РОЗДІЛ 8
БАГАТОРІВНЕВЕ АДАПТИВНЕ ПЕРЕПЛАНУВАННЯ ТА РЕТРОСПЕКТИВНА АДАПТАЦІЯ КОЛЕКТИВУ ШІ-АГЕНТІВ В УПРАВЛІННІ ІТ-ПРОЄКТАМИ

Боєв Олександр Петрович, аспірант кафедри штучного інтелекту та аналізу даних, Національний університет «Одеська політехніка», Одеса

ІТ-проєкти реалізуються в умовах неповної інформації, змін вимог, коливань доступності виконавців, появи нових залежностей і ризикових подій. У таких умовах початковий календарно-ресурсний план швидко втрачає актуальність, а його повна перебудова після кожного відхилення призводить до надмірної нестабільності, втрати вже узгоджених домовленостей і непродуктивних витрат. Сучасні стандарти управління проєктами передбачають адаптацію способу планування до контексту та орієнтацію на фактичний результат [1], тоді як дослідження планування за невизначеності виокремлюють реактивні, стохастичні та робастні підходи [2]. Проте для динамічного ІТ-проєкту залишається невирішеним спільне визначення моменту, масштабу і змісту перепланування.

Використання колективу спеціалізованих ШІ-агентів дає змогу розподілити оцінювання строків, ресурсів, ризиків і керованості між функціональними ролями. Багатоагентний підхід підтримує автономність локальних компонентів, координацію та узгодження рішень [3], а методи штучного інтелекту забезпечують пошук і вибір дій у складному просторі станів [4]. Водночас сама наявність агентів не гарантує якості плану: їхні пропозиції можуть конфліктувати, локальна впевненість може бути некаліброваною, а внесок агента у фактичний результат - відрізнятися від його впливу на голосування.

Метою дослідження є підвищення результативності адаптивного планування ІТ-проєктів шляхом удосконалення методу багаторівневого

перепланування завдань і ресурсів та подальшого розвитку методу ретроспективної адаптації стратегій планування ШІ-агентів. Перший метод формує допустимі варіанти, визначає рівень втручання, виконує рівнево обмежену перебудову та колективний вибір плану. Другий метод після завершення горизонту спостереження зіставляє запечатане рішення з фактичним наслідком, оцінює контрфактичне жалкування і внески агентів, після чого безпечно оновлює параметри наступного циклу. Разом вони утворюють замкнений контур «стан - перепланування - рішення - наслідок - адаптація».

Метод багаторівневого адаптивного перепланування завдань і ресурсів IT-проєкту. Поточний план подається структурою, яка поєднує граф завдань і залежностей, календарні параметри, призначення ресурсів та обмеження виконання:

$$P(t) = \big(G,\, b(t),\, e(t),\, x(t),\, v(t)\big), \tag{1}$$

де G – орієнтований граф завдань; b(t) та e(t) – заплановані моменти початку і завершення; x(t) – призначення виконавців та інших ресурсів; v(t) – параметри вартості, ризику, якості й допустимості. Завершені та заморожені завдання залишаються незмінними, тому метод працює не з абстрактним новим планом, а з контрольованою версією чинного плану. Стан проєкту оцінюється за часовим, вартісним, ресурсним, якісним і ризиковим відхиленнями. Для уникнення рішення лише за одним інтегральним показником використовується вектор відхилень разом із його зваженим узагальненням:

$$z(t) = [D_T(t), D_C(t), D_R(t), D_Q(t), D_Z(t)]^T,$$
$$D(t) = \sum_{j \in \{T,C,R,Q,Z\}} \alpha_j\, D_j(t). \tag{2}$$

Вектор $z(t)$ визначає природу проблеми, тоді як D(t) характеризує її загальну інтенсивність. Додатково враховуються множина проблемних завдань $T_{c(t)}$, просторове поширення відхилення у графі, дефіцит ресурсів, інформаційна повнота, ризик недореагування та історія попередніх циклів. Це

дає змогу відокремити локальну затримку однієї задачі від структурної події, яка поширюється на критичний шлях і потребує зміни призначень. Перший етап методу формує скінченну множину допустимих кандидатів. Спеціалізовані агенти генерують локальні пропозиції, які композиційно поєднуються з операторами зсуву строків, зміни послідовності, перерозподілу ресурсів, поділу або об'єднання задач. Після кожного перетворення перевіряються часові, ресурсні, бюджетні, ризикові та стабілізаційні обмеження; структурні дублікати вилучаються, а відновлення допустимості виконується мінімальною зміною. Формально результат етапу подається відображенням:

$$M_F: X_F(t) \mapsto \big(F_P(t),\, Tr_F(t),\, e_F(t)\big) \tag{3}$$

де $F_{P(t)}$ – перевірена множина кандидатних планів, $Tr_{F(t)}$ – журнал їх походження і перевірок, $e_{F(t)}$ – ознака неможливості сформувати достатню множину без розширення області адаптації або участі людини. Метод не обирає наперед бажаний план: різноманітність кандидатів контролюється нормованою відстанню між структурами планів і покриттям альтернативних напрямів зміни.

Другий етап визначає масштаб адаптації. Початковий рівень встановлюється за інтенсивністю відхилення та критичністю поширення проблеми:

$$g^0(t) = \max\{g_D(t),\, g_C(t)\}, \qquad g^0(t) \in \{0,1,2,3\}. \tag{4}$$

Однак початковий рівень не вважається остаточним. Після формування $F_{P(t)}$ оцінюються її життєздатність, різноманітність, очікувана ціна зміни, втрати від недостатньої реакції та надмірного перепланування. Множина рівнів $G_{A(t)}$ відкидає варіанти, які не усувають порушення:

$$g^*(t) = \arg\min_{l \in G_A(t)} J_G(l, t) \tag{5}$$

Критерій рівня поєднує очікувану та хвостову втрати, ціну недореагування U_g, ціну надмірної зміни O_g і зворотний зв'язок про життєздатність множини кандидатів v_F:

$$J_G(l,t) = \lambda_1 \mathbb{E}[L_l] + \lambda_2 CVaR_\alpha(L_l) + \lambda_3 U_g(l,t) + \lambda_4 O_g(l,t) - \lambda_5 v_F(l,t). \quad (6)$$

Якщо $g^*(t)$ не збігається з $g^0(t)$, множина кандидатів формується повторно в нових межах. Цикл завершується після збіжності або переходу до безпечного маршруту. Рішення про автономне застосування рівня залежить від впевненості $Conf_{G(t)}$:

$$g^{app}(t) = \begin{cases} g^*(t), & Conf_G(t) \geq \theta_G^{low}, \\ g^{safe}(t), & Conf_G(t) < \theta_G^{low}, \end{cases} \quad (7)$$
$$route_G(t) \in \{auto, human, safe\}.$$

Чотири рівні формують упорядковану шкалу втручання. Нульовий рівень не змінює структуру плану; перший локалізує зміни в безпосередньому оточенні проблемних задач; другий охоплює пов'язаний фрагмент графа і допускає частковий перерозподіл ресурсів; третій перебудовує незавершену частину проєкту. Така шкала не є оцінкою складності проєкту, а задає режим конкретного циклу адаптації (табл. 1).

Третій етап виконує рівнево обмежене перепланування. Область зміни визначається замиканням проблемних завдань у графі на глибину, залежну від gapp(t), і ресурсами, пов'язаними з цією областю. Завершена частина плану та зафіксовані організаційні рішення утворюють інваріант. Метод повертає не один план, а множину рівнево узгоджених альтернатив:

$$M_L\big(X_L(t); g^{app}(t)\big) = \big(F_L(t),\, Q_L(t),\, e_L(t),\, Tr_L(t)\big) \quad (8)$$

Область задач і ресурсів задається як:

$$T_L(t) = T_c(t) \cup Cl_G\big(T_c(t), d_L(g^{app})\big), \qquad R_L(t) = \{R_j : \exists T_i \in T_L(t),\ x_{ij}(t) > 0\} \quad (9)$$

Для кожного рівня активується власний каталог операторів і власні межі ширини пошукового фронту. Внутрішній критерій J_L використовується лише

для відсікання явно слабких кандидатів і не підміняє колективне рішення. Він поєднує строк, вартість, ризик, якість, порушення та ціну відхилення від плану:

$$J_L(P', t) = \beta_T \bar{T}(P') + \beta_C \bar{C}(P') + \beta_R \bar{R}(P') + \beta_Q \bar{Q}(P') + \beta_V q_h(P') + \beta_{chg} C_{chg}\big(P', P(t)\big). \quad (10)$$

Таблиця 1 – Рівні адаптивного перепланування IT-проєкту

Рівень	Масштаб змін	Допустимі операції	Режим контролю
0	Спостереження	Перерахунок прогнозів без зміни плану	Автоматичний
1	Локальний	Зсув строків і локальна заміна ресурсу	Автоматичний за достатньої впевненості
2	Частковий	Зміна фрагмента графа, призначень і резервів	Колективний; за потреби участь людини
3	Повний	Перебудова незавершеної частини проєкту	Обов'язковий людський контроль

Четвертий етап забезпечує колективне узгодження і повторну ресурсно-ризикову перевірку. Агенти строків, ресурсів, ризиків і управління оцінюють тільки ті критерії, для яких мають рольові повноваження.

Конфлікти подаються графом суперечностей; у кожному раунді допускаються обмежені поступки, після яких змінений кандидат повторно перевіряється.

До наступного етапу допускаються лише плани без жорстких порушень, із достатнім запасом здійсненності та рівнем консенсусу:

$$F_C(t) = \{P' \in F_L(t) : q_h(P') = 0,\ K_V(P') \geq \theta_V,\ K_{cons}(P') \geq \theta_{cons}\}. \quad (11)$$

На п'ятому етапі для колективно узгоджених альтернатив формуються сценарії невизначеності, очікувані та хвостові втрати, показники робастності й пояснюваності.

Остаточний план не є результатом простого голосування: він мінімізує колективний критерій серед сценарно допустимих альтернатив, а пакет рішення містить упевненість і маршрут застосування:

$$P^*(t) = \arg\min_{P' \in F_D(t)} J_D(P', t), \qquad \delta(t) = \left(P^*(t), Conf_D(t), route_D(t)\right). \tag{12}$$

Колективна впевненість зменшується за неповного покриття ролей, високої ентропії оцінок і слабкої робастності. Один із робочих варіантів її агрегування має вигляд:

$$Conf_D(t) = K_{cons}(t) K_{cov}(t) \left(1 - \frac{H_D(t)}{\log(|F_D(t)| + \varepsilon)}\right) \left(1 - R_b(P^*)\right). \tag{13}$$

Таким чином, третя наукова новизна полягає в удосконаленні методу адаптивного перепланування завдань і ресурсів ІТ-проєкту. На відміну від одноразового централізованого перепланування або застосування одного порога за інтегральним відхиленням, метод узгоджує рівень втручання з фактичною життєздатністю множини альтернатив, спільно враховує втрати від недостатньої і надмірної адаптації, виконує локальне, часткове або повне перепланування в різних областях графа, зберігає завершені елементи, колективно узгоджує варіанти й маршрутизує рішення відповідно до впевненості та ризику. Метод ретроспективної адаптації стратегій планування ШІ-агентів. Після завершення горизонту оцінювання поточне рішення має бути запечатаним: фактичний стан не може використовуватися для заднього коригування первинного вибору. Метод оцінює наслідок і формує параметри лише для наступного циклу. Спостережуваний результат подається багатовимірним вектором, який охоплює строки, вартість, ризик, якість, стабільність і жорсткі порушення:

$$y(t+1) = [y_T, y_C, y_R, y_Q, y_S, y_V]^T. \tag{14}$$

Фактична втрата визначається зваженим згортанням нормованих компонентів. Жорсткі порушення не маскуються поліпшенням іншого показника: прийнятний наслідок додатково вимагає $y_V = 0$.

$$L^{fact}(t+1) = \sum_{j \in \{T,C,R,Q,S,V\}} \lambda_j^E \, y_j(t+1), \qquad \lambda_j^E \geq 0, \quad \sum_j \lambda_j^E = 1. \tag{15}$$

Прогнозна помилка оцінюється окремо від якості вибору. Висока помилка прогнозу може бути спричинена позамодельною зовнішньою подією, навіть якщо обраний план був найкращим серед доступних. Тому відстань між очікуваним і фактичним станами не використовується як безпосередній штраф агенту:

$$e_D^{pred}(t+1) = d_s\big(s(t+1), \hat{s}_D(t+1)\big). \tag{16}$$

Для оцінювання субоптимальності всі кандидати відтворюються за однакових спостережених зовнішніх подій $z_{obs}(t+1)$. До контрфактичного порівняння включаються лише альтернативи з достатньою підтримкою та якістю моделі. Ретроспективний план-оракул визначається як:

$$\begin{gathered} F_E^{cf}(t) = \{P' \in F_D(t) : K_{cf}(P') \geq \theta_{cf}\}, \\ P^{or}(t+1) = \arg \min_{P' \in F_E^{cf}(t)} L^{cf}(P', t+1). \end{gathered} \tag{17}$$

Нормоване ретроспективне жалкування відображає втрату від вибору застосованого плану замість надійної контрфактичної альтернативи:

$$Reg_D^n(t+1) = \frac{\max\{0, L^{fact}(t+1) - L^{cf}(P^{or}, t+1)\}}{L_{max}^{cf} - L_{min}^{cf} + \varepsilon}. \tag{18}$$

Внесок агента не визначається тим, чи збіглася його пропозиція з рішенням більшості. Рішення відтворюється без пропозиції A_k, після чого порівнюються втрати за однакових зовнішніх умов. Позитивне значення маржинального внеску означає, що присутність агента зменшила фактичну втрату:

$$\Delta_k^E(t+1) = L^{cf}(P^{-k}, t+1) - L^{fact}(t+1). \tag{19}$$

Маржинальний внесок нормується, коригується на надмірну впевненість, повноту трасування та невизначеність атрибуції. Довгострокова надійність агента оновлюється експоненційно лише за достатньої якості даних і контрфактичної оцінки; швидкість зміни обмежується, а для малої кількості епізодів використовується усадка до середнього значення відповідної ролі:

$$w_k(t+1) = clip_{[w_{min}, w_{max}]}\left((1-\gamma_{wk}^E)w_k(t) + \gamma_{wk}^E y_k(t+1)\right). \tag{20}$$

Окремо адаптуються параметри локальної стратегії агента: ваги критеріїв, пороги активації, правила формування кандидатів і калібрування впевненості. Кандидатна зміна мінімізує ретроспективну втрату, проєктується на допустиму область і залишається всередині довірчої області:

$$\tilde{\vartheta}_k(t+1) = \vartheta_k(t) - \gamma_\vartheta \chi_k^E K_E^{data} \nabla_{\vartheta_k} L_k^E, \qquad \vartheta_k^{cand} = \Pi_{\Omega_\vartheta}(\tilde{\vartheta}_k), \\ \| \vartheta_k^{cand} - \vartheta_k(t) \|_2 \leq r_k^\vartheta. \tag{21}$$

Колективні пороги консенсусу, робастності та автономності змінюються не за одним епізодом, а після накопичення мінімального буфера. Кандидатні параметри спочатку працюють у тіньовому режимі на відкладеній частині історії. Оновлення приймається лише за поліпшення валідаційної якості, збереження інваріантів і дотримання межі хибної автономії; у разі наступної деградації відновлюється попередня версія:

$$accept_E = \mathbf{1}\{\Delta Q_E \geq \theta_Q^E \ \wedge \ \hat{P}(F_A = 1 \mid route_D = auto) \leq \alpha_{FA} \ \wedge \ Inv_E = 1\}. \tag{22}$$

Отже, четверта наукова новизна полягає в подальшому розвитку методу ретроспективної адаптації стратегій планування ШІ-агентів. Його відмінність від простого оновлення ваг за фактом підтримки прийнятого рішення полягає у версійно та часово цілісному зіставленні рішення з багатовимірним наслідком, причинному розділенні прогнозної помилки і субоптимальності вибору, контрфактичній атрибуції агентних внесків, роздільному оновленні надійності, стратегій, сценарних імовірностей та колективних порогів, а також у тіньовій перевірці, контролі дрейфу й можливості відкату. Така побудова узгоджується з

принципом навчання за відкладеною винагородою [5], але вводить додаткові обмеження, необхідні для керованого планування.

Експериментальна перевірка. Експериментальний протокол побудовано на відкритих даних без використання корпоративних або персональних наборів. Джерелами слугували JOSSE із задачами Apache, JBoss і Spring [10], Red Hat Public Process Data з часовими станами елементів беклогу [11] та події issues і pull requests, одержувані через GitHub REST API [12]. Після очищення, перевірки часової послідовності та вилучення ознак майбутнього сформовано 48 проєктів, 91 732 задачі й 7 680 завершених епізодів перепланування. Проєкти розділено на 36 навчальних, 6 валідаційних і 6 тестових; тестова частина містила 1 920 епізодів різного розміру.

Кожний метод отримував однаковий початковий план, стан і подію-відхилення. Історичні події доповнювалися контрольованими пертурбаціями строків, доступної місткості ресурсів, якості, вартості, обсягу і залежностей; структура реальних проєктів не замінювалася синтетичними задачами. Порівнювалися незмінний план B0, централізоване подієве перепланування B1, централізований багатокритеріальний варіант B2, просте агентне голосування B3, однорівнева координація B4 і повний контур Mfull. Для стохастичних процедур використовували 30 спільних початкових значень генератора.

Основними показниками були середня фактична втрата Lfact, нормоване жалкування Regn, помилка прогнозу epred, частка жорстких порушень phard, якість рішення qD і час виконання. Упевненість оцінювалася за очікуваною помилкою калібрування; правильні ймовірнісні оцінки перевірялися за підходами [6; 7]. Парні відмінності аналізували критерієм Вілкоксона [8], множинні перевірки коригували процедурою Холма [9], а довірчі інтервали формували груповим bootstrap на рівні проєктів (табл. 2).

Таблиця 2 – Результати на 1 920 тестових епізодах

Метод	Lfact ↓	Reg^n ↓	epred ↓	phard, % ↓	qD ↑	T50, c ↓
B0	0,362	0,184	0,246	8,4	0,584	0,41
B1	0,315	0,151	0,219	6,1	0,638	0,88
B2	0,289	0,128	0,201	4,7	0,681	1,46
B3	0,274	0,119	0,192	4,2	0,699	1,91
B4	0,251	0,096	0,178	3,2	0,738	2,54
Mfull	0,218	0,063	0,151	1,7	0,802	3,26

Повний метод порівняно з найсильнішим базовим варіантом B4 зменшив середню фактичну втрату з 0,251 до 0,218, тобто на 13,15%; нормоване жалкування – з 0,096 до 0,063, або на 34,38%; частку жорстких порушень - з 3,2% до 1,7%, або на 46,88%. Якість рішення зросла з 0,738 до 0,802, що відповідає 8,67%. Медіанний час збільшився лише на 0,72 с і становив 3,26 с. Для Lfact, Regn і qD скориговані значення p були меншими за 0,001; розміри ефекту Кліффа дорівнювали відповідно -0,41, -0,46 і 0,38.

Абляційний експеримент відокремлює внесок складових третьої та четвертої новизни (табл. 3). Вилучення вибору рівня F2 збільшило Lfact до 0,248, вилучення координації F4 - до 0,264, а вимкнення ретроспективної адаптації F6 - до 0,237. Отже, перевага повного контуру не пояснюється лише більшою кількістю агентів або складнішим критерієм.

Таблиця 3 – Абляційна перевірка основних модулів

Варіант	Lfact ↓	Reg^n ↓	phard, % ↓	qD ↑
M−F2, без вибору рівня	0,248	0,091	2,9	0,751
M−F4, без координації	0,264	0,109	4,1	0,718
M−F6, без адаптації	0,237	0,078	2,4	0,773
Mfull	0,218	0,063	1,7	0,802

Динаміка завершених епізодів підтвердила поступове, а не стрибкоподібне поліпшення. Після 200 епізодів фактична втрата зменшилася з 0,237 до 0,218, жалкування – з 0,079 до 0,063, помилка калібрування – з 0,081 до 0,047, а qD зросла з 0,773 до 0,802 (табл. 4). Частка прийнятих оновлень становила 0,64,

частка відкатів серед прийнятих – 3,1%. Частка хибної автономії повного методу дорівнювала 1,6% і залишилася нижчою за задану межу 2%.

Стійкість перевірено за п'ятьма рівнями інтенсивності стресу. Коли інтенсивність зростала від 0 до 1, фактична втрата Mfull збільшувалася з 0,180 до 0,311, тоді як для B4 – з 0,194 до 0,386. Градієнт деградації повного методу був на 31,77% меншим. Для епізодів до 100 активних задач 95-й процентиль часу становив 3,91 с і не перевищував інтерактивну межу 5 с; для епізодів до 300 задач він дорівнював 15,31 с за межі подієвого режиму 30 с.

Таблиця 4 – Динаміка ретроспективної адаптації

Завершені епізоди	Lfact ↓	Reg^n ↓	ECE ↓	qD ↑
0	0,237	0,079	0,081	0,773
25	0,231	0,075	0,071	0,781
50	0,226	0,070	0,061	0,789
100	0,220	0,066	0,052	0,798
200	0,218	0,063	0,047	0,802

Обмеження експерименту зумовлені контрфактичним відтворенням результатів і відмінностями між відкритими та корпоративними проєктами. Для зниження загроз валідності альтернативи порівнювали за однакових подій, епізоди з недостатньою підтримкою не використовували для адаптації, а міжпроєктне розбиття запобігало витоку даних. Ваги критеріїв можуть змінюватися залежно від вимог організації без зміни структури методів. Висновки. Удосконалено метод багаторівневого перепланування IT-проєктів, який визначає масштаб втручання за структурою відхилень і життєздатністю альтернатив, ураховує втрати від недостатньої та надмірної адаптації, зберігає завершену частину плану та формує колективне рішення після перевірки ресурсно-ризикової здійсненності. Метод ретроспективної адаптації дістав подальшого розвитку завдяки зіставленню прийнятого рішення з фактичним результатом, оцінюванню прогнозної помилки й контрфактичного жалкування, визначенню внесків агентів та роздільному оновленню їхніх параметрів. Тіньова перевірка, контроль дрейфу й відкат забезпечують керованість

адаптації. На 1 920 тестових епізодах повний контур зменшив фактичну втрату на 13,15%, нормоване жалкування – на 34,38%, частку жорстких порушень – на 46,88% та підвищив якість рішень на 8,67%. Результати абляції підтвердили самостійний внесок третього і четвертого положень наукової новизни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

To chapter 1

1. Гладка Катерина. Сучасні інформаційні технології в системі підготовки фахівців у галузі фізичної культури і спорту. Інноваційні та інформаційні технології у фізичній культурі, спорті, фізичній терапії та ерготерапії: матеріали II Всеукр. електрон. наук.-практ. конф. з міжнар. участю (м. Київ, 18 квітня 2019 р.). Київ: НУФВСУ, 2019. С. 221–223.

2. Інноваційні технології фізичного виховання і спорту: навч. посіб. / укл. О. В. Юденко. Київ: Національний університет оборони України, 2024. 360 с.

3. Козіброда Л. В., Тихонова С. В., Галайдюк М. А., Романенко В. В., Редько С. Ю. Застосування інформаційно-комп'ютерних технологій під час викладання фізичної культури. Перспективи та інновації науки. Серія Педагогіка. 2024. № 12(46). С. 408–417. https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-11(45)-408-417

4. Сватьєв А. В. Формування професійної компетентності майбутніх фахівців з фізичної культури і спорту на основі використання інформаційно-комунікаційних технологій. Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах. 2020. № 73, Т. 2. С. 178–184.

5. Христова Т. Є. Інформаційно-структурна модель фізичного статусу здоров'я. Науково-методичні основи використання інформаційних технологій в галузі фізичної культури і спорту: зб. наук. праць. Харків: ХДАФК, 2019. Вип. 3. С. 112–115.

6. Христова Т. Є., Пюрко В. Є., Пюрко О. Є. Специфіка біоекомедицини в контексті громадського здоров'я. Суспільство та національні інтереси. 2024. № 4(4). С. 86–99. https://doi.org/10.52058/3041-1572-2024-4(4)-86-99

7. Шкірта М. І., Степчук Н. В., Шанта І. Ф. Професійна підготовка фахівців у галузі фізичної культури і спорту з використанням інформаційно-комунікаційних технологій. Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету. Серія: Педагогіка. 2022. Вип. 2(29). С. 138–143.

8. Шукатка О. В. Цифровізація професійної підготовки майбутніх фахівців фізичної культури і спорту як закономірність інформатизації суспільства. Фізико-математична освіта. 2020. Вип. 4 (26). С. 141–147.

9. Khrystova Tetiana, Pyurko Vladyslav, Khrystovoi Dmytro. Information focus on student youth health. Education and Economy in the Digital Age: monograph / edited by Nazar Dobosh and Aleksander Ostenda. Katowice: The University of Technology in Katowice Press, 2024. P. 116–121.

10. Saiz-González P., Sierra-Díaz J., Iglesias D., Fernandez-Rio J. Exploring physical education teachers' willingness and barriers to integrating digital technology in their lessons. Education and Information Technologies. 2025. Vol. 30. P. 5965–5987. https://doi.org/10.1007/s10639-024-13060-9

11. Wang X., Sun X., Zhou B., Liu D. An empirical study of digital competence, technostress, and job satisfaction among college physical education teachers in China. Scientific Reports. 2026. Vol. 16. Art. 26333. https://doi.org/10.1038/s41598-026-63091-0

To chapter 2

1. Абдураман А.Ш., Купрєєнко М.В., Непша О.В. Сутність професійної підготовки майбутніх вчителів фізичної культури. Актуальні наукові дослідження у сучасному світі. 2019. № 1(45). С. 39–43.

2. Єремія Я., Єремія І. Формування предметно-методичної компетентності майбутніх учителів фізичної культури в умовах сучасної освіти: теоретичні аспекти. Physical Culture and Sport: Scientific Perspective. 2024. № 1. https://doi.org/10.31891/pcs.2024.1.33

3. Єремія Я., Мосейчук Ю., Мороз О. Предметно-методична компетентність майбутнього вчителя фізкультури: аспекти формування. Вісник Прикарпатського університету. Серія: Фізична культура. 2024. Вип. 41. С. 24–28. https://doi.org/10.15330/fcult.41.24-28

4. Іваненко В.В., Купрєєнко М.В., Непша О.В. Педагогічні умови формування професійної спрямованості майбутніх фахівців з фізичної

культури. Сучасні тенденції розвитку освіти і науки в інтердисциплінарному контексті: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, 29–30 березня 2018 року. Ченстохова–Ужгород–Дрогобич: Посвіт, 2018. С. 19–21.

5. Котова О. В., Непша О. В. Структурні компоненти підготовки майбутніх вчителів фізичної культури у вищих навчальних закладах. Педагогічні науки: зб. наук. праць. 2018. Вип. 81. Т. 1. С. 164–168.

6. Котова О. В., Проценко А. А. Педагогічна практика як основа формування професійної компетентності майбутніх учителів фізичної культури. Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету. Серія: Педагогіка. 2018. № 2 (21). С. 135–139. https://doi.org/10.33842/2219-5203-2018-2-21-135-139

7. Назаревич В. С. Сутність та структура інформатичної компетентності майбутніх учителів фізичної культури в аспекті особистісно-орієнтованого підходу. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. 2024. № 215. С. 225–230. https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-215-225-230

8. Проценко А. А. Структура підготовки майбутніх учителів фізичної культури до формування професійних компетентностей. Збірник наукових праць. Педагогічні науки. 2017. № 76. Т. 2. С. 121–125.

9. Проценко А. А., Гарбар Д. О. Професійна компетентність майбутніх вчителів фізичної культури: здоров’язберігаючий аспект. Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Серія 15. 2024. № 7 (180). https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.7(180).29

10. Ткачівська І. М. Структура предметно-методичної компетентності майбутнього вчителя фізичної культури. Педагогічна інноватика: сучасність та перспективи. 2024. № 5. https://doi.org/10.32782/ped-uzhnu/2024-5-11

11. Христова Т.Є., Проценко А.А., Сопотницька О.В., Непша О.В., Суханова Г.П., Кирієнко М.Г. Формування комунікативної компетентності майбутніх учителів фізичної культури в процесі професійної підготовки. Вісник науки та освіти. 2026. № 4 (46). С. 4754–4769. https://doi.org/10.52058/2786-6165-2026-4(46)-4754-4769

12. Цибульська В. В., Безверхня Г. В., Файдевич В. В. Формування цінностей фізичної культури до професійно-прикладного самовдосконалення. Реабілітаційні та фізкультурно-рекреаційні аспекти розвитку людини. 2022. № 11. https://doi.org/10.32782/2522-1795.2022.11.25

13. Чепелюк А. В., Безверхня Г. В., Цибульська В. В. Психолого-педагогічні умови підготовки фахівців фізичного виховання. Академічні візії. 2023. № 16. http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.7621070

14. Baumgartner M. Professional competence(s) of physical education teachers: terms, traditions, modelling and perspectives. German Journal of Exercise and Sport Research. 2022. Vol. 52. P. 550–557. https://doi.org/10.1007/s12662-022-00840-z

15. Cho K., Tsuda E., Ward P. Developing adaptive teaching competence in preservice physical education teachers. European Physical Education Review. 2024. Vol. 30. No. 4. https://doi.org/10.1177/1356336X241240621

16. Garbar D. Justification of the Program for Developing Health-Preserving Competence of Future Physical Education Teachers in the Process of Professional Training. Physical Culture and Sport: Scientific Perspective. 2025. No. 1 (1). P. 107–113. https://doi.org/10.31891/pcs.2025.1(1).14

17. Lohmann J., Hapke J., Töpfer C. Health-related professional competence of physical education teachers: Narrative review and heuristic model. Swiss Journal of Educational Research. 2023. Vol. 45. No. 2. P. 164–177. https://doi.org/10.24452/sjer.45.2.7

18. Protsenko A. A., Kotova O. V., Tsybulska V. V., Sukhanova H. P., Nepsha O. V., Kyriienko O. O. Industrial (pedagogical) practice as a component of practical training of future physical education teachers. Polish Science Journal. 2024. Issue 3 (69). P. 16–18.

19. Protsenko A. A., Tsybulska V. V., Nepsha O. V., Sukhanova H. P., Sopotnytska O. V. Development of creative thinking in the classes of professional future physical education teachers. Polish Science Journal. 2025. Issue 1 (75). P. 47–49.

20. Royet T., Cece V., Lentillon-Kaestner V., Castéra J., Vors O. Preservice physical education teachers' professional action competence in education for sustainability: a mixed method research. Frontiers in Psychology. 2025. Vol. 16. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1601026

21. Yin H., Dev R. O. D., Soh K. G., Li F., Lian M. Assessment and development of physical education teachers' physical literacy: A systematic review. PLOS ONE. 2024. Vol. 19. No. 7. e0307505. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0307505

22. Zhou T. The role of pre-service physical education teachers in physical education – A bibliometric and systematic review. Heliyon. 2024. Vol. 10. No. 7. e28702. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28702

To chapter 3

1. Арсененко І.А. Туристичне районування як геопросторова організація туристичного простору / І.А. Арсененко, О.С. Арабаджи, І.А. Донець, Л.М. Донченко, О.М. Левада // Сучасне суспільство: глобальні трансформації: кол. моногр. Харків: СГ НТМ «Новий курс», 2024. С. 230-234. https://mega.nz/file/GqxmWSpJ#s6cc_CFNyTnQIrSN1xyRASMBO0YZ-o6_2uWLf5ZtsKI

2. Арсененко І.А., Донець І.А., Арабаджи О.С. Інституціоналізація ризик-менеджменту та формування системи безпеки туристичних послуг в умовах воєнної економіки України. Crosspoint: науковий альманах. № 1. Харків: СГ НТМ «Новий курс», 2026. С. 64-67. https://mega.nz/file/D3oy3aQI#mCE6dKY642Rted4DVOtfqvzJqG-GZHocLSC-9fMWCI0

3. Арсененко І.А., Донець І.А., Байтеряков О.З., Донченко Л.М., Левада О.М. Сталий розвиток туризму і рекреації в Україні: концептуальні основи, виклики воєнного часу та шляхи відновлення. Соціально-гуманітарні відносини в сучасній Україні: виклики та перспективи: кол. моногр. Харків: СГ НТМ «Новий курс», 2025. С. 99-102.

https://mega.nz/file/qvgRGZyD#XAV_Hn9A9nNCDpcntc2pwe7Pde3nCkWKsvSKQvEtL_g

4. Арсененко І.А., Донець І.А., Тищенко І.І., Лисенко І.В. Міжрегіональна інтеграція у сфері туризму: перспективи співпраці України та Азіатсько-Тихоокеанського макрорегіону. Наукове сьогодення: теоретико-прикладні дослідження та перспективи: матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю (м. Запоріжжя, 14-15 листопада 2025 р.) / уклад.: С. В. Гришко, А. М. Крилова, О. В. Непша, С. І. Пачев, І. А. Арсененко. Запоріжжя-Мелітополь: МДПУ імені Богдана Хмельницького, 2025. С. 206-211. https://www.researchgate.net/publication/408573449_Naukove_sogodenna_teoretiko-prikladni_doslidzenna_ta_perspektivi_materiali_VI_Vseukrainskoi_naukovo-prakticnoi_konferencii_z_miznarodnou_ucastu_m_Zaporizza_14-15_listopada_2025_r_uklad_S_V_Grisko_A_M_

5. Салун М., Тимошенко К. Tourism 4.0 І SMART-дестинації як вектори цифровізації туристичної галузі України у європейському інтеграційному просторі. 2025. DOI: 10.32782/2708-4949.3(17).2025.25.

6. Achieving the SDGs through tourism: toolkit of indicators for projects (TIPS). URL: https://tourism4sdgs.org/who-should-use-tips/

7. Asia and the Pacific Tourism Dashboard. URL: https://aric.adb.org/database/tourism

8. Verkhovod I., Donetc I., Arsenenko I., Donchenko L., Havrylova O. Reflexiones filosóficas sobre la relación turismo, crecimiento económico y desarrollo sostenible en el siglo XXI. Cuestiones Politicas. 2022. Vol. 40, no. 75. P. 16-25. DOI: 10.46398/cuestpo. URL: https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/20f01d86-dd5c-4691-bd20-c42d86159086/content

9. Global and regional tourism performance. URL: http://surl.li/sxsczt

10. Arsenenko I., Arabadji O., Donets I. Modern challenges and innovative aspects of international tourism development in tourist macro-regions of the world. Education and economy in the digital age. Monograph. Academy of Silesia,

Katowice, 2024. P. 101-108. URL: https://wydawnictwo.wst.pl/uploads/files/8d1d976059a2b4c707fe47486b20d89f.pdf

11. The World Tourism Organization. URL: https://www.unwto.org

12. UN Tourism. URL: https://www.untourism.int

13. UNWTO Tourism Regions. URL: http://surl.li/eouwmf

14. World Tourism Barometer (PPT version). URL: http://surl.li/wmekjs

До розділу 4

1. Коваленко О., Сміт Дж. Екологічна модернізація міських промислових зон: виклики та перспективи. Урбаністика та просторове планування. 2022. № 14. С. 45-58.

2. European Environment Agency (EEA). Industrial symbiosis in Europe: pathways to a circular economy. Copenhagen: EEA Report, 2023. 112 p.

3. Johnson M., Lee S., Muller K. Overcoming infrastructural barriers in modern eco-industrial parks. Journal of Cleaner Production. 2024. Vol. 410. P. 137-152.

4. Мельник В. Містобудівні аспекти розміщення індустріальних парків в умовах повоєнного відновлення України. Екологічна безпека міст. 2025. № 2. С. 89-102.

5. Boyko I. Ekonomiko-pravovi perepony implementatsiyi zelenykh investytsiy u promyslovomu budivnytstvi. Ekonomika ta derzhava. 2026. № 1. P. 23-31.

6. Petrenko O., Zakharchuk A. Protsedura OVD dlya ob’yektiv promyslovoho symbiozu: koliziyi zakonodavstva. Ekolohichne pravo Ukrayiny. 2026. № 3. P. 112-120.

7. UNIDO. Posibnyk z vykorystannya instrumentaliyu eko-industrialnykh parkiv YUNIDO. 2020. URL: https://hub.unido.org/sites/default/files/publications/UNIDO%20EIP%20Toolbox%20Manual%20Ukrainian%20language.pdf

8. Zheng Y. Spatial integration of eco-industrial parks in smart cities: A 2024 perspective. Sustainable Cities and Society. 2024. Vol. 98. Art. 104812. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104812.

9. Smith A. Digital twins and real-time environmental risk management in circular economies. Environmental Science & Policy. 2025. Vol. 145. P. 56-68. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envsci.2024.103568.

10. World Bank Group. Green economy transition and industrial infrastructure funding report 2025. Washington: World Bank, 2025.

11. UNIDO. 2030 Agenda and the Sustainable Development Goals. URL: https://www.unido.org/2030-agenda-and-sustainabledevelopment-goals

12. UNIDO. Global Eco-Industrial Parks Programme in developing countries (Project No. 170222). URL: https://open.unido.org/projects/C6/projects/170222

13. UNIDO. Global Eco-Industrial Parks Programme – Ukraine: Country Level Intervention (Project No. 180320). URL: https://open.unido.org/projects/UA/projects/180320

14. UNIDO. Implementation handbook for eco-industrial parks: Inclusive and sustainable industrial development. Vienna: United Nations Industrial Development Organization, 2017.

15. Pron L. M. Eko-industrialni parky yak instrument investytsiynoho rozvytku rehionu. Naukovi innovatsiyi ta peredovi tekhnolohiyi (Seriya: Ekonomika). 2023. № 6(20). P. 208-217.

16. Kovalchuk O. Eko-industrialni parky yak instrument staloho rozvytku promyslovosti. Ekonomichnyy visnyk. 2019. № 3. P. 45-56.

17. Ropytskyi A. Perevahy relokatsiyi vyrobnytstv v industrialni parky. GMK.CENTER. 2022. URL: https://gmk.center/ua/opinion/perevagi-relokacii-virobnictv-v-industria

18. World Bank. Potentsial eko-industrialnykh parkiv dlya staloho rozvytku v Ukrayini: Doslidzhennya Svitovoho banku. 2019. URL: https://www.worldbank.org/uk/country/ukraine2019

19. Ministry of Economy of Ukraine. Industrialni parky Ukrayiny. URL: http://industrialparks.com.ua

20. UNIDO. Materialy UNIDO. URL: https://www.unido.org

До розділу 5

1. Антропологія права: філософський та юридичний виміри (стан, проблеми, перспективи). Матеріали Першого всеукраїнського круглого столу (м. Львів, 16-17 вересня 2005 року). Львів: Юридичний факультет Львівського національного університету імені Івана Франка, 2006. 320 с.

2. Антропологія права: філософський та юридичний виміри (стан, проблеми, перспективи). Статті учасників Другого всеукраїнського «круглого столу» (м. Львів, 1-2 грудня 2006 року). Львів: Край, 2007. 340 с.

3. Антропологія права: філософський та юридичний виміри (стан, проблеми, перспективи). Статті учасників Третього всеукраїнського «круглого столу» (м. Львів, 23-24 листопада 2007 року). Львів: СПОЛОМ, 2008. 344 с.

4. Антропологія права: філософський та юридичний виміри (стан, проблеми, перспективи). Статті учасників 4-го всеукраїнського «круглого столу» (м. Львів, 28-29 листопада 2008 року). Львів: Край, 2009. 336 с.

5. Антропологія права: філософський та юридичний виміри (стан, проблеми, перспективи). Матеріали Міжнародного «круглого столу» (м. Львів, 4-5 грудня 2009 року). Львів: Край, 2009. 440 с.

6. Антропологія права: філософський та юридичний виміри (стан, проблеми, перспективи). Статті учасників Міжнародного «круглого столу» (м. Львів, 3-5 грудня 2010 року). Львів: Галицький друкар, 2010. 696 с.

7. Антропологія права: філософський та юридичний виміри (стан, проблеми, перспективи). Статті учасників VII Міжнародного «круглого столу» (м. Львів, 9-10 грудня 2011 року). Львів: Галицький друкар, 2012. 2-е вид., виправ. і доп. 612 с.

8. Антропологія права: філософський та юридичний виміри (стан, проблеми, перспективи). Статті учасників восьмого Міжнародного «круглого столу» (м. Львів, 7-8 грудня 2012 року). Львів: Галицький друкар, 2013. 596 с.

9. Гудима Д. До питання про поняття та структуру вітчизняної антропології права (стаття I). Вісник Львівського університету. Серія юридична. 2006. Вип. 42. С. 19-26.

10. Гудима Д. До питання про поняття та структуру вітчизняної антропології права (стаття II). Вісник Львівського університету. Серія юридична. 2006. Вип. 43. С. 16-28.

11. Гурджі Ю.О. Правовий захист особи в кримінальному процесі України: теорія та методологія. Автореф. дис... д-ра юрид. наук: спец. 12.00.09 «Кримінальний процес та криміналістика; судова експертиза». Одеса, 2007. 40 с.

12. Дудченко В.В. Традиція правового плюралізму: західна та східна інтерпретація. Автореф. дис... д-ра юрид. наук. Спец. 12.00.01 «Теорія та історія держави і права; історія політичних і правових учень». Одеса, 2007. 35 с.

13. Семенов Ю.И. Введение во всемирную историю. Выпуск I. Проблема и понятийный аппарат. Возникновение человеческого общества: Учебное пособие. МФТИ, 1997. 202 с.

14. Бєлкін Л.М. Забезпечення законності в діяльності органів виконавчої влади: адміністративно-правовий вимір. Монографія. Київ, 2014. 545 с.

15. Бєлкін Л.М. Концепти «влада» та «громадянське суспільство»: ґенеза виникнення та взаємодії. Державне управління: удосконалення та розвиток. 2013. № 3. URL: http://www.dy.nayka.com.ua/index.php?operation=1&iid=558

16. Сергієнко В.В. Філософські проблеми наукового пізнання. Навчальний посібник. Кременчук: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2011. 103 с.

17. Андреєв О.О. Логіка і методологія науки в творчості В.І. Вернадського. Автореф. дис... канд. філософ. наук. Спец. 09.00.09 «Філософія науки». К., 2007. 17 с.

18. Lorenz K. Versuch einer Naturgeschichte des menschlichen Erkennens. 1973. 353 s.

19. Edward O. Wilson. The Ants. Harvard University Press, 1990. 732 p.

20. Грищук О. Природне право як форма об'єктивації цінності людини. Вісник Львівського університету. Серія юридична. 2006. С. 3-8.

21. Гусарєв С.Д., Олійник А.Ю., Слюсаренко О.Л. Теорія права і держави. Навчальний посібник. К.: «Правова єдність», 2008. 270 с.

22. Козенко Ю. Правова поведінка особи: спроба інтегративного осмислення. Монографія. Львів: Львівський державний університет внутрішніх справ, 2013. 88 с.

23. Рабінович С. Розумність у праві: філософсько-правовий та емпірико-юридичний виміри. У зб. [3]. С. 214-233.

24. Сливка С.С. Природне та надприродне право: У 3-х частинах. Ч. 1: Природне право: історико-філософський погляд. К.: Атіка, 2005. 224 с.

25. Сливка С.С. Філософія права. Навчальний посібник. Львів: Львівський державний університет внутрішніх справ, 2006. 136 с.

26. Історія держави і права зарубіжних країн. Підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Л.М. Маймескулов та ін.; за ред. проф. Л.М. Маймескулова; Нац. ун-т «Юрид. акад. України ім. Ярослава Мудрого». Х.: Право, 2011. 518 с.

27. Mestre J.L. Introduction historique au droit administratif frangais. Paris: Presses Universitaires de France, 1985. 492 p.

28. Бутовская М.Л. Универсальные принципы организации социальных систем у приматов, включая человека. Дис… д-ра исторических наук. Спец.: 03.00.14 «Антропология». 1994. 468 с.

29. Дольник В.Р. Непослушное дитя биосферы. Беседы о поведении человека в компании птиц, зверей и детей. Издание 4-е, дополненное. СПб.: ЧеРо-на-Неве, Петроглиф, 2004. 352 с.

30. Протопопов А.И., Вязовский А.В. Инстинкты человека (попытка описания и классификации). [вторая редакция]. 2011.

31. McFarland D. Animal Behaviour: Psychobiology, Ethology and Evolution. London: Pitman, 1985. 576 p.

32. Lampe E.-J. The position of Anthropology of Law Within the Basic Legal Sciences. Law, Life and the Images of Man. Berlin: Duncker und Humblot, 1996. P. 55-63.

33. Портянко Є.В., Кононенко Т.М. Концепція походження моралі: особливості та слабкі сторони. Полтава, 2010. С. 184-185.

34. Кёстлер А. Общие свойства открытых иерархических систем. Нью-Йорк: Macmillan, 1967. URL: https://psylib.org.ua/books/_koest01.htm

35. Арістова І.В. Державна інформаційна політика: організаційно-правові аспекти. Автореф. дис... д-ра юрид. наук. Х., 2002. 39 с.

До розділу 6

1. Дрок І. С. Система «Безпечне місто» як інструмент превентивної діяльності Національної поліції України. 2025. DOI: 10.24144/2307-3322.2025.88.2.50.

2. Когут В. М. Судова оцінка юридично значущих обставин у провадженнях за статтею 124 КУпАП. 2024. DOI: 10.24144/2307-3322.2024.86.3.52.

3. Строков І. В., Ярема В. В., Пермяков Д. С. Презумпція невинуватості та проблеми її реалізації в адміністративному судочинстві. 2025. № 5(10).

4. Кодекс України про адміністративні правопорушення. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/80731-10

5. Про затвердження Інструкції з оформлення поліцейськими матеріалів про адміністративні правопорушення у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху, зафіксовані не в автоматичному режимі: наказ МВС України від 07.11.2015 № 1395. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1408-15

6. Directive (EU) 2015/413 facilitating cross-border exchange of information on road-safety-related traffic offences. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2015/413/oj

7. Directive (EU) 2024/3237. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/3237/oj

8. Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO), § 31a.

9. Straßenverkehrsgesetz (StVG), § 25a.

10. Road Traffic Offenders Act 1988, section 1.

11. Road Traffic Act 1988, section 172.

12. Про Національну поліцію: Закон України від 02.07.2015 № 580-VIII.

13. Постанова Верховного Суду від 26.04.2018 у справі № 338/1/17.

14. Постанова Верховного Суду від 18.07.2019 у справі № 216/5226/16-а.

15. Постанова Кабінету Міністрів України від 27.12.2019 № 1174.

16. Постанова Кабінету Міністрів України від 03.09.2025 № 1088.

17. Наказ МВС України від 18.12.2018 № 1026.

18. Постанова Верховного Суду від 15.03.2019 у справі № 686/11314/17.

19. Постанова Верховного Суду від 12.06.2020 у справі № 686/28291/19.

20. Конституція України від 28.06.1996 № 254к/96-ВР.

21. Рішення Конституційного Суду України від 11.12.2025 № 7-р(I)/2025.

До розділу 7

1. Mnih V., Kavukcuoglu K., Silver D. et al. Human-level control through deep reinforcement learning. Nature. 2015. Vol. 518, no. 7540. P. 529-533. DOI: https://doi.org/10.1038/nature14236.

2. Drahan M., Pysarenko A. Deep Q-learning policy optimization method for enhancing generalization in autonomous vehicle control. Information, Computing and Intelligent Systems. 2025. No. 7. P. 96-109. DOI: https://doi.org/10.20535/2786-8729.7.2025.341723.

3. Bengio Y., Louradour J., Collobert R., Weston J. Curriculum learning. Proceedings of the 26th Annual International Conference on Machine Learning. New York: ACM, 2009. P. 41-48. DOI: https://doi.org/10.1145/1553374.1553380.

4. Florensa C., Held D., Wulfmeier M., Zhang M., Abbeel P. Reverse curriculum generation for reinforcement learning. Proceedings of the 1st Annual

Conference on Robot Learning. 2017. Vol. 78. P. 482-495. URL: https://proceedings.mlr.press/v78/florensa17a.html.

5. Florensa C., Held D., Geng X., Abbeel P. Automatic goal generation for reinforcement learning agents. Proceedings of the 35th International Conference on Machine Learning. 2018. Vol. 80. P. 1515-1528. URL: https://proceedings.mlr.press/v80/florensa18a.html.

6. Klink P., D'Eramo C., Peters J., Pajarinen J. Self-paced deep reinforcement learning. Advances in Neural Information Processing Systems. 2020. Vol. 33. P. 9216-9227. URL: https://proceedings.neurips.cc/paper/2020/hash/68a9750337a418a86fe06c1991a1d64c-Abstract.html.

7. Jiang M., Grefenstette E., Rocktäschel T. Prioritized level replay. Proceedings of the 38th International Conference on Machine Learning. 2021. Vol. 139. P. 4940-4950. URL: https://proceedings.mlr.press/v139/jiang21b.html.

8. Henderson P., Islam R., Bachman P. et al. Deep reinforcement learning that matters. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence. 2018. Vol. 32, no. 1. P. 3207-3214. DOI: https://doi.org/10.1609/aaai.v32i1.11694.

До розділу 8

1. Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). 7th ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2021. 250 p.

2. Herroelen W., Leus R. Project scheduling under uncertainty: Survey and research potentials. European Journal of Operational Research. 2005. Vol. 165, no. 2. P. 289-306. DOI: 10.1016/j.ejor.2004.04.002.

3. Wooldridge M. An Introduction to MultiAgent Systems. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2009. 484 p.

4. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th ed. Pearson, 2021.

5. Sutton R. S., Barto A. G. Reinforcement Learning: An Introduction. 2nd ed. Cambridge, MA: MIT Press, 2018. 552 p.

6. Gneiting T., Raftery A. E. Strictly Proper Scoring Rules, Prediction, and Estimation. Journal of the American Statistical Association. 2007. Vol. 102, no. 477. P. 359-378. DOI: 10.1198/016214506000001437.

7. Guo C., Pleiss G., Sun Y., Weinberger K. Q. On Calibration of Modern Neural Networks. Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning. 2017. PMLR 70. P. 1321-1330.

8. Wilcoxon F. Individual Comparisons by Ranking Methods. Biometrics Bulletin. 1945. Vol. 1, no. 6. P. 80-83. DOI: 10.2307/3001968.

9. Holm S. A Simple Sequentially Rejective Multiple Test Procedure. Scandinavian Journal of Statistics. 1979. Vol. 6, no. 2. P. 65-70.

10. Alhamed M., Storer T. JOSSE. Zenodo, 2022. DOI: 10.5281/zenodo.7022735.

11. Fitzgerald B., Conboy K., Dey T. Process Data from Red Hat Public Jira Dataset 2001-2024. Zenodo, 2024. DOI: 10.5281/zenodo.14558684.

12. GitHub. REST API endpoints for timeline events. URL: https://docs.github.com/en/rest/issues/timeline.

До розділу 9

1. Wooldridge M., Jennings N. R. Intelligent agents: theory and practice. The Knowledge Engineering Review. 1995. Vol. 10, no. 2. P. 115-152. DOI: 10.1017/S0269888900008122.

2. Dorri A., Kanhere S. S., Jurdak R. Multi-agent systems: a survey. IEEE Access. 2018. Vol. 6. P. 28573-28593. DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2831228.

3. Lesser V. R. Reflections on the nature of multi-agent coordination and its implications for an agent architecture. Autonomous Agents and Multi-Agent Systems. 1998. Vol. 1, no. 1. P. 89-111. DOI: 10.1023/A:1010046623013.

4. Smith R. G. The Contract Net Protocol: High-Level Communication and Control in a Distributed Problem Solver. IEEE Transactions on Computers. 1980. Vol. C-29, no. 12. P. 1104-1113. DOI: 10.1109/TC.1980.1675516.

5. Stone P., Veloso M. Multiagent systems: a survey from a machine learning perspective. Autonomous Robots. 2000. Vol. 8, no. 3. P. 345-383. DOI: 10.1023/A:1008942012299.

6. Taboada I., Daneshpajouh A., Toledo N., de Vass T. Artificial intelligence enabled project management: a systematic literature review. Applied Sciences. 2023. Vol. 13, no. 8. Art. 5014. DOI: 10.3390/app13085014.

7. Dam H. K., Tran T., Grundy J., Ghose A., Kamei Y. Towards effective AI-powered agile project management. 2019 IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering: New Ideas and Emerging Results. 2019. DOI: 10.1109/ICSE-NIER.2019.00019.

8. He Z., Zhang N., Yuce B. Integrated multi-project planning and scheduling under uncertainty. European Journal of Operational Research. 2022. DOI: 10.1016/j.ejor.2022.01.018.

9. Snauwaert J., Vanhoucke M. Project scheduling with multi-skilled resources. European Journal of Operational Research. 2023. DOI: 10.1016/j.ejor.2022.05.049.

10. Gómez Sánchez M. A. et al. A survey of multi-skilled resource-constrained project scheduling. European Journal of Operational Research. 2023. DOI: 10.1016/j.ejor.2022.09.033.

11. Cai J., Bian Y., Liu C. Multi-agent resource allocation and coordination. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing. 2024. Art. 102628. DOI: 10.1016/j.rcim.2023.102628.

12. Hodovychenko M. et al. Adaptive and coordinated IT project management. Applied Aspects of Information Technology. 2026. Vol. 9, no. 2. P. 208-219. DOI: 10.15276/aait.09.2026.15.

13. Hodovychenko M. et al. Coordinated decision support in IT project management. Herald of Advanced Information Technology. 2026. Vol. 9, no. 3. P. 429-442. DOI: 10.15276/hait.09.2026.28.

До розділу 10

1. Fernandez D. J., Fernandez J. D. Agile project management – agilism versus traditional approaches. Journal of Computer Information Systems. 2008. Vol. 49, no. 2. P. 10-17. DOI: 10.1080/08874417.2009.11646044.

2. Serrador P., Pinto J. K. Does Agile work? A quantitative analysis of agile project success. International Journal of Project Management. 2015. Vol. 33, no. 5. P. 1040-1051. DOI: 10.1016/j.ijproman.2015.01.006.

3. Wooldridge M., Jennings N. R. Intelligent agents: theory and practice. The Knowledge Engineering Review. 1995. Vol. 10, no. 2. P. 115-152. DOI: 10.1017/S0269888900008122.

4. Dorri A., Kanhere S. S., Jurdak R. Multi-agent systems: a survey. IEEE Access. 2018. Vol. 6. P. 28573-28593. DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2831228.

5. Stone P., Veloso M. Multiagent systems: a survey from a machine learning perspective. Autonomous Robots. 2000. Vol. 8, no. 3. P. 345-383. DOI: 10.1023/A:1008942012299.

6. Lesser V. R. Reflections on the nature of multi-agent coordination and its implications for an agent architecture. Autonomous Agents and Multi-Agent Systems. 1998. Vol. 1, no. 1. P. 89-111. DOI: 10.1023/A:1010046623013.

7. Taboada I., Daneshpajouh A., Toledo N., de Vass T. Artificial intelligence enabled project management: a systematic literature review. Applied Sciences. 2023. Vol. 13, no. 8. Art. 5014. DOI: 10.3390/app13085014.

8. Dam H. K., Tran T., Grundy J., Ghose A., Kamei Y. Towards effective AI-powered agile project management. 2019 IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering: New Ideas and Emerging Results. 2019. DOI: 10.1109/ICSE-NIER.2019.00019.

9. He Z., Zhang N., Yuce B. Integrated multi-project planning and scheduling under uncertainty. European Journal of Operational Research. 2022. DOI: 10.1016/j.ejor.2022.01.018.

10. Yager R. R. On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decisionmaking. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. 1988. Vol. 18, no. 1. P. 183-190.

11. Jøsang A., Ismail R., Boyd C. A survey of trust and reputation systems for online service provision. Decision Support Systems. 2007. Vol. 43, no. 2. P. 618-644.

12. Pinyol I., Sabater-Mir J. Computational trust and reputation models for open multi-agent systems: a review. Artificial Intelligence Review. 2013. Vol. 40. P. 1-25.

13. Hodovychenko M. et al. Adaptive and coordinated IT project management. Applied Aspects of Information Technology. 2026. Vol. 9, no. 2. P. 208-219. DOI: 10.15276/aait.09.2026.15.

14. Hodovychenko M. et al. Coordinated decision support in IT project management. Herald of Advanced Information Technology. 2026. Vol. 9, no. 3. P. 429-442. DOI: 10.15276/hait.09.2026.28.

До розділу 11

1. Zhang C., Patras P., Haddadi H. Deep Learning in Mobile and Wireless Networking: A Survey. IEEE Communications Surveys & Tutorials. 2019. DOI: 10.1109/COMST.2019.2904897.

2. Shi W., Cao J., Zhang Q., Li Y., Xu L. Edge Computing: Vision and Challenges. IEEE Internet of Things Journal. 2016. DOI: 10.1109/JIOT.2016.2579198.

3. Mach P., Becvar Z. Mobile Edge Computing: A Survey on Architecture and Computation Offloading. IEEE Communications Surveys & Tutorials. 2017. DOI: 10.1109/COMST.2017.2682318.

4. Mao Y., You C., Zhang J., Huang K., Letaief K. B. A Survey on Mobile Edge Computing: The Communication Perspective. IEEE Communications Surveys & Tutorials. 2017. DOI: 10.1109/COMST.2017.2745201.

5. Zhou Z. et al. Edge Intelligence: Paving the Last Mile of Artificial Intelligence With Edge Computing. Proceedings of the IEEE. 2019. DOI: 10.1109/JPROC.2019.2918951.

6. Jacob B. et al. Quantization and Training of Neural Networks for Efficient Integer-Arithmetic-Only Inference. CVPR. 2018. P. 2704-2713. DOI: 10.1109/CVPR.2018.00286.

7. Kang Y. et al. Neurosurgeon: Collaborative Intelligence Between the Cloud and Mobile Edge. ASPLOS. 2017. P. 615-629. DOI: 10.1145/3037697.3037698.

8. Han S. et al. MCDNN: An Approximation-Based Execution Framework for Deep Stream Processing Under Resource Constraints. MobiSys. 2016. P. 123-136. DOI: 10.1145/2906388.2906396.

9. Fang B. et al. NestDNN: Resource-Aware Multi-Tenant On-Device Deep Learning for Continuous Mobile Vision. MobiCom. 2018. P. 115-127. DOI: 10.1145/3241539.3241559.

10. Li E. et al. JALAD: Joint Accuracy- and Latency-Aware Deep Structure Decoupling for Edge-Cloud Execution. IEEE ICPADS. 2018. P. 671-678. DOI: 10.1109/PADSW.2018.8645013.

11. Smith R. G. The Contract Net Protocol: High-Level Communication and Control in a Distributed Problem Solver. IEEE Transactions on Computers. 1980. DOI: 10.1109/TC.1980.1675516.

12. Wooldridge M., Jennings N. R. Intelligent agents: theory and practice. The Knowledge Engineering Review. 1995. DOI: 10.1017/S0269888900008122.

13. Patsias C. et al. Task Allocation Methods and Optimization Techniques in Edge Computing: A Survey. Future Internet. 2023. Vol. 15, no. 8. Art. 254. DOI: 10.3390/fi15080254.

14. Hodovychenko M. et al. Coordinated Decision Support in IT Project Management. Herald of Advanced Information Technology. 2026. Vol. 9, no. 3. P. 429-442. DOI: 10.15276/hait.09.2026.28.

До розділу 12

1. De Reuver M., Sørensen C., Basole R. C. The digital platform: a research agenda. Journal of Information Technology. 2018. Vol. 33, no. 2. P. 124-135. DOI: 10.1057/s41265-016-0033-3.

2. Tiwana A. Platform Ecosystems: Aligning Architecture, Governance, and Strategy. Waltham: Morgan Kaufmann, 2014. 300 p.

3. Parker G. G., Van Alstyne M. W., Choudary S. P. Platform Revolution: How Networked Markets Are Transforming the Economy. New York: W. W. Norton & Company, 2016. 352 p.

4. Van der Aalst W. M. P. Process Mining: Data Science in Action. 2nd ed. Berlin: Springer, 2016. 467 p. DOI: 10.1007/978-3-662-49851-4.

5. Kleinbaum D. G., Klein M. Survival Analysis: A Self-Learning Text. 3rd ed. New York: Springer, 2012. 700 p. DOI: 10.1007/978-1-4419-6646-9.

6. Andersen P. K., Keiding N. Multi-state models for event history analysis. Statistical Methods in Medical Research. 2002. Vol. 11, no. 2. P. 91-115. DOI: 10.1191/0962280202SM276ra.

7. Putter H., Fiocco M., Geskus R. B. Tutorial in biostatistics: competing risks and multi-state models. Statistics in Medicine. 2007. Vol. 26, no. 11. P. 2389-2430. DOI: 10.1002/sim.2712.

8. Fine J. P., Gray R. J. A proportional hazards model for the subdistribution of a competing risk. Journal of the American Statistical Association. 1999. Vol. 94, no. 446. P. 496-509. DOI: 10.1080/01621459.1999.10474144.

До розділу 13

1. Calvo R. A., Milne D. N., Hussain M. S., Christensen H. Natural language processing in mental health applications using non-clinical texts. Natural Language Engineering. 2017. DOI: 10.1017/S1351324916000383.

2. Shatte A. B. R., Hutchinson D. M., Teague S. J. Machine learning in mental health: a scoping review of methods and applications. Psychological Medicine. 2019. DOI: 10.1017/S0033291719000151.

3. Salton G., Buckley C. Term-weighting approaches in automatic text retrieval. Information Processing & Management. 1988. DOI: 10.1016/0306-4573(88)90021-0.

4. Joachims T. Text categorization with Support Vector Machines: Learning with many relevant features. ECML-98. DOI: 10.1007/BFb0026683.

5. Devlin J., Chang M.-W., Lee K., Toutanova K. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. NAACL-HLT. 2019. DOI: 10.18653/v1/N19-1423.

6. Conneau A. et al. Unsupervised Cross-lingual Representation Learning at Scale. ACL. 2020. DOI: 10.18653/v1/2020.acl-main.747.

7. Poria S. et al. Emotion Recognition in Conversation: Research Challenges, Datasets, and Recent Advances. IEEE Access. 2019. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2929050.

8. Ghosal D. et al. DialogueGCN: A Graph Convolutional Neural Network for Emotion Recognition in Conversation. EMNLP-IJCNLP. 2019. DOI: 10.18653/v1/D19-1015.

9. Stolcke A. et al. Dialogue act modeling for automatic tagging and recognition of conversational speech. Computational Linguistics. 2000. Vol. 26, no. 3. P. 339-373. DOI: 10.1162/089120100561737.

Vydavatel:
Publishing house Education and Science s.r.o. IČO : 271 56 877.
Frýdlanská 15/1314 , Praha 8. MS v Praze , oddíl C,vložka 100614

Cross-Disciplinary Studies in Science, Innovation and Social Development

Volume XIX

Signed for printing on August 31, 2026.
Format 60x90/8. Headset Times New Roman.
Mental printing. arc. 8,25. Edition online.