

УДК 004.891:372.881.1

**М. П. КОСТІКОВ, В. В. САМСОНОВ***Національний університет харчових технологій, Україна*

## АРХІТЕКТУРА ЕКСПЕРТНО-НАВЧАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ГРАМАТИКИ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ

*У статті розроблено загальну архітектуру та алгоритми роботи експертно-навчальної системи граматики іноземної мови. Описано етапи керування процесом навчання на основі циклу управління Анрі Файоля та модель навчального процесу із реалізацією механізму зворотного зв'язку на всіх етапах управління. Розглянуто задачу визначення оптимального інтервалу часу між заняттями в залежності від поточного рівня знань студента. Описано алгоритм проходження студентом навчальних вправ, а також особливості взаємодії користувача з системою на етапах виконання вправ і контролю знань.*

**Ключові слова:** алгоритм навчання, граматика, експертні системи, електронні засоби навчання, самонавчання.

### Постановка проблеми

У сучасному світі рівень освіти нерозривно пов'язаний із впровадженням інформаційних технологій. В Указі Президента України №344/2013 «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» зокрема 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 повною мірою відноситься і до проблеми підвищення ефективності процесу вивчення іноземних мов, тож розроблення інформаційної технології навчання іноземної мови у ВНЗ є актуальним. Одним із перспективних напрямків у створенні електронних засобів навчання у наш час є розроблення інтелектуальних або експертно-навчальних систем (ЕНС).

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питанню підвищення ефективності управління процесом навчання, а також проектуванню ЕНС та інтелектуальних навчальних систем присвячені праці К. Буль [2–3], Ю. Машбиця [4], О. Меньяйленка [5], В. Петрушина [6], Л. Растрігіна [7], В. Растрігіна [8], Р. Лукашенка [9] та ін.

### Постановка задачі

Зараз для управління процесом навчання різних дисциплін, у тому числі й іноземних мов, розроблено ряд технологій і електронних засобів навчання.

Однак існуючі на сьогоднішній день технології не дозволяють у повній мірі реалізувати ефективну підтримку навчання іноземних мов. Зокрема в сучасних засобах часто відсутній зворотний зв'язок, а відповідно – адаптація й індивідуалізація процесу навчання. Також у них не приділяється достатньої уваги вивченню граматики. Це особливо відчутно при вивченні флективних мов, складні граматичні системи яких спричиняють значні труднощі в їх опануванні.

Розроблення ЕНС для управління процесом навчання граматики могло б розв'язати існуючі проблеми, оскільки такі системи моделюють як предметну область, так і пізнавальну діяльність особи, що навчається. Серед можливостей ЕНС – 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 [10, с. 143].

**Мета статті** – розробити загальну архітектуру і алгоритми роботи ЕНС граматики іноземної мови.

### Результати дослідження

При розробленні ЕНС граматики іноземної мови основною метою є підвищення ефективності процесу навчання. Це можна реалізувати через досягнення наступних підцілей:

- підвищення мотивації студентів при навчанні;
  - підвищення ефективності управління процесом навчання;
  - підвищення якості навчального матеріалу.
- Аби досягти їх, розроблювана ЕНС повинна містити докладну інформацію про граматику інозем-

ної мови і давати змогу опанувати та тренувати навички застосування граматичних правил. При цьому має бути реалізовано адаптивність та індивідуалізацію процесу навчання.

Проектована ЕНС забезпечуватиме підтримку роботи як студента, так і викладача для самостійного навчання та групових (лекційних і практичних) занять. Зокрема для студента мають бути реалізовані можливості:

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

Викладачу повинні бути доступні такі опції:

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

Для керування процесом самонавчання за основу можна взяти класичну структуру циклу управління за А. Файолем, що складається з 5 етапів – планування, організація, реалізація, координування, контроль [11]. Забезпечення визначених етапів може бути реалізовано через модель навчального процесу, розроблену Л. Растрігіним [7, с. 33] та доповнену К. Буль [2, с. 246; 3, с. 11] (див. рис. 1):

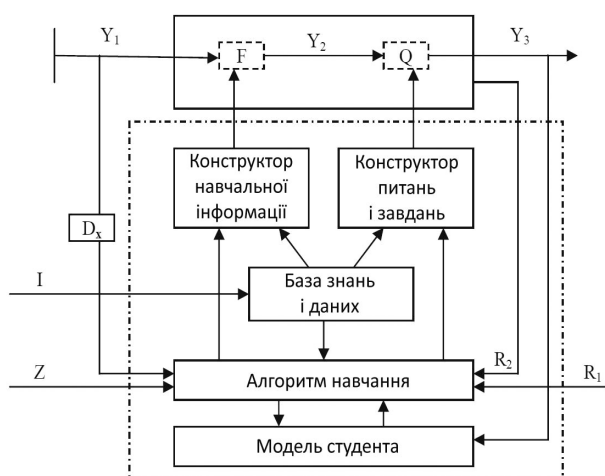


Рис. 1. Модель навчального процесу [2; 3; 7]

Базуючись на цій моделі і загальній архітектурі ЕНС, описаній В. Петрушиним [6, с. 45–47], нами було спроектовано архітектуру ЕНС граматики іноземної мови в наступному вигляді (рис. 2):

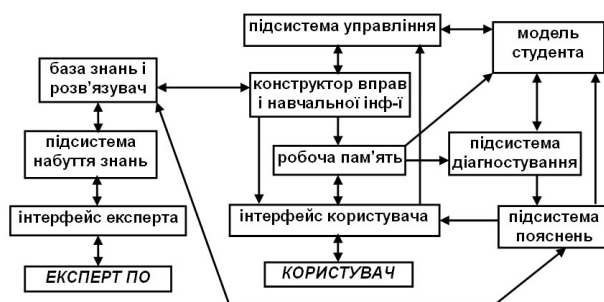


Рис. 2. Архітектура ЕНС граматики іноземної мови

Описана архітектура повинна забезпечити реалізацію конкретних етапів у вищезазначеному циклі управління. Розглянемо докладніше ці етапи.

На етапі **планування** навчання першочерговим є визначення мети, якої бажає досягти конкретний студент при роботі з системою. У кількісних термінах її можна сформулювати як бажаний рівень знань  $\delta \in (0; 1]$ . Це деякий поріг знання, тобто мінімальний допустимий рівень знання як курсу загалом, так і окремих його елементів.

Важливою на цьому етапі також є задача визначення оптимального інтервалу часу між заняттями. Оскільки з часом пройдений матеріал забувається, доцільно зменшувати цей інтервал, коли поточний рівень знань є низьким, і навпаки.

Рівні знань  $Q_j \in [0; 1]$  окремих елементів навчання  $j$  повинні фіксуватись у такій складовій ЕНС, як модель студента. При кожному контролі знань відповідні значення  $Q_j$  оновлюються, і змінюється значення  $Q_k \in [0; 1]$  – загальний рівень знання певної теми  $k$ , що обчислюється як середнє арифметичне рівнів знання окремих елементів, які до неї входять.

У кінці кожного заняття  $l$  обчислюватимемо розбіжність  $\varepsilon_l$  між реальним і бажаним рівнем знань. Аналогічно до [12, с. 47] і [13, с. 206–207], оптимальний інтервал часу будемо визначати з допомогою пропорційно-інтегрального регулятора як функцію від цієї розбіжності:

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

де  $\Delta T_l^*(\varepsilon_l)$  – оптимальний інтервал між  $l$ -м і  $(l+1)$ -м заняттям;

$\Delta T_{\min}$  і  $\Delta T_{\max}$  – обмеження на найменший і найбільший допустимий інтервал відповідно;

$K_p$  і  $K_I$  – параметри відповідно пропорційної і інтегральної складової регулятора;

$\varepsilon_l$  – розбіжність між реальним і мінімально допустимим рівнем знань на  $l$ -му занятті,  $\varepsilon_l = Q_k(t_l) - \delta$ ,  $\varepsilon_l \in [-1; 1]$ .

Таким чином, якщо реальний рівень знань перевищує встановлений поріг, інтервал між заняттями збільшується, і навпаки. У разі, коли значення  $\Delta T_l^*(\varepsilon)$  виходить за межі  $[\Delta T_{\min}; \Delta T_{\max}]$ , робиться поправка, й інтервал приймається рівним відповідно  $\Delta T_{\min}$  або  $\Delta T_{\max}$ . 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 користувачів у системі, а саме – створення навчальних прикладів і вправ із урахуванням індивідуальних особливостей тих, хто навчається. 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.

Третій етап – **реалізація**, тобто безпосередньо проходження занять студентами. При його проведенні наявний зворотний зв'язок, який забезпечується через використання моделі студента. Вона ініціалізується при реєстрації студента в системі, оновлюється при їхній взаємодії і коригує подальший хід процесу навчання. Загалом процес проходження навчальних вправ у системі виглядає таким чином (рис. 3):

Алгоритм проходження вправ є наступним.

1. Користувач входить у систему через відповідний інтерфейс.
2. Підсистема управління отримує дані з моделі студента 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 користувачеві через відповідний інтерфейс.
6. Користувач дає відповідь.

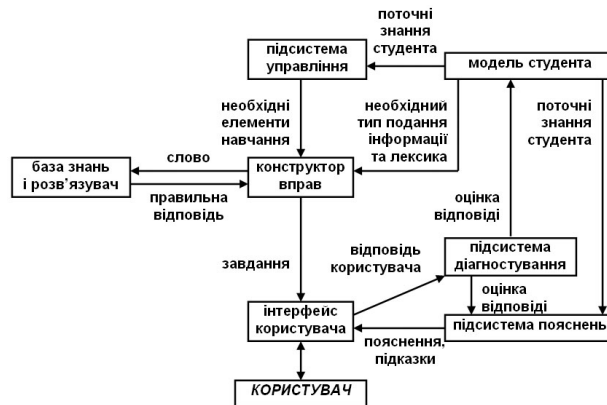


Рис. 3. Процес проходження навчальних вправ у системі

7. У моделі студента фіксується поточне завдання та параметри роботи з ним користувача: його відповідь, витрачений час, кількість спроб тощо.

8. Підсистема діагностування визначає правильність відповіді й фіксує це в моделі студента. 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 моделі студента.

10. Підсистема пояснень звертається до бази знань і надає користувачеві необхідні коментарі, роз'яснення, додаткові приклади.

11. У моделі студента фіксується характер наданих пояснень.

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

Четвертим етапом є **координування**. У вищевказаному 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 при контролі знань подібний до алгоритму проходження навчальних вправ, 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, запланований на першому етапі циклу управління.

Після завершення кожного циклу управління навчальний матеріал і керуючі впливи коригуються з урахуванням даних, отриманих при проходженні циклу. Це реалізується за рахунок збирання і подання викладачам зведеної статистики по роботі студентів із курсом. Завдання, що є надто складними чи надто простими, можуть потребувати доопрацювання перед початком наступного циклу управління процесом навчання. Таким чином забезпечується підвищення якості навчального матеріалу в майбутньому.

Очікуваний кінцевий ефект від використання створеної системи полягає у підвищенні ефективності процесу вивчення граматики іноземної мови, зокрема у зменшенні часу, необхідного для опанування навчального матеріалу, і підвищенні загальної успішності студентів.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Таким чином, розроблена загальна архітектура та алгоритми роботи ЕНС граматики іноземної мови дозволять підвищити ефективність управління процесом самонавчання студентів за рахунок реалізації механізму зворотного зв'язку на всіх етапах управління. Проектування та створення окремих компонентів ЕНС є предметом подальшого дослідження.

### Література

1. Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року : Указ Президента України [від 25 черв. 2013, № 344/2013] // Урядовий кур'єр. – 2013. – 4 лип. (№ 117). – С. 11–13.
2. 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.
3. Bule, J. Models for Adaptive Computer-Based Learning Management [Text] : doctoral thesis summary / Ekaterina Bule ; Riga Technical University. – Riga : RTU, 2011. – 41 p.
4. Основи нових інформаційних технологій навчання : посіб. для вчителів [Текст] / Ю. І. Машибиць, О. О. Гокунь, М. І. Жалдак [та ін.] ; Інститут психології ім. Г. С. Костюка АПН України, Інститут змісту і методів навчання. – К. : [б.в.], 1997. – 260 с.
5. 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 методи навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми : зб. наук. пр. – К., Вінниця : ТОВ фірма «Планер», 2010. – Вип. 23. – С. 455–460.
6. Петрушин, В. А. Экспертно-обучающие системы [Текст] / В. А. Петрушин ; отв. ред. А. М. Довгялло ; АН УССР. Ин-т кибернетики. – К. : Наукова думка, 1992. – 196 с.
7. Растрин, Л. А. Адаптивное обучение с моделью обучаемого [Текст] / Л. А. Растрин, М. Х. Эренштейн. – Рига : Зинатне, 1988. – 160 с.
8. Rastrigin, V. Statistical estimation of the parameters of training models [Text] / V. Rastrigin // Transport and Telecommunication. – Riga, 2002. – Vol. 3, № 1. – P. 62–67.
9. Lukassenko, R. Adaptation of Intelligent Knowledge Assessment System Based on Learner's Model [Text] / R. Lukassenko, J. Grundspenkis // Proceedings of the 16th International Conference on Information and Software Technologies IT 2010 (Kaunas, Lithuania, April 21-23 2010). – Kaunas, 2010. – P. 332–339.
10. Словак, К. Використання експертних систем під час узагальнення та систематизації у процесі навчання вищої математики [Текст] / К. Словак // Наукові записки Тернопільського нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Серія : Педагогіка / гол. ред. Г. Терещук. – Т., 2011. – № 1. – С. 143–150.
11. Файоль, А. Общее и промышленное управление [Текст] / А. Файоль. – М. : Контроллинг, 2004. – 452 с.
12. Бойкова, В. О. Автоматичне керування процесом навчання в системі електронного підручника [Текст] / В. О. Бойкова, А. М. Сільвестров, Р. Ф. Хотьчук // Праці МНТК «Автоматика-2000». – Львів : Держ. НДІ інформаційної інфраструктури. – 2000. – Т. 6. – С. 44–51.
13. Самсонов, В. В. Нариси з теорії ідентифікації [Текст] : моногр. / В. В. Самсонов, А. М. Сільвестров. – К. : НУХТ, 2012. – 224 с.

## АРХИТЕКТУРА ЕКСПЕРТНО-ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ГРАММАТИКИ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА

*Н. П. Костиков, В. В. Самсонов*

В статье разработана общая архитектура и алгоритмы работы экспертно-обучающей системы грамматики иностранного языка. Описаны этапы управления процессом обучения на основе цикла управления Анри Файоля и модель учебного процесса с реализацией механизма обратной связи на всех этапах управления. Рассмотрена задача определения оптимального интервала времени между занятиями в зависимости от текущего уровня знаний студента. Описан алгоритм прохождения студентом учебных упражнений, а также особенности его взаимодействия с системой на этапах выполнения упражнений и контроля знаний.

**Ключевые слова:** алгоритм обучения, грамматика, самообучение, экспертные системы, электронные средства обучения.

## THE ARCHITECTURE OF THE EXPERT TUTORING SYSTEM OF A FOREIGN GRAMMAR

*M. P. Kostikov, V. V. Samsonov*

The general architecture and working algorithms of the expert tutoring system of a foreign language is developed. Based on the classic management cycle by Henri Fayol, the stages of learning process management and the learning process model with a feedback on each stage are described. The task of determining the optimal time interval between lessons depending on the current level of student's knowledge is considered (taking into account the desired level of knowledge), as well as the specifics of user/system interaction during the stages of performing exercises and knowledge control.

**Key words:** expert systems, grammar, learning algorithm, learning software, self-study.

**Костіков Микола Павлович** – асистент кафедри інформаційних систем, Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна, Mikolaszk@gmail.com.

**Самсонов Валерій Васильович** – канд. техн. наук, професор, завідувач кафедри інформаційних систем, Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна, vsamsonov@i.ua.