

УДК 004.8:37.018.43

DOI: 10.31673/2412-9070.2023.064953

Є. П. МАХНО, ад'юнкт;

І. М. СРІБНА, доктор техн. наук, доцент,

Національний університет оборони України, Київ

МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ АДМІНІСТРУВАННЯ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Обґрунтовано проблему розроблення адекватного методу оцінювання ефективності інтелектуалізованої системи дистанційного навчання як часткову проблему загальної проблеми підвищення ефективності цієї системи. Доведено, що для забезпечення високого рівня системи дистанційного навчання за сучасних умов активно використовують прогресивні організаційні, апаратні та програмні рішення. Надано аналіз закордонного та вітчизняного досвіду розроблення та впровадження штучного інтелекту в системи дистанційного навчання та зроблено висновок щодо можливості підвищення їх ефективності завдяки розвитку математичного і програмного забезпечення як основи моделей і методів автоматизації процесів адміністрування. Обґрунтовано, що найбільш перспективним у цьому напрямі є використання моделей штучного інтелекту. Представлено матеріали дослідження щодо розроблення методу оцінювання ефективності системи дистанційного навчання, яка використовує моделі та методи інтелектуалізації задач адміністрування. Метод базується на ймовірнісному підході, трирівневій декомпозиції процесу дистанційного навчання та на відміні від наявних бере до уваги вплив нових моделей і методів інтелектуалізації адміністрування системи дистанційного навчання в процесі використання реальної системи на практиці. Застосування методу під час використання статистичних даних підтверджує вірогідність моделей і методів та показує підвищення ефективності дистанційного навчання завдяки інтелектуалізації адміністрування системи дистанційного навчання на 13 %. Наведено результати комп'ютерного моделювання.

Ключові слова: метод; дистанційне навчання; декомпозиція; адміністрування.

ВСТУП

За сучасних умов розвиток дистанційної освіти доцільно спрямовувати на інтелектуальні навчальні системи, які завдяки спеціальним методам пропонують своїм користувачам інтелектуальне підтримання в навчанні. До таких розумних систем навчання належать експертно-навчальні системи, які на основі знань експертів-педагогів мають змогу реалізовувати функції керування навчанням, діагностувати помилки та розв'язувати задачі в деякій предметній галузі.

Завдяки зростанню та доступності інформаційних технологій штучний інтелект набуває все більшої ваги як інструмент програмно-технічного підтримання інноваційного та ефективного навчання. Він може сприяти вдосконаленню якості навчання й досліджень, допомагаючи слухачам та викладачам досягати швидких і бажаних результатів, а також забезпечуючи індивідуальні потреби кожної особи, яка навчається. Завдяки функціонуванню алгоритмів штучного інтелекту з'явилася можливість автоматичного ухвалення рішень, що сприяє повній трансформації філософії освіти, змінюючи методи навчання і викладання. Особлива увага приділяється аналізу впливу штучного інтелекту на результативність і якість навчання, а також за умов технологічного прогресу на перспективи майбутнього розвитку освітньої галузі. Отже, дослідження, пов'язані з інтелектуалізацією системи дистанційного навчання, є сучасними та актуальними.

Постановка проблеми. Процес адміністрування системи дистанційного навчання (СДН) є складним, також забирає час та ресурси. Додатково доцільно звернути увагу на так званий «людський фактор», тобто помилки оператора. Тому використання штучного інтелекту для автоматизації цього процесу є актуальним. Варто зауважити, що для забезпечення якісного розроблення нових моделей інтелектуалізації адміністрування активно використовуються прогресивні апаратні і програмні рішення. За сучасних умов нагальним завданням є вдосконалення наявних та розроблення нових моделей і методів інтелектуалізації адміністрування системи дистанційного навчання, за допомогою яких підвищиться ефективність дистанційного навчання загалом. Отже, проблема розроблення адекватного методу оцінювання ефективності інтелектуалізованої системи дистанційного навчання є вельми важливою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У вітчизняних та закордонних наукових публікаціях є інформація про використання штучного інтелекту в освіті та системах дистанційного навчання, але недостатньо уваги приділено моделям і методам інтелектуалізації адміністрування системи дистанційного навчання. Повний аналіз у цьому напрямі опубліковано в статті [1]. Загальний висновок свідчить, що моделі та методи штучного інтелекту в освіті використовують для прогнозування будь-яких процесів, наприклад успішності. Але вчених також цікавлять і подальші дослідження, зокрема такі напрями,

© Є. П. Махно, І. М. Срібна, 2023

як експертні системи, інтелектуальні наставники або агенти, машинне навчання, персоналізовані навчальні системи або середовища (PLS/E), візуалізація та віртуальні навчальні середовища (VLE) тощо [2–4].

Мета і задачі дослідження. Мета дослідження — підвищення ефективності нових моделей і методів інтелектуалізації адміністрування системи дистанційного навчання на основі їх вірогідного оцінювання з використанням запропонованого в статті методу.

Задачі дослідження — розробити метод оцінювання ефективності нових моделей і методів інтелектуалізації адміністрування системи дистанційного навчання.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Метод оцінювання ефективності моделей і методів інтелектуалізації процесу адміністрування системи дистанційного навчання

У статті [5] авторами запропоновано модель інтелектуалізації планування часу на виконання навчального завдання в системі дистанційного навчання (СДН), яка на відміну від наявних детермінованих або стохастичних підходів базується на нечіткому логічному виведенні і бере до уваги складність завдання, інтенсивність навчального процесу (завантаженість слухача іншими завданнями), вимогливість викладача під час оцінювання, самооцінювання знань за темою завдання та оцінку за завдання, яку бажано дістати. У [6] опубліковано метод інтелектуалізації формування оптимальної траєкторії проходження дистанційного курсу в системі дистанційного навчання, який на відміну від сучасних евристичних підходів базується на нечіткому логічному виведенні з огляду на особисті компетентності слухачів, темпи та якість виконання ними завдань. Практична реалізація методу забезпечує освітню траєкторію, яка адаптована до кожного слухача та поліпшує результати освітнього процесу. Оскільки моделі і методи інтелектуалізації адміністрування СДН є підсистемою для забезпечення ефективності СДН загалом, то й оцінювати їх вірогідність та ефективність доцільно за зміною ефективності всієї системи. На основі концепції системного аналізу–системного підходу завдання СДН доцільно розглядати в такому вигляді. Дійсно, завдання забезпечення заданого рівня ефективності функціонування СДН є актуальним. Одночасно здійснюється виконання навчальних завдань, організаційних (наприклад, адміністрування) заходів, а також завдань технічного та інших видів забезпечення дистанційного навчання. Тому місце самої системи адміністрування СДН, а також моделей інтелектуалізації адміністрування доцільно подати в наведений далі спосіб.

Ефективність дистанційного навчання запишемо у вигляді таких рівнянь:

$$\begin{aligned} E_{д.н} &= \Xi(E_H, E_T, E_{адмін}, E_P), \\ E_{адмін} &= \Theta(E_B, E_{обр}), \\ E_{обр} &= \Xi(E_A, E_{п.з}), \\ E_{п.з} &= X(E_{м.м}, E_{з.п}), \end{aligned} \quad (1)$$

де $E_{д.н}$ — ефективність дистанційного навчання; E_T — ефективність технічного забезпечення; E_H — ефективність навчальних матеріалів, тобто курсів СДН; $E_{адмін}$ — ефективність адміністрування; E_P — ефективність інших видів забезпечення СДН; E_B — ефективність вірогідності інформації для адміністрування; $E_{обр}$ — ефективність оброблення інформації; E_A — ефективність апаратної складової комп'ютерної системи; $E_{п.з}$ — ефективність математичного та програмного забезпечення; $E_{м.м}$ — ефективність моделей і методів інтелектуалізації адміністрування СДН; $E_{з.п}$ — ефективність засобів програмування.

Отже, у цьому методі оцінювання ефективності моделей та методів інтелектуалізації адміністрування виконується за ступенем їх впливу на якість дистанційного навчання загалом. У системному аналізі основним критерієм, що характеризує функціонування підсистеми, заведено вважати кількісний показник, що дає змогу оцінити її вплив на роботу системи більш високого рівня. Визначення ефективності СДН засноване на поділі загальних задач на часткові підзадачі, які послідовно розв'язуються в процесі функціонування, з оцінюванням для кожної з них імовірності їх успішного виконання. Для цього пропонується поділ процесу функціонування СДН, у разі якого, в межах кожного етапу, умови освітнього процесу залишаються незмінними. Це дає можливість підрахувати ймовірність розв'язку часткових завдань, а потім — ефективність СДН.

Декомпозиція процесу забезпечення ефективної роботи СДН передбачає розбиття цього процесу на різні за ієрархією рівні. В основу такого розбиття покладено те завдання, яке вирішується на відповідному рівні.

На верхньому ієрархічному рівні декомпозиції основним критерієм є ймовірність ефективної роботи СДН протягом заданого часу. Скористаємося апаратом алгебри логіки для визначення цієї ймовірності.

Нехай B — подія, що полягає в ефективному функціонуванні СДН, тоді справедливо, що:

$$B = B_{H+T+P} \cap B_{\text{адмін}}; \quad B \cap (\overline{B}_{H+T+P} \cup \overline{B}_{\text{адмін}}) = \emptyset, \quad (2)$$

$$B_{\text{адмін}} = B_{\text{обр}} \cap B_{\text{м.м}}; \quad B_{\text{адмін}} \cap (\overline{B}_{\text{обр}} \cup \overline{B}_{\text{м.м}}) = \emptyset, \quad (3)$$

де B_{H+T+P} — подія, що передбачає виконання навчальних завдань, технічного та інших видів забезпечення дистанційного навчання; $B_{\text{адмін}}$ — подія, що передбачає виконання завдань адміністрування СДН; $B_{\text{обр}}$ — подія, що передбачає виконання завдань оброблення інформації для адміністрування; $B_{\text{м.м}}$ — подія, що передбачає виконання завдання інтелектуалізації адміністрування СДН на основі розроблених моделей і методів.

Отже,

$$B = B_{H+T+P} \cap B_{\text{обр}} \cap B_{\text{м.м}}; \quad B \cap (\overline{B}_{H+T+P} \cup \overline{B}_{\text{обр}} \cup \overline{B}_{\text{м.м}}) = \emptyset, \quad (4)$$

тоді

$$P(B) = P(B_{\text{м.м}})P(B_{\text{обр}}/B_{\text{м.м}})P(B_{H+T+P}/B_{\text{м.м}} \cap B_{\text{обр}}), \quad (5)$$

де $P(B_{\text{м.м}})$ — імовірність розв'язання завдання інтелектуалізації адміністрування СДН на основі розроблених моделей і методів;

$P(B_{\text{обр}}/B_{\text{м.м}})$ — умовна ймовірність успішного адміністрування за умови, що вирішено завдання інтелектуалізації адміністрування СДН на основі розроблених моделей і методів;

$P(B_{H+T+P}/B_{\text{м.м}} \cap B_{\text{обр}})$ — умовна ймовірність розв'язання навчальних завдань СДН, а також завдань технічного та інших видів забезпечення дистанційного навчання за умови, що вирішено завдання успішного адміністрування на основі розроблених моделей і методів.

Позначимо: $P(B_{\text{м.м}}) = P_{\text{м.м}}; P(B_{\text{обр}}/B_{\text{м.м}}) = P_{\text{адмін}}; P(B_{H+T+P}/B_{\text{м.м}} \cap B_{\text{обр}}) = P_{H+T+P}$; тоді вираз (5) набере такого вигляду:

$$P_{\text{д.н}} = P_{\text{адмін}} P_{\text{м.м}} P_{H+T+P}. \quad (6)$$

У цій моделі прийнято допущення про те, що функція $E_{\text{п.з}} = f(E_{\text{м.м}})$ є додатною та монотонно зростаючою. Отже, вирази (1)-(6) є моделлю оцінювання ефективної роботи СДН на першому рівні декомпозиції.

На наступному рівні декомпозиції потрібно виконати завдання, сутність якого в оцінюванні певного параметра процесу адміністрування. На цьому рівні декомпозиції завдання забезпечення функціонування СДН обмежимося вибором необхідної множини параметрів процесу адміністрування (X, Y, Z, t), вимірюванням їх поточних значень, а також обчисленням відхилення від бажаних значень. Відповідно до системного підходу для визначення ефективності адміністрування вибрано три параметри: оперативність X (час реакції на подію), якість Y (кількість помилок за визначену кількість завдань) та вартість Z , хоча здебільшого досить і однієї координати — часу t на вирішення конкретної підзадачі адміністрування.

Варто звернути увагу на те, що вимірювання параметрів X, Y, Z і часу t будь-якого параметра часткової задачі із сукупності загальних завдань адміністрування СДН загалом бажано вважати незалежними і такими, що підкоряються нормальному розподілу з нульовими математичними сподіваннями і середніми квадратичними відхиленнями: $\sigma_{X_0}, \sigma_{Y_0}, \sigma_{Z_0}, \sigma_t$. За умови, що інтервали допустимих відхилень параметрів за σ симетричні, імовірність доцільно розраховувати за формулою

$$P_{\text{адмін}} = \Phi\left(\frac{\Delta X}{\sigma_{X_0}}\right) \Phi\left(\frac{\Delta Y}{\sigma_{Y_0}}\right) \Phi\left(\frac{\Delta Z}{\sigma_{Z_0}}\right) \Phi\left(\frac{\Delta t}{\sigma_t}\right), \quad (7)$$

де $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ — допустиме відхилення параметра відповідно X, Y, Z ; Δt — допустиме відхилення параметра за часом; $\Phi(X)$ — інтеграл імовірності, $\Phi(X) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} \cdot dt$.

Для n задач адміністрування вираз (7) матиме вигляд

$$P_{\text{адмін}} = \prod_{i=1}^n P_{\text{адмін}_i}. \quad (8)$$

Фінальний етап декомпозиції спрямовано на послідовний розгляд інтелектуалізації з детальним аналізом умов та визначенням процедури для виконання цього завдання. Актуальними можуть бути завдання, які вирішуються кожною моделлю або методом. Критерієм оцінювання ефективності адміністрування на цьому рівні є імовірність того, що на основі моделей підвищується ефективність процесу.

У загальному вигляді доцільно записати таке:

$$P_{\text{м.м}} = \prod_{j=1}^m P_{\text{м.м}_j}, \quad j = \overline{1, m}, \quad (9)$$

де $P_{\text{м.м}}$ — відповідна ймовірність, що має сенс для j -ї моделі інтелектуалізації; m — кількість моделей.

Варто зауважити, що ймовірність P_{H+T+P} цілком логічно обчислювати в такий спосіб:

$$P_{H+T+P} = \prod_{j=1}^L P_{(H+T+P)_j} \tag{10}$$

Отже, вирази (1)-(10) визначають етапи ймовірнісного методу оцінювання ефективності СДН та дають відповідь на запитання — як зміниться якість дистанційного навчання завдяки впровадженню моделей і методів інтелектуалізації адміністрування. Далі наведено модельний приклад використання цього методу.

Модельний приклад оцінювання впливу моделей і методів інтелектуалізації адміністрування на якість системи дистанційного навчання

Вхідні данні щодо результатів розрахунків зведено в таблиці 1-6.

Таблиця 1
Ефективність моделей і методів адміністрування

Характеристика	ЕГ-III		ЕГ-II		ЕГ-I	
	Експ. 1	Експ. 2	Експ. 1	Експ. 2	Експ. 1	Експ. 2
$P_{M.M}$	0,79	0,81	0,83	0,85	0,84	0,86

Таблиця 2
Ефективність адміністрування (без використання інтелектуалізації)

Характеристика	ЕГ-III		ЕГ-II		ЕГ-I	
	Експ. 1	Експ. 2	Експ. 1	Експ. 2	Експ. 1	Експ. 2
ΔX	25	29	39	52	55	60
σX_0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
ΔZ	10	9	8	7	8	9
σZ_0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
ΔY	2	28	20	28	10	30
σY_0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Δt	2	2	2	2	2	2
σt	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
$P_{адмін}$	0,79	0,79	0,8	0,8	0,81	0,81

Таблиця 3
Ефективність СДН (без використання моделей і методів інтелектуалізації)

Показник	ЕГ-III	ЕГ-II	ЕГ-I
$P_{адмін}$	0,79	0,8	0,81
$P_{M.M}$	0,8	0,84	0,85
P_{H+T+P}	0,8	0,9	0,95
$P_{д.н}$	0,51	0,61	0,69

Таблиця 4
Ефективність адміністрування (із використанням моделей і методів інтелектуалізації)

Характеристика	ЕГ-III		ЕГ-II		ЕГ-I	
	Експ. 1	Експ. 2	Експ. 1	Експ. 2	Експ. 1	Експ. 2
$P_{адмін}$	0,79	0,81	0,80	0,82	0,81	0,83

Таблиця 5
Ефективність моделей і методів інтелектуалізації

Характеристика	ЕГ-III		ЕГ-II		ЕГ-I	
	Експ. 1	Експ. 2	Експ. 1	Експ. 2	Експ. 1	Експ. 2
$P_{M.M}$	0,79	0,81	0,96	0,98	0,97	0,99

Таблиця 6
Ефективність СДН (із використанням моделей і методів інтелектуалізації)

Показник	ЕГ-III	ЕГ-II	ЕГ-I
$P_{адмін}$	0,79	0,81	0,82
$P_{M.M}$	0,8	0,97	0,98
P_{H+T+P}	0,8	0,9	0,98
$P_{д.н}$	0,51	0,69	0,78

Отже, застосування запропонованих моделей і методів інтелектуалізації адміністрування СДН дає змогу підвищити ефективність системи дистанційного навчання до 13%.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз світового досвіду впровадження інформаційних технологій свідчить про можливість підвищення ефективності системи дистанційного навчання завдяки впровадженню інтелектуалізації процесів адміністрування СДН. Отже, незважаючи на стрімкий розвиток теорії штучного інтелекту та нечіткої логіки в цілому, цей напрям дослідження є актуальним.

2. Метод оцінювання ефективності системи дистанційного навчання, який на відміну від наявних, бере до уваги інтелектуалізацію адміністрування та оцінювання траєкторії проходження дистанційного курсу в процесі його практичної реалізації і базується на ймовірнісному підході трирівневої декомпозиції процесу дистанційного навчання. Застосування методу під час використання статистичних даних підтверджує вірогідність розроблених авторами статті моделей і методів та показує підвищення ефективності дистанційного навчання завдяки інтелектуалізації адміністрування СДН.

3. Дослідження на модельних прикладах свідчить про те, що застосування запропонованих моделей і методів дає змогу підвищити ефективність системи дистанційного навчання на 13%. Водночас, за результатами комп'ютерного моделювання, можливе додаткове підвищення ефективності системи через упровадження на практиці.

Список використаної літератури

1. Махно С., Шапран О. Напрямки інтелектуалізації в освіті // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. 2022. № 3 (45). С. 91–96. URL:

<https://doi.org/10.33099/2311-7249/2022-45-3-91-96>

2. Vasiliki Matzavela, Efthimios Alepis. Decision tree learning through a Predictive Model for Student Academic Performance in Intelligent M-Learning environments // Computers and Education Artificial Intelligence. 2021. Vol. 2. URL:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X21000291>.

3. **Tumaini Kabudi, Ilias Pappas, Dag Håkon Olsen.** *AI-enabled adaptive learning systems: A systematic mapping of the literature // Computers and Education Artificial Intelligence.* 2021. Vol. 2. URL:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X21000114>.

4. **Руденко Є. Г., Гогосянц С. Ю.** *Методика обґрунтування структури експертно-навчальної системи військового призначення // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони.* 2021. № 2 (41). С. 31–40. URL:

<https://doi.org/10.33099/2311-7249/2021-41-2-31-40>.

5. **Модель інтелектуалізації планування часу на виконання навчального завдання у системі дистанційного навчання / Є. Махно, Ю. Кравченко, М. Тищенко, О. Шапран // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони.** 2021. № 1 (40). С. 143–152. URL:

<https://doi.org/10.33099/2311-7249/2021-40-1-143-152>

6. **Модель інтелектуалізації оптимальної траєкторії проходження дистанційного курсу / Є. Махно, Ю. Кравченко, М. Тищенко, О. Шапран // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони.** 2022. № 1 (43). С. 105–114. URL:

<https://doi.org/10.33099/2311-7249/2022-43-1-105-114>

Ye. P. Makhno, I. M. Sribna

METHOD FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF INTELLECTUALIZATION OF DISTANCE LEARNING SYSTEM ADMINISTRATION

The problem of developing an adequate method for evaluating the effectiveness of an intellectualized distance learning system as a partial problem of the general problem of increasing the efficiency of this system is substantiated. It is proved that in order to ensure a high level of distance learning system in modern conditions, progressive organizational, hardware and software solutions are actively used. An analysis of foreign and domestic experience in the development and implementation of artificial intelligence in distance learning systems is provided, and it is concluded that it is possible to increase their efficiency through the development of mathematical and software as the basis for models and methods of automation of administration processes. It is substantiated that the most promising in this direction is the use of artificial intelligence models. The research materials on the development of a method for evaluating the effectiveness of a distance learning system that uses models and methods for intellectualizing administration tasks are presented. The method is based on a probabilistic approach, a three-level decomposition of the distance learning process and, unlike the existing ones, takes into account the influence of new models and methods of intellectualization of the administration of a distance learning system when using a real system in practice. The application of the method with the use of statistical data confirms the reliability of models and methods and shows an increase in the efficiency of distance learning through the intellectualization of the administration of the distance learning system.

Keywords: method; distance learning; decomposition; administration.

