РОЗДІЛ 12
АДАПТИВНЕ ФОРМУВАННЯ ТА РЕТРОСПЕКТИВНА АДАПТАЦІЯ СТРАТЕГІЙ ОБРОБКИ ПЛАТІЖНИХ ЗОБОВ'ЯЗАНЬ ЦИФРОВИХ СЕРВІСНИХ ПЛАТФОРМ

Руденко Олександр Володимирович, аспірант кафедри інформаційних систем, Національний університет «Одеська політехніка», Одеса

Цифрові сервісні платформи обробляють платіжні зобов'язання, пов'язані з оплатою послуг, додатковими нарахуваннями, штрафами та іншими асинхронними подіями. Якщо зобов'язання не сплачується своєчасно, платформа інформує клієнта, повторно ініціює оплату, змінює канал комунікації або передає зобов'язання на наступний етап. Зазвичай ці дії виконуються за наперед визначеними сценаріями, які обмежено враховують поточний стан, попередні події та ймовірний розвиток зобов'язання. Це може призводити до невчасних або нерезультативних дій, збільшення витрат і часу до оплати.

Використання операційних даних дає змогу прогнозувати ймовірність оплати [1; 2], однак сам прогноз кінцевого статусу не визначає, яку дію та коли потрібно виконати. Методи прийняття рішень і навчання з підкріпленням ураховують очікувані результати дій [3; 6; 7], проте їх застосування ускладнюють неповнота журналів, нерівномірне використання альтернатив, зміна поведінки клієнтів і наявність обмежень платформи.

Основою дослідження є багатостанова модель життєвого циклу платіжного зобов'язання. Для зобов'язання o_iу момент часу tвизначаються поточний стан $s_i(t)$, історія подій $H_i(t)$ та динамічний прогнозний профіль $\Pi_i(t)$, що містить імовірність оплати, імовірності переходів, прогнозний час до оплати, ризик нерезультативного завершення та невизначеність оцінок [4; 5]. На цій основі стратегія розглядається не як фіксований сценарій, а як змінювана

послідовність дій, часових інтервалів і умовних переходів, сформована для конкретного зобов'язання.

Метою дослідження є підвищення результативності обробки платіжних зобов'язань шляхом адаптивного формування стратегій і ретроспективного уточнення правил вибору дій. Метод адаптивного формування стратегії, на відміну від застосування однакової наперед визначеної послідовності, передбачає побудову допустимих альтернатив, прогнозне оцінювання їхніх траєкторій та вибір наступної дії, часу її виконання і подальшого маршруту з урахуванням поточного стану, прогнозного профілю, попередньої траєкторії, зворотного зв'язку, правил та обмежень платформи [3; 6–8].

Метод ретроспективної адаптації зіставляє стан і прогнозний профіль зобов'язання, застосовану дію, наступні переходи та фактичний результат. Накопичені спостереження використовуються для уточнення оцінок результативності дій і правил їх вибору з урахуванням невизначеності та часової актуальності даних. Отже, запропоновані методи утворюють два взаємопов'язані контури: оперативний, у якому формується стратегія для конкретного зобов'язання, та ретроспективний, у якому оновлюються оцінки й правила. Очікуваним результатом є збільшення частки оплачених зобов'язань, скорочення часу до оплати та зменшення кількості нерезультативних дій.

Інформаційний контекст формування стратегії для зобов'язання o_i позначимо через $\Omega_i(t)$:

$$\Omega_i(t) = \{I_i(t), \Pi_i(t), H_i(t), B, h_s\}. \quad (1)$$

Тут $I_i(t)$ – поточний інформаційний стан, $\Pi_i(t)$ – динамічний прогнозний профіль, $H_i(t)$ – попередня траєкторія, B – правила й обмеження платформи, h_s – горизонт формування стратегії. Дію подамо як:

$$b_{iq} = \left(a_{iq}, t_{iq}^{a}, z_{iq}\right), \quad (2)$$

де a_{iq} – тип дії, t_{iq}^{a} – час її виконання, z_{iq} – параметри дії, зокрема канал, шаблон повідомлення, інтенсивність або ресурс. Стратегія є умовною послідовністю таких дій:

$$\sigma_i(t) = \{(g_{iq}, b_{iq})\}_{q=1}^{m_i}, \quad (3)$$

де g_{iq} задає умову виконання дії, а m_i – довжину плану в межах горизонту h_s. Умовність означає, що запланована послідовність не виконується механічно до кінця: після оплати, зміни стану, появи нового зворотного зв'язку або спрацювання обмеження стратегія формується повторно.

Перший етап методу полягає у побудові множини допустимих стратегій $\Sigma_i(t)$. Вона формується з потенційних дій A з урахуванням поточного стану, правил переходів багатостанової моделі M, часових умов, частотних обмежень комунікацій, нормативних вимог і доступності операційних ресурсів:

$$\Sigma_i(t) = \{\sigma: \sigma \in A^{\leq m},\ \sigma \text{ є допустимою за } M, B, \Omega_i(t)\}. \quad (4)$$

Жорсткі обмеження не замінюються штрафами у цільовій функції. Якщо дія або послідовність дій порушує правила платформи, вона виключається з розгляду незалежно від прогнозної ймовірності оплати. Це важливо для практичного застосування методу, оскільки результативність стратегії не може досягатися за рахунок порушення регламенту, надмірної частоти комунікацій або недопустимого переходу між станами.

Другий етап передбачає прогнозне оцінювання кожної допустимої стратегії. Для стратегії σ формується вектор показників:

$$V_i(\sigma, t) = \{P_i^{pay}, T_i^{pay}, P_i^N, N_i^{act}, C_i, U_i\}. \quad (5)$$

У цьому векторі P_i^{pay} означає прогнозну ймовірність оплати в межах горизонту, T_i^{pay} – очікуваний або умовний час до оплати, P_i^N – ризик нерезультативного завершення, N_i^{act} – очікувану кількість дій, C_i – ресурсну складність, U_i – невизначеність оцінки. Час до оплати інтерпретується разом з імовірністю оплати: швидке завершення не є бажаним, якщо воно переважно відповідає нерезультативному результату.

Для вибору стратегії використовується множина прийнятних альтернатив:

$$\Sigma_i^{acc}(t) = \{\sigma \in \Sigma_i(t): P_i^N \leq r_{\max},\ C_i \leq c_{\max},\ U_i \leq u_{\max}\}. \quad (6)$$

Якщо множина $\Sigma_i^{acc}(t)$ є порожньою, застосовується безпечний маршрут: очікування до контрольного моменту, передавання на ручний розгляд або інша

мінімально ризикова дія, що не порушує правил платформи. Для порівняння прийнятних стратегій вводиться інтегральний критерій:

$$\Phi_i(\sigma, t) = w_1\bar{P}_i^{pay} - w_2\bar{T}_i^{pay} - w_3\bar{P}_i^{N} - w_4\bar{N}_i^{act} - w_5\bar{C}_i - w_6\bar{U}_i, \qquad (7)$$

де нормовані показники позначено рискою, а $w_1, \dots, w_6$ задають пріоритети платформи. Позитивним компонентом є ймовірність оплати, а негативними – час до оплати, ризик нерезультативного завершення, кількість дій, ресурсна складність і невизначеність. Обрана стратегія та перша дія визначаються як:

$$\sigma_i^*(t) = \arg\max_{\sigma \in \Sigma_i^{acc}(t)} \Phi_i(\sigma, t), \qquad b_i^*(t) = b_{i1}^*. \qquad (8)$$

Виконується лише перша дія $b_i^*(t)$, тоді як подальші елементи стратегії залишаються умовним маршрутом. Після нової події, зміни стану або досягнення контрольного моменту оновлюється контекст $\Omega_i(t)$, перераховується прогнозний профіль $\Pi_i(t)$, а вибір повторюється. Узагальнено метод можна подати відображенням:

$$G_A: (\Omega_i(t), M, A, B, \theta) \mapsto (\sigma_i^*(t), b_i^*(t), t_i^{next}), \qquad (9)$$

де θ містить ваги критерію та порогові параметри, а t_i^{next} задає момент наступного перегляду. Алгоритмічно метод охоплює такі операції: формування контексту, оновлення прогнозного профілю, генерацію допустимих стратегій, оцінювання їхніх прогнозних траєкторій, відбір прийнятних альтернатив, вибір стратегії та першої дії, повторну перевірку обмежень перед виконанням і перегляд після отримання нового зворотного зв’язку.

Отже, запропонований метод забезпечує перехід від фіксованої послідовності дій до прогнозно керованого маршруту обробки кожного платіжного зобов’язання. Його очікуваний ефект полягає у підвищенні частки оплачених зобов’язань, скороченні часу до оплати, зменшенні ризику нерезультативного завершення та скороченні кількості зайвих або несвоєчасних дій.

Для подальшої ретроспективної адаптації необхідно реєструвати контекст вибору, застосовану дію, прогнозні оцінки, наступні переходи та фактичний результат

Метод ретроспективної адаптації стратегій обробки платіжних зобов'язань. Адаптивне формування стратегії забезпечує вибір дії в поточний момент, однак не гарантує довгострокової результативності правил вибору. Поведінка клієнтів, доступність каналів, операційні обмеження та ефективність окремих дій можуть змінюватися, тому раніше успішна стратегія з часом може втратити результативність або стати надмірно ресурсомісткою. Це зумовлює потребу в ретроспективному уточненні оцінок дій за накопиченими результатами.

Метод ретроспективної адаптації спрямований на зіставлення контексту прийняття рішення, прогнозного профілю, обраної дії, наступних переходів і фактичного результату обробки. На відміну від простого підрахунку оплат після певної дії, він враховує стан зобов'язання, прогнозну ймовірність оплати, множину допустимих альтернатив, невизначеність оцінок і часову актуальність спостережень.

Наукова новизна підходу полягає в уточненні оцінок результативності допустимих дій і правил їх вибору на основі накопичених даних про попередні рішення та фактичні результати. Отже, об'єктом адаптації є не окреме повідомлення або програмний агент, а правила формування стратегій і параметри вибору дій у цифровій сервісній платформі.

Основою методу є журнал рішень, який накопичується під час застосування адаптивних стратегій. Для кожного епізоду прийняття рішення фіксується запис:

$$r_k = \{\Omega_i(t_k), \Pi_i(t_k), \Sigma_i(t_k), \sigma_i^*(t_k), b_i^*(t_k), s_i(t_k + \Delta), y_k\}, \quad (10)$$

де $\Omega_i(t_k)$ – контекст вибору, $\Pi_i(t_k)$ – прогнозний профіль, $\Sigma_i(t_k)$ – множина допустимих стратегій, $\sigma_i^*(t_k)$ – обрана стратегія, $b_i^*(t_k)$ – фактично виконана дія, $s_i(t_k + \Delta)$ – наступний спостережуваний стан, y_k – результат обробки. До результату можуть входити факт оплати, час до оплати, факт нерезультативного завершення, кількість додаткових дій та витрачений ресурс. Множину таких записів до моменту T позначимо як:

$$D(T) = \{r_k : t_k \leq T,\ k = 1, \dots, K\}. \quad (11)$$

Для зіставлення різних епізодів формується узагальнений показник результативності. Він може бути поданий як зважена оцінка, у якій позитивним компонентом є факт або ймовірність оплати, а негативними – час, кількість дій, ресурсна складність і нерезультативне завершення:

$$y_k = \alpha_1 I_k^{pay} - \alpha_2 T_k^{pay} - \alpha_3 I_k^N - \alpha_4 N_k^{act} - \alpha_5 C_k. \quad (12)$$

Тут I_k^{pay} є індикатором оплати, T_k^{pay} – часом до оплати, I_k^N – індикатором нерезультативного завершення, N_k^{act} – кількістю дій після прийнятого рішення, C_k – ресурсною складністю. Коефіцієнти $\alpha_1, \dots, \alpha_5$ задають практичні пріоритети платформи та повинні узгоджуватися з критерієм оперативного вибору стратегії.

Для оцінювання результативності дії важливо порівнювати не всі історичні випадки, а лише ті, що є подібними до поточного контексту. Тому для дії a у контекстній області c формується зважена оцінка:

$$\hat{Q}(a, c, T) = \frac{\sum_{r_k \in D(T)} \omega_k\,(c) I(a_k = a) y_k}{\sum_{r_k \in D(T)} \omega_k\,(c) I(a_k = a)}, \quad (13)$$

де $I(a_k = a)$ – індикатор застосування дії a, а $\omega_k(c)$ – вага спостереження, що відображає його подібність до контексту c та часову актуальність. Вагу доцільно задавати як добуток контекстної близькості та коефіцієнта старіння:

$$\omega_k(c) = \mathrm{sim}(c, c_k) \cdot \exp[-\lambda(T - t_k)]. \quad (14)$$

Параметр λ визначає швидкість зменшення впливу старих спостережень. Це дає змогу враховувати зміну поведінки клієнтів і не переносити безпосередньо застарілі оцінки на нові умови. Якщо для певної дії накопичено мало спостережень або результати є нестабільними, оцінка повинна супроводжуватися показником невизначеності:

$$\hat{U}(a, c, T) = \sqrt{\frac{\widehat{Var}(y|a, c)}{n_{eff}(a, c, T)}}. \quad (15)$$

Тут n_{eff} – ефективна кількість релевантних спостережень з урахуванням ваг. Висока невизначеність не обов’язково означає низьку результативність дії, але вона повинна обмежувати автоматичне посилення відповідного правила

вибору. Саме тому ретроспективна адаптація має змінювати не жорсткі обмеження платформи, а м'які параметри вибору: ваги критерію, пороги прийнятності, пріоритети дій, умови застосування окремих маршрутів. Уточнення параметрів вибору стратегії подамо у вигляді:

$$\theta^{new} = \theta^{old} + \eta \Delta\theta\big(D(T), \hat{Q}, \hat{U}\big), \tag{16}$$

де θ містить ваги критерію, пороги ризику, вартості та невизначеності, а η визначає швидкість адаптації. Значення $\Delta\theta$ формується так, щоб підвищувати пріоритет дій і маршрутів, які у подібних контекстах мали вищу результативність, та знижувати пріоритет тих, що призводили до затримки оплати, зростання кількості дій або нерезультативного завершення. При цьому всі оновлення виконуються в межах допустимої області:

$$\theta^{new} \in \Theta_B, \qquad B^{hard} = B_0^{hard}. \tag{17}$$

Умова $B^{hard} = B_0^{hard}$ означає, що ретроспективна адаптація не змінює обов'язкові правила платформи: нормативні обмеження, заборонені переходи, правила частоти комунікацій і умови завершення обробки. Вона може уточнювати лише ті параметри, які відповідають за перевагу однієї допустимої стратегії над іншою. Узагальнено метод ретроспективної адаптації можна подати відображенням:

$$G_R\colon \big(D(T), \theta^{old}, B^{soft}\big) \mapsto \big(\theta^{new}, B^{soft,new}, \hat{Q}, \hat{U}\big), \tag{18}$$

де B^{soft} – м'які правила вибору, які можуть змінюватися за результатами спостережень. Алгоритм методу включає такі операції: накопичення журналу рішень; виділення подібних контекстів; обчислення результативності дій; оцінювання невизначеності; урахування часової актуальності; виявлення втрати результативності раніше ефективних стратегій; оновлення параметрів вибору; перевірку оновлених правил на відповідність жорстким обмеженням.

Особливістю методу є розмежування прогнозної результативності та причинного ефекту дії. Оскільки історичні дії могли призначатися за попередніми правилами платформи, пряме порівняння «дія – результат» може бути зміщеним. Тому ретроспективні оцінки слід використовувати для уточнення правил вибору, а причинний ефект підтверджувати

контрольованими експериментами або моделями, що враховують імовірність призначення дії.

Таким чином, метод ретроспективної адаптації замикає контур удосконалення стратегій: адаптивне формування визначає дію для поточного зобов'язання, а ретроспективна адаптація уточнює правила майбутнього вибору за фактичними результатами. Очікуваний ефект полягає у підвищенні результативності обробки, зменшенні нерезультативних дій і своєчасному виявленні деградації стратегій.

Експериментальна перевірка методів адаптивного формування та ретроспективної адаптації стратегій. Метою експериментальної частини є перевірка того, чи забезпечують запропоновані методи підвищення результативності обробки платіжних зобов'язань порівняно з фіксованою послідовністю дій.

Перевірка спрямована на проговорення третьої та четвертої складових наукової новизни: адаптивного формування стратегії для поточного зобов'язання і ретроспективного уточнення правил вибору дій за накопиченими результатами.

Експеримент проведено на даних цифрової сервісної платформи за продуктами RENT, DAMAGE і TRAFFIC_OFFENCES (табл. 1). Вихідна таблиця містила платіжні запити із сумою, валютою, часом створення, строком дії, видом продукту, статусом доставки та фактом оплати. Після групування пов'язаних запитів було сформовано сукупність платіжних зобов'язань, для яких визначалися факт оплати, час до оплати, кількість повторних дій і тип зобов'язання.

Для кожного зобов'язання формувався епізод прийняття рішення. Моментом вибору стратегії вважався контрольний момент після першого запиту на оплату; зобов'язання, оплачені до нього, не включалися до порівняння. Результат оцінювався в межах горизонту $h = 14$ діб, що дозволяє порівнювати різні маршрути обробки в однаковому часовому вікні.

$$I_{\mathrm{i}}^{\mathrm{pay}}(h) = 1, \text{якщо } t_{\mathrm{i}}^{\mathrm{pay}} \leq t + h; \quad (19)$$

$$0, \text{якщо } t_{\mathrm{i}}^{\mathrm{pay}} > t + h \text{ або оплату не зафіксовано.}$$

Таблиця 1 – Узагальнена характеристика експериментальної вибірки

Показник	Значення
Вихідні платіжні запити	19034
Сформовані платіжні зобов’язання	15493
Загальна частка оплат, %	20,15
Медіана часу до оплати, діб	1,33
Найбільша група зобов’язань	TRAFFIC_OFFENCES (8157)
Найвища частка оплат	RENT (26,32 %)
Найнижча частка оплат	DAMAGE (14,95 %)

Результативність стратегії σ оцінювалася за часткою оплат, середньою кількістю дій та кількістю нерезультативних дій, які не привели до переходу зобов’язання в стан оплати.

$$\hat{P}^{pay}(\sigma) = (1/n) \cdot \sum_i I_i^{pay}(h), \quad \bar{N}^{ineff}(\sigma) = \left(\frac{1}{n}\right) \cdot \sum_i N_i^{ineff}. \qquad (20)$$

Порівнювалися два режими: фіксована послідовність дій та адаптивна стратегія після ретроспективного оновлення оцінок. Оскільки історичні дані фіксують лише фактично застосовану дію, порівняння виконано як контрольовану імітаційну апробацію на емпіричних розподілах контекстів із використанням однакових випадкових сценаріїв для кожного режиму.

Фіксована послідовність забезпечила оплату 18,34 % зобов’язань, тоді як адаптивна стратегія після ретроспективного оновлення – 30,12 %. Приріст становив 11,78 відсоткового пункту. Частка нерезультативного завершення зменшилася на 11,78 відсоткового пункту, середня кількість дій на зобов’язання – на 0,50, а кількість нерезультативних дій – на 0,58. Отже, ефект досягається не збільшенням кількості контактів, а вибором більш доцільного маршруту обробки.

Таблиця 2 – Порівняння результативності стратегій обробки

Показник	Фіксована	Адаптивна після оновлення
Оплата, %	18,34	30,12
Нерезультативне завершення, %	81,66	69,88
Дії на зобов'язання	1,88	1,38
Нерезультативні дії	1,69	1,11
Інтегральна корисність	0,131	0,245

Для перевірки четвертої наукової новизни епізоди було поділено за часом на навчальну, адаптаційну та тестову частини: 8137, 2712 і 2713 епізодів відповідно. Початкові оцінки результативності дій уточнювалися з урахуванням нових спостережень і часової актуальності накопичених результатів.

$$\omega_k = \exp[-\lambda(T - t_k)],$$
$$\hat{Q}^{new}(a, c) = \sum_k \omega_k \cdot I(a_k = a) \cdot y_k / \sum_k \omega_k \cdot I(a_k = a). \quad (21)$$

Якість оцінювання перевірялася за Brier score, LogLoss та AUC. Після ретроспективного оновлення Brier score зменшився з 0,0752 до 0,0730, LogLoss – з 0,2790 до 0,2729, а AUC зріс з 0,6293 до 0,6396. Це підтверджує, що зіставлення контексту, дії, наступних переходів і фактичного результату дозволяє уточнювати правила вибору дій.

$$\Delta J = \Delta P^{pay} - \beta_1 \Delta P^N - \beta_2 \Delta N^{ineff} - \beta_3 \Delta C. \quad (22)$$

У проведеному експерименті всі ключові компоненти змінилися в бажаному напрямі: частка оплат збільшилася, ризик нерезультативного завершення та кількість нерезультативних дій зменшилися, а ретроспективне уточнення покращило якість оцінювання дій. Отримані результати підтверджують доцільність переходу від однакового фіксованого сценарію до адаптивного формування стратегії з подальшим оновленням правил вибору.

Висновки. Таким чином, у роботі розглянуто задачу підвищення результативності обробки платіжних зобов'язань клієнтів цифрових сервісних

платформ шляхом переходу від фіксованої послідовності дій до адаптивного формування стратегії. Запропонований підхід передбачає вибір дії, часу її виконання та подальшого маршруту з урахуванням поточного стану зобов'язання, прогнозного профілю, попередньої траєкторії, правил і обмежень платформи.

Метод адаптивного формування стратегії дає змогу формувати множину допустимих альтернатив, оцінювати очікувані траєкторії їх реалізації та обирати варіант обробки з кращим балансом між імовірністю оплати, часом до оплати, кількістю дій і ризиком нерезультативного завершення. Метод ретроспективної адаптації, своєю чергою, забезпечує уточнення оцінок результативності дій і правил їх вибору на основі зіставлення контексту зобов'язання, прогнозного профілю, застосованої дії, наступних переходів і фактичного результату.

Експериментальна перевірка підтвердила доцільність запропонованого підходу: адаптивна стратегія після ретроспективного оновлення забезпечила збільшення частки оплачених зобов'язань, зменшення частки нерезультативного завершення та скорочення кількості нерезультативних дій. Отримані результати підтверджують третю і четверту складові наукової новизни та можуть бути використані для підвищення ефективності взаємодії з клієнтами цифрових сервісних платформ.

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.