РОЗДІЛ 9
МЕТОДИ КОЛЕКТИВНОГО ФОРМУВАННЯ РІШЕНЬ ТА ПЕРЕГОВОРНОГО РОЗПОДІЛУ ЗАВДАНЬ І РЕСУРСІВ В УПРАВЛІННІ ІТ-ПРОЄКТАМИ

Горалік Олексій Євгенович, аспірант кафедри штучного інтелекту та аналізу даних, Національний університет «Одеська політехніка», Одеса

Сучасні ІТ-проєкти виконуються в умовах постійної зміни вимог, обмеженої доступності фахівців, взаємозалежності робіт і накопичення ризиків. У такому середовищі управлінське рішення рідко формується на основі одного показника або одним суб'єктом. Агенти моніторингу строків, ресурсів, змісту та ризиків можуть одночасно виявляти різні відхилення, пропонувати несумісні способи реагування і претендувати на використання тих самих ресурсів. Тому зростання кількості спеціалізованих ШІ-агентів саме по собі не забезпечує якості управління: необхідні формальні правила колективного вибору, перевірки готовності рішення, його перетворення на виконувані дії та узгодженого розподілу обмежених ресурсів.

Дослідження мультиагентних систем описують автономність, спеціалізацію, координацію і переговори як базові властивості агентних колективів [1–5]. У проєктному управлінні штучний інтелект переважно підтримує окремі функції [6; 7], а задачі з багатокваліфікаційними ресурсами формалізують часові й ресурсні обмеження [8–11]. Проте між локальними оцінками і виконанням залишається розрив: потрібен єдиний контур стабілізації конфліктних оцінок, версійної фіксації рішення, декомпозиції на дії та переговорного призначення ресурсів.

Метою дослідження є розроблення методів колективного формування і диспетчеризації управлінських рішень та переговорного розподілу завдань і ресурсів ІТ-проєкту між спеціалізованими ШІ-агентами. Перший метод має забезпечити робастний вибір за неповних, конфліктних і невизначених оцінок,

а також контрольоване передавання рішення до виконання. Другий метод має забезпечити спільний розподіл взаємозалежних дій з урахуванням компетентності, доступності, вартості, навантаження, ризику, справедливості та стійкості домовленостей. Разом ці результати розкривають третю і четверту складові наукової новизни дисертації та утворюють центральну частину методичного ядра її третього розділу.

Формальна постановка задачі. Нехай у момент часу t стан ІТ-проєкту подано вектором $x(t)$, що містить показники змісту, строків, ресурсів, якості та ризиків. Множину активних спеціалізованих агентів позначено $A(t) = \{a_1, \dots, a_n\}$. Для них уже визначено рольову матрицю $R_A(t)$, матрицю повноважень $Q_A(t)$ та контекстні ваги $w_i(t)$. Після відсіву недопустимих альтернатив формується робоча множина управлінських рішень:

$$D_U(t) = \{d_j \in D(t) \mid h_k\left(d_j, x(t)\right) = 1,\ k = 1, \dots, K\}, \tag{1}$$

де h_k є індикатором виконання k-го жорсткого обмеження. До таких обмежень належать нормативні правила, граничний бюджет, часові межі, сумісність із поточною версією стану, наявність необхідних повноважень і заборона неприйнятного ризику. Відокремлення допустимості від переваги принципово важливе: висока колективна оцінка не може компенсувати порушення обов'язкової умови.

Колективне формування рішення виконується в межах версійного епізоду:

$$z_D(t) = \langle v_D, t_0, x^{v_D}(t), D_U(t), R_A(t), Q_A(t), T_D \rangle, \tag{2}$$

де v_D – версія епізоду, t_0 – момент його відкриття, $x^{v_D}(t)$ – узгоджений знімок стану, а T_D – часовий бюджет. Повідомлення іншої версії відхиляються, тому всі агенти оцінюють один стан проєкту.

Для кожного рішення d_j визначається множина компетентних оцінювачів:

$$E_j(t) = \{a_i \in A(t) \mid R_{A,ir}(t) = 1,\ Q_{A,ij}(t) = 1,\ c_{ij}(t) \geq c_{\min}\}, \tag{3}$$

де $c_{ij}(t)$ характеризує компетентність агента a_i щодо альтернативи d_j. Оцінювання може розпочатися лише за наявності рольового і вагового кворуму. Умова кворуму має вигляд:

$$q_j(t) = I\left(\frac{\left|E_j^{\text{resp}}(t)\right|}{\left|E_j(t)\right|} \geq q_N\right) I\left(\frac{\sum_{a_i \in E_j^{\text{resp}}(t)} w_i\,(t)}{\sum_{a_i \in E_j(t)} w_i\,(t)} \geq q_W\right), \tag{4}$$

де $E_j^{\text{resp}}(t)$ – агенти, які надали чинні оцінки; q_N і q_W – пороги кількісного та вагового кворуму. Отже, рішення не може бути сформоване лише великою кількістю низькокомпетентних відповідей або однією впливовою оцінкою без необхідного рольового покриття.

Метод колективного формування та диспетчеризації управлінських рішень. Метод охоплює два взаємопов'язані контури. Перший перетворює локальні оцінки агентів на стійке колективне рішення. Другий перетворює зафіксоване рішення на граф елементарних дій і забезпечує контрольоване передавання виконавцям. На відміну від разового голосування, збір оцінок виконується раундами, у кожному з яких перевіряються чинність повідомлення, повноваження автора, повнота пояснення і відповідність версії епізоду.

Нехай $s_{ij}^{(r)} \in [0,1]$ – оцінка агентом a_i альтернативи d_j у раунді r, $u_{ij}^{(r)}$ – невизначеність цієї оцінки, а $\rho_i(t)$ – історична надійність агента. Агрегована оцінка визначається з урахуванням компетентності, надійності та невизначеності:

$$\bar{s}_j^{(r)} = \frac{\sum_{a_i \in E_j^{\text{resp}}} w_i\,(t) c_{ij}(t) \rho_i(t) \left(1 - u_{ij}^{(r)}\right) s_{ij}^{(r)}}{\sum_{a_i \in E_j^{\text{resp}}} w_i\,(t) c_{ij}(t) \rho_i(t) \left(1 - u_{ij}^{(r)}\right)}. \tag{5}$$

Вплив крайніх оцінок додатково обмежується робастним оператором усічення або медіанною перевіркою. Раунди продовжуються доти, доки зміна колективних оцінок і позиції лідера не стабілізується:

$$\Delta^{(r)} = \max_{d_j \in D_U(t)} \left|\bar{s}_j^{(r)} - \bar{s}_j^{(r-1)}\right| \leq \varepsilon_D, \tag{6}$$

причому одна й та сама альтернатива повинна залишатися лідером не менше r_{stab} послідовних раундів. Завдяки цьому випадкова пізня відповідь або незначне коливання оцінки не спричиняє зміни рішення без достатніх підстав.

Колективна перевага альтернативи враховує не лише середню корисність, а й невизначеність, конфліктність та ризик:

$$B_j(t) = \bar{s}_j(t) - \lambda_u U_j(t) - \lambda_c C_j(t) - \lambda_r R_j(t) - \lambda_t L_j(t), \tag{7}$$

де U_j, C_j, R_j і L_j – нормовані показники невизначеності, конфліктності, ризику та очікуваної затримки; $\lambda_u, \lambda_c, \lambda_r, \lambda_t$ – контекстні коефіцієнти. Зафіксоване рішення та його найближча альтернатива визначаються як:

$$d_F(t) = \arg\max_{d_j \in D_U(t)} B_j(t), \qquad d_2(t) = \arg\max_{d_j \in D_U(t),\, d_j \neq d_F(t)} B_j(t). \tag{8}$$

Для вибору маршруту виконання обчислюється колективна впевненість:

$$\gamma_D(t) = q_j(t)(1 - U_F)(1 - C_F)\,\frac{1}{1 + \exp[-k(B_F - B_2)]}. \tag{9}$$

Якщо $\gamma_D \geq \gamma_A$ і вплив рішення не перевищує автономний поріг, воно може бути передане до автоматичного виконання. За $\gamma_H \leq \gamma_D < \gamma_A$ формується рекомендація керівнику проєкту; за нижчої впевненості або високого впливу передаються декілька альтернатив з поясненням, а критичні рішення ескалуються керівному комітету. Людський контроль, таким чином, не є постійною затримкою для всіх дій, але залишається обов'язковим для неоднозначних і наслідкових ситуацій.

Після фіксації $d_F(t)$ формується множина елементарних дій $U_D(t) = \{u_1, \dots, u_m\}$ і орієнтований ациклічний граф $G_U(t) = (U_D, E_U)$. Ребро $(u_p, u_q) \in E_U$ означає, що дія u_q може розпочатися лише після завершення u_p. Для кожної дії визначаються часові вікна, ресурсні потреби, виконавець, пріоритет і компенсація у разі відмови. Пріоритет дії задається як

$$P_j(t) = \alpha_1 \text{urg}_j + \alpha_2 \text{crit}_j + \alpha_3 \text{risk}_j + \alpha_4 \text{dep}_j - \alpha_5 \text{slack}_j. \tag{10}$$

Диспетчерський пакет містить версію, готові дії, призначення, ресурси, дедлайни, передумови та компенсації. Перед передаванням повторно перевіряються стан, повноваження, ресурси й контракти. У двофазній схемі

виконавці спочатку підтверджують готовність, після чого пов'язані дії отримують єдиний коміт; ідентифікатор операції забезпечує ідемпотентність.

Отже, наукова відмінність методу полягає у поєднанні рольового і вагового кворуму, ітеративної стабілізації, робастного багатокритеріального вибору, упевненісного людського маршруту та версійної двофазної диспетчеризації. Метод не завершується вибором альтернативи, а забезпечує простежуваний перехід від колективної оцінки до узгодженого виконання.

Метод переговорного розподілу завдань і ресурсів IT-проєкту. Якщо для дій $U_D(t)$ існує декілька можливих виконавців, дефіцит ресурсів, конфлікт часових вікон або потреба в коаліційному виконанні, застосовується переговорний метод. Для кожної дії формується версійний лот:

$$\ell_j(t) = \langle u_j, v_j, S_j, [e_j, l_j], b_j, R_j^{\mathrm{req}}, K_j^{\mathrm{req}}, \eta_j \rangle, \tag{11}$$

де S_j описує зміст дії, $[e_j, l_j]$ – допустиме часове вікно, b_j – бюджет, R_j^{req} і K_j^{req} – ресурсні та компетентнісні вимоги, η_j – мінімальна гарантія виконання. До переговорів допускаються лише агенти, які мають відповідну роль і повноваження, доступні в потрібному вікні, задовольняють мінімальну компетентність і не перевищили межу навантаження.

Локальна корисність виконання лота ℓ_j агентом a_i визначається як:

$$U_{ij} = \beta_1 M_{ij} + \beta_2 F_{ij} + \beta_3 G_{ij} - \beta_4 C_{ij} - \beta_5 L_{ij} - \beta_6 R_{ij} - \beta_7 T_{ij}, \tag{12}$$

де M_{ij} – відповідність компетентностей, F_{ij} – виконуваність у часовому вікні, G_{ij} – гарантія, C_{ij} – вартість, L_{ij} – додаткове навантаження або втома, R_{ij} – ризик, T_{ij} – очікувана затримка. Пропозиція агента містить не один бал, а узгоджений пакет «виконавець – ресурси – строк – вартість – ризик – гарантія». Такий пакет можна перевірити до включення у спільний розподіл.

Переговорний протокол вибирається адаптивно. За малої кількості незалежних лотів і достатнього ресурсу використовується спрощений Contract Net; за дефіциту – багатораундовий аукціон із тіньовими цінами; за щільних залежностей – пакетні або коаліційні переговори; за критичного ризику та

малої часової межі – скорочений протокол з людським підтвердженням. Початкова тіньова ціна ресурсу h визначається його дефіцитом:

$$\pi_h^{(0)} = \pi_h^{\min} + \kappa_h \max\left(0, \frac{D_h - C_h}{C_h}\right), \tag{13}$$

де D_h – сумарний попит, C_h – доступна місткість. Після кожного раунду ціна коригується за надлишковим попитом, що стимулює агентів перебудовувати ресурсні пакети та сприяє збіжності.

Цінність пропозиції нормується за спільною шкалою:

$$V_{ij} = \omega_1 \widehat{M}_{ij} + \omega_2 \widehat{F}_{ij} + \omega_3 \widehat{G}_{ij} - \omega_4 \widehat{C}_{ij} - \omega_5 \widehat{L}_{ij} - \omega_6 \widehat{R}_{ij} - \omega_7 \widehat{T}_{ij}. \tag{14}$$

На відміну від жадібного вибору найкращої пропозиції для кожного лота окремо, метод спільно оптимізує весь розподіл:

$$X_N^* = \underset{X}{\operatorname{argmax}} \left[\sum_j \sum_i x_{ij} \left(V_{ij} - \sum_h \pi_h \, r_{ijh} \right) - \lambda_G G(X) - \lambda_S S(X) \right], \tag{15}$$

де $x_{ij} \in \{0,1\}$ – ознака призначення агента a_i на дію u_j, $G(X)$ – дисбаланс навантаження, $S(X)$ – штраф за нестійкість домовленостей. Розв'язок повинен задовольняти умови єдиного призначення, ресурсної місткості, часових залежностей і індивідуальної раціональності:

$$\sum_i x_{ij} = 1; \quad \sum_j x_{ij} \, r_{ijh}(\tau) \le C_{ih}(\tau); \quad s_q \ge f_p \ \forall (u_p, u_q) \in E_U; \qquad U_{ij} \ge U_i^{\text{res}}. \tag{16}$$

Для контролю справедливості застосовується коефіцієнт Джині за навантаженням агентів:

$$G(X) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n |L_i(X) - L_k(X)|}{2n \sum_{i=1}^n L_i(X)}. \tag{17}$$

Після вибору розподілу для кожного лота формується контракт κ_j, що фіксує версію дії, виконавця, ресурсний пакет, строк, вартість, гарантію, критерії прийняття і правила компенсації. Контракти укладаються двофазно: попереднє прийняття не змінює робочий стан, а остаточна фіксація відбувається лише після підтвердження всього сумісного набору. Якщо

контракт порушено, повторні переговори відкриваються не для всього проєкту, а для локального околу дій, пов'язаних із порушеним лотом у $G_U(t)$. Це зменшує ціну реконфігурації і зберігає чинні домовленості.

Наукова новизна методу полягає в контекстно залежному виборі переговорного протоколу, спільному багатокритеріальному розподілі взаємозалежних дій, одночасному контролі допустимості, індивідуальної раціональності, справедливості та переговорної стійкості, а також у версійному укладанні й локальному перегляді контрактів. У результаті переговори стають не разовим аукціоном, а керованою частиною адаптивного контуру координації.

Інтегрований алгоритм застосування методів. Обидва методи виконуються в єдиному подієво керованому епізоді. Після надходження події стан проєкту фіксується у версії; перевіряється потреба в координації; актуалізуються механізм, ролі й повноваження; формується робоча множина рішень; проводяться кворумні раунди оцінювання; фіксується колективне рішення і граф дій. Якщо дії мають однозначних виконавців і достатні ресурси, вони безпосередньо включаються до диспетчерського пакета. За дефіциту або конфлікту запускаються переговори, після яких пакети пропозицій перетворюються на контракти.

Ризикова гілка уточнює оцінки, але змінює ресурси лише через переговори, а дії – через диспетчеризацію. Перед комітом спільно перевіряються версії, повноваження і ресурси. За нестачею часу, низькою впевненістю або відмовою критичні дії блокуються чи ескалуються людині. Результати і відмови зберігаються для обмеженого налаштування ваг, порогів та протоколу.

Експериментальна перевірка. Експериментальна перевірка складалася з двох взаємопов'язаних частин. Для колективного формування рішень використано контрольований сценарій IT-проєкту з 18 розробниками у трьох підкомандах, беклогом із 120 користувацьких історій і шістьма двотижневими

спринтами [12]. У спринтах 2, 4 і 5 вводилися збурення: розширення змісту, затримка постачальника та втрата фахівця. Пороги автономності й ескалації фіксувалися до початку експерименту. Оцінювалися частка розв'язаних конфліктів (CRR), середня затримка рішення, індекс стійкості рішення (RSI), колективна впевненість, частка автономної диспетчеризації та ефективність пом'якшення ризиків (табл. 1).

Таблиця 1 – Показники колективного формування рішень за режимами

Показник	Номінальний	Підвищений	Критичний / аварійний	Загалом
Частка розв'язаних конфліктів CRR	0,96	0,89	0,81	0,91
Середня затримка рішення, хв	2,1	3,8	6,4	3,4
Індекс стійкості рішення RSI	0,94	0,83	0,71	0,87

У номінальному режимі метод розв'язував 96 % конфліктів, а в критичному – 81 %, хоча останній характеризувався одночасним зростанням ризику і посиленням людського контролю. Загальний CRR становив 0,91, RSI – 0,87, а середня затримка – 3,4 хв. До шостого спринту колективна впевненість зросла з 0,71 до 0,89, частка автономної диспетчеризації досягла 0,81, ефективність пом'якшення ризиків – 0,72. Порівняно з людським Scrum-управлінням середня затримка рішення зменшилася на 68 %, а порівняно з одноагентною системою частка автономної диспетчеризації була більшою на 29 відсоткових пунктів [12]. Тимчасове зниження автономності у четвертому спринті відповідало аварійному режиму і підтвердило, що метод коректно посилює людський контроль за одночасної матеріалізації декількох ризиків.

Для перевірки переговорного розподілу використано модифіковані набори PSPLIB J30 і J60 з вимогами Backend, Frontend і DevOps (табл. 2). Віртуальна команда містила 2 Senior, 4 Middle, 3 Junior розробників і 2 QA-інженерів.

Імовірні затримки моделювалися розподілом Пуассона з $\lambda = 0{,}2$; окремо відтворювалися недоступність старшого розробника на 30 % виконання та додавання 15 % високопріоритетних завдань на 50 % виконання. Для кожного сценарію проведено 1000 ітерацій Монте-Карло. Запропонований метод порівнювався зі статичним CPM, жадібним динамічним призначенням і планувальником на основі глибокого навчання з підкріпленням [13].

Таблиця 2 – Порівняння результатів розподілу завдань і ресурсів

Показник	CPM / статичний	Жадібний	DRL	Розроблений метод
Середня тривалість проєкту, днів	142	135	128	124
Стандартне відхилення, днів	18,4	12,7	8,9	6,2
Середній простій, %	18,4	12,1	10,2	8,5
Частота перевантаження, % завдань	–	22	9	4
Коефіцієнт Джині використання ресурсів	0,42	0,35	0,24	0,18
Затримка адаптації, с	0,8	1,4	3,7	2,1
Імовірність відмови критичного шляху	0,31	0,26	0,19	0,17
Потреба в попередньому навчанні	ні	ні	так	ні

Переговорний метод забезпечив середню тривалість 124 дні, що на 12,7 % менше за статичний CPM, на 8,1 % – за жадібне призначення і на 3,1 % – за DRL-планувальник. Стандартне відхилення тривалості зменшилося до 6,2 дня, тому перевага стосується не лише середнього результату, а й стійкості розкладу. Коефіцієнт Джині 0,18 був на 48,6 % нижчим, ніж у жадібного підходу, а частота перевантаження знизилася з 22 % до 4 % завдань. Імовірність відмови критичного шляху зменшилася до 0,17 завдяки включенню ризику до корисності пропозиції.

Під час перевірки масштабованості кількість завдань збільшувалася від 50 до 1000, а ресурсних агентів – від 8 до 80. Середній час повторного планування зріс від 0,31 до 42,70 с. Навіть для 1000 завдань, 1082 агентів і 321 тис.

повідомлень розподіл формувався менш ніж за хвилину, що є прийнятним для інтерактивної підтримки рішень.

Результати підтверджують обидві складові новизни: колективний метод забезпечив розв'язання конфліктів і керовану автономність, а переговорний – скорочення тривалості, варіативності, перевантаження і ризику. Обмеженням є контрольовані та імітаційні сценарії, які не повністю відтворюють корельовані ризики, неповні журнали й неформальні комунікації. Наступним етапом має бути пілотне застосування на реальних командах.

Висновки. Розроблено метод колективного формування та диспетчеризації управлінських рішень спеціалізованими ШІ-агентами. Він формує робочу множину допустимих альтернатив, організовує рольовий і ваговий кворум, виконує ітеративну стабілізацію та робастне багатокритеріальне агрегування, визначає колективну впевненість і маршрут людського контролю. Зафіксоване рішення декомпонується на граф елементарних дій і передається до виконання за версійною двофазною схемою з повторною перевіркою повноважень, ресурсів і контексту. Цей результат розкриває третю складову наукової новизни через перехід від разового голосування до простежуваного колективного рішення, підготовленого до контрольованого виконання.

Розроблено метод переговорного розподілу завдань і ресурсів ІТ-проєкту, який адаптивно вибирає протокол переговорів, оцінює пакетні та коаліційні пропозиції за компетентністю, строком, вартістю, навантаженням, ризиком і гарантією, а також спільно оптимізує розподіл з урахуванням ресурсних і часових обмежень, індивідуальної раціональності, справедливості та стійкості. Версійні двофазні контракти запобігають подвійному резервуванню, а локальні повторні переговори обмежують масштаб змін після відмови. Цей результат розкриває четверту складову наукової новизни.

Експериментальна перевірка показала, що колективний метод забезпечує загальну частку розв'язаних конфліктів 0,91, індекс стійкості 0,87 та частку автономної диспетчеризації 0,81. Переговорний метод скоротив середню

тривалість проєкту до 124 днів, знизив коефіцієнт Джині використання ресурсів до 0,18, частоту перевантаження до 4 % і ймовірність відмови критичного шляху до 0,17. Отже, поєднання колективного формування рішення з переговорним ресурсним контуром підвищує оперативність, стійкість і пояснюваність адаптивного управління ІТ-проєктами.

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.