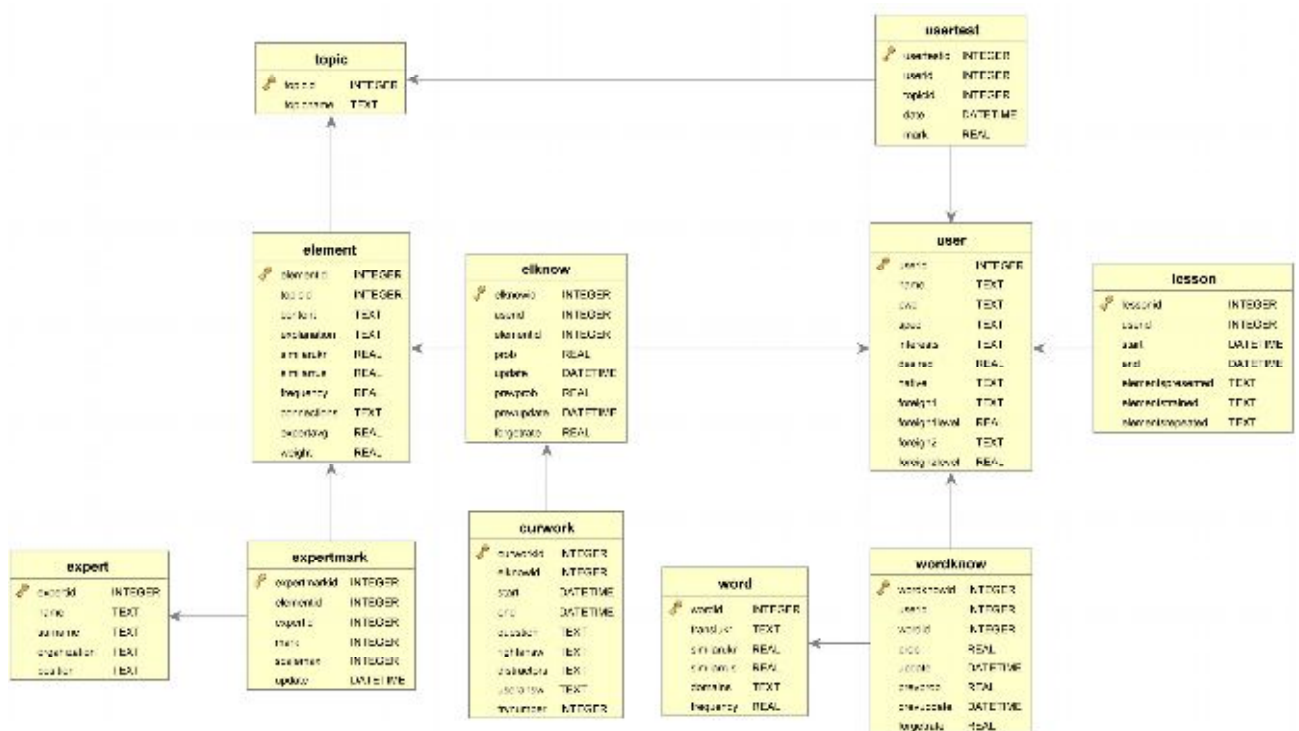


Рис. 4.1. Схема бази даних ЕН та інформації з МС

4.4. Програмна реалізація складових інформаційної технології підтримки процесу навчання граматики іноземної мови

Що стосується програмної реалізації складових ІТ підтримки процесу навчання граматики іноземної мови, розглянемо інтерфейс розробленої ЕНС граматики польської мови. Головне вікно програми (рис. 4.2) містить кнопки «Словник», «Модуль студента», «Модуль викладача» і «Про програму».

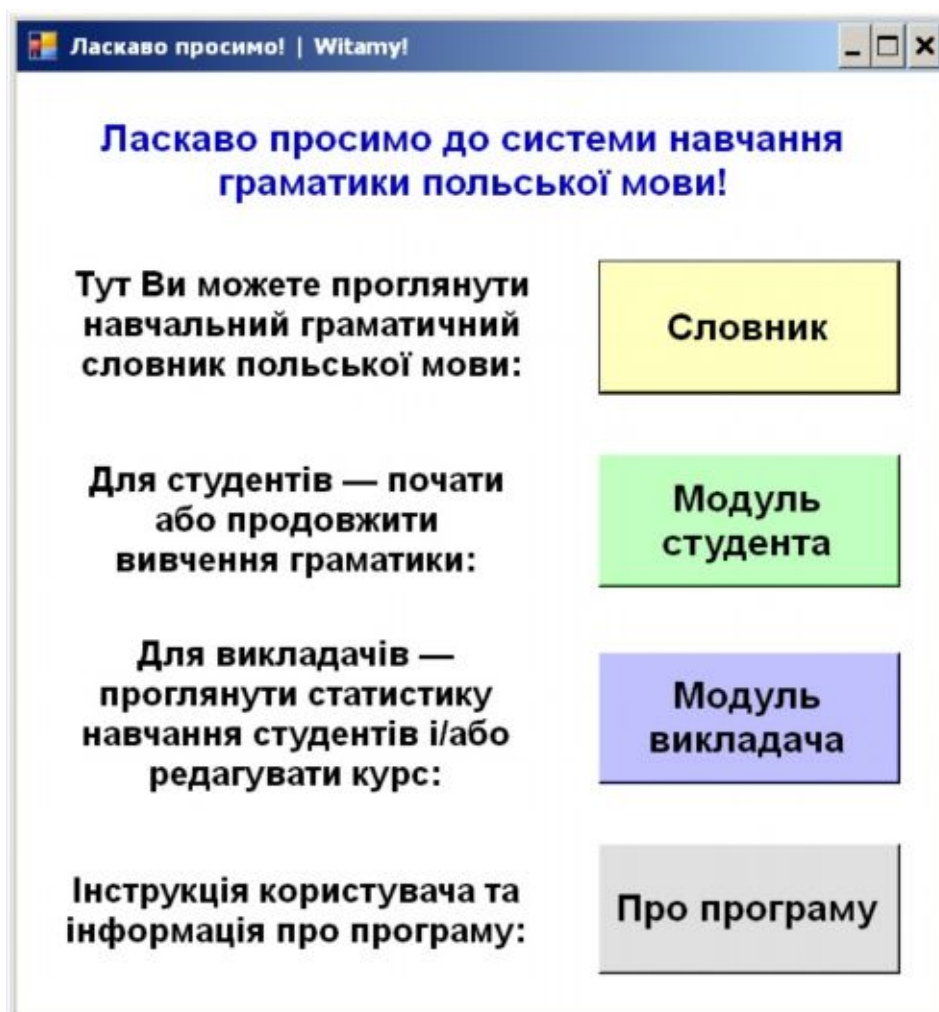


Рис. 4.2. Головне вікно ЕНС граматики польської мови

Навчальний граматичний словник, створений на основі моделі словозміни, розробленої в розділі 3, дозволяє не лише проглянути найуживаніші слова польської мови та їхні ознаки, а й побачити всі їхні граматичні форми (рис. 4.3).

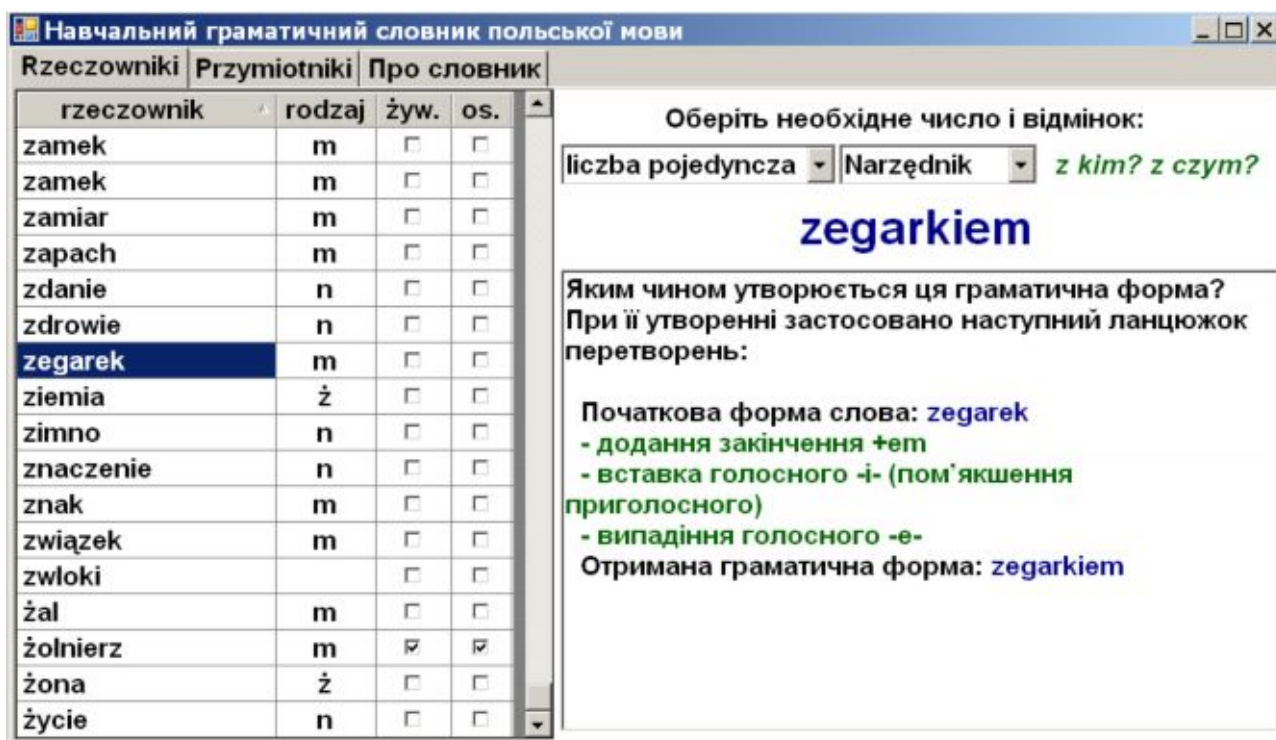


Рис. 4.3. Вікно навчального граматичного словника польських іменників

Крім того, для кожної граматичної форми відображається ланцюжок перетворень, які відбуваються при її утворенні. Завдяки цьому процес словозміни стає наочним. У випадку, коли для заданого відмінка утворюються дві чи більше граматичних форм, на екрані відображаються послідовності перетворень для кожної з них (рис. Б.2). Якщо ж при утворенні граматичної форми слово лишається без змін (рис. Б.3) або задана форма не утворюється для цього слова взагалі (рис. Б.4), виводяться відповідні коментарі.

Далі опишемо можливості, доступні студенту та викладачу у відповідних модулях. 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 особистої статистики навчання.

У модулі викладача доступні такі види діяльності:

- наповнення курсу теоретичним матеріалом;

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

Розглянемо докладніше модулі студента і викладача. На відміну від словника, який є доступним для перегляду без авторизації, при вході в кожен із цих модулів спершу відкривається вікно авторизації користувача (рис. 4.4).

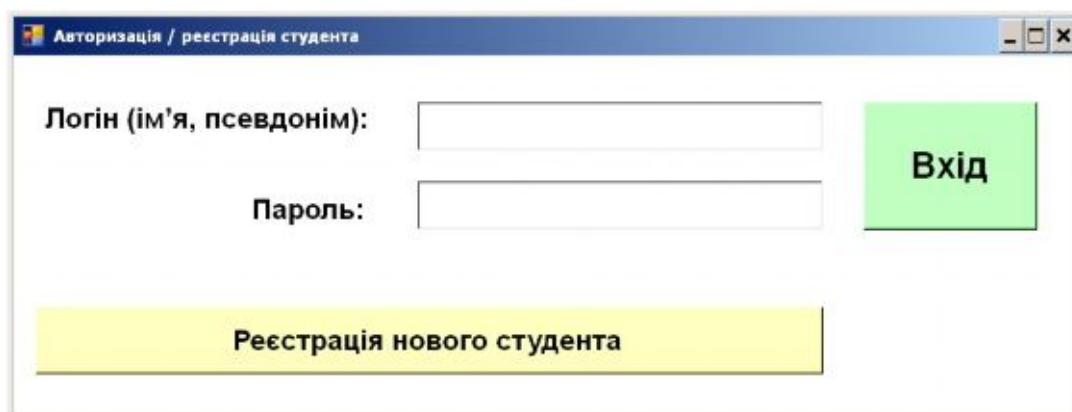
The screenshot shows a window titled "Авторизація / реєстрація студента". It contains two input fields: "Логін (ім'я, псевдонім):" and "Пароль:". To the right of these fields is a green button labeled "Вхід". Below the input fields is a yellow button labeled "Реєстрація нового студента".

Рис. 4.4. Вікно авторизації студента

Студент може самостійно зареєструватися в системі (рис. 4.5):

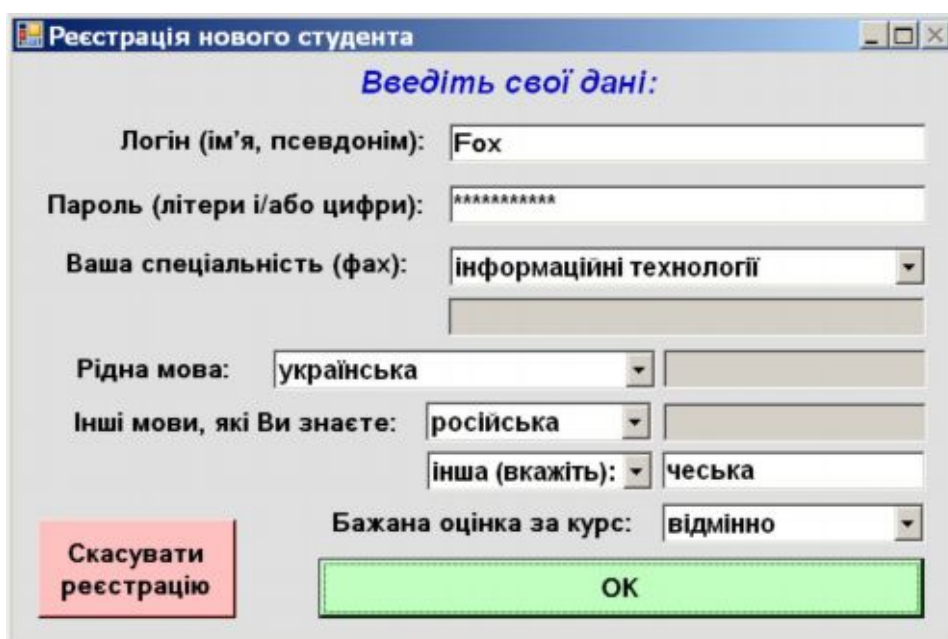
The screenshot shows a window titled "Реєстрація нового студента" with the subtitle "Введіть свої дані:". It contains several input fields and dropdown menus: "Логін (ім'я, псевдонім):" with the value "Fox", "Пароль (літери і/або цифри):" with masked characters "AAAAAAAA", "Ваша спеціальність (фах):" with a dropdown menu showing "інформаційні технології", "Рідна мова:" with a dropdown menu showing "українська", "Інші мови, які Ви знаєте:" with dropdown menus showing "російська" and "інша (вказіть):" with the value "чеська", and "Бажана оцінка за курс:" with a dropdown menu showing "відмінно". At the bottom left is a red button labeled "Скасувати реєстрацію", and at the bottom right is a green button labeled "ОК".

Рис. 4.5. Вікно реєстрації нового студента

При реєстрації студент вводить:

- логін і пароль (вони повинні містити лише латинські літери і/або цифри);
- свою спеціальність (якщо в наявному переліку ще немає спеціальності студента, він може вказати її в текстовому полі нижче);
- рідну мову (українська; російська; обидві; інша — необхідно вказати, яка саме);
- інші мови, які він знає (можна обрати з переліку або ввести новий варіант);
- бажану оцінку за курс (відмінно; добре; задовільно).

Після введення даних у ЕНС створюється новий обліковий запис користувача з роллю «Студент», а студент автоматично перенаправляється на форму проходження психологічного тесту для визначення типу мислення. Після виконання тесту можна переходити до навчання (режими засвоєння, закріплення та контролю знань). Якщо студент перерве виконання психологічного тесту, він також зможе працювати з ЕНС, однак при поданні навчальної інформації не буде проводитись підлаштування під його тип мислення.

Викладачів у системі реєструє адміністратор ЕНС.

Після авторизації в системі залежно від ролі користувача — студент або викладач — з'являється вікно з кнопками режимів роботи, доступних для відповідної ролі. На рис. 4.6 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.

Рис. 4.6. Вікно створення вправи в модулі викладача

На рис. 4.7 можна побачити автоматичну генерацію неправильних відповідей при створенні граматичної вправи:

Рис. 4.7. Автоматична генерація відповідей на граматичну вправу

Приклад вікна проходження сформованого тесту наведено на рис. Б.8.

Дії викладача при підборі прикладів (рис. 4.8) є аналогічними до створення вправ. Після вибору відмінка та перетворення можна вибрати з випадаючого списку одне зі слів, у якому проходить обране перетворення.

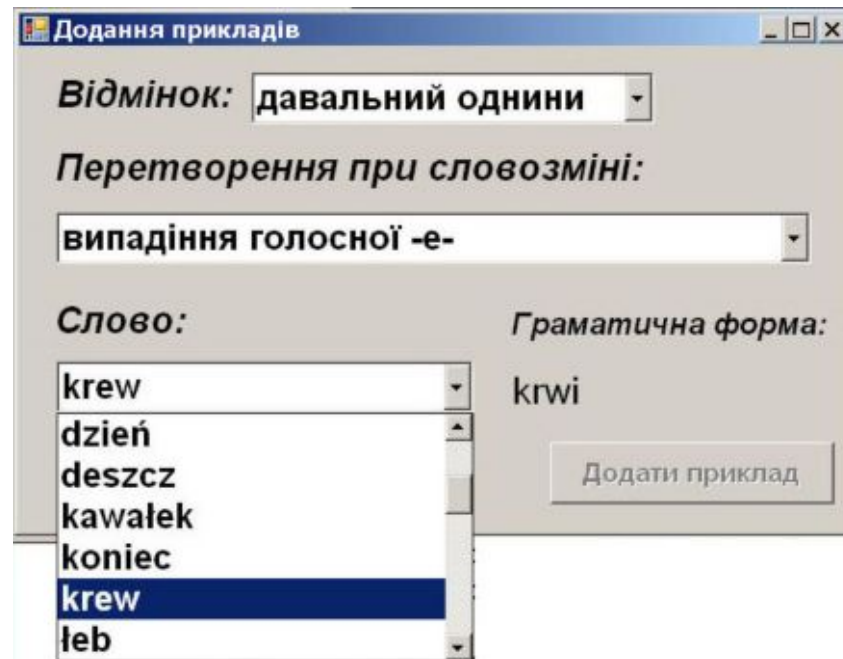


Рис. 4.8. Вікно додання прикладу в модулі викладача

У додатках наведено інші приклади роботи ЕНС у різних режимах.

4.5. Імітаційне моделювання процесу самонавчання в розробленій системі

Для дослідження ефективності роботи створеної ЕНС проведено імітаційне моделювання процесу самонавчання студента при різних значеннях його реального та бажаного рівня знань і швидкостей забування навчальної інформації, а також для різних обмежень на інтервал часу між заняттями. Суть дослідження полягала у визначенні затрат часу студента на опанування навчального матеріалу з набуттям бажаного рівня знань. Проведено порівняння затрат часу при постійному значенні інтервалу часу між заняттями і при

значенні інтервалу, що змінювалось адаптивно в залежності від прогнозованого часу забування студентом пройдених ЕН (визначеного в результаті обчислення індивідуальних швидкостей забування інформації).

В якості прикладу було взято тему, розглянуту в підрозділі 2.2 (граф зв'язків і нормовані вагові коефіцієнти ЕН, що входять до неї, наведено на рис. 2.5). Прийнято, що за одне заняття студент проходить два нові ЕН. Змодельовано вивчення студентом цієї теми для таких випадків:

- 1) успішність студента (тобто реальні рівні знання щойно пройдених ЕН) стабільна і дорівнює 0,6; 0,8; 1;
- 2) успішність нестабільна, а ймовірність правильної відповіді студента на запитання зі щойно пройдених ЕН описується біноміальним розподілом із середнім 0,6; 0,7; 0,8; 0,9.

При цьому встановлювалися різні значення бажаного рівня знань від 0,6 до 0,9 із кроком 0,1 та різні швидкості забування інформації. Проводилось порівняння затрат часу на опанування теми для постійного інтервалу часу між заняттями в 4 дні і для змінного інтервалу в межах від 1 до 7, від 2 до 6 і від 3 до 5 днів із кроком у 1 день. Імітаційне моделювання було реалізовано засобами мови C# із використанням бібліотеки класів платформи .NET Framework для генерації псевдовипадкових чисел.

Результати моделювання засвідчили, що як при стабільній, так і при нестабільній успішності студента адаптивне визначення оптимального інтервалу часу між заняттями дозволяє скоротити час на опанування теми. У випадках, коли реальний рівень знань дорівнює бажаному або незначно перевищує його ($r_j - \delta < 0,2$), це відбувається за рахунок зменшення інтервалу часу між заняттями, натомість у протилежному випадку скорочується тривалість самих занять, необхідних для опанування матеріалу теми. Крім того, ефективність навчання з адаптивним інтервалом є вищою при більших швидкостях забування інформації.

Таким чином, порівняно з використанням сталого інтервалу часу між заняттями, ефективність вивчення іноземної мови підвищується. Це

відбувається завдяки адаптації системи до студента та врахуванню індивідуальних особливостей забування навчального матеріалу з часом.

Висновки до розділу 4

1. З'ясовано, що для забезпечення індивідуалізації процесу навчання граматики іноземної мови МС повинна містити відомості про поточні знання студента у предметній області, психологічні та інші характеристики, а також інформацію про його роботу в системі.

2. На основі аналізу підходів до використання МС у сучасних інтелектуальних навчальних системах визначено показники, які доцільно використати для ЕНС граматики іноземної мови. Розроблено структуру МС, що включає в себе знання з предмету, що вивчається (рівень знання окремих елементів навчальної інформації); знання з суміжних областей (рідна мова студента і рівень знання інших іноземних 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); ідентифікаційну інформацію (ім'я та прізвище, пароль).

3. Вирішено обрати для моделювання поточних знань студента у предметній області ймовірнісну (стохастичну) оверлейну модель. Для моделювання процесу забування інформації і прогнозування майбутніх імовірностей знання студентом окремих ЕН взято за основу експоненційний розподіл часу забування з урахуванням індивідуальної швидкості забування інформації.

4. При формуванні вагових коефіцієнтів окремих ЕН вирішено вважати більш важливими такі правила, які частіше застосовуються для утворення граматичних форм у рамках визначеного обсягу слів із певного частотного словника.

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

6. Визначено вимоги до баз даних лінгвістичної інформації та спроектовано базу даних для збереження ЕН та інформації з МС.

7. 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.

8. На основі розробленої моделі словозміни створено програмну реалізацію складових ІТ підтримки процесу навчання граматики іноземної мови, зокрема ЕНС граматики польської мови, яка дозволяє студентам самостійно вивчати граматичні правила, закріплювати та контролювати їх знання. Описано можливості, доступні студенту та викладачу, та наведено приклади вікон при роботі ЕНС у різних режимах.

9. 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.

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

Основні результати даного розділу опубліковано у працях [107; 108; 194; 195; 196; 197].

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. Файолем. 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 флексивної 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 прогнозування майбутніх рівнів знання ЕН для визначення оптимального інтервалу між заняттями дозволяє зменшити час, необхідний на опанування матеріалу, і підвищити ефективність вивчення іноземної мови.

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

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року [Електрон. ресурс] : Указ Президента України від 25.06.2013 р. №344/2013 / Верховна Рада України. — 2013. — Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/344/2013>. — Назва з екрану.
2. Методика навчання і наукових досліджень у вищій школі [Текст] : навч. посіб. / [С.У. Гончаренко, П. М. Олійник, В. М. Федорченко та ін.]. — К. : Вищ. школа, 2003. — 323 с.
3. Гуннемарк Э. Искусство изучать языки [Текст] / Эрик В. Гуннемарк. — СПб : ТЕССА, 2001. — 208 с.
4. Yang, J. Ch. An Evaluation of Japanese CALL Systems on the WWW Comparing a Freely Input Approach with Multiple Selection [Текст] / Jie Chi Yang, Kanji Akahori // Computer Assisted Language Learning. — 1999. — Vol. 12. — No. 1. — P. 59–79.
5. Застосування інформаційних технологій та мережі Інтернет на уроках іноземних мов [Текст] / Чернів. облдержадмін., Голов. упр. освіти і науки, Чернів. обл. ін-т післядиплом. пед. освіти ; [підгот.: С. М. Куриш та ін.]. — Чернівці ; Вижниця : Черемош, 2011. — 144 с. : рис., табл. — (Освіта Чернівеччини).
6. Thelmadatter L. The computers are coming... are here! [Текст] / Leigh Thelmadatter // TESOL Greece Newsletter. — 2007. — № 3 (95). — P. 1–8.
7. Киршев С. П. Компьютер как средство повышения эффективности учебного процесса [Текст] / Киршев С. П., Киршева Н. В. // Труды ученых ГЦОЛИФКа: 75 лет : Ежегодник. — М., 1993. — С. 162–167.
8. Анисимов А. В. Компьютерная лингвистика для всех: Мифы. Алгоритмы. Язык [Текст] / А. В. Анисимов. — К. : Наук. думка, 1991. — 208 с.
9. Гохлернер М. М. ЭВМ в преподавании гуманитарных дисциплин [Текст] / Гохлернер М. М., Ейгер Г. В. // Вопросы психологии. — 1987. — № 1. — С. 60–84.

10. Амагов А. М. К вопросу машинного перевода: энтропия языковой системы и способы её преодоления [Текст] / А. М. Амагов // Вестник Ленинград. гос. ун-та им. А. С. Пушкина. — СПб., 2008. — № 2 (13). — С. 71–91.
11. Lomb K. Polyglot: How I Learn Languages [Текст] / Kató Lomb. — 1st English ed. — Berkeley, Kyoto : TESL-EJ, 2008. — 216 p.
12. Лопушанська Г. Українсько-англійські мовні паралелі у педагогічному досвіді [Текст] / Галина Лопушанська // Українознавство. — 2006. — № 4 (21). — С. 231–235.
13. Oreto R. Grammar monitoring for ITAs: Reawakening grammar awareness [Електрон. ресурс] : Convention Materials from TESOL 2009 in Denver, Colorado (Denver, March 26–28, 2009) / Rebecca Oreto. — 4 p. — Режим доступу : http://www.ita-is.org/09denvermaterials/Oreto_grammar.pdf. — Назва з екрану.
14. Краснощёкова Г. А. Фундаментализация языкового образования в техническом вузе [Текст] / Г. А. Краснощёкова // Высш. образование сегодня. — М., 2008. — № 1. — С. 58–60.
15. Звегинцев В. А. Очерки по общему языкознанию [Текст] / В. А. Звегинцев. — М. : Изд. МГУ, 1962. — 384 с.
16. Alhazov A. Modelling Inflections in Romanian Language by P Systems with String Replication [Текст] / Artiom Alhazov, Elena Boian, Svetlana Cojocaru, Yurii Rogozhin // Computer Science Journal of Moldova. — Chisinau, 2009. — Vol. 17. — № 2. — P. 160–178.
17. Салистра И. Д. Очерки методов обучения иностранным языкам. Система упражнений и система занятий [Текст] / И. Д. Салистра. — М. : Высш. шк., 1966. — 252 с.
18. Ганчева М. О межъязыковой лексической аналогии [Текст] / Магдалена Ганчева // Ежегодные лингвистические чтения, 15 ноября 2003 года : сб. науч. тр. — В. Тырново : Университетское издательство им. Святых Кирилла и Мефодия, 2004. — С. 13–18.
19. Супрун А. Е. Введение в славянскую филологию [Текст] / А. Е. Супрун. — Минск : Вышэйшая школа, 1989. — 480 с.

20. Атанов Г. А. Моделирование учебной предметной области, или предметная модель обучаемого [Текст] / Г. А. Атанов // Образовательные технологии и общество. — Казань, 2001. — Т. 4. — № 1. — С. 111–124.
21. Атанов Г. А. Обучение и искусственный интеллект, или основы современной дидактики высшей школы [Текст] / Г. А. Атанов, И. Н. Пустынникова. — Донецк : Изд-во ДООУ, 2002. — 504 с.
22. Bule J. Models for Adaptive Computer-Based Learning Management [Текст] : doctoral thesis summary / Ekaterina Bule ; Riga Technical University. — Riga : RTU, 2011. — 41 p.
23. Буль Е. Е. Обзор моделей студента для компьютерных систем обучения [Текст] / Е. Е. Буль // Образовательные технологии и общество. — Казань, 2003. — Т. 6. — № 4. — С. 245–250.
24. Довгялло А. М. Концепция создания АУК на основе гибридной экспертно-обучающей системы [Текст] / А. М. Довгялло, В. А. Любчак, Е. И. Оглоблина // Коммуникационные и информационные компьютерные технологии в обучении : сб. науч. тр. / НАН Украины. Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова, науч. совет НАН Украины по пробл. «Кибернетика» ; редкол. : Гриценко В. И., Довгялло А. М. (отв. ред.) и др. — К., 1995. — С. 5–10.
25. Жалдак М. І. Педагогічний потенціал комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики [Текст] / М. І. Жалдак // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наук. праць. — К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова. — Вип. 7. — 2003. — С. 13–16.
26. Основи нових інформаційних технологій навчання [Текст] : посіб. для вчителів / Машбиць Ю. І., Гокунь О. О., Жалдак М. І. [та ін.] ; Інститут психології ім. Г. С. Костюка АПН України, Інститут змісту і методів навчання. — К. : [б.в.], 1997. — 260 с.
27. Меняйленко О. С. Автоматизовані педагогічні навчальні системи [Текст] : моногр. / О. С. Меняйленко. — Луганськ : Альма-матер, 2003. — 272 с.

28. Петрушин В. А. Экспертно-обучающие системы [Текст] / Петрушин В. А. ; отв. ред. А. М. Довгялло ; АН УССР. Ин-т кибернетики. — К. : Наук. думка, 1992. — 196 с.
29. Асоянц П. Г. Основы методики створення і застосування комп'ютерних програм у навчанні іноземних мов [Текст] / Асоянц П. Г., Сердюков П. І., Чекаль Г. С. — К : КДППМ, 1993. — 108 с.
30. Warschauer M. Computer Assisted Language Learning: an Introduction [Текст] / Mark Warschauer // Multimedia language teaching. — Tokyo : Logos International, 1996. — P. 3–20.
31. Коваль Т. І. Підготовка викладачів вищої школи: інформаційні технології у педагогічній діяльності [Текст] : навч.-метод. посіб. / Т. І. Коваль. — К. : Вид. центр НЛУ, 2009. — 380 с.
32. Чекаль Г. С. Зворотний зв'язок як засіб управління навчально-пізнавальною діяльністю студентів у комп'ютерних вправах з іноземних мов [Текст] / Г. С. Чекаль, Т. І. Коваль // Іноземні мови : науково-методичний журнал. — 2005. — № 3. — С. 28–31.
33. Levy M. CALL Dimensions: Options and Issues in Computer-Assisted Language Learning [Текст] / Mike Levy, Glenn Stockwell. — Mahwah NJ : Lawrence Erlbaum, 2006. — 328 p.
34. Морська Л. І. Інформаційні технології у навчанні іноземних мов [Текст] : навч. посіб. / Лілія Морська. — Т. : Астон, 2008. — 258 с.
35. Растрингін Л. А. Адаптивное обучение с моделью обучаемого [Текст] / Л. А. Растрингін, М. Х. Эренштейн. — Рига : Зинатне, 1988. — 160 с.
36. Растрингін Л. А. Современные принципы управления сложными объектами [Текст] / Л. А. Растрингін. — М. : Советское радио, 1980. — 232 с.
37. Сердюков П. І. Технологія розробки комп'ютерних програм з іноземних мов [Текст] / П. І. Сердюков. — К. : Ленвіт, 1996. — 112 с.
38. Сердюков П. И. Теоретические основы обучения иностранным языкам в языковом вузе с применением информационных технологий [Текст] : дис. ...

д-ра пед. наук : 13.00.02 / Сердюков Пётр Игоревич ; Киевский гос. лингвистический ун-т. — К., 1997. — 349 с.

39. Смолин Д. В. Введение в искусственный интеллект [Текст] : конспект лекций. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. — 208 с.

40. Смолин Д. В. Принципы и методы построения информационно-образовательной среды изучения иностранного языка [Текст] : дисс. ... канд. техн. наук : 05.13.16 / Смолин Денис Валерьевич. — Барнаул : Алтайский, 2000. — 205 с.

41. Волошин В. Г. Комп'ютерна лінгвістика [Текст] : навч. посіб. / В. Г. Волошин. — Суми : ВТД «Університет. книга», 2004. — 382 с.

42. Détrez G. Methods and tools for automating language engineering [Текст] : thesis for the degree of Doctor of Philosophy / Grégoire Détrez ; Chalmers University of Technology & University of Gothenburg. — Göteborg : Ineko AB, 2016. — 127 p.

43. Широков В. А. Элементы лексикографии [Текст] : моногр. / В. А. Широков ; Укр. мов.-інформ. фонд НАН України. — К. : Довіра, 2005. — 304 с.

44. Шевченко І. В. Моделі та алгоритмічно-програмне забезпечення лексикографічних систем [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / Шевченко Ігор Вікторович ; Нац. акад. наук України, Укр. мовно-інформ. фонд. — К., 2000. — 167 арк.

45. Любченко Т. П. Лексикографічні системи граматичного типу та їх застосування в засобах автоматизованого опрацювання мови [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 10.02.21 «Структурна, математична та прикладна лінгвістика» / Любченко Тетяна Петрівна. — К., 2011. — 20 с.

46. Сучасні інформаційні технології у діяльності перекладача [Текст] : навч. посіб. / О. І. Панченко, Л. П. Попко, Г. В. Ходоренко ; Дніпропетр. нац. ун-т ім. О. Гончара. — Д. : Пороги, 2010. — 168 с. — ISBN 978-611-518-011-0. — укр.

47. Шиманські З. А. Адаптивні технології перетворення тривалості звуків польської мови [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / Шиманські Здзіслав Анджей ; Нац. ун-т «Львівська політехніка». — Львів, 2007. — 139 арк.
48. Gadek J. The Database of emotional speech [Текст] / J. Gadek // Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». Серія : радіоелектроніка та телекомунікації. — 2005. — № 534. — С. 165–173.
49. Климкевич А. И. Полиформатная модель обучения польских студентов-филологов в курсе «Практический русский язык» [Текст] : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.08, 13.00.02 / Климкевич Александра Ивона. — Калининград, 2008. — 196 с.
50. Костіков М. П. Створення автоматизованих навчальних систем на основі баз даних лінгвістичної інформації [Текст] / Костіков М. П., Самсонов В. В. // Проблеми транспорту / Нац. транспортний ун-т. — К., 2012. — Вип. 9. — С. 253–258.
51. About Us [Електрон. ресурс] / LiveMocha. — 2011. — Режим доступу : <http://www.livemocha.com/pages/about>. — Назва з екрану.
52. About busuu.com [Електрон. ресурс] / Busuu Online S.L. — 2011. — Режим доступу : <http://www.busuu.com/enc/about>
53. Rosetta Stone: Dynamic Immersion [Електрон. ресурс] / Rosetta Stone Ltd. — 2011. — Режим доступу : www.rosettastone.com/homeschool/overview/dynamic-immersion. — Назва з екрану.
54. Аванесов В. С. Методологические и теоретические основы тестового педагогического контроля [Текст] : дисс. ... д-ра пед. наук : 13.00.01 / Аванесов Вадим Сергеевич ; Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов при Московском институте стали и сплавов Комитета по высшей школе РФ. — М. : 1994. — 340 с.
55. Андриевский Б. Р. Избранные главы теории автоматического управления с примерами на языке MATLAB [Текст] / Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. — СПб. : Наука, 2000. — 475 с.

56. Ковалёв И. В. Системные аспекты организации и применения мультилингвистической адаптивно-обучающей технологии [Текст] / И. В. Ковалёв, М. В. Карасёва, Е. А. Суздалева // Образовательные технологии и общество. — Казань, 2002. — Т. 5. — № 2. — С. 198–212.
57. Меняйленко О. С. Адаптивні інформаційні технології навчання як засіб організації фахової підготовки учителів інформатики: стан проблеми [Текст] / О. С. Меняйленко, Т. В. Бондаренко // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми : зб. наук. пр. / редкол. : І. А. Зязюн (голова) та ін. — К., Вінниця : ТОВ фірма «Планер», 2010. — Вип. 23. — С. 455–460.
58. Кривонос О. М. Організація самостійної роботи бакалаврів математики з курсу «програмування» [Електрон. ресурс] / Кривонос Олександр Миколайович // Інформаційні технології і засоби навчання / гол. ред. : В. Ю. Биков ; Ін-т інформ. технологій і засобів навчання АПН України, Ун-т менеджменту освіти АПН України. — К., 2009. — № 2 (10). — Режим доступу : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/51>. — Назва з екрану.
59. Костікова І. І. Теоретико-методичні засади комп'ютерної лінгводидактики [Текст] : моногр. / І. І. Костікова ; Харків. нац. педагогічний ун-т ім. Григорія Сковороди. — Вінниця : Поділля-2000, 2007. — 240 с.
60. Шампанер Г. М. Педагогические основы создания и использования технологии мультимедиа в образовательном процессе [Текст] : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Шампанер Галина Марковна. — Барнаул, 2000. — 169 с.
61. Шишкіна М. П. Класифікація програмних засобів навчального призначення [Текст] / Шишкіна М. П. // Наукові записки. Серія : Педагогічні науки. — Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2009. — Вип. 82. — Ч. 2. — С. 286–292.
62. Словак К. Використання експертних систем під час узагальнення та систематизації у процесі навчання вищої математики [Текст] / Катерина Словак // Наукові записки Тернопільського нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Серія : Педагогіка / гол. ред. Г. Терещук. — Т., 2011. — № 1. — С. 143–150.

63. Teachers' FAQs [Электрон. ресурс] / EuroTalk Ltd. — 2011. — Режим доступа : <http://eurotalk.com/en/teachers/faq>. — Назва з екрану.
64. LinguaMatch Panoramic Polish [Электрон. ресурс] / Travel Linguist Inc. — 2010. — Режим доступа: <http://www.travellinguist.com/polish-panoramic.html>. — Назва з екрану.
65. Пруцков А. В. Применение информационных ресурсов для автоматизации обучения и проверки знаний [Текст] / Пруцков Александр Викторович // Информационные ресурсы России. — М., 2005. — № 1. — С. 18–20.
66. Galeev I. MONAP: Models, Methods And Applications [Текст] / Ildar Kh. Galeev, Vadim I. Chepegin and Sergey A. Sosnovsky // Knowledge Based Computer Systems: Proceedings of the International Conference KBCS-2000. — Mumbai : National Centre for Software Technology, 2000. — P. 217–228.
67. Galeev I. The structure and functions of ITS GRAD [Текст] / Ildar Galeev, Larisa Tararina, Sergey Sosnovsky // Proceedings of 8th International conference on Human-Computer Interaction (HCI'99), London, August 22–26, 1999. — Munich : Lawrence Erlbaum, 1999. — Vol. 2. — P. 682–685.
68. Słownik gramatyczny języka polskiego [Электрон. ресурс]. — 700 MB / Zygmunt Saloni, Włodzimierz Gruszczyński, Marcin Woliński, Robert Wołosz. — Warszawa : Wiedza Powszechna, 2007. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. — Систем. вимоги : 40 MB RAM ; Windows Vista/XP/2000/NT/ME/98 / Linux. — Назва з контейнера.
69. Słownik gramatyczny języka polskiego [Текст] / Zygmunt Saloni, Włodzimierz Gruszczyński, Marcin Woliński, Robert Wołosz. — Warszawa : Wiedza Powszechna, 2007. — 180 s.
70. Grammatical Dictionary of Polish. Presentation by the Authors [Текст] / Z. Saloni, W. Gruszczyński, M. Woliński, R. Wołosz // Studies in Polish Linguistics. — Cracow : LEXIS, 2007. — Vol. 4. — P. 5–25.
71. Зализняк А. А. Русское именное словоизменение [Текст] / А. А. Зализняк. — М. : Языки славянской культуры, 2002. — 752 с.

72. Мамрак В. А. Множество словообразовательных системных отношений и технология их визуализации в электронном словаре-тезаурусе [Текст] / А. В. Мамрак, П. А. Ищук // Вісн. Дніпропетровського ун-ту. Серія : мовознавство / ред. : Т. С. Пристайко. — Д., 2008. — Вип. 14. — С. 172–177.
73. Грамматический словарь русского языка [Электрон. ресурс]. — Режим доступа : <http://www.solarix.ru/russian-grammar-dictionary.shtml>. — Назва з екрану.
74. Woliński M. Grammatical Dictionary of Polish [Электрон. ресурс] / Marcin Woliński. — 2007. — 33 p. — Режим доступа : <http://www.info.univ-tours.fr/~savary/Polonium/Papers/prezentacja-SGJP-Tours.pdf>. — Назва з екрану.
75. Dicționar Englez Român — English Romanian Dictionary Online [Электрон. ресурс]. — Режим доступа : <http://dictionare.com>. — Назва з екрану.
76. Reusable Lingustic Resources for Romanian [Электрон. ресурс] / Institutul de Matematică și Informatică, A.Ș.M. — Chișinău, 2016. — Режим доступа : <http://www.math.md/elrr>. — Назва з екрану.
77. Kurmas Z. Encouraging Language Students to Contribute Inflection Data to Wiktionary [Электрон. ресурс] / Zachary Kurmas // WikiSym '10 : proceedings of the 6th International Symposium on Wikis and Open Collaboration. — New York, 2010. — 2 p. — Режим доступа : <http://www.wikisym.org/ws2010/tiki-print.php?page=Proceedings>. — Назва з екрану.
78. LingvoTutor.ru: Изучаем слова и не только... [Электрон. ресурс] / АВВУУ. — 2016. — Режим доступа : <http://lingvotutor.ru/faq>. — Назва з екрану.
79. Попов С. Современные системы автоматизированного перевода [Текст] / С. А. Попов, Е. Ф. Жукова. — Великий Новгород : НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2014. — 241 с.
80. Cheng W. Using a Specialised Corpus of Engineering English for ESP Practices [Текст] / Winnie Cheng // The Asian ESP Journal Special Edition: The 1st Asian ESP Conference, Chonqing University, October 2009. — Time Taylor Press Australia, 2009. — P. 43–57.

81. Рябуха І. М. Проблеми використання комп'ютерних технологій при викладанні англійської мови [Текст] / І. М. Рябуха // Удосконалення в навчанні іноземних мов у системі підготовки управлінських кадрів / ред. Г. І. Мостовий ; Укр. акад. держ. упр. при Президентові України. Харк. філ.. Каф. інозем. мов. — Х., 2000. — 109 с. — ISBN 966-7353-81-8. — укр.
82. Костіков М. П. Роль комп'ютера у навчанні польської граматики у ВНЗ [Текст] / 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.
83. Костіков М. П. Можливості сучасних електронних засобів навчання польської мови для вивчення граматики студентами [Текст] / 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.
84. Костіков М. П. The Role of the Computer in Teaching of Polish Grammar at the Universities [Текст] / 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.
85. Костіков М. П. Die Rolle des Computers beim Unterrichten von polnischer Grammatik [Текст] / 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.
86. Костіков М. П. Роль комп'ютера у навчанні польської граматики у ВНЗ [Текст] / 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.

87. Костіков М. П. Огляд сучасних електронних засобів навчання польської мови [Текст] / 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.
88. Костіков М. П. Можливості вивчення граматики польської мови з допомогою сучасних електронних засобів навчання [Текст] / 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.
89. Костіков М. П. Проблеми та перспективи сучасних електронних засобів навчання слов'янських мов (на прикладі польської) [Текст] / М. П. Костіков // Програма і матер. 78 міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI ст.», 2–3 квітня 2012 р. — К. : НУХТ, 2012 р. — Ч. 2. — С. 323–324.
90. Костіков М. П. Сучасні електронні засоби навчання польської мови: переваги і недоліки [Текст] / 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.
91. Файоль А. Общее и промышленное управление [Текст] / Анри Файоль. — М. : Контроллинг, 2004. — 452 с.
92. Данченко А. Л. Информационная технология мониторинга качества образовательных ресурсов [Текст] : дисс. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / Данченко Алла Леонидовна ; Восточноукраинский нац. ун-т им. В. Даля. — Луганск, 2012. — 179 с.
93. Learning Technology System Architecture (LTSA) [Електрон. ресурс] / Universität Bremen. — 2002. — Режим доступа : <http://www.informatik.uni-bremen.de/gdpa/gdpa06.htm>. — Назва з екрану.

94. Толкунов С. М. Структура навчального програмного забезпечення для дистанційної форми навчання [Текст] / Толкунов Семен Михайлович // Інформаційні технології і засоби навчання / гол. ред. : В. Ю. Биков; Ін-т інформ. технологій і засобів навчання АПН України, Ун-т менеджменту освіти АПН України. — К., 2007. — Вип. 2 (3). — Режим доступу : [http://www.ime.edu-ua.net/em3/content/07tsmedf.htm](http://www.ime.edu.ua.net/em3/content/07tsmedf.htm).
95. Експертні системи в навчанні [Текст] / Биков В., Гриценко В., Довгялло О., Петрушин В., Рудюк Х., Єсламов С., Хвілон Е. // Рідна школа. — 1993. — № 8. — С. 40–42.
96. Гладышев П. Е. Модель адаптивного учебного интернет-ресурса [Текст] / Гладышев П. Е., Сиговцев Г. С. // тр. XI Всероссийской конф. «Телематика'2004». — СПб., 2004. — Т. 1. — С. 315–317.
97. Співаковський О. В. Типологічні ознаки рівнів навченості студентів у межах компонентно-орієнтованого підходу [Текст] / Співаковський О. В. // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наук. пр. / К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2003. — Вип. 7. — С. 28–35.
98. Співаковський О. В. Вихідні положення побудови методичної системи навчання лінійної алгебри на основі компонентно-орієнтованого підходу [Текст] / О. В. Співаковський // Дидактика математики: пробл. і дослідж. : зб. наук. пр. — 2006. — Вип. 25. — С. 31–38.
99. Пустынникова И. Н. Современные информационные технологии в подготовке учителя физики [Текст] : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Пустынникова Ирина Николаевна. — Донецк, 1999. — 247 с.
100. Грибов М. Обработка результатов проверочных работ для определения уровня знаний [Електрон. ресурс] / Грибов Михаил Григорьевич. — Матер. конф. «Информационные технологии в образовании (ИТО-2004). — М., 2004. — Режим доступу : <http://ito.edu.ru/2004/Moscow/VI/VI-0-4316.html>. — Назва з екрану.
101. Самсонов В. В. Алгоритм адаптивного навчання в системі електронних навчально-методичних ресурсів дисципліни [Текст] / 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.

102. Rastrigin V. Statistical estimation of the parameters of training models [Текст] / Vladimir Rastrigin // Transport and Telecommunication. — Riga, 2002. — Vol. 3. — № 1. — Р. 62–67.

103. Бойкова В. О. Автоматичне керування процесом навчання в системі електронного підручника [Текст] / В. О. Бойкова, А. М. Сільвестров, Р. Ф. Хотячук // Праці МНТК «Автоматика-2000». — Львів : Держ. НДІ інформаційної інфраструктури. — 2000. — Т. 6. — С. 44–51.

104. Самсонов В. В. Нариси з теорії ідентифікації [Текст]: моногр. / В. В. Самсонов, А. М. Сільвестров. — К. : НУХТ, 2012. — 224 с.

105. Данченко А. Л. Інформаційна технологія моніторингу якості освітніх ресурсів [Текст]: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.06 «Інформаційні технології» / Данченко Алла Леонідівна. — К., 2012. — 24 с.

106. Костіков М. П. Архітектура експертно-навчальної системи граматики іноземної мови [Текст] / М. П. Костіков, В. В. Самсонов // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. — Х. : ХАІ, 2015. — № 4 (74). — С. 145–149.

107. Костіков М. П. Електронний тренажер самонавчання словозміни іноземної мови [Текст] / М. П. Костіков // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — К. : НУХТ, 2016. — Т. 22. — № 2. — С. 22–28.

108. Костіков М. П. Модель студента й алгоритм навчання експертно-навчальної системи граматики польської мови [Текст] / М. Костіков, В. Самсонов // Інформаційні технології в освіті. — Херсон : ХДУ, 2014. — № 21. — С. 87–95.

109. Костіков М. П. Компонентно-орієнтоване навчання граматики слов'янських мов (на прикладі польської) [Текст] / М. П. Костіков // Програма і матер. 79 міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові

здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у ХХІ ст.», 15–16 квітня 2013 р. — К. : НУХТ, 2013. — Ч. 2. — С. 603–604.

110. Костіков М. П. Керування процесом самонавчання граматики зі зворотним зв'язком [Текст] / 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.

111. Мовний склад населення України [Електрон. ресурс] : за даними Всеукр. перепису населення 2001 р. / Держ. ком. статистики України. — Режим доступу : <http://2001.ukrcensus.gov.ua/i/u/cens2001.pdf>. — Назва з екрану.

112. Про переліки навчальної літератури, що має відповідний гриф Міністерства освіти і науки України, для використання у загальноосвітніх навчальних закладах у 2016/2017 навчальному році [Електрон. ресурс] : Лист МОН від 17.08.2016 №1/9-434 / Міністерство освіти і науки України. — К., 2016. — Режим доступу : <http://www.imzo.gov.ua/2016/08/17/list-mon-vid-17-08-2016-1-9-434-pro-pereliki-navchalnoyi-literaturi-shho-maye-vidpovidniy-grif-ministerstva-osviti-i-nauki-ukrayini-dlya-vikoristannya-u-zagalnoosvitnih-navchalnih-zakladah-u-20/>. — Назва з екрану.

113. Методичні рекомендації щодо вивчення польської мови у загальноосвітніх навчальних закладах у 2016/2017 н. р. [Електрон. ресурс] / уклад. Л. М. Бондарук ; Волинський ін-т післядипломної педагогічної освіти. — Луцьк, 2016. — Режим доступу : <http://vippo.org.ua/files/recommendations/2016-2017/polska.doc>. — Назва з екрану.

114. Бондарук Л. М. Вивчення мов національних меншин у школах Волинської області [Електрон. ресурс] / Л. М. Бондарук, Л. М. Щерба, Т. О. Томчук. — Луцьк : ВІППО, 2012. — Режим доступу : http://vippo.org.ua/files/gumanitar/metod_recmend_langs.doc. — Назва з екрану.

115. Навчання польської мови [Електрон. ресурс] / Генеральне Консульство Республіки Польща в Луцьку. — Луцьк, 2016. — Режим доступу :

http://www.luck.msz.gov.pl/uk/wspolpraca_dwustronna/luck_ua_k_179/luck_ua_k_101. — Назва з екрану.

116. Про підсумки розвитку загальної середньої, дошкільної та позашкільної освіти у 2008/2009 навчальному році та завдання на 2009/2010 навчальний рік [Електрон. ресурс] : інформаційно-аналітичні матеріали до підсумкової колегії Міністерства освіти і науки України 26 серпня 2009 року / Міністерство освіти і науки України. — К., 2009. — Режим доступу : www.mon.gov.ua/images/newstmp/2009_1/19_08/info.doc. — Назва з екрану.

117. Інформаційно-довідкові матеріали щодо освіти національних меншин [Електрон. ресурс] / Zjednoczenie Nauczycieli Polskich na Ukrainie. — 2010. — Режим доступу : <http://polacy.info.pl/wp-content/uploads/2014/03/informacyjny-dow.doc>. — Назва з екрану.

118. Здійснення мовної політики у сфері освіти [Текст] / Міністерство освіти і науки України // Кримський політичний діалог 2010. — К. : Агентство «Україна», 2011. — С. 157–190.

119. Мазука Л. І. Мовна політика щодо освіти національних меншин в Україні [Текст] / Мазука Людмила Іванівна // Стратегічні пріоритети. — К. : Нац. ін-т стратегічних досліджень, 2013. — № 4 (29). — С. 106–112.

120. Освіта національних меншин: нові ініціативи Міністерства і освіти України [Електрон. ресурс] / Міністерство освіти і науки України. — 2015. — Режим доступу : <http://mon.gov.ua/usi-novivni/novini/2015/03/19/osvita-nacziionalnix-menshin-novi-inicziativi-ministerstva-osviti-i-nauki-ukrayini>. — Назва з екрану.

121. Відкрито II Всеукраїнську учнівську олімпіаду з польської мови та літератури [Електрон. ресурс] / Міністерство освіти і науки України. — К., 2016. — Режим доступу : <http://mon.gov.ua/usi-novivni/novini/2016/03/21/vidkrito-ii-vseukrayinsku-uchnivsku-olimpiadu-z-polskoyi-movi-ta-literaturi/>. — Назва з екрану.

122. Про підсумки розвитку загальної середньої, дошкільної та позашкільної освіти області у 2008/2009 навчальному році та завдання на 2009/2010

навчальний рік [Електрон. ресурс]: інформаційно-аналітичні матеріали до підсумкової колегії управління освіти і науки ОДА 28 серпня 2009 року / Н. В. Жолобок; управління освіти Шепетівського міськвиконкому. — Шепетівка, 2009. — 20 с. — Назва з екрану.

123. Тищенко К. М. Метатеорія мовознавства [Текст] / К. Тищенко. — К. : Основи, 2000. — 350 с.

124. Ranta A. How Predictable is Finnish Morphology: An Experiment in Lexicon Construction [Електрон. ресурс] / Aarne Ranta // CLT Seminar, 25 September 2008. — 2008. — 64 p. — Режим доступу : www.cse.chalmers.se/~aarne/talks/finnish-2008.pdf. — Назва з екрану.

125. Woliński M. A Relational Model of Polish Inflection in Grammatical Dictionary of Polish [Текст] / Marcin Woliński // Human Language Technology: Challenges of the Information Society. — Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2009. — P. 96–106.

126. Slaski A. Opis fragmentu języka polskiego w formalizmie Grammatical Framework [Текст] : praca magisterska na kierunku informatyka / Adam Slaski. — Warszawa, 2010. — 73 s.

127. Василевская Д. Учебник польского языка [Текст] / Данута Василевская, Станислав Кароляк. — СПб. : Лань. — 2001. — 576 с. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

128. Кротовская Я. А. Практический курс польского языка. Базовый учебник [Текст] / Я. А. Кротовская, Л. Г. Кашкурович, Г. М. Лесная, Н. В. Селиванова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : АСТ, 2005. — 559 с.

129. Колосова Е. И. Польский язык [Текст] : учеб. пособ. для студ. филол. фак. / Казан. гос. ун-т, Филол. фак.; сост.: Е. И. Колосова, М. О. Новак, Р. Н. Сафин. — Казань, 2007. — 76 с.

130. Юнаковская А. А. Современный польский язык [Текст] : учеб. пособ. / А. А. Юнаковская. — Омск, 2004. — 204 с.

131. Swan O. E. Polish Verbs & Essentials of Grammar [Текст] / Oscar E. Swan. — N.Y. : McGraw-Hill, 2009. — 138 p.

132. Feldstein R. F. A Concise Polish Grammar [Електрон. ресурс] / Ronald F. Feldstein. — SEELRC, 2001. — 114 p. — Режим доступу : http://seelrc.org:8080/grammar/pdf/compgrammar_polish.pdf. — Назва з екрану.
133. Saloni Z. Czasownik polski [Текст] / Zygmunt Saloni. — Warszawa : Wiedza Powszechna, 2010. — 264 s.
134. Цивильская Е. Ю. Польский язык. Справочник по глаголам [Текст] / Е. Ю. Цивильская. — М. : Живой язык, 2009. — 224 с.
135. Гельбух А. Ф. К вопросу об автоматическом морфологическом анализе флективных языков [Текст] / А. Ф. Гельбух, Г. О. Сидоров // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии : тр. междунар. конф. «Диалог'2005» (Звенигород, 1–6 июня 2005 г.). — М. : Наука, 2005. — С. 92–96.
136. Егошина А. А. Об одном способе построения статического словаря морфологического процессора [Текст] / А. А. Егошина // Штучний інтелект. — Донецьк, 2007. — № 2. — С. 87–91.
137. Détrez G. Smart Paradigms and the Predictability and Complexity of Inflectional Morphology [Текст] / Grégoire Détrez and Aarne Ranta // proceedings of the 13th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics, Avignon, France, April 23–27, 2012. — Avignon, 2012. — P. 645–653.
138. Любченко Т. П. Організація даних та структура електронного граматичного словника німецької мови [Текст] / Т. П. Любченко // Математичні машини і системи. — 2007. — № 2. — С. 98–110.
139. Jagodziński J. Słownik gramatyczny języka polskiego [Електрон. ресурс] / Grzegorz Jagodziński. — 2013. — Режим доступу : <http://grzegorj.w.interia.pl/popraw/sgjp.html>. — Назва з екрану.
140. PoliMorf — otwarty słownik morfologiczny : prezentacja [Електрон. ресурс] / Marcin Woliński, Marcin Miłkowski, Maciej Ogrodniczuk [та ін.]. — Warszawa : IPI PAN, 2011. — 44 s. — Режим доступу : <http://nlp.ipipan.waw.pl/NLP-SEMINAR/111205.pdf>. — Назва з екрану.

141. Ziolo M. System do zdalnego wspomagania nauki fleksji języka polskiego [Текст]: praca magisterska / Marcin Ziolo ; Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie. — Kraków, 2008. — 56 s.
142. Polski słownik dla isPELL [Электрон. ресурс] / Mirosław Prywata. — 2013. — Режим доступа : <http://ispell-pl.sourceforge.net>. — Назва з екрану.
143. Morfologik v. 2.0 [Электрон. ресурс]. — 2013. — Режим доступа : <http://sourceforge.net/projects/morfologik/files/morfologik/2.0>. — Назва з екрану.
144. PoliMorf [Электрон. ресурс] / Maciej Ogrodniczuk ; IPI PAN. — Warszawa, 2015. — Режим доступа : <http://zil.ipipan.waw.pl/PoliMorf>. — Назва з екрану.
145. Radziszewski A. Conversion of Morfologik data into the IKIPI tagset [Электрон. ресурс] / Adam Radziszewski. — Wrocław : Wrocław University of Technology, 2011. — 3 р. — Режим доступа : <http://nlp.pwr.wroc.pl/redmine/attachments/download/299>. — Назва з екрану.
146. Найханова Л. Методы и алгоритмы трансляции естественно-языковых запросов к базе данных в SQL-запросы [Текст]: моногр. / Л. В. Найханова, И. С. Евдокимова. — Улан-Удэ : ВСГТУ, 2004. — 148 с.
147. Искусственный интеллект [Текст]: справочник: в 3 кн. / под ред. Д. А. Поспелова. — М.: Радио и связь, 1990. — Кн. 2. — 304 с.
148. Карпенко А. П. Модельное обеспечение автоматизированных обучающих систем. Обзор [Электрон. ресурс] / Карпенко А. П., Добряков А. А. // Наука и образование: электрон. науч.-техн. изд. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. — № 7. — 63 с. — Режим доступа : <http://technomag.edu.ru/doc/193116.html>. — Назва з екрану.
149. Ranta A. How Predictable is Finnish Morphology? An Experiment on Lexicon Construction [Текст] / Aarne Ranta // Resourceful Language Technology: Festschrift in Honor of Anna Sågvald Hein / Edited by Joakim Nivre, Mats Dahllöf and Beata Megyesi. — Uppsala : University of Uppsala, 2008. — P. 130–148.
150. Ranta A. Creating Linguistic Resources with the Grammatical Framework [Текст] / Aarne Ranta. — Valetta : ELRA, 2010. — 75 p.

151. The Status of the GF Resource Grammar Library [Електрон. ресурс] / Aarne Ranta. — 2015. — Режим доступу : <http://www.grammaticalframework.org/lib/doc/status.html>. — Назва з екрану.
152. Кохреидзе Г. Электронный грамматический словарь грузинского языка [Електрон. ресурс] / Кохреидзе Гиорги Нугзарович // MegaLing'2010: Горизонти прикладної лінгвістики та лінгвістичних технологій : матер. міжнар. наук. конф. 01–07 жовт. 2010, Україна, Крим, Партеніт. — Партеніт, 2010. — Режим доступу : www.megaling.crimea.edu/publications/2010_Kokhreidze.rtf. — Назва з екрану.
153. Кохреидзе Г. Особенности формоизменения грузинского глагола [Текст] / Гиоргий Кохреидзе // Прикладна лінгвістика та лінгвістичні технології. MegaLing-2008 : зб. наук. пр. — К. : Довіра, 2009. — С. 103–107.
154. Моделирование словоизменения румынского языка средствами мембранных вычислений [Текст] / Е. Боян, С. Кожокару, А. Колесников [та ін.] // Прикладна лінгвістика та лінгвістичні технології. MegaLing-2011 : зб. наук. пр. — К. : Довіра, 2012. — С. 57–72.
155. Virk Sh. Computational Linguistics Resources for Indo-Iranian Languages [Текст] : thesis for the degree of Doctor of Philosophy / Shafqat Mumtaz Virk ; Chalmers University of Technology & University of Gothenburg. — Gothenburg : Chalmers, 2013. — 200 p.
156. Hlaváčová J. Morphological Guesser of Czech Words [Текст] / Jaroslava Hlaváčová // TSD '01 : proceedings of the 4th International Conference on Text, Speech and Dialogue, Železná Ruda, Czech Republic, September 11–13, 2001. — Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2001. — P. 70–75.
157. Guessing Morphological Classes of Unknown German Nouns [Текст] / Preslav Nakov, Yury Bonev, Galia Angelova [та ін.] // Recent Advances in Natural Language Processing III, Selected Papers from RANLP 2003, Borovets, Bulgaria : proceedings. — Borovets, 2003. — P. 319–326.
158. Piasecki M. Polish Morphological Guesser Based on a Statistical A Tergo Index [Текст] / Maciej Piasecki and Adam Radziszewski // proceedings of the International

Multiconference on Computer Science and Information Technology, October 15–17, 2007, Wisła, Poland. — Wisła, 2007. — P. 247–256.

159. Чеусов А. В. Алгоритм автоматического порождения правил морфологического преобразования слов [Текст] / А. В. Чеусов // Штучний інтелект. — Донецьк, 2004. — № 4. — С. 673–677.

160. Francis W. N. Frequency Analysis of English Usage: Lexicon and Grammar [Текст] / W. Nelson Francis and Henry Kučera with the assistance of Andrew W. Mackie. — Boston : Houghton Mifflin Company. — 1982. — 561 p.

161. Nation P. Vocabulary size, text coverage, and word lists [Текст] / Paul Nation and Robert Waring // Vocabulary: Description, Acquisition and Pedagogy ; N. Schmitt and M. McCarthy (eds.). — Cambridge : Cambridge University Press, 1997. — P. 6–19.

162. Топ 1000 слів. Польська мова [Текст] / Langenscheidt ; під ред. Єви Лемеш ; пер. і адаптація: Грищенко Л. М. — К. : Методика, 2011. — 64 с.

163. Сериков Г. В. Словарь базовой лексики польских СМИ [Текст] / Григорий Сериков, Павел Чечет. — Минск : Змицер Колас, 2013. — 216 с.

164. Українсько-польський словник тематичної лексики: Бл. 8000 слів і виразів [Текст] / за ред. Ю. Г. Попсуєнка. — К. : Школа, 2006. — 368 с.

165. Kazojć J. Słownik frekwencyjny leksemów V.06.2009 [Електрон. ресурс] / Jerzy Kazojć. — 2009. — Режим доступу : <http://www.slowniki.org.pl/slownik-frekwencyjny-leksemow.pdf>. — Назва з екрану.

166. Komputerowy słownik języka polskiego : edycja 1996 [Електрон. ресурс] / red. Mieczysław Szymczak, Elżbieta Sobol. — Warszawa : Wydaw. Nauk. PWN, 1996. — 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. — Назва з контейнера.

167. Польська мова [Текст] : програма курсу для студ. гуманітарного фак. / укл. І. А. Аскерова. — К. : ДАКККиМ, 2003. — 20 с.

168. Programy nauczania języka polskiego jako obcego. Poziomy A1 — C2 [Текст] : praca zbiorowa / pod red. I. Janowskiej, E. Lipińskiej, A. Rabiej, A. Seretny, P. Turka. — Kraków : Księgarnia Akademicka, 2011. — 216 s.

169. Костіков М. П. Формальна модель словозміни іменників польської мови [Текст] / Костіков М. П. // Радіоелектроніка, інформатика, управління. — Запоріжжя : ЗНТУ, 2015. — № 4 (35). — С. 18–21.
170. Костіков М. П. Створення бази знань граматики польської мови [Текст] / М. П. Костіков // Актуальні проблеми економіки. — К., 2012. — №10 (136). — С. 243–248.
171. Костіков М. П. Підхід «розумних парадигм» для створення бази знань морфології польської мови [Текст] / Микола Костіков // Прикладна лінгвістика та лінгвістичні технології: MegaLing-2012 : зб. наук. пр. / НАН України, Укр. мовно-інформ. фонд. — К. : УМІФ, 2013. — С. 136–142.
172. 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. — Назва з екрану.
173. Костіков М. П. Формалізація граматичних правил для навчання польської мови [Текст] / 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.
174. Kostikov M. Decomposing Morphological Rules of Polish for Adaptive Language Learning [Текст] / 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.
175. Костіков М. П. Навчання граматики польської мови на основі моделі морфології [Текст] / Костіков Микола Павлович // Міжнар. наук. конф. MegaLing'2013 «Горизонти прикладної лінгвістики і лінгвістичних технологій»,

Київ, 20–21 листопада 2013 р. — 2012. — 2 с. — Режим доступу: http://megaling.ulif.org.ua/attachments/article/317/Kostikov_tezy_ML2013.doc

176. Костіков М. П. База знань морфології польської мови для індивідуалізованого навчання [Текст] / М. П. Костіков // Проблеми інформатизації : тези доповідей другої міжнар. наук.-техн. конф. — К., 2014. — С. 8.

177. 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>. — Назва з екрану.

178. Федосов А. Ю. Интеллектуальные обучающие технологии в системе электронного социального образования [Текст] / А. Ю. Федосов // Междунар. конгресс по информатике: информационные системы и технологии : матер. междунар. науч. конгресса 31 окт. — 3 нояб. 2011 г. : в 2 ч. — Минск : БГУ, 2011. — Ч. 1. — С. 420–426.

179. Шишкіна М. П. Еволюція засобів та підходів до моделювання знання у сфері освіти [Електрон. ресурс] / Шишкіна Марія Павлівна // Інформаційні технології і засоби навчання / гол. ред. : В. Ю. Биков; Ін-т інформ. технологій і засобів навчання АПН України, Ун-т менеджменту освіти АПН України. — К., 2008. — Вип. 1 (5). — Режим доступу : <http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/ITZN/em5/content/08smpeis.htm>. — Назва з екрану.

180. Компьютерная технология обучения. Словарь-справочник [Текст] / под ред. В. И. Гриценко, А. М. Довгялло. — К. : Наук. думка, 1992. — 650 с.

181. Шабалина О. А. Модели и методы для управления процессом обучения с помощью адаптивных обучающих систем [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.10 / О. А. Шабалина ; Волгоградский гос. техн. ун-т. — Астрахань, 2005. — 158 с.

182. Карпова И. П. Исследование и разработка подсистемы контроля знаний в распределенных автоматизированных обучающих системах [Текст] : дисс. ... канд. техн. наук : 05.13.13 / Карпова Ирина Петровна. — М., 2002. — 166 с.
183. Пантелеев Е. Р. Персональная адаптация программ методической web-поддержки автоматизированного проектирования [Текст] / Пантелеев Е. Р., Шмелева И. А. // Вестник ИГЭУ. — Иваново : Иван. гос. энерг. ун-т, 2005. — Вып. 4. — С. 130–136.
184. Пучковський Ю. Я. Польська мова [Текст] : посіб. для студ. гуманітарних спеціальностей / Ю. Я. Пучковський. — Рівне : Сантапрінт, 2000. — 247 с.
185. Кравчук А. М. Лексикологія і культура польської мови [Текст] : підруч. : у 2 т. / Алла Кравчук. — К. : ІНКООС, 2011. — Т. 2. — 520 с.
186. Українець А. І. Підготовка електронних навчально-методичних ресурсів навчальної дисципліни [Текст] : метод. посіб. / А. І. Українець, В. В. Самсонов, Ю. П. Чаплінський, В. С. Кот, Д. Ю. Шарейко. — К. : НУХТ, 2009. — 56 с.
187. Кольцов Ю. В. Нейросетевые модели в адаптивном компьютерном обучении [Электрон. ресурс] / Ю. В. Кольцов, Н. Ю. Добровольская // Educational Technology & Society. — 2002. — № 5 (2). — Режим доступа : http://ifets.ieee.org/russian/periodical/V_52_2002EE.html. — Назва з екрану.
188. Рыбина Г. В. Обучающие интегрированные экспертные системы: некоторые итоги и перспективы [Текст] / Г. В. Рыбина // Искусственный интеллект и принятие решений. — 2008. — № 1. — С. 22–46.
189. Берестова В. И. Программный инструментарий для автоматизации разработки обучающих экспертных систем [Текст] / Берестова В. И., Ноздрин Д. М., Рыбина Г. В. // КИИ-94 : сб. науч. тр. в 2-х тт. — Рыбинск, 1994. — Т. 2. — С. 372–376.
190. Рыбина Г. В. Некоторые аспекты построения адаптивной модели обучения средствами инструментального комплекса АТ-Технология [Текст] / Г. В. Рыбина, Л. С. Степанов, А. В. Поляков // Науч. сессия МИФИ-2004 : сб. науч. тр. : в 15 т. — М., 2004. — Т. 3. — С. 192–193.

191. Школьна О. В. Реалізація індивідуального підходу в електронних засобах навчання на основі врахування психологічних факторів [Текст] / О. В. Школьна // 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 р. — Ч. 2. — С. 611–612.
192. Резапкіна Г. В. Отбор в профильные классы [Текст] / Г. В. Резапкіна. — М. : Генезис, 2006. — 124 с. — (Серия «Психолог в школе»).
193. Щеголькова В. А. Формирование психологической компоненты модели обучаемого в автоматизированных системах обучения [Текст] / В. А. Щеголькова // Вісн. СумДУ. Серія : Технічні науки. — Суми : СумДУ, 2008. — № 4. — С. 51–58.
194. Костіков М. П. Модель студента для експертно-навчальної системи граматики іноземної мови [Текст] / А. М. Гуржій, М. П. Костіков // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. — Кременчук : КрНУ, 2015. — Вип. 6 (95). — Ч. 1. — С. 125–129.
195. Костіков М. П. Модель студента для навчання граматики польської мови [Текст] / 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.
196. Костіков М. П. Автоматизоване створення граматичних вправ [Текст] / 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.
197. Костіков М. П. Конструктор вправ із морфології для експертно-навчальної системи граматики польської мови [Текст] / 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.

ДОДАТКИ

Додаток А
Блок-схеми алгоритмів процедур ЕНС

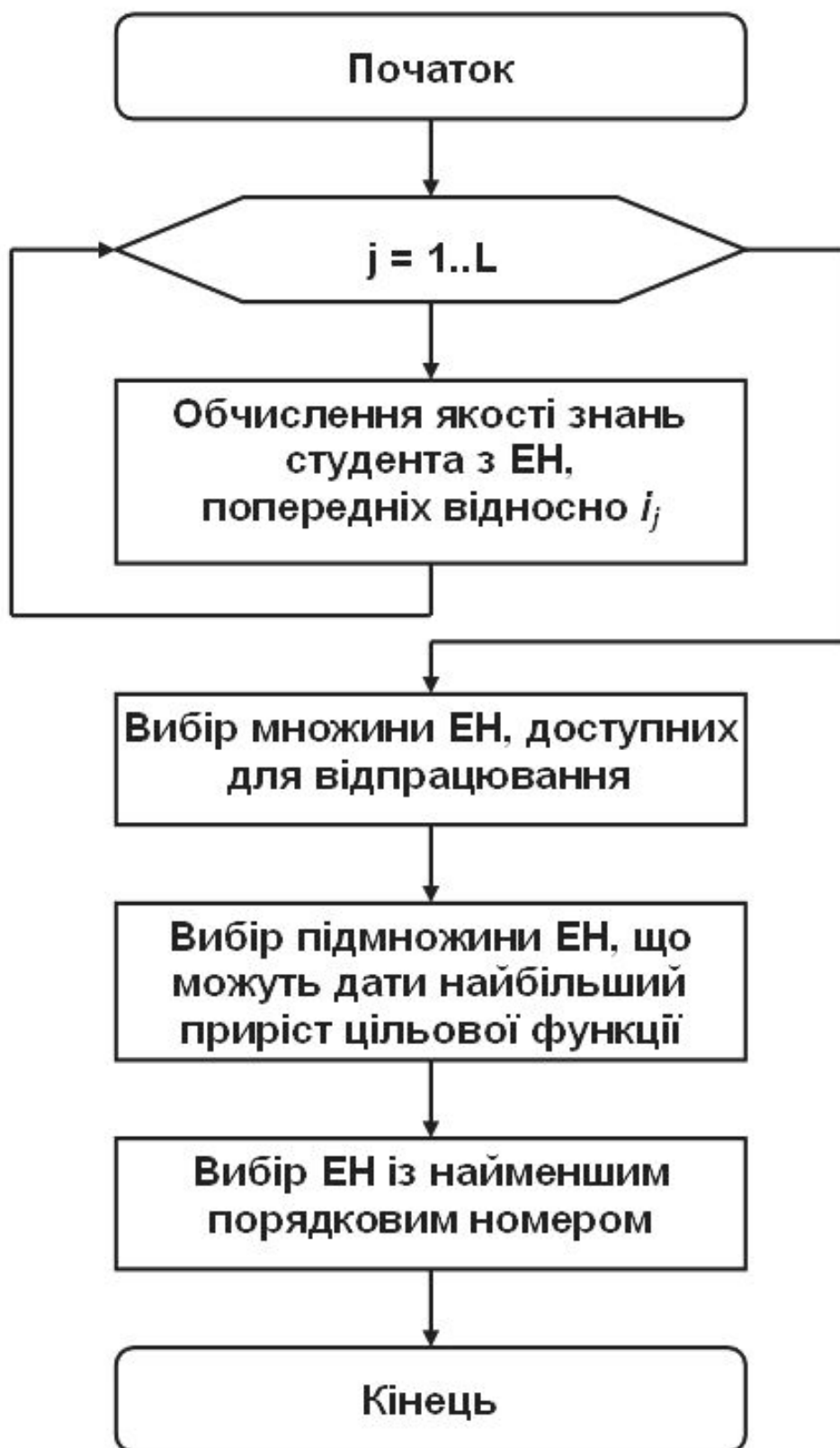


Рис. А.1. Алгоритм відбору елементів навчання



Рис. А.2. Алгоритм проходження теми

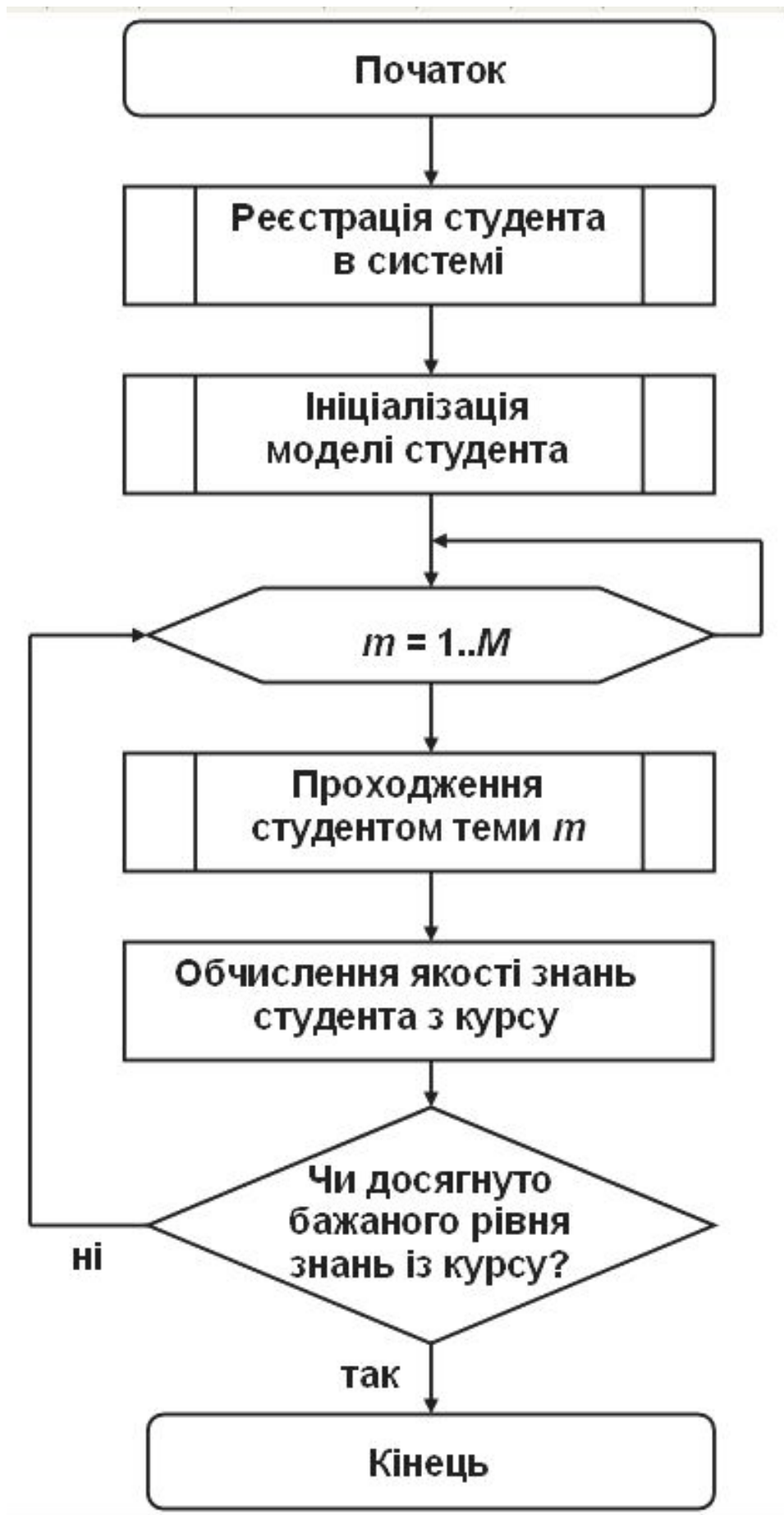


Рис. А.3. Алгоритм проходження курсу

Додаток Б

Скріншоти роботи ЕНС у різних режимах

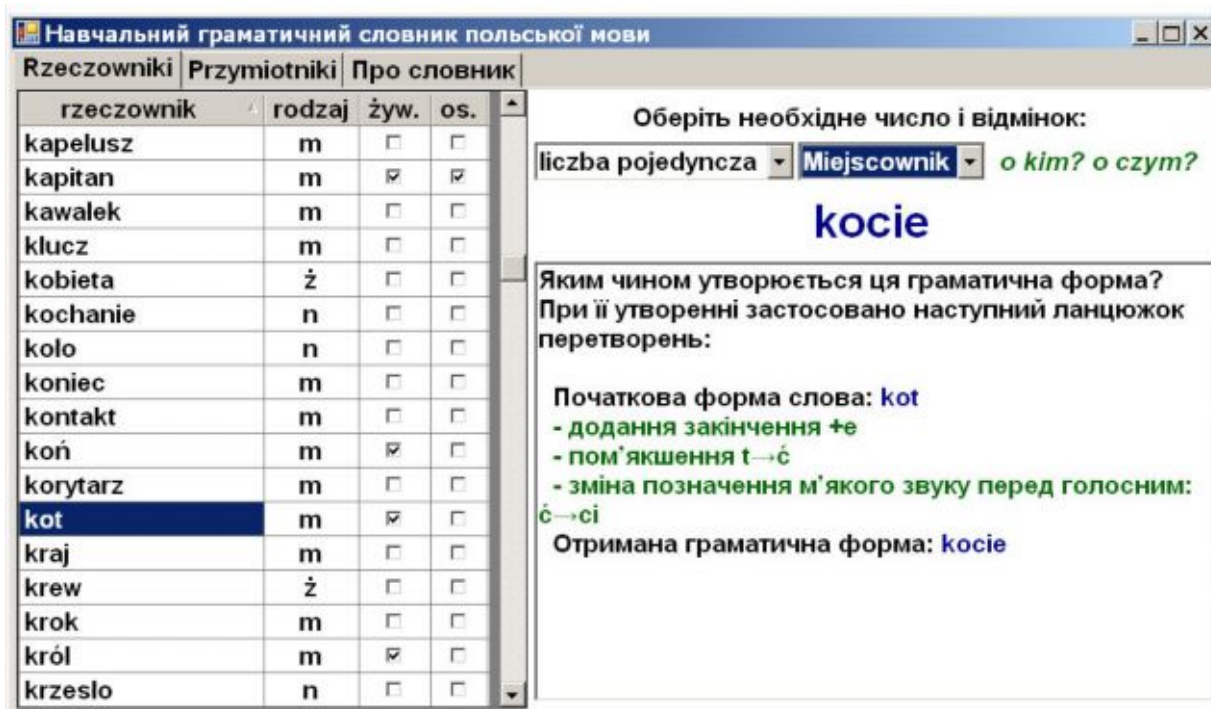


Рис. Б.1. Вікно навчального граматичного словника польських іменників (показ ланцюжка перетворень при утворенні однієї граматичної форми)

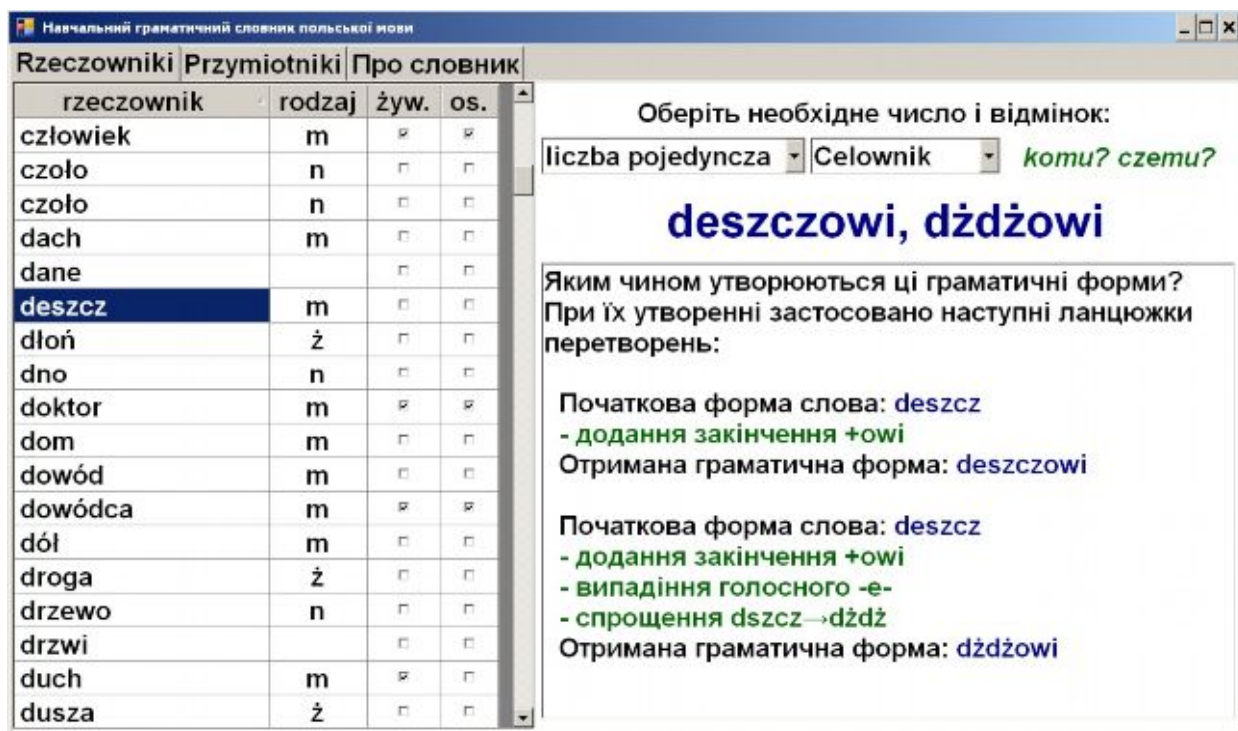


Рис. Б.2. Вікно навчального граматичного словника польських іменників (показ ланцюжків перетворень при утворенні двох граматичних форм)

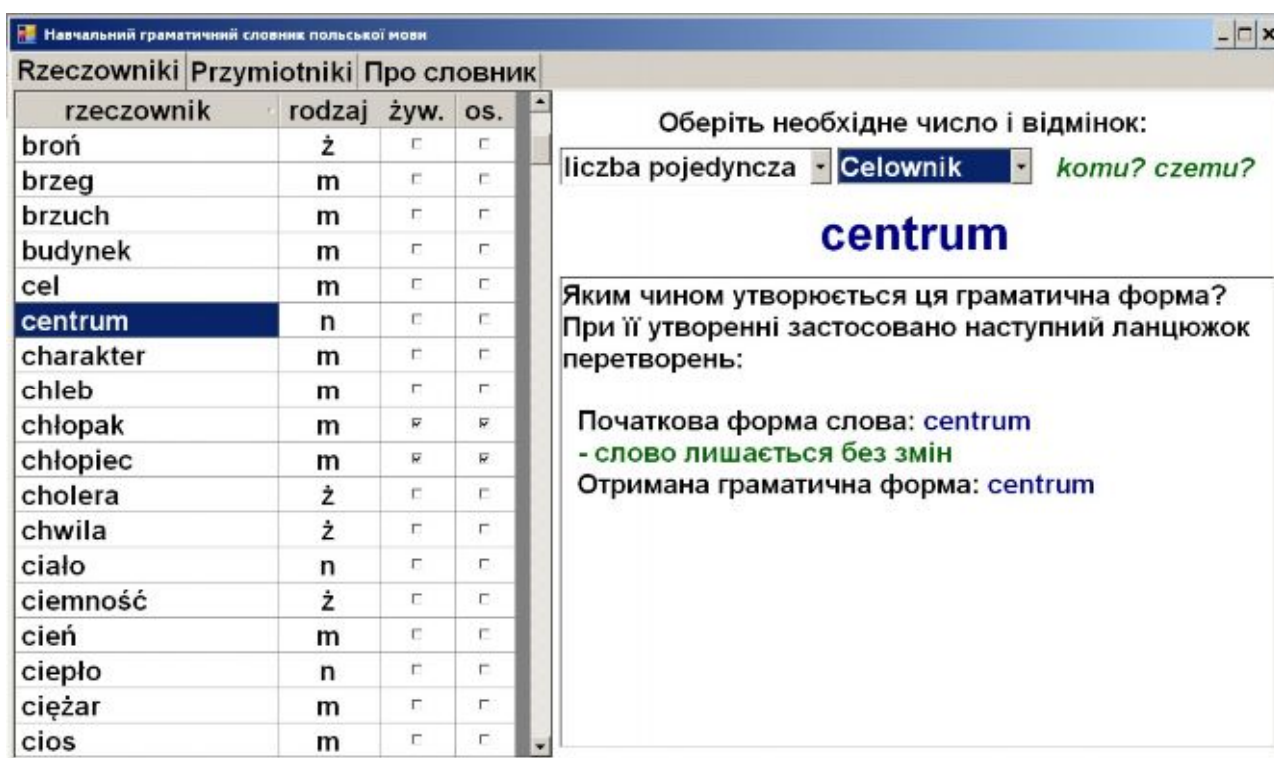


Рис. Б.3. Вікно навчального граматичного словника польських іменників
(випадок, коли задана граматична форма слова тотожна початковій)

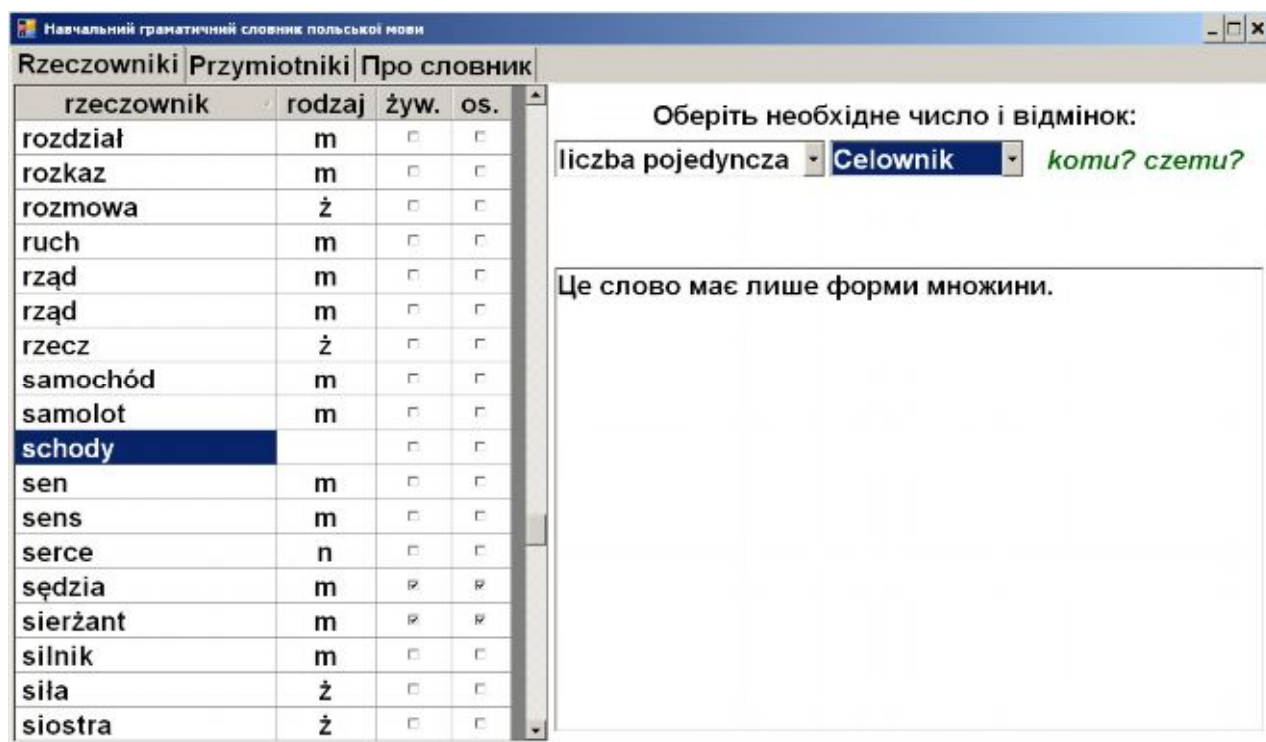


Рис. Б.4. Вікно навчального граматичного словника польських іменників
(випадок, коли задана граматична форма не утворюється)

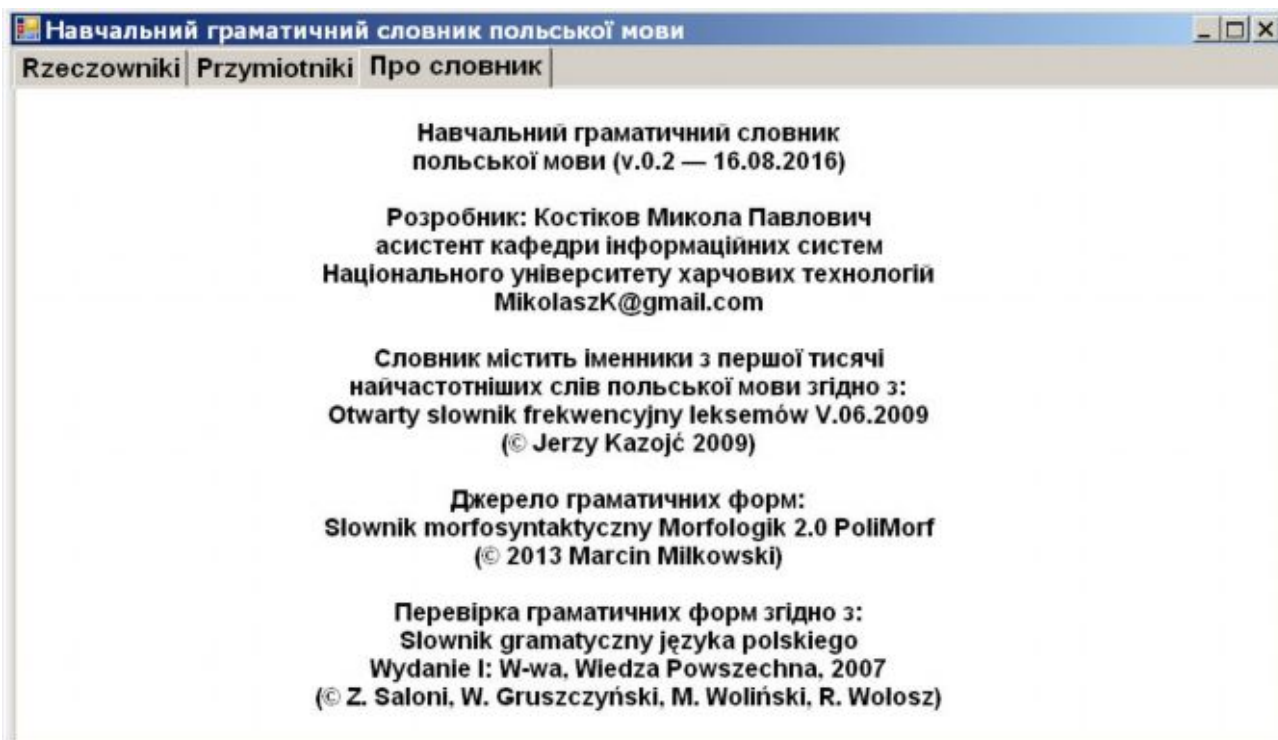


Рис. Б.5. Вікно інформації про навчальний граматичний словник із зазначенням джерел даних, використаних при його розробленні

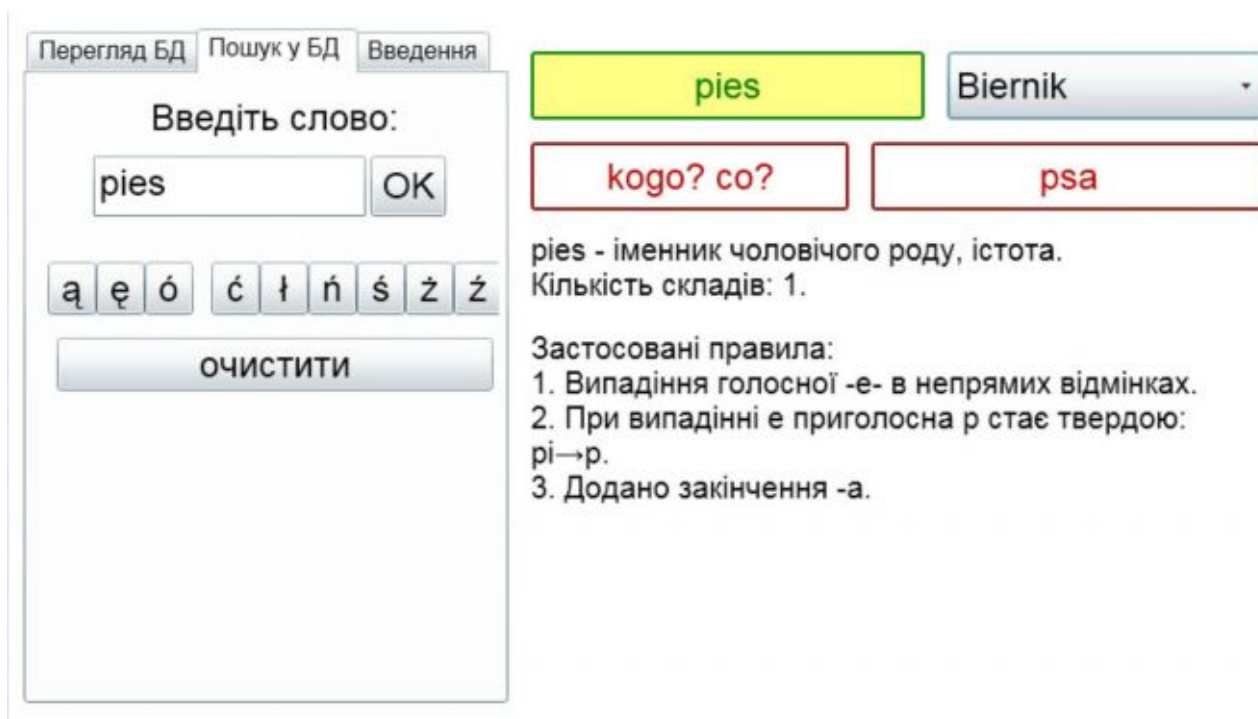


Рис. Б.6. Вікно веб-інтерфейсу навчального граматичного словника іменників.

Показ характеристик для введеного слова,
покроковий опис процесу утворення необхідної граматичної форми
та пояснення правил застосування перетворень на кожному кроці

Перегляд БД Пошук у БД Введення

Введіть слово:

poeta OK

Рід:

☒ чоловічий ☒ істота

☐ жіночий ☒ особа

☐ середній ☐ іноз.сл.

a e o c l n s z z

ОЧИСТИТИ

poeta

Celownik

komu? czemu? poecie

poeta - іменник чоловічого роду, особа.
Кількість складів: 3.

Застосовані правила:

1. Чергування приголосних (пом'якшення): t→ci перед e.
2. Зміна закінчення -a на -e.

Рис. Б.7. Вікно веб-інтерфейсу навчального граматичного словника іменників.

Прогнозування словозміни для слова, відсутнього
в початковому словнику системи

Ćwiczenie №4

Знахідний відмінок

Вправа №4

Człowiek → (kogo?)

☐ człowiek

☐ człowieka

☐ człowiekę

☐ człowieku

OK

Рис. Б.8. Вікно проходження тесту множинного вибору
на утворення граматичної форми



Автоматичний режим проходження вправ

Вправа № 4:

Поставте слово у заданий відмінок.

pole

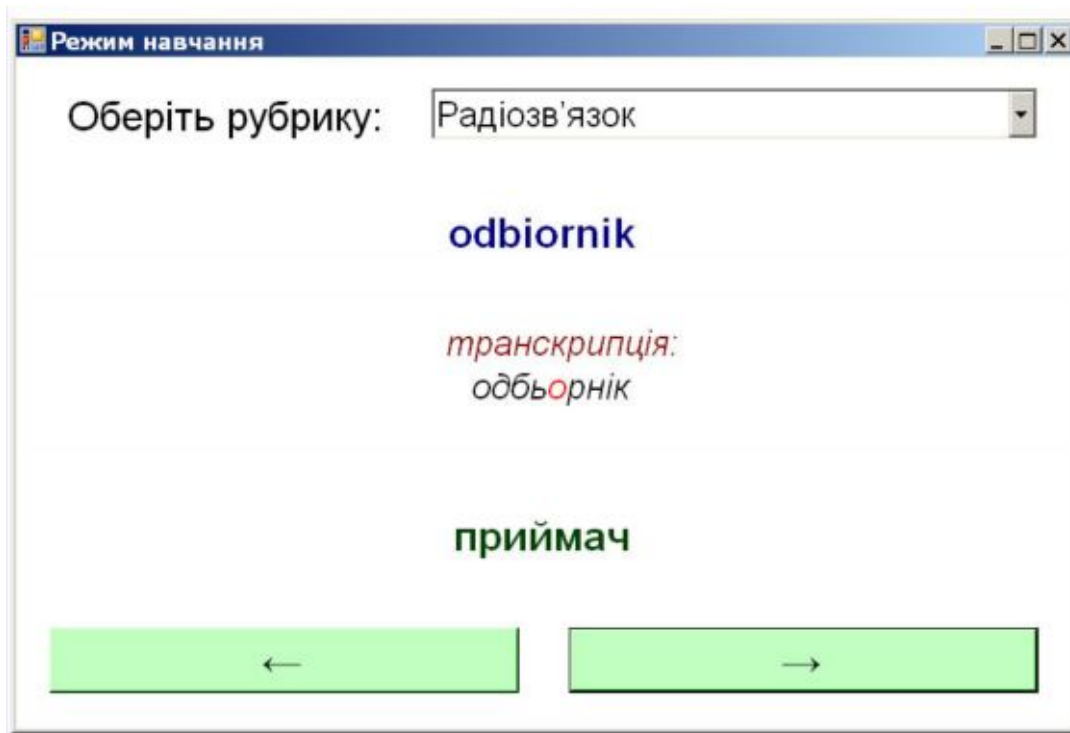
*орудний відмінок однини
(z kim? z czym?)*

Ваша відповідь: **polem**

ą ć ę ł ń ó ś ż ź

Відповісти

Рис. Б.9. Вікно проходження вправи з відкритою відповіддю
на утворення граматичної форми



Режим навчання

Оберіть рубрику: **Радіозв'язок**

odbiornik

*транскрипція:
одб'орнік*

приймач

← →

Рис. Б.10. Вікно модуля «Польська для радіолюбителів»
(режим навчання — подання фахової лексики за обраною рубрикою)

Додаток В

Психологічний тест для визначення типу мислення при реєстрації в ЕНС

Запитання тесту

1. Мені легше щось зробити самому, ніж пояснити іншому.
2. Мені було б цікаво складати комп'ютерні програми.
3. Я люблю читати книги.
4. Мені подобається живопис, скульптура, архітектура.
5. Навіть у відлагодженій справі я намагаюсь щось покращити.
6. Я краще розумію, якщо мені пояснюють на предметах або рисунках.
7. Я люблю грати в шахи.
8. Я легко висловлюю свої думки як в усній, так і в письмовій формі.
9. Коли я читаю книгу, я візуально уявляю собі її героїв.
10. Я віддаю перевагу самотійному плануванню своєї роботи.
11. Мені подобається все робити своїми руками.
12. У дитинстві я створював(а) свій шифр для переписки з друзями.
13. Я надаю великого значення сказаному слову.
14. Знайомі мелодії часто викликають у мене спогади.
15. Різноманітні захоплення роблять життя людини багатшим і яскравішим.
16. При розв'язанні задачі мені легше йти методом спроб і помилок.
17. Мені цікаво розбиратись у природі фізичних явищ.
18. Мені цікава робота ведучого теле-, радіопрограм, журналіста.
19. Мені легко уявити собіпредмет або тварину, яких немає у природі.
20. Мені більше подобається процес діяльності, ніж самий результат.
21. У дитинстві мені подобалося збирати конструктор із деталей.
22. Я більше люблю точні науки (математику, фізику).
23. Я захоплююсь точністю та глибиною деяких поезій.
24. Знайомий запах викликає в моїй пам'яті минулі події.
25. Мені важко підкорити своє життя певній системі.

26. Коли я чую музику, мені хочеться танцювати.
27. Я розумію красу математичних формул.
28. Мені легко говорити перед будь-якою аудиторією.
29. Я люблю відвідувати виставки, вистави, концерти.

Ключ до тесту

Таблиця В.1

Ключ до тесту для визначення типу мислення

№	Тип мислення	Питання							
1	Предметно-дієве	1	6	11	16	21	26	31	36
2	Абстрактно-символічне	2	7	12	17	22	27	32	37
3	Словесно-логічне	3	8	13	18	23	28	33	38
4	Наочно-образне	4	9	14	19	24	29	34	39
5	Креативність (творче)	5	10	15	20	25	30	35	40

Опрацювання результатів тесту

Підрахуйте кількість плюсів у кожному з 5 рядків. Кожен рядок відповідає певному типу мислення. Кількість балів у кожній колонці вказує на рівень розвитку даного типу мислення.

0–2 — низький,

3–5 — середній,

6–8 — високий.

Інтерпретація результатів тесту

1. Предметно-дієве мислення властиве людям справи. Вони засвоюють інформацію через рухи. Зазвичай вони володіють хорошою координацією рухів. Їхніми руками створено весь оточуючий нас предметний світ. Вони керують автомобілями, стоять біля верстатів, збирають комп'ютери. Без них неможливо реалізувати навіть найбільш блискучу ідею. Це мислення важливе для спортсменів, танцюристів, артистів.

2. Абстрактно-символічним мисленням володіють багато вчених — фізики-теоретики, математики, економісти, програмісти, аналітики. Вони можуть засвоювати інформацію з допомогою математичних кодів, формул і операцій, до яких не можна ні доторкнутись, ні уявити. Завдяки особливостям такого мислення на основі гіпотез зроблено багато відкриттів у всіх галузях науки.

3. Словесно-логічне мислення вирізняє людей із яскраво вираженим вербальним інтелектом (від лат. *verbalis* — словесний). Завдяки розвиненому словесно-логічному мисленню вчений, викладач, перекладач, письменник, філолог, журналіст можуть сформулювати свої думки і донести їх до людей. Це вміння необхідне керівникам, політикам і суспільним діячам.

4. Наочно-образним мисленням володіють люди з художнім складом розуму, які можуть уявити і те, що було, і те, що буде, і те, чого ніколи не було і не буде — художники, поети, письменники, режисери. Архітектор, конструктор, дизайнер, художник, режисер повинні володіти розвиненим наочно-образним мисленням.

5. Креативність — це здатність мислити творчо, знаходити нестандартні розв'язки задачі. Це рідкісна та незамінна якість, що вирізняє людей, талановитих у будь-якій сфері діяльності.

У чистому вигляді ці типи мислення зустрічаються рідко. Для багатьох професій необхідне поєднання різних типів мислення, наприклад, для психолога. Таке мислення називають синтетичним.

Зіставте свій провідний тип мислення з обраним видом діяльності або профілем навчання. Яскраво виражений тип мислення надає деякі переваги в опануванні відповідних видів діяльності. Але найважливішими є ваші здібності та інтерес до майбутньої професії.

Додаток Г

**Документи, які підтверджують практичне значення
і застосування результатів, отриманих у роботі**

ДОВІДКА

про використання результатів дисертаційної роботи
на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Костікова Миколи Павловича

**«Інформаційна технологія підтримки процесу навчання
граматики іноземної мови у ВНЗ»**

(спеціальність 05.13.06 – «Інформаційні технології»)

Цим підтверджується, що здобувачем М. П. Костіковим передано для
впровадження на кафедрі слов'янських мов Національного педагогічного
університету імені М. П. Драгоманова такі практичні результати його
дисертаційної роботи:

- навчальний електронний граматичний словник іменників польської мови, що дозволяє побачити процес словозміни крок за кроком;
- експертно-навчальна система граматики польської мови, що дає студентам змогу відпрацьовувати навички словозміни іменників.

Означені електронні засоби будуть використовуватись у навчальному процесі факультету іноземної філології НПУ імені М. П. Драгоманова при викладанні дисциплін «Практична граматики польської мови» та «Практика усного і писемного мовлення польської мови» для студентів напрямів 035 «Філологія» та 014 «Середня освіта».

Завідувач кафедри слов'янських мов
Національного педагогічного університету
імені М. П. Драгоманова,
доктор філологічних наук, професор

«14» грудня 2016 р.




Рис. Г.1. Довідка про використання результатів дисертаційного дослідження у Національному педагогічному університеті ім. М. П. Драгоманова

ЗАТВЕРДЖУЮ



Перший проректор
Національного університету
харчових технологій, проф.

В. Л. Яровий

«10» листопада 2016 р.

Довідка про впровадження

у навчальний процес матеріалів дисертаційної роботи

Костікова Миколи Павловича

В 2013–2014, 2014–2015, 2015–2016, 2016–2017 навчальних роках у навчальному процесі на кафедрі інформаційних систем Національного університету харчових технологій використовувались наступні матеріали дисертаційної роботи Костікова М. П. на тему «Інформаційна технологія підтримки процесу навчання граматики іноземної мови у ВНЗ»:

- алгоритми управління процесом навчання з реалізацією механізму зворотного зв'язку та індивідуалізації процесу навчання;
- автоматизація процесу створення навчальних вправ на основі електронного словника;
- декомпозиція навчального матеріалу та виділення елементів навчання;
- оверлейна модель знань студента;
- методи подання фахової лексики іноземною мовою в електронних засобах навчання.

Названі матеріали використовувались при виконанні бакалаврських робіт студентами напряму 6.050101 «Комп'ютерні науки», а також при проведенні практичних занять із дисципліни «Системний аналіз» для студентів напряму 6.050101 «Комп'ютерні науки», лекційних і лабораторних занять із дисциплін «Інформатика» для студентів напряму 6.030503 «Міжнародна економіка» (англомовні групи) та «Сучасні інформаційні системи і технології» для студентів напряму 6.030601 «Менеджмент» (англомовні групи).

Зав. каф. інформаційних систем, к.т.н., проф.

В. В. Самсонов

Рис. Г.2. Довідка про використання результатів дисертаційного дослідження у Національному університеті харчових технологій



ЛІГА РАДІОАМАТОРІВ УКРАЇНИ

UKRAINIAN AMATEUR RADIO LEAGUE

Зареєстровано Міністерством юстиції України 3 вересня 1992 р. Свідоцтво № 286
ПАТ КБ "Інтербанк", Київ, п/р N 2600 7 030113001, МФО 300216, ЄРДПОУ 14361078

Товариство сприяння оборони України (ТСОУ)
Ліга Радіоаматорів України (ЛРУ)
Президента Київського відділення ЛРУ
КИЇВСЬКИЙ МІСЬКИЙ РАДІОКЛУБ

Довідка

Видана *Костікову Миколі Павловичу*, в тому, що результати його дисертаційної роботи *«Інформаційна технологія підтримки процесу навчання граматики іноземної мови у ВНЗ»* використовуються при вивченні польської мови зв'язківцями в Київському міському відділенні – Київському Міському Радіоклубі.

Микола Павлович є оператор радіостанції Національного Університету Харчових Технологій (НУХТ) позивний сигнал UT4UYF відповідно до ліцензії НКРЗ від 2013.

Програмний продукт, люб'язно наданий паном Костіковим *«Система навчання польської мови Модуль: польська для радіолюбителів»* версія відкоригована 1.0.1 від 27 жовтня 2016 використовується не лише радіоаматорами м. Києва а і колегами з інших обласних відділень, а також Молдови.

Програмний продукт *«Модуль: польська для радіолюбителів» вер. 1.0.1.* використовується на індивідуальних та клубних радіостанціях третьої – першої категорії.

Сподіваємось, що версія 1.0.2, що має вийти до кінця листопада 2016 року, дозволить виправити *несуттєві недоліки* у модулі *«Режим навчання»*, а саме додання набору *стандартних фраз*, що найуживаніші польськими колегами з ПЗК в процесі проведення сеансів *КХ радіозв'язку*, з Українською транскрипцією.

Довідка видана за вимогою позивача.

Зі щирою подякою від спільноти радіо зв'язківців м. Києва.

Президент КМВ ЛРУ

підпис

КИЇВСЬКИЙ МІСЬКИЙ РАДІОКЛУБ Мошенський А.О.



«30» жовтня 2016

Рис. Г.3. Довідка про використання результатів дисертаційного дослідження у Київському міському радіоклубі