

DOI: 10.32347/2412-9933.2021.45.114-120

УДК 004.451.83:004.378:005.42:005.22

**Цюцюра Микола Ігорович**

Доктор технічних наук, доцент, професор кафедри інформаційних технологій, [orcid.org/0000-0003-4713-7568](https://orcid.org/0000-0003-4713-7568)  
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**Пристайло Микола Олексійович**

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри будівельних машин, [orcid.org/0000-0003-3151-4680](https://orcid.org/0000-0003-3151-4680)  
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**Кулеба Микола Борисович**

Аспірант кафедри інформаційних технологій, [orcid.org/0000-0003-1466-4839](https://orcid.org/0000-0003-1466-4839)  
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

## РОЗРОБЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНДИВІДУАЛІЗОВАНИХ СТРАТЕГІЙ УПРАВЛІННЯ

***Анотація.** Конкурентоспроможність та ефективність діяльності закладів вищої освіти в сучасних умовах безпосередньо залежить від забезпечення якості прийняття управлінських рішень, що приймаються його вищим керівництвом, які своєю чергою визначаються тим, наскільки вдало організовано рух інформаційних потоків як усередині ЗВО, так і з зовнішнім середовищем. Вирішення проблеми раціональної організації розкладу навчального процесу інформаційних потоків неможливе без створення дієвої інформаційно-управляючої системи, яка б мала забезпечувати безперервний процес збирання, апрацювання, передавання й зберігання інформації, необхідної для прийняття управлінських рішень забезпечення якісного процесу надання освітніх послуг в рамках освітніх навчальних програм спеціальностей. Потрібно розробити інформаційну технологію як засіб удосконалення навчального процесу, приведення його до сучасних вимог. Саме навчальний процес має розглядатися як складна система, яка базується на реалізації багатьох дій з планування, реалізації і моніторингу навчання здобувачів освітніх послуг і роботи навчально-педагогічного персоналу.*

***Ключові слова:** інформаційна технологія управління бізнес-процесами; інформаційна система; комп'ютерна система; заклад вищої освіти (ЗВО); здобувачі освітніх послуг (ЗОП); математична модель; база даних; нейронна мережа; субоптимальні алгоритми; програмний продукт; інформаційні потоки; управління проектами розвитку ЗВО*

### Вступ. Аналіз останніх досліджень

В умовах науково-технічного прогресу підвищуються вимоги до спеціалістів, якості їхніх знань, навиків та вмінь, безперервно збільшується обсяг інформації, яку необхідно засвоювати студенту при незмінних термінах навчання. Тому особливо важливим є забезпечення стабільної роботи закладів вищої освіти і розвитку нових освітніх програм.

Прогресивні зміни, які відбуваються в галузі освіти України, потребують вирішення важливих завдань забезпечення продуктивної роботи ЗВО, розвитку нових освітніх програм, підвищення якості управління навчальним процесом.

У зв'язку з цим створення перспективних інформаційних технологій управління ЗВО потребує розвитку теоретичних основ і методів прикладної математики, дослідження операцій, системного аналізу, теорії прийняття рішень, які є

результатом дослідження вчених: В. М. Глушкова, М. З. Згуровського, М. Кейса, В. М. Левикіна, Г. Майера, В. М. Михайленко, О. П. Мінцер, О. А. Павлова, Н. Д. Панкратова, Л. Н. Русакова [1 – 14].

Спроби впровадження рішень, що ґрунтуються на підходах концепції Індустрії 4.0 у таких напрямках, як «розумне надання освітніх послуг», Інтернет речей тощо, виявили гостру нестачу фахівців, які можуть працювати на стику декількох спеціальностей. Стає зрозумілим, що поняття професії вже застаріло. На перший план виходить набір компетенцій як соціальних, так і професійних, що часто є симбіозом компетентностей декількох професій.

### Мета статті

Мета дослідження полягає в розробленні математичних моделей, методів формалізації, індивідуалізованої стратегії й алгоритмів, що

створюють теоретичну основу побудови інформаційних технологій формування розкладу навчання, здатних враховувати індивідуальні особливості ОУ та педагогічні впливи.

### Виклад основного матеріалу

У пропонованій роботі розглянуто теоретико-методичні і практичні рекомендації щодо реалізації таких інформаційних технологій, створення на їх основі автоматизованих індивідуалізованих навчальних систем, а також наведено оцінки ефективності розроблених індивідуалізованих стратегій, моделей та алгоритмів в умовах реального дидактичного процесу.

#### Загальні підходи до реалізації нових інформаційних технологій формування розкладу навчального процесу

При створенні інформаційних технологій з використанням розроблених математичних моделей, індивідуалізованих стратегій, алгоритмів і методів формалізації необхідно виходити із загальних традиційних схем реалізації дидактичного процесу. У традиційних системах навчання НПП-ЗОП найбільш поширеними є загальногрупове, диференційоване та індивідуалізоване навчання, узагальнені структурні схеми яких наведено на

рисунку, де прийнято такі умовні позначення:  $TM^*$  – теорія й метод навчання, використовуваний викладачем;  $Z^*$  – цілі й завдання навчання;  $R^*$  – обмеження на процес навчання і управління;  $Y_1, \dots, Y_j, \dots, Y_N$  – стан здобувача освітніх послуг (вихідна координата об'єкта навчання й управління – здобувачами освітніх послуг);  $O_1, \dots, O_j, \dots, O_N$  – здобувачі освітніх послуг, що утворюють групу;  $S, U, PS$  – відповідно загальногрупові навчальні, управлінські і педагогічні впливи викладача;  $e(t), h_1(t), \dots, h_j(t), \dots, h_N(t)$  – завади (шуми) відповідно для НПП та ЗОП;  $S^1, U^1, PS^1, \dots, S^k, U^k, PS^k, \dots, S^m, U^m, PS^m$  – відповідно диференційовані навчальні, управлінські і педагогічні впливи викладача для групи ЗОП  $O_1^1, \dots, O_{N1}^1, O_1^k, \dots, O_{Nk}^k, O_1^m, \dots, O_{Nm}^m$ , диференційованих за певним параметром (параметрами), що визначає їхні когнітивні характеристики;  $m$  – кількість рівнів, на які диференційовано ЗОП,  $1 \leq k \leq m$ ;  $h_1^1(t), \dots, h_{N1}^1(t), h_1^k(t), \dots, h_{Nk}^k(t), h_1^m(t), \dots, h_{Nm}^m(t)$  – завади (шуми), що впливають на ЗОП, диференційованих на  $m$  рівнів;  $S^j, U^j, PS^j$  – індивідуалізовані впливи на ЗОП  $O_j$ ; відповідно навчальні, управлінські і педагогічні впливи викладача.

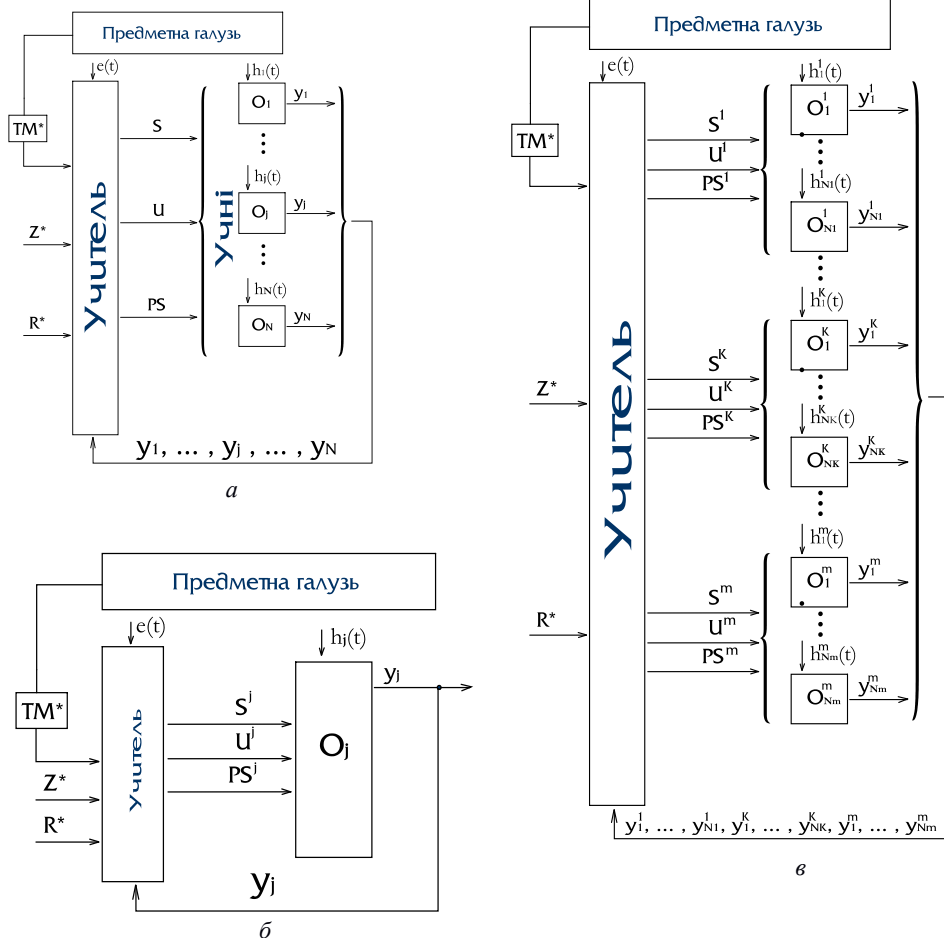


Рисунок – Загальні традиційні схеми реалізації дидактичного процесу: а – загальногрупове навчання; б – індивідуалізоване; в – диференційоване навчання

При загальногруповому навчанні (рисунок, а) викладач використовує навчальні  $S$ , управляючі  $U$  та педагогічні (стимулюючі)  $PS$  впливи, як правило, орієнтовані на “пересічного ЗОП”, оскільки не в змозі врахувати індивідуальні психолого-педагогічні характеристики ЗОП з огляду на їх велику кількість, обмежений час навчання тощо [1 – 4], що істотно знижує ефективність таких систем. Це привело до створення диференційованого навчання (рисунок, в), при якому ЗОП поділяють на фіксовану кількість рівнів (класів)  $m$  залежно від певних, як правило, суб’єктивних оцінок викладача [3 – 5]. При цьому не визначено кількість класів (рівнів), на які необхідно диференціювати ЗОП, відсутні формалізовані моделі ЗОП, алгоритми диференціювання ЗОП тощо.

Нижче наведено основні етапи (кроки) при використанні розроблених моделей, індивідуалізованих стратегій та алгоритмів у створенні нових інформаційних технологій навчання на підходах, викладених у роботах [7 – 12].

*Крок 1.* На основі вказаних загальних підходів (рисунок) і виходячи з індивідуалізованих цілей і завдань конкретної дисципліни (курсу), необхідно вибрати схему розкладу навчання для реалізації: загальногрупового, диференційованого або індивідуалізованого навчання.

*Крок 2.* З урахуванням схеми навчання (педагогічної технології, рисунок) вибрати теорію й методи формування розкладу навчання, розробити на їх основі стратегії навчання  $S_i$ , використовуючи розроблені формалізовані методи та математичні моделі.

*Крок 3.* При виборі диференційованого навчання визначити параметри, які характеризують образ  $O_j$  ОУ  $j$ , і, використовуючи алгоритми, виконати класифікацію ОУ на рівні (класи).

*Крок 4.* Вибрати використовувану систему оцінки успішності навчання ОУ ( $PS^z$ ,  $PS^{4e}$ ,  $PS^{ECTS}$  або  $PS^{12e}$ ) і на основі моделі порогових значень або на даних ССКН задати параметри обраної системи оцінювання для алгоритмів.

*Крок 5.* На основі даних ССКН або експертних оцінок задати параметри індивідуалізованих впливів  $MSgPS$ ,  $MSgPS_y$ , використовуваних в АНС.

*Крок 6.* Задати область застосування індивідуалізованих стратегій (загального призначення  $PS^0$ , групові  $PS^g$ , диференційовані  $PS^d$  та індивідуальні  $PS^i$ ) в АНС.

*Крок 7.* Виділити ОУ на основі даних, до яких слід застосувати гуманні педагогічні стратегії (впливи), а в разі потреби провести їх функціональну діагностику.

*Крок 8.* Здійснити вибір індивідуалізованих стратегій навчання та індивідуалізованих стратегій

алгоритмами.

Послідовність кроків 1 – 8 реалізувати як автоматизовану педагогічну навчальну систему у вигляді трьох підсистем: навчальної, управляючої та регламентованої.

Нижче наведено приклад реалізації розроблених математичних моделей, індивідуалізованих стратегій, алгоритмів і методів формалізації при створенні автоматизованої навчальної системи.

#### *Розробка вербальних і графічних об’єктів математичних моделей індивідуалізованих стратегій*

Наявні моделі індивідуалізованих стратегій містять психолого-педагогічні елементи, що являють собою вербальні, графічні або мультимедійні об’єкти (повідомлення)  $MSgPS$ . Використання математичних моделей індивідуалізованих стратегій в АНС потребує створення об’єктів, без яких реалізація індивідуалізованих стратегій неможлива. Виходячи з цього, розроблення і створення психолого-індивідуалізованих об’єктів (вербальних і графічних)  $MSgPS$  здійснено на основі експертних оцінок, що, як правило, використовуються для такого виду об’єктів [10 – 12].

#### **Постановка, формалізація та розв’язання задачі**

Нехай математичні моделі індивідуалізованих впливів  $APS_i$  містять скінченну множину індивідуалізованих ситуацій  $MPS = \{MPS_1, MPS_2, \dots, MPS_m\}$  для ОУ  $O_j$ , що відбиває стан і зміни дидактичного процесу та особливості індивідуалізованих впливів  $PS$ .

Необхідно розробити: множину індивідуалізованих об’єктів (вербальних і графічних)  $MSgPS = \{MSgPS_1, MSgPS_2, \dots, MSgPS_m\}$ , еквівалентних множині індивідуалізованих ситуацій  $MPS$ , міру вимірювань, і на основі експертних оцінок з’ясувати відповідність індивідуалізованих об’єктів  $MSgPS_i$  елементам множини індивідуалізованих ситуацій  $MPS_j$ , а також виконати перевірку узгодженості та знайти узагальнену думку групи (комісії) експертів.

Як міру вимірювання використаємо попарне порівняння [10 – 12] елементів  $MSgPS_i$  на відповідність елементам індивідуалізованих ситуацій  $MPS_j$ , пов’язавши з цими подіями  $A_i$  індикаторну величину  $\xi_A(MSgPS_i)$  таку, що:

$$\xi_A(MSgPS_i) = \begin{cases} 1, & MSgPS_i \sim MPS_j; \\ 0, & \text{в іншому разі.} \end{cases} \quad (1)$$

Тоді як модель розв’язуваної задачі доцільно використати модель бінарних даних – [11; 15 – 18], що являє собою скінченну послідовність  $A_1, \dots, A_i, \dots, A_m$  незалежних випробувань Бернуллі  $A_i$ , для яких  $P(\xi_A(MSgPS_i) = 1) = p_i$  і

$P(\xi_A(MSgPS_i) = 0) = 1 - p_i, \quad i = 1, 2, \dots, m,$  тобто  $L = (\xi_A(MSgPS_1), \dots, \xi_A(MSgPS_i), \dots, \xi_A(MSgPS_m))$ .

Виходячи з особливостей розв'язуваної задачі та рекомендацій, викладених у [9], розроблено основні вимоги до експертів. Експерти мають:

1) однозначно розуміти цілі та завдання експертизи;

2) бути професійно компетентними, тобто знати і розуміти об'єкт дослідження – психолого-педагогічні складові індивідуалізованих впливів;

3) мати кваліметричну (експертну) компетентність, тобто знати методологію експертного вирішення досліджуваного завдання;

4) володіти здатністю вирішувати творчі завдання (креативністю, аналітичністю, широтою мислення) з використанням нетрадиційних методів дослідження (математичних, експертних тощо);

5) уміти працювати з колегами в умовах можливої конфліктної ситуації при вирішенні завдання, тобто не мати схильності до конформізму, надмірного наслідування авторитету тощо;

б) враховувати тільки необхідну для правильного вирішення досліджуваного завдання інформацію і давати вмотивовані висновки.

Відповідно до рекомендацій, викладених у [10], кількість експертів  $\eta$  в групі має бути непарною і більшою ніж чотири особи ( $\eta > 4$ ). На основі цих рекомендацій було сформовано дві групи експертів з провідних спеціалістів у галузі педагогіки та психології, по  $\eta = 5$  осіб у кожній групі.

Експертів у групі підбирали згідно із зазначеними вище вимогами, а критерієм оцінки якості експерта використовувався метод взаємних рекомендацій [9 – 12], який є одним з основних методів формування списку кандидатів в експерти, застосовуваних для психолого-індивідуалізованих об'єктів.

Відповідно до методів взаємних рекомендацій формується матриця  $X = \|x_{ij}\|$ , де  $x_{ij}$  – елемент матриці, що дорівнює (+1), якщо  $i$ -й кандидат в експерти рекомендує  $j$ -го; (-1), якщо не рекомендує, і нулю, якщо вагається зробити вибір. Матриця  $X = \|x_{ij}\|$  є діагональною, оскільки  $x_{ii} = x_{jj} = 0$ , тобто враховуються тільки взаємні рекомендації, і несиметричною, оскільки  $x_{ii} \neq x_{jj}$ , тобто  $i$ -й кандидат в експерти може рекомендувати  $j$ -го, а  $j$ -й  $i$ -го – ні. На основі побудованої матриці  $X = \|x_{ij}\|$  визначається коефіцієнт взаємних рекомендацій:

$$K_j^{B3} = X_j / \sum_{j=1}^{\eta} X_j; \quad X_j = \sum_{i=1}^{\eta} x_{ij}; \quad \sum_{j=1}^{\eta} K_j^{B3} = 1, \quad (2)$$

тут  $\eta$  – кількість кандидатів в експерти.

При значеннях коефіцієнта взаємних рекомендацій  $K_j^{B3} \leq 0$  кандидата в експерти не включають в робочу групу [9; 10].

У результаті роботи експертів відповідно до міри утворюються дві групи незалежних у сукупності люсіанів  $L1 = \{L1_1, L1_2, \dots, L1_\eta\}$  і  $L2 = \{L2_1, L2_2, \dots, L2_\eta\}$ , припускаючи, що вони мають однаково розподілені в кожній групі параметри  $P(L1)$  і  $P(L2)$ .

Потрібно перевірити гіпотезу узгодженості (однорідності), тобто що експерти у двох групах “думають однаково”:

$$H_0 : P(L1) = P(L2). \quad (3)$$

Нехай  $p_i = p_i(L1) = p_i(L2) \neq 0$  для всіх  $i = 1, 2, \dots, \eta$  і гіпотеза (3) правильна.

Для перевірки гіпотези (3) скористаємося виразом:

$$W = \frac{1}{\sqrt{k}} \sum_{i=1}^{\eta} a_i \xi_i^*, \quad T = \sum_{i=1}^{\eta} (\xi_i^*)^2, \quad \sum_{i=1}^{\eta} a_i^2 = 1, \quad (4)$$

де  $a_i$  – нормувальний множник для  $i$ -го експерта.

Статистика  $W$  має стандартний нормальний розподіл, а  $T$  – розподіл  $\chi^2$  з  $\eta$  ступенями свободи. Статистику  $T$  найбільш доцільно використовувати для перевірки гіпотези (3), оскільки вона вільна від обчислення коефіцієнтів  $a_i$ .

Гіпотеза узгодженості експертів (3) приймається при рівні значущості  $\alpha = 0,05$ , якщо  $\chi_{\text{емп}}^2 < \chi_{0,05}^2$ .

Узагальнену думку комісії експертів знайдемо як розв'язок оптимізаційної задачі, що ґрунтується на аксіоматичному підході, запропонованому Джоном Кемені [9 – 12]. Відповідно до цього підходу в просторі нечислової природи використовується міра, яка базується на відстані Кемені  $d(A, B)$ , що визначається як число:

$$d(A, B) = \sum_{i,j} |a_{i,j} - b_{i,j}|, \quad (5)$$

де  $a_{ij}, b_{ij}$  – елементи матриць  $A = \|a_{ij}\|$  і  $B = \|b_{ij}\|$ , які стоять на тих самих місцях.

Із виразу (5) очевидно, що стосовно до розв'язуваної задачі відстань Кемені  $d(A, B)$  являє собою кількість незбіжних елементів у матрицях  $A = \|a_{ij}\|$  і  $B = \|b_{ij}\|$ .

Нехай  $X = \{L_1, L_2, \dots, L_\eta\}$  – скінченна множина елементів, що відображає думку  $\eta$  експертів. За результатами спостережень треба вибрати той елемент (експерта), який міститься в „центрі” сукупності. І нехай  $\{L_j\}$  – розв’язок цієї задачі. Тоді як емпіричне середнє використаємо медіану Кемені  $A_M$  [9 – 12]:

$$A_M = \sum_{j=1}^{\eta} d(L_j, L) \rightarrow \min_{L \in X} \quad (6)$$

де  $d(L_j, L)$  – відстань Кемені (5).

Крім медіани Кемені, для знаходження “центру” сукупності елементів використовують також і середнє за Кемені  $A_{cp}$ , яке визначається таким чином [12 – 15]:

$$A_{cp} = \sum_{j=1}^{\eta} d(L_j, L)^2 \rightarrow \min_{L \in X} \quad (7)$$

Основні результати оцінки узгодженості та узагальненої думки експертів подано в таблиці, де прийнято такі позначення:  $\{L_j^M\}$ ,  $\{L_j^{cp}\}$  –

підмножина елементів (експертів) відповідно для медіани та середнього за Кемені (5) і (6). Величини  $A_M$ ,  $A_{cp}$ ,  $\{L_j^M\}$  і  $\{L_j^{cp}\}$  визначалися для двох груп експертів  $L1$  і  $L2$ .

Як впливає з отриманих даних (таблиця), нерівність  $\chi_{емп}^2 < \chi_{0,05}^2$  справедлива для множини графічних і вербальних об’єктів, що підтверджує виконання гіпотези узгодженості (3), тобто однорідність двох груп експертів. Значення медіани  $A_M$  та середнього  $A_{cp}$  за Кемені показують на двох експертів, яким еквівалентні люсіани для графічних  $\{L1_2\}$  і вербальних  $\{L1_5\}$  об’єктів відповідно, тобто отримані оцінки “центрів” для експертів дають ідентичні результати.

Отже, експертні оцінки розробленої множини  $MSgPS$  вербальних і графічних (психолого-індивідуалізованих) об’єктів показують, що вони еквівалентні множині індивідуалізованих ситуацій  $MPS$ , використовуваних у математичних моделях індивідуалізованих впливів [12 – 17; 19 – 22].

Таблиця – Результати оцінки узгодженості та узагальненої думки експертів

Вид об’єкта	Значення параметрів							
	$W$	$T$	$\chi_{емп}^2$	$\chi_{0,05}^2$	$A_M$	$A_{cp}$	$\{L_j^M\}$	$\{L_j^{cp}\}$
Графічний	0,907	11,806	1,747	11,07	71	599	$\{L1_2\}$	$\{L1_2\}$
Вербальний	0,631	6,102	0,754	11,07	64	512	$\{L1_5\}$	$\{L1_5\}$

## Висновки

На підставі проведених досліджень можна зробити такі основні висновки.

1. Використовуючи створені математичні моделі, методи формалізації, алгоритми контролю і управління та індивідуалізовані стратегії управління, розроблено послідовність етапів (кроків) створення інформаційних технологій формування розкладу навчання, що включає вибір реалізованої схеми навчального процесу; стратегій навчання; диференціювання ОУ на рівні.

2. Показано, що за критерій оцінки якості експертів доцільно використовувати метод взаємних рекомендацій, а узагальнену думку комісії експертів визначати як розв’язок оптимізаційної задачі.

3. Доведено необхідність вибору (задання) індивідуалізованих стратегій управління з урахуванням індивідуальних особливостей ОУ (Навчальні плани спеціальностей), урахування обмежень на функціональний стан ОУ, особливо для випадків, коли треба використовувати математичні моделі індивідуалізованих стратегій.

## Список літератури

1. Беспалько В. П., Татур Ю. Г. Системно-методическое обеспечение учебно-воспитательного процесса подготовки специалистов: учеб.-метод. пособие. Москва: Высш. шк., 1989. 144 с.
2. Підласий І. П. Технологія виховання з комп’ютерною підтримкою. *Рідна мова*. 1993. № 2. С. 18 – 21.
3. Меньяйленко О. С., Семенов М. А. Використання комп’ютера для визначення груп учнів при диференційованому методі навчання. *Освіта на Луганщині*. 1997. № 3. С. 68 – 69.
4. Критерії оцінювання навчальних досягнень у системі загальної середньої освіти: (Проект): Додаток № 5 до рішення Колегії Міністерства освіти і науки від 17.08.2000 р. *Освіта України*. 2000. 16 серп. (№ 33). С. 3.
5. Безносюк О. О., Уліч В. Л. Науково-методичні засади запровадження кредитно-модульної та модульно-рейтингової систем організації навчального процесу. VII Міжнар. наук.-метод. конф. “Вища технічна освіта: проблеми та перспективи розвитку в контексті Болонського процесу” (26 – 27 травня 2005 р.). *Тези доповідей*. Київ: ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”, 2005. С. 103 – 105.

6. Павлов А. А. Информационные технологии и алгоритмизация в управлении. Київ: Техніка, 2002. 344 с.
7. Павлов А. А., Банашак З., Гриша С. Н., Мисюра Е. Б. Система автоматизированного планирования и диспетчеризации групповых производственных процессов. Киев: Техника, 1990. 198 с.
8. Меньяйленко О. С. Математичні моделі “гуманних” педагогічних впливів для автоматизованих навчальних систем. *Вісник Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля*. 2005. № 4(74). С. 38 – 49.
9. Черепанов В. С. Экспертные оценки в педагогических исследованиях. Москва: Педагогика, 1998. 152 с.
10. Крамер Г. Математические методы статистики. Москва: Мир, 1975. 648 с.
11. Новиков Д. А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи). Москва: МЗ-Пресс, 2004. 67 с.
12. Кемени Дж., Снелл Дж. Кибернетическое моделирование. Некоторые приложения. Нью-Йорк, 1963–1970. Пер. с англ. Б. Г. Миркина. Под ред. И. Б. Гутчина. Москва: Сов. радио, 1972. 192 с.
13. Цюцюра М. І., Кулеба М. Б., Гоц В. В., Лященко Т. О. Інформаційні технології оцінювання знань студентів при дистанційному навчанні на основі хмарних технологій. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2019. № 38. С. 111 – 116, dx.doi.org\10.6084/m9.figshare.9788564.
14. Котенко Н. О., Жирова Т. О., Кулеба М. Б. Дослідження особливостей тестування мобільних додатків. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2020. № 41. С. 55 – 60; dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2020.41.55-60.
15. Київська К. І., Цюцюра С. В., Кулеба М. Б. Аналіз застосування штучного інтелекту в ВІМ-технологіях. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2020. № 43. С. 97 – 103, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2020.43.97-103.
16. Цюцюра, М. І., Єрукаєв А. В., Пристайло М. О., Кулеба М. Б. Машинна творчість. Основні напрями дослідження. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2020. № 44. С. 100 – 104, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2020.44.100-104.
17. Kuleba Mykola, Kyivska Kateryna, Tsiutsiura Mykola, Yerukaiev Andrii and Prystajlo Mykola. Information technology for business process modeling authored by had been reviewed by the Editorial Board and published. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET)*, Volume 12, Issue 2, February 2021, pp. 313-318; ISSN Print: 0976-6480 and ISSN Online: 0976-6499; Journal Impact Factor (2020): 10.9475 Calculated by GIS (www.jifactor.com)”. (Scopus).
18. Tsiutsiura Mykola, Kuleba Mykola, Terentiev Oleksandr, Tsiutsiura Svitlana, Kyivska Kateryna, Yerukaiev Andrii. Protection of information in assessing the factors of influence. 2020 IEEE 2nd International Conference on Advanced Trends in Information Theory (IEEE ATIT 2020), 25.11.20-27.11.20 Kyiv, Ukraine (WoS).
19. Полтавцев Микита, Єрукаєв Андрій, Цюцюра Микола, Кулеба Микола. Застосування патернів об’єктно-орієнтованого проектування для побудови системи імітаційного моделювання на мові C++. Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених «BUILD-MASTER-CLASS-2020», 25-27 листопада 2020 року. Київ, КНУБА, 2020. 472 с.
20. Tsiutsiura Mykola, Kuleba Mykola. Analysis of key information flows in development of software systems. Перша науково-практична конференція «Розподілені програмні системи і технології», 13-14 листопада 2020 року. Київ: КНУБА, 2020. 68 с.
21. Tsiutsiura M. I., Shumeyko O. V., Kuleba M. B. Analysis of key information flows in development of electronic questionnaire. Четверта міжнародна науково-практична конференція «Управління розвитком технологій». Тема: Інформаційні технології розвитку змісту освіти, 19–20 травня 2017 року. Київ: КНУБА, 2017. 52 с.
22. Kyivska K., Tsiutsiura M., Kuleba M. The use of artificial intelligence in the construction industry. The XVIII International Science Conference «Research and development results», April 06 – 09, 2021, Athens, Greece. P.178-180.

Стаття надійшла до редколегії 12.02.2021

#### **Tsiutsiura Mykola**

DSc (Eng.), Associate Professor, Department of Information Technology, [orcid.org/0000-0003-4713-7568](https://orcid.org/0000-0003-4713-7568)  
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

#### **Prystailo Mykola**

PhD (Eng.), Associate Professor, Department of Applied Mechanics, [orcid.org/0000-0003-3151-4680](https://orcid.org/0000-0003-3151-4680)  
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

#### **Kuleba Mykola**

Graduate of the Department of Information Technologies, [orcid.org/0000-0003-1466-4839](https://orcid.org/0000-0003-1466-4839)  
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

### **DEVELOPMENT OF INFORMATION TECHNOLOGIES FOR THE FORMATION OF THE SCHEDULE OF THE EDUCATIONAL PROCESS USING INDIVIDUALIZED MANAGEMENT STRATEGIES**

**Abstract.** *Competitiveness and efficiency of higher education institutions in modern conditions directly depends on ensuring the quality of management decisions made by its senior management, which in turn are determined by how well organized the flow of information flows both within the freelance and external environment. Solving the problem of rational organization of the schedule of the educational process of information flows is impossible without the creation of an effective information and management system, which should provide a continuous process of collecting, processing, transmitting and storing information needed to make management decisions to ensure quality educational services. It is necessary to develop information technology as a means of improving the educational process, bringing it to modern requirements. The educational process should be considered as a complex system based on the implementation of many actions for planning, implementation and monitoring of training of educational services and the work of teaching staff.*

**Keywords:** *information technology of business process management; information system; computer system; higher education institution (HEI); applicants for educational services (ZOP); mathematical model; Database; neural network; suboptimal algorithms; software product; information flows; management of free economic development projects*

## References

1. Bespalko, V. P., Tatur, Yu. G. (1989). System-methodical support of the educational process of training specialists: study-method. allowance. Moscow: Higher. sch., 144.
2. Podlasy, I. P. (1993). Technology of education with computer support. *Native language*, 2, 18–21.
3. Menyaylenko, O. S., Semenov, M. A. (1997). The use of computers to determine groups of students with a differentiated method of teaching. *Education in Luhansk region*, 3, 68–69.
4. Criteria for assessing academic achievement in the system of general secondary education: (Draft): Annex № 5 to the decision of the Board of the Ministry of Education and Science of August 17, 2000. *Education of Ukraine*, 33, 3.
5. Beznosyuk, O. O., Ulich, V. L. (2005). Scientific and methodological principles of introduction of credit-modular and modular-rating systems of the educational process. VII International. scientific method conf. "Higher Technical Education: Problems and Prospects for Development in the Context of the Bologna Process" (May 26-27, 2005). Abstracts. Kyiv: IPC "Polytechnic Publishing House", pp. 103–105.
6. Pavlov, A. A. (2002). Information technology and algorithmization in management. Kyiv: Tehnika, 344.
7. Pavlov, A. A., Banashak, Z., Grisha, S. N., Misyura, E. B. (1990). System of automated planning and dispatching of group production processes. Kiev: Tehnika, 198.
8. Menyaylenko, O. S. (2005). Mathematical models of "humane" pedagogical influences for automated educational systems. *Bulletin of East Ukraine. nat. un tu im. V. Dahl*, 4 (74), 38–49.
9. Cherepanov, V. S. (1998). Expert estimates in pedagogical research. Moscow: Pedagogy, 152.
10. Kramer, G. (1975). Mathematical methods of statistics. Moscow: Mir, 648.
11. Novikov, D. A. (2004). Statistical methods in pedagogical research (typical cases). Moscow: MZ-Press, 67.
12. Kemeny, J., Snell, J. (1972). Cybernetic modeling. Some applications. New York, 1963-1970. Per. from English B. G. Mirkin. Ed. I. B. Gutchin. Moscow: Sov. Radio, 192.
13. Tsiutsiura, Mykola, Kuleba, Mykola, Gots, Vladislav & Lyashchenko, Tamara. (2019). Information technology assessment of students' knowledge in distance learning based on cloud technologies. *Management of Development of Complex Systems*, 38, 111–116, dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.9788564.
14. Kotenko, Nataliia, Zhyrova, Tetiana & Kuleba, Mykola, (2020). Features research testing of mobile applications. *Management of Development of Complex Systems*, 41, 55–60; dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2020.41.55-60.
15. Kyivska, Kateryna, Tsiutsiura, Svitlana & Kuleba, Mykola. (2020). Analysis of application of artificial intelligence in BIM-technology. *Management of Development of Complex Systems*, 43, 97–103, dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2020.43.97-103.
16. Tsiutsiura, Mykola, Yerukaiev, Andrii, Prystailo, Mykola & Kuleba, Mykola, (2020). Models and methods of artificial intelligence for creating a computer creativity product. *Management of Development of Complex Systems*, 44, 100–104, dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2020.44.100-104.
17. Kuleba Mykola, Kyivska Kateryna, Tsiutsiura Mykola, Yerukaiev Andrii and Prystajlo Mykola. (2021). Information technology for business process modeling authored by had been reviewed by the Editorial Board and published. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET)*, 12, 2, 313-318; ISSN Print: 0976-6480 and ISSN Online: 0976-6499; Journal Impact Factor (2020): 10.9475 Calculated by GISI (www.jifactor.com)". (Scopus).
18. Tsiutsiura Mykola, Kuleba Mykola, Terentiev Oleksandr, Tsiutsiura Svitlana, Kyivska Kateryna, Yerukaiev Andrii. (2020). Protection of information in assessing the factors of influence. Proc. 2020 IEEE 2nd International Conference on Advanced Trends in Information Theory (IEEE ATIT 2020), 25.11.20-27.11.20 Kyiv, Ukraine (WoS).
19. Poltavtsev, Nikita, Yerukaiev, Andrey, Tsyutsyura, Nikolay, Kuleba, Nikolay. (2020). Application of object-oriented design patterns to build a simulation system in C ++. International scientific-practical conference of young scientists "BUILD-MASTER-CLASS-2020", November 25-27, 2020. Kyiv, KNUBA, 472.
20. Tsiutsiura, Mykola, Kuleba, Mykola, (2020). Analysis of key information flows in development of software systems. The first scientific-practical conference "Distributed software systems and technologies", November 13-14, 2020. Kyiv: KNUBA, 68.
21. Tsiutsiura, M. I., Shumeyko, O. V., Kuleba, M. B. (2017). Analysis of key information flows in development of electronic questionnaire. Fourth International Scientific and Practical Conference "Management of Technology Development". Topic: Information technologies for the development of educational content, May 19-20, 2017. Kyiv: KNUBA, 52.
22. Kyivska, K., Tsiutsiura, M., Kuleba, M. (2021). The use of artificial intelligence in the construction industry. The XVIII International Science Conference «Research and development results», April 06 – 09, 2021, Athens, Greece, 178–180.

## Посилання на публікацію

- APA Tsiutsiura, Mykola, Prystailo, Mykola & Kuleba, Mykola, (2021). Development of information technologies for the formation of the schedule of the educational process using individualized management strategies. *Management of Development of Complex Systems*, 45, 114–120, dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2021.45.114-120.
- ДСТУ Цюцюра М. І., Пристайло М. О., Кулеба М. Б. Розроблення інформаційних технологій формування розкладу навчального процесу з використанням індивідуалізованих стратегій управління. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2021. № 45. С. 114 – 120, dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2021.45.114-120.