УДК 37.014.5:004.9:311.21

Сергій Лондар
доктор економічних наук, професор
перший заступник директора з наукової роботи ДНУ «Інститут освітньої аналітики», м. Київ, Україна.
ORCID ID 0000-0003-1838-288X
londar.sergiy@gmail.com

Андрій Литвинчук
кандидат економічних наук
директор ДНУ «Інститут освітньої аналітики», м. Київ, Україна,
ORCID ID 0000-0002-7523-558X
litvinchuk.andrew@gmail.com

Олександр Босенко
кандидат економічних наук
науковий співробітник ДНУ «Інститут освітньої аналітики», м. Київ, Україна,
ORCID ID 0009-0004-3414-8908
bosenkooleksandr@gmail.com

Лідія Лондар
кандидат економічних наук, доцент
провідний науковий співробітник, ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», м. Київ
ORCID ID 0000-0002-0873-5664
londarlidia@gmail.com

Іван Гайдук
кандидат економічних наук
науковий співробітник ДНУ «Інститут освітньої аналітики», м. Київ, Україна
ORCID ID 0000-0003-3144-1469
gaiduk94ivan@gmail.com

Богдан Тішков
кандидат економічних наук, доцент
завідувач кафедри інформаційних систем в економіці
ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана», м. Київ, Україна
ORCID ID 0000-0003-3381-9103
tishcov_b@kneu.edu.ua

ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ NUTS У РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ОСВІТОЮ В УКРАЇНІ

Анотація. У статті досліджено шляхи формування інноваційного освітнього менеджменту в нових умовах в Україні з використанням сучасних інтелектуальних інформаційних технологій в контексті нових європейських підходів до територіальної класифікації NUTS (Nomenclature of Territorial Units for Statistics). Актуальність теми зумовлена наявністю екстремальних викликів для сучасної системи освіти: виникнення пандемій, воєн, кліматичних змін, масової міграція школярів та педагогів, проявів цифрової нерівності, регіональних диспропорцій у доступі до освітніх ресурсів. В умовах наявних змін освітнього середовища необхідне переформатування освітнього менеджменту, забезпечення його ефективності, що можливо лише на інноваційній основі з урахуванням доказових даних, застосування інтелектуальних цифрових рішень та урахування регіональної диференціації від рівня територіальних громад до рівня країни.

У роботі представлено приклади використання інтелектуальних технологій, зокрема з розвитку інформаційно-аналітичних платформ, систем підтримки прийняття рішень, інструментів предиктивного моделювання, які повинні бути складовими сучасного інноваційного освітнього менеджменту з обов'язковим урахуванням останніх змін територіальної класифікації NUTS в Україні. Показано, що особливого значення в сучасних умовах набуває можливість використання цифрових інструментів для системного моніторингу освітніх процесів, аналізу регіональних диспропорцій та прогнозування тенденцій розвитку освітньої системи. Використання інтелектуальних інформаційних

© Сергій Лондар, Андрій Литвинчук, Олександр Босенко,
Лідія Лондар, Іван Гайдук, Богдан Тішков, 2026.

технологій у поєднанні з просторовою класифікацією NUTS створює умови для формування інтегрованих інформаційно-аналітичних систем управління освітою, що забезпечують оперативне отримання та обробку даних, релевантних до територій, підтримку прийняття більш ефективних управлінських рішень і підвищення прозорості освітньої політики.
Обгрунтовано перспективу подальших досліджень щодо внесення до інноваційного освітнього менеджменту інструментарію сучасних інтелектуальних інформаційних технологій з елементами штучного інтелекту, машинного навчання, експертних систем, нечіткої логіки та геоінформаційної аналітики. Обґрунтовано також важливість використання освітніх інтелектуальних інформаційних технологій з урахуванням вимог NUTS для формування ефективного освітнього управління в умовах сучасних трансформаційних криз.

Ключові слова: інноваційний менеджмент освіти; інтелектуальні інформаційні технології в освітньому менеджменті; NUTS; сучасні IT технології.

ВСТУП.

Світова система освіти все частіше стикається з такими постійними викликами, як глобалізація, демографічні зміни, кризи, регіональна нестабільність на тлі швидкого розвитку цифрових технологій. Внаслідок цього традиційні підходи до управління освітою стають недостатніми, на зміну їм поступово приходить інноваційний менеджмент освіти – управлінська парадигма, спрямована на розробку, впровадження та супровід технологічних нововведень у сфері освіти. Інноваційний менеджмент освіти розглядається як система принципів, методів та технологій управління, орієнтована на проєктування, реалізацію та підтримку інноваційних освітніх змін перш за все за рахунок інформаційних технологій, таких як big data, ML, AI тощо, та на цій основі на реформування програм, модернізацію управління навчальними закладами, розробку нових моделей взаємодії зі здобувачами освіти, батьками. Водночас інноваційний менеджмент освіти може бути ефективним тільки у випадку більшої селективності, коли в ньому якомога точніше враховуються особливості освіти в країні, зокрема регіональні.

Зараз у контексті євроінтеграційного процесу в Україні впроваджується система NUTS (Nomenclature of Territorial Units for Statistics), яка забезпечує стандартизовану географічну основу для формування статистичних і адміністративних освітніх даних і відповідного їх аналізу в розрізі регіональної структури. Саме обов'язкове врахування в сучасній системі інноваційного менеджменту різнорівневих регіональних аспектів, використання об'єктивного геоінформаційного аналізу, дає змогу розробляти та впроваджувати адаптивну та оптимальну регіональну політику у сфері освіти з урахуванням специфіки територій, їхнього потенціалу та рівня розвитку [1].

Сьогодні також відбувається потужна цифрова трансформація суспільства, і освіта як одна із важливих характеристик суспільства, стає не просто сферою передачі знань і навичок, а динамічною системою, яка потребує вдосконалення оперативного управління на основі персоналізації. Сучасні інформаційні технології стають невід'ємним елементом освітнього менеджменту, забезпечуючи ефективність, прозорість, швидкість, гнучкість та стійкість управлінських рішень [2],[3]. Вони забезпечують автоматизацію, підвищують ефективність адміністрування за рахунок цифрових рішень з використанням загальнодоступних електронних платформ, формують процеси збирання, аналізу, аналітики освітніх даних, забезпечують їх захищене зберігання, поширення, створення адаптивного та інклюзивного освітнього середовища.

На сьогодні інформаційні технології забезпечують не лише автоматизацію, а є ширшим комплексом цифрових рішень, що використовують аналітику великих даних, машинне навчання, а в останній час – нові можливості штучного інтелекту [4]. Інтелектуальні інформаційні технології, які реалізуються у вигляді програмно-апаратних

комплексів з використанням елементів штучного інтелекту, здатні швидко обробляти, аналізувати та інтерпретувати великі масиви даних, абсорбуючи з них конкретні знання для прийняття рішень з найбільш невідкладних проблем, підвищення ефективності та гнучкості управління [5]. Це дає для сфери освіти нові можливості аналізувати, прогнозувати, адаптувати та керувати складними процесами

Отже, можна стверджувати, що сучасний інноваційний освітній менеджмент не обмежується адмініструванням шкіл, вишів та інших закладів. Це система стратегічного управління освіченістю суспільства, яка відкрита до сприйняття інновацій, зокрема за рахунок сучасних технологій, цифровізації освіти та адаптації управління до регіонального контексту, який забезпечується системою NUTS, що широко застосовується в ЄС та вже є частково адаптованою в Україні. Система NUTS дає змогу проводити детальний різнорівневий регіоналізований аналіз ефективності освітніх систем, на основі таких даних можна оптимально розподіляти освітні ресурси, залучаючи інформаційні технології в освітній менеджмент з урахуванням регіональних особливостей.

Постановка проблеми. Враховуючи триваючу адаптацію України до стандартів ЄС, умови загарбницької війни, яку веде росія проти України, розвиток освітнього інноваційного менеджменту в Україні вимагає розв'язання науково-практичної задачі, яка полягає у виявленні перспектив подальшого розвитку інноваційного менеджменту освіти в кризових умовах з урахуванням можливостей сучасних технологій цифровізації спільно з різнорівневими регіональними вимогами класифікатора NUTS та розробці відповідних методичних рекомендації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні інформаційні технології дедалі активніше інтегруються в освітню практику, що можемо спостерігати в численних наукових дослідженнях. Зокрема Abykanova B., Tuksanova Z. і Nazarov E. розглядають широкий спектр ІТ-інструментів, що підвищують ефективність і мотивацію навчання, особливо в шкільному середовищі [6; 7]. Miroshnikova T., Goh E. і Sigala M. акцентують увагу на потенціалі інноваційних технологій для змін освітнього простору та в застосуванні ІКТ у професійній підготовці, зокрема через дифузію інновацій [8],[9]. Xie X., Siau K., Nah F., а також Qureshi M. I. досліджують вплив пандемії на освіту, актуалізацію дистанційного навчання та розвиток концепції освіти 4.0 [10],[11]. Stecuła K., Wolniak R. і Starko V. аналізують практичний досвід електронного навчання у вищій освіті в умовах пандемії та окреслюють сучасні ІТ-тренди у школах [12],[13]. Okoye K., Akhmedov B. A. і Hoerudin C. W. вивчають регіональні виклики та бар'єри цифровізації освіти в країнах Латинської Америки та ісламському світі, зокрема в контексті інклюзії й інноваційного педагогічного підходу [14],[15],[16].

Актуальні наукові дослідження свідчать про стрімке впровадження інтелектуальних інформаційних технологій в управління освітніми процесами. Guan C., Mou J. і Jiang Z. акцентують увагу на інноваціях штучного інтелекту в освіті, демонструючи історичну динаміку їхнього поширення впродовж останніх 20 років [17]. Herasymova A., Chumachenko D. та Padalko H. пропонують алгоритмічні рішення на основі машинного навчання для обробки відкритих завдань педагогічних тестів, що розширює інструментарій оцінювання [18]. Singh H. і Miah S. J. здійснюють теоретичний аналіз літератури з питань «розумної освіти», що поєднує цифрову інфраструктуру, адаптивне навчання і персоналізацію на основі даних [19]. Demir K. A. розробляє цілісну концептуальну модель «розумної освіти», що охоплює цифрову взаємодію, аналітику навчальних даних і підтримку управлінських рішень [20]. Український дослідник Краснюк С. О. у двох послідовних роботах аналізує застосування Data Science, а також систему здобування знань для освітнього управління в умовах криз, зокрема воєнних дій [21],[22]. Liu M. і Yu D. пропонують модель інтелектуальних e-learning-систем, які

використовують аналіз поведінки учнів і адаптацію контенту в реальному часі [23]. Сукупно всі ці дослідження вказують на формування нового типу освітнього менеджменту – заснованого на даних, прогнозному аналізі та машинному навчанні.

У сучасних дослідженнях зростає інтерес до використання просторових одиниць NUTS для аналізу освітнього менеджменту на регіональному рівні в Європі. Kubis A. і Schneider L. досліджують просторову нерівність освітніх результатів у зв'язку з рівнем урбанізації та регіональними особливостями, використовуючи шкалу NUTS як інструмент локалізації даних [24]. Aristovnik A. оцінює ефективність розвитку інформаційного суспільства в секторі освіти на рівні NUTS 2, підкреслюючи регіональні диспропорції в цифровій трансформації освітніх послуг [25]. Castellano R. і Rocca A. розглядають гендерний дисбаланс на європейському ринку праці, пов'язуючи його з регіональними показниками освітньої активності на рівні NUTS 1 [26]. Kopczewska K. пропонує новаторський підхід через просторове машинне навчання, яке дозволяє автоматизувати класифікацію регіонів за рівнем освітньої ефективності [27]. Banha F., Flores A. та Coelho L. досліджують роль регіонів NUTS III як осередків впровадження освітніх програм із підприємництва, ідентифікуючи особливості регіонального менеджменту на прикладі Португалії [28]. Filenta P. і Kydros D. демонструють ефективність поєднання аналізу соціальних мереж з NUTS-показниками при оцінці гендерного розподілу здобуття вищої освіти в ЄС [29].

Однак у вищезазначених системно проаналізованих авторами публікаціях та в низці інших, які проаналізовані авторами, але не згадані вище, не вирішено міждисциплінарну комплексну і актуальну задачу, яка полягає у дослідженні впливу вимог класифікатора NUTS на подальший розвиток інноваційного менеджменту освіти, особливо в кризових умовах, та розробленні відповідних методичних рекомендацій і вивчення ролі інтелектуальнихінформаційних технологій для забезпечення ефективного використання вимог класифікатора NUTS у сучасному освітньому менеджменті в умовах кризи.

Метою дослідження є обгрунтування науково-практичних рекомендацій стосовно необхідних змін в інноваційному менеджменті освіти в контексті ефективного залучення та комплексного використання сучасних інтелектуальних інформаційних технологій з урахуванням вимог класифікатора NUTS як важливих аспектів удосконалення сучасного освітнього менеджменту в кризових умовах.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.

Сучасний інноваційний менеджмент в освіті як система управлінських рішень широко базується на впровадженні нових цифрових технологій, прикладом є EdTech, AI, LMS тощо, трансформації форм моделей навчання, таких як гібридна, дистанційна, компетентнісна, формуванні мережевого та проєктного підходу до організації процесу освіти, персоналізації освітніх траєкторій здобувачів освіти, забезпеченні сталого розвитку системи освіти на всіх її рівнях.

У кризових умовах з притаманними їм невизначеностями щодо ймовірностей та масштабів різних, часто комплексних, ризиків, від яких регіони потерпають по-різному, для досягнення ефективності ресурси потрібно розподіляти точково і обгрунтовано. Отже, важливо враховувати різнорівневу регіональну адміністративну та статистичну інформацію [30]. Система NUTS якраз і надає інструментарій просторового аналізу та управління, дає змогу точніше враховувати різнорівневі територіальні особливості при плануванні та реалізації освітніх інновацій.

Зараз в Україні адаптовано/впроваджено три рівні NUTS (Табл. 1).

Таблиця 1

Рівні NUTS, впроваджені в Україні

Рівень	Масштаб	Приклад
NUTS-UA1	Макрорегіони (~4–6млносіб)	Вісім макрорегіонів
NUTS-UA2	Базові регіони (до 2 млн осіб)	Області, м. Київ, АР Крим, м. Севастополь
NUTS-UA3	Підрегіони	Райони

Джерело: розроблено авторами на основі https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0189832-24#Text

Окремо варто зазначити роль територіальних громад для системи NUTS, хоча формально вони, зазвичай, знаходяться на рівень нижче самої класифікації NUTS, тобто на рівні LAU (Local Administrative Units). Але дані, що збираються на рівні громад, агрегуються для формування статистики рівнів NUTS 3 (райони) та NUTS 2 (області/регіони) і є дуже важливими. Саме громади забезпечують точну інформацію про дошкільну та шкільну освіту, населення, його економічну активність та соціальні показники. Без цих даних неможливо правильно визначити, який регіон потребує першочергової допомоги від органів центральної влади.Використання стандартів NUTS дозволяє громадам у різних країнах також порівнювати себе з аналогічними громадами в інших країнах, що важливо для залучення різноманітних інвестицій [31].

Використання інструментарію NUTS в інноваційному освітньому управлінні має декілька ключових напрямків.

1. *Регіоналізація освітніх інновацій.*

Менеджери та управлінці у сфері освіти можуть використовувати рівневий інструментарій NUTS для:

a. оцінки готовності регіону до впровадження цифрового навчання;
b. таргетованого впровадження інновацій (зокрема міжнародного досвіду) з урахуванням локальних умов: рівня урбанізації, чисельності населення, інфраструктури тощо (наприклад, де саме варто запроваджувати STEM-лабораторії, а де посилити базову освіту);
c. розроблення адаптивних територіальних стратегій трансформації освітніх установ;
d. оцінювання результативності освітніх реформ у регіонах.

2. *Порівняльний аналіз та моніторинг освітніх показників у розрізі регіонів.*

Порівняння, наприклад, регіонів на рівні NUTS 2 дозволяє:

a. відстежувати успіхи освітніх програм;
b. визначати локації, де інноваційні підходи працюють найкраще;
c. формувати регіональні рейтинги для потреб управлінців, зокрема щодо інноваційної активності в освіті.

3. *Підвищення якості та ефективності стратегічного, тактичного та оперативного планування освітньої діяльності*.

a. використання інформації NUTS дає змогу більш ефективно залучати фінансування, інвестиції в освітню галузь. Наприклад, у ЄС розподіл коштів із структурних та інвестиційних фондів відбувається саме за рівнями NUTS. Аналогічний підхід варто використовувати і в Україні:
b. порівняльний аналіз регіонів (на рівні NUTS 2 або 3) може визначати вибрані пріоритети для інвестицій в освіту (зокрема для регіонів, що відстають);

с. розробка проєктів інноваційного навчання також може бути адаптована під регіональну структуру NUTS, зокрема для участі в міжнародних програмах (Erasmus+, Horizon Europe та ін.).

У Табл. 2 структуровано взаємозв'язок інструментарію NUTS та властивостей інноваційного освітнього менеджменту.

Таблиця 2

Структура взаємозв'язку інструментарію NUTS та інноваційного освітнього менеджменту

Управлінський компонент	**Внесок від використання інструментарію NUTS**	**Додаткові властивості інноваційного освітнього менеджменту**
Стратегія	Регіональна структура	Гнучкість та адаптивність
Оцінювання	Різнорівнева регіональна статистика	Покращені цифрові інструменти моніторингу
Імплементація	Прив'язка до територій	Нові формати та технології
Стійкість	Підтримка регіонального балансу	Можливості швидкого реагування в кризових умовах

Джерело: розроблено авторами

Розглянемо можливості застосування інструментарію NUTS в освітньому управлінні.

1. *Оптимальне регіональне планування інновацій.* Інструментарій NUTS дає змогу локалізувати освітні виклики. Наприклад, виявляється, що в одному регіоні є нестача вчителів, в іншому – проблеми з доступом до Інтернету. У цьому разі інноваційний освітній менеджмент може використати ці дані для таргетованої цифровізації, реструктуризації та інвестицій.

2. *Оптимальне оперативне та тактичне освітнє управління.* В умовах війни, пандемії чи катастроф інструментарій NUTS допомагає:

- оцінювати рівень постраждалих територій (за освітою, міграцією, інфраструктурою);
- вибудовувати гнучкі моделі управління школами та вишами на основі конкретної інформації про ці заклади;
- пріоритизувати фінансування та підтримку за регіональною ознакою тощо.

3. *Більш швидка адаптація освітньої політики.* Інструментарій NUTS є основою для розробки специфічних регіональних стратегій:

- цифрова трансформація шкіл у NUTS 2 регіонах з високим відтоком населення;
- мобільні форми освіти для NUTS 3, які постраждали від руйнувань;
- розвиток дуальної та дистанційної освіти в прикордонних NUTS 2-регіонах.

У Табл. 3. формалізовано виклики та рішення щодо використання інструментарію NUTS в у освітньому управлінні.

Таблиця 3

Виклики та рішення щодо використання інструментарію NUTS в освітньому управлінні

Виклик	**Приклад**	**Рішення інноваційного менеджменту**	**Роль інструментарію NUTS**
Масове переміщення населення, зокрема здобувачів освіти	Внутрішня міграція → перевантаження шкіл у безпечних регіонах	Створення гнучких форм навчання (онлайн, хаби)	Визначення географічної локації переміщених учнів

Втрати інфраструктури	Зруйновані школи/вузівські корпуси	Тимчасове розміщення шкіл, LMS	Визначення регіонів, що постраждали (NUTS2, NUTS3)
Цифрова нерівність	Нерівний доступ до інтернету у об’єктів рівня NUTS 3	Впровадження мобільних цифрових класів	Представлення порівняльного аналізу регіонів щодо ІТ-доступу
Криза професійної комунікації та кадровий дефіцит	Порушення управлінських та педагогічних зв'язків	Перепідготовка вчителів, розподіл навантаження	Оцінка потреб у розрізі територій

Джерело: розроблено авторами

Авторами змодельовано декілька умовних прикладів взаємозв’язку інструментарію NUTS та сучасних інформаційних технологій при використанні в інноваційному освітньому менеджменті в Україні, а також виокремлено практичне значення цього взаємозв’язку. Один із них представлено в Табл. 4.

Таблиця 4

Інтеграція інструментарію NUTS та сучасних ІТ у системі інноваційного освітнього менеджменту

Рівень NUTS	**Приклад регіонального рівня**	**Можливості сучасних ІТ**	**Мета управління**	**Роль інструментарію NUTS**	**Вплив на управлінську функцію**
NUTS 1	Центральний макрорегіон	Впровадження єдиного LMS на рівні області	Здійснення централізації та контролю	Територіальна прив’язка	Покращення діагностики
NUTS 2	Область чи велике місто	BI-панель моніторингу якості освіти	Проведення порівняльного аналізу	Диференціація в розрізі регіонів	Точніше прогнозування
NUTS 3	Підрегіон із 3-4 районами	Віртуальна платформа для вчителів та батьків	Підвищення залученості стейкхолдерів	Виділення найбільш вразливих територій; порівняльний аналіз за рівнями NUTS	Швидке реагування; оцінка ходу реформ

Джерело: розроблено авторами

Ілюстративно промоделюємо можливості використання сучасних інформаційних технологій у сфері освіті в контексті обґрунтування їх внесення до арсеналу інноваційного освітнього менеджменту в Україні у випадку майбутньої наявності даних у форматі NUTS.

На Рис.1 наведено результати авторського дескриптивного моделювання з використанням SOMKohonen(програмне забезпечення Deductor Studio Academic) для пошуку кластерів.

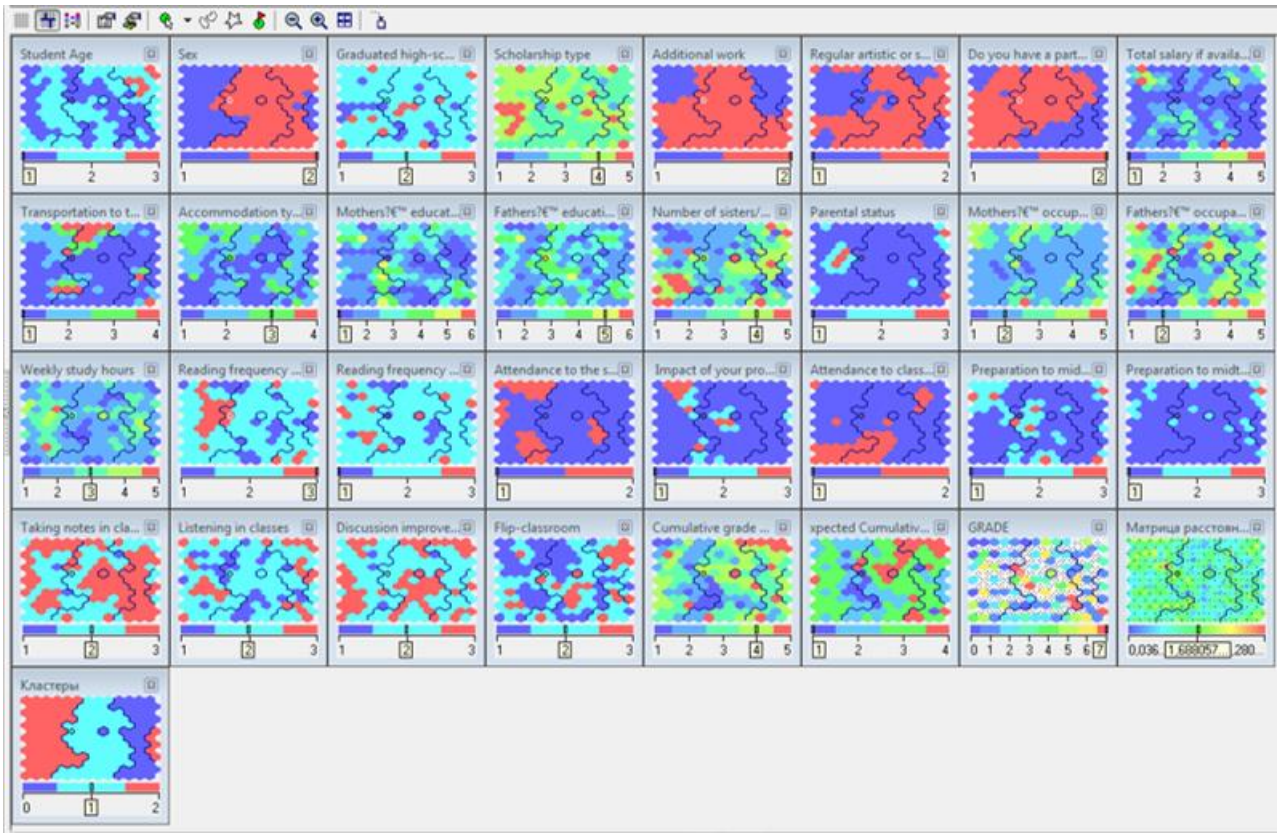

Рис. 1. Приклад виконаного неієрархічного кластерного аналізу освітніх даних. Джерело: авторські результати моделювання з використанням даних https://archive.ics.uci.edu/dataset/856/higher+education+students+performance+evaluation та програмного забезпечення Deductor Studio Academic

Отримані карти відображають просторове групування здобувачів освіти за різними показниками освітніх характеристик та соціально-демографічних чинників. Кожна мінікарта відповідає окремій змінній із набору даних (вік здобувача освіти, стать, рівень освіти батьків, кількість годин самостійної роботи, відвідуваність занять, використання цифрових технологій тощо) та демонструє належність об'єктів до відповідних кластерів.

Різнокольорові зони на картах ілюструють відмінності між виділеними кластерами:

- сині та зелені області відображають групи з більш подібними характеристиками;
- червоні зони концентрують крайні або відмінні значення за окремими параметрами.

У такий спосіб візуалізація виявляє не лише основні групи здобувачів освіти з близькими освітніми траєкторіями, але й регіони, де існують істотні відмінності (наприклад, за рівнем освітньої активності чи соціального капіталу сім'ї). Нижня панель відображає інтегровану кластерну карту, що узагальнює результати багатовимірного аналізу та може бути використана для подальшої деталізації освітніх стратегій і управлінських рішень.

З методологічної точки зору подібний підхід може інтегруватися до просторово-територіальних класифікацій, передбачених NUTS. Це відкриває можливість групувати здобувачів освіти за освітніми характеристиками та ідентифікувати регіони з подібними чи контрастними освітніми профілями. Використання таких інтелектуальних технологій у поєднанні з інструментарієм NUTS створює основу для розробки більш обгрунтованих стратегій інноваційного освітнього менеджменту в Україні.

На Рис. 2 представлено візуалізацію графа сконфігурованої та тренованої глибинної нейронної мережі, розробленої для прогнозування академічного відставання

здобувачів освіти. Вхідні параметри (соціально-демографічні характеристики, навчальні результати, відвідуваність занять, фінансові фактори тощо) відображені зліва, вихідні змінні – справа. Зв'язки між ними ілюструють процес обробки даних багатошаровою нейронною мережею, яка поступово здійснює «навчання» на основі вхідних даних.

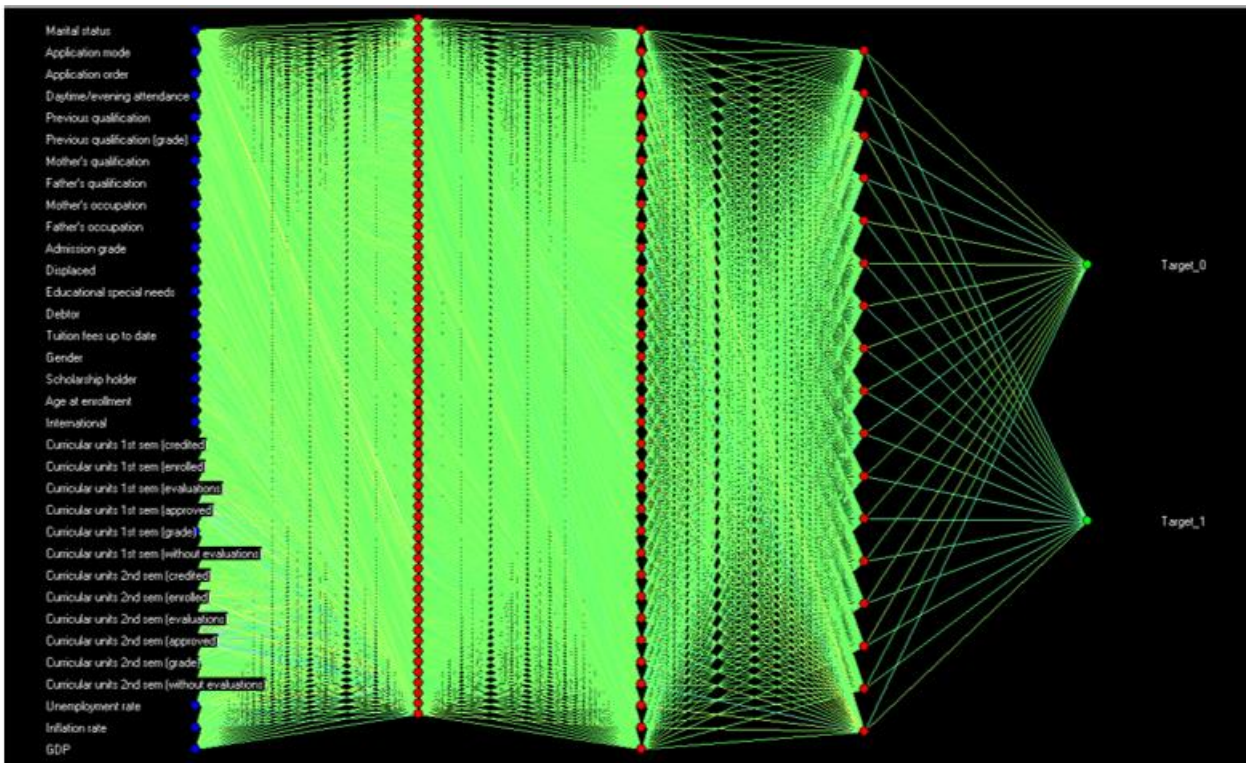

Рис. 2. Візуалізація графа конфігурованої авторами та тренованої глибокої нейронної мережі для прогнозування академічної неуспішності здобувачів освіти.
Джерело: авторські результати моделювання із використанням даних https://archive.ics.uci.edu/dataset/697/predict+students+dropout+and+academic+success та програмного забезпечення Deductor Studio Academic

Подібна модель дозволяє виявляти здобувачів освіти з підвищеною ймовірністю академічних труднощів, формувати систему раннього попередженн неуспішності та впроваджувати цільові заходи підтримки. Це посилює потенціал сучасних інтелектуальних технологій у сфері освітнього менеджменту, оскільки вони здатні підсилити традиційні механізми моніторингу та управління шляхом створення системи прийняття рішень на основі даних.

З методологічного погляду, аналогічні алгоритми можуть бути природньо узгоджені з вимогами просторово-територіальної класифікації NUTS. Це створює умови для побудови прогностичних моделей у розрізі регіонів, опускаючись до рівня окремих здобувачів освіти. Це дає можливість виявляти освітні ризики, прогнозувати диспропорції та формувати регіонально орієнтовані стратегії інноваційного розвитку освітньої галузі.

Як відображення можливого результату ефективного використання дескриптивних BI технологій проведено авторський ієрархічний кластерний аналіз регіонів NUTS 1 у розрізі країн ЄС та України за сукупністю освітніх показників 2022 року (Рис. 3).

Для моделювання використано метрику «City-block (Manhattan)» для об'єднання векторних ознак у кластери та метод Уорда (Ward'smethod) для обчислення відстаней між кластерами.

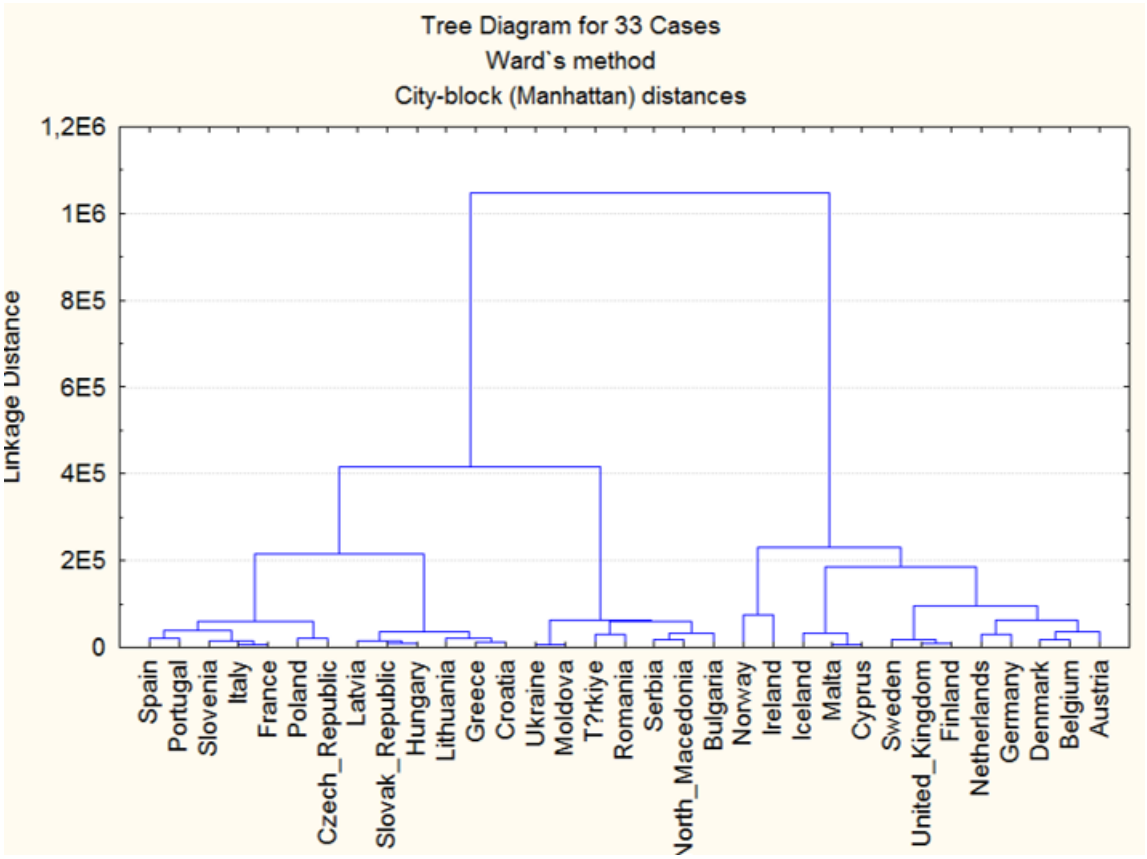

Рис. 3. Результат використання дескриптивних BI технологій для ієрархічного кластерного аналізу регіонів NUTS 1.

Джерело: авторські результати моделювання з використанням програмного забезпечення Statistica 7.0

Отримана дендрограма відображає подібності та відмінності між країнами за їх освітнім профілем. Як видно, найбільш близькі за показниками країни формують компактні групи (кластеризація на нижчих рівнях дерева), тоді як суттєві відмінності призводять до утворення віддалених гілок. Це дає змогу виділяти регіональні блоки з подібними характеристиками освітніх систем та виробляти регіонально орієнтовані стратегії управління.

Методологічно подібний аналіз забезпечує основу для ідентифікації «кластерів освітньої подібності» у межах макрорегіонів, що узгоджується з концепцією NUTS і сприяє пошуку інноваційних управлінських рішень у сфері освіти.

Використання інструментарію NUTS може виявляти низку важливих освітніх характеристик, зокрема:

- низький рівень цифрової грамотності в регіонах, що індикує необхідність таргетованого посилення методичної підтримки;
- слабкість ІКТ-інфраструктури, що свідчить про необхідність додаткового фінансування на навчальне обладнання;
- низька успішність, що свідчить про необхідність додаткового аналізу, використання методів аналітики поведінки та відповідної адаптації навчальних матеріалів.

Використання ж сучасних інтелектуальних інформаційних технологій додатково дає змогу:

- виявити регіональні відмінності в реальному часі;
- оцінити необхідність динамічного коригування освітньої політики;

– побудувати віртуальні цифрові моделі навчальних закладів та систем;
– формувати ризикоорієнтовані підходи в управлінні якістю та доступністю освіти в розрізі мікро- та макрорегіонів, а не усереднено по країні.

У Табл.5 узагальнено переваги інтеграції інтелектуальних інформаційних технологій та можливостей NUTS в освітньому менеджменті.

Таблиця 5

Приклади спільного застосування сучасних ІТ-технологій та інструментарію NUTS у сфері освітнього менеджменту

Освітня проблема	Рекомендовані ІТ	Прив'язка до NUTS	Очікувані переваги
Евакуація дітей	e-Register та AI для розподілу по школах	NUTS 3: облік прийому регіональними школами	Рішення приймаються в розрізі регіонів, а не усереднено
Втрата шкіл	Дрон-моніторинг та супутникові дані	Геомітки руйнувань (NUTS 3)	Можливість публічного моніторингу; швидка цифрова реакція
Онлайн-навчання	Автоматична LMS з адаптацією	Адаптація до інтернет-доступу в регіоні (за NUTS)	Швидкий перехід між стратегіями при зміні ситуації
Освітні втрати, зниження якості	BI-аналітика успішності	Порівняння регіонів NUTS 2	Використання реальних регіональних даних

Джерело: розроблено авторами

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Комплексна інтеграція сучасних інформаційних технологій та інструментарію NUTS є важливим фактором у забезпеченні подальшого розвитку інноваційного менеджменту в освіті України. Спільне застосування інструментарію NUTS, який дає географічну локалізацію закладів освіти, та сучасних ІТ-технологій, які дають можливість моделювання від регіонального рівня до персоналізації здобувачів освіти, ідентифікації їхніх проблем і досягнень, створюють новий поштовх для розвитку інноваційного освітнього менеджменту, зокрема в частині щодо розподілу педагогічних, методичних, фінансових ресурсів, тобто врахування економічного аспекту. Загалом це дає новий поштовх для інноваційного освітнього управління і створення більш стійкої, справедливої та адаптивної освітньої системи, орієнтованої на регіональну та соціальну справедливість, покращення доступу громадян країни до освіти.

Цей синергетичний ефект набуває ще більшого значення в кризових умовах, коли необхідно швидко локалізувати освітні проблеми, правильно розподілити ресурси з урахуванням територіальних особливостей, переосмислити формат управління та навчання в кожному регіоні.

У роботі показано на конкретних прикладах, що освітнє моделювання з використанням програмного забезпечення Deductor Studio Academic природньо інтегрується з вимогами NUTS і може використовуватись для вирішення багатьох завдань інноваційного менеджменту в кризових умовах. Використання подібних інноваційних інформаційних технологій, прив'язаних до регіональної структури NUTS,

посилить ефективність управління, дасть змогу адаптувати стратегії до територіальних відмінностей, формувати основу для сталого розвитку освітньої системи.

Отже, у роботі обґрунтовано, що територіально орієнтоване управління може бути гнучким і працювати навіть в умовах кризи за рахунок того, що використовуються інноваційні інформаційні технології, які стають невід'ємними інструментами адаптації та стійкості, а інструментарій NUTS дає змогу забезпечити більш справедливий розподіл ресурсів, планування та аналіз з урахуванням реальних регіональних потреб. Така взаємодія формує архітектуру розумної, інклюзивної та керованої освіти, навіть у найнестабільніших умовах. Загалом зв'язок між інтелектуальними інформаційними технологіями та інструментарієм NUTS відкриває нові можливості для подальшого системного впровадження інновацій, більш справедливого розподілу ресурсів, регіонального моніторингу управлінської ефективності, побудови стійких, розумних освітніх екосистем. Ефективне управління освітою в кризових ситуаціях цілком можливе, якщо воно базується на даних, нових інформаційних технологіях, має адаптивну, чутливу до регіональних вимірів компоненту, пов'язану із NUTS.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] I. Hrashchenko and S. Krasniuk, "Problems of regional development of Ukraine under globalization process," *Visnyk Mizhnarodnoho Humanitarnoho Universytetu. Seriia: Ekonomika i Menedzhment*, no. 11, pp. 26–32, 2015.

[2] М. Науменко, "Сучасні концепції інноваційного менеджменту на підприємствах," *Наукові інновації та передові технології*, no. 6(34), 2024. doi: 10.52058/2786-5274-2024-6(34)-435-449.

[3] M. Krasnyuk, Yu. Kulynych, I. Hrashchenko, S. Krasniuk, S. Goncharenko, and T. Chernysh, "Innovative management information system in post-crisis economic conditions on emerging markets," in *Moderní aspekty vědy – Modern aspects of science*, vol. XXXVII, Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2023, pp. 185–203.

[4] V. Tuhaienko and S. Krasniuk, "Effective application of knowledge management in current crisis conditions," *Міжнародний науковий журнал Grail of Science*, no. 16, pp. 348–358.

[5] В. Ф. Ситник and М. Т. Краснюк, "Політика управління знаннями нафтогазової компанії як ключовий фактор підвищення її ефективності," *Проблеми формування ринкової економіки: Міжвідомчий науковий збірник*, no. 10, О. О. Беляєв, Ed. Київ: КНЕУ, 2002.

[6] B. Abykanova et al., "The use of modern information technologies in the educational process," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, vol. 7, no. 2, 2020.

[7] Z. Tuksanova and E. Nazarov, "Effective use of innovative technologies in the education system," *Internauka*, no. 16-3, pp. 30–32, 2020.

[8] T. Miroshnikova, "Innovative technologies in education," *E3S Web of Conferences*, vol. 210, p. 18135, 2020.

[9] E. Goh and M. Sigala, "Integrating information & communication technologies (ICT) into classroom instruction: Teaching tips for hospitality educators from a diffusion of innovation approach," *Journal of Teaching in Travel & Tourism*, vol. 20, no. 2, pp. 156–165, 2020.

[10] X. Xie, K. Siau, and F. F. H. Nah, "COVID-19 pandemic – online education in the new normal and the next normal," *Journal of Information Technology Case and Application Research*, vol. 22, no. 3, pp. 175–187, 2020.

[11] M. I. Qureshi et al., "Digital technologies in education 4.0: Does it enhance the effectiveness of learning?," 2021.

[12] K. Stecuła and R. Wolniak, "Advantages and disadvantages of e-learning innovations during COVID-19 pandemic in higher education in Poland," *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 8, no. 3, p. 159, 2022.

[13] V. Starko et al., "Information technologies in education: Current realities and development trends," *International Journal of Computer Science and Network Security*, no. 3, pp. 547–552, 2022.

[14] K. Okoye et al., "Impact of digital technologies upon teaching and learning in higher education in Latin America: An outlook on the reach, barriers, and bottlenecks," *Education and Information Technologies*, vol. 28, no. 2, pp. 2291–2360, 2023.

[15] B. A. Akhmedov et al., "Innovative pedagogical technologies in the modern educational system," *World Bulletin of Social Sciences*, vol. 19, pp. 107–112, 2023.

[16] C. W. Hoerudin et al., "E-learning as a learning media innovation in Islamic education," *QALAMUNA: Jurnal Pendidikan, Sosial, dan Agama*, vol. 15, no. 1, pp. 723–734, 2023.
[17] C. Guan, J. Mou, and Z. Jiang, "Artificial intelligence innovation in education: A twenty-year data-driven historical analysis," *International Journal of Innovation Studies*, vol. 4, no. 4, pp. 134–147, 2020.
[18] A. Herasymova, D. Chumachenko, and H. Padalko, "Development of intelligent information technology of computer processing of pedagogical tests open tasks based on machine learning approach," *MoMLeT+ DS*, pp. 121–131, 2020.
[19] H. Singh and S. J. Miah, "Smart education literature: A theoretical analysis," *Education and Information Technologies*, vol. 25, no. 4, pp. 3299–3328, 2020.
[20] K. A. Demir, "Smart education framework," *Smart Learning Environments*, vol. 8, no. 1, p. 29, 2021.
[21] С. О. Краснюк, "Data Science в освітньому менеджменті," in *Діалог культур у Європейському освітньому просторі*, Київ: КНУТД, 2024, pp. 217–221.
[22] S. Krasniuk, "KDD & knowledge management systems in crisis management of education," in *Діалог культур у Європейському освітньому просторі*, Київ: КНУТД, 2025, pp. 207–212.
[23] M. Liu and D. Yu, "Towards intelligent E-learning systems," *Education and Information Technologies*, vol. 28, no. 7, pp. 7845–7876, 2023.
[24] A. Kubis and L. Schneider, "Determinants of female migration – the case of German NUTS 3 regions," *IWH Discussion Papers*, no. 12/2007, 2007.
[25] A. Aristovnik, "Development of the information society and its impact on the education sector in the EU: Efficiency at the regional (NUTS 2) level," 2014.
[26] R. Castellano and A. Rocca, "Analyzing the gender gap in European labour markets at the NUTS-1 level," *Cogent Social Sciences*, vol. 5, no. 1, p. 1595294, 2019.
[27] K. Kopczewska, "Spatial machine learning: New opportunities for regional science," *The Annals of Regional Science*, vol. 68, no. 3, pp. 713–755, 2022.
[28] F. Banha, A. Flores, and L. S. Coelho, "NUTS III as decision-making vehicles for diffusion and implementation of education for entrepreneurship programmes in the European Union: Some lessons from the Portuguese case," *Education Sciences*, vol. 12, no. 7, p. 436, 2022.
[29] P. Filenta and D. Kydros, "The application of social network analysis to economic and regional development: Tertiary educational attainment by sex and NUTS 2 regions," *Studies in Business and Economics*, vol. 18, no. 2, pp. 124–139, 2023.
[30] Т. Р. Цалко and С. М. Невмержицька, "Оцінювання ризику в інноваційній діяльності," in *Актуальні проблеми в економіці, фінансах та управлінні: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції*, Одеса: Research Europe, 2023, pp. 92–94. [Електронний ресурс]. Доступно: https://researcheurope.org/product/book-31/.
[31] В. Б. Рогова and С. Л. Лондар, "Управлінські індикатори розвитку освіти SolidInfo як чинник підвищення ефективності державної освітньої політики," *Освітня аналітика України*, vol. 16, no. 5, pp. 5–17, 2021. https://doi.org/10.32987/2617-8532-2021-5-5-17.

Матеріал надійшов до редакції 16.11.2025р.

ВНЕСОК АВТОРІВ

Концептуалізація: Сергій Лондар
Курування даних: Олександр Босенко, Лідія Лондар, Богдан Тішков, Іван Гайдук,
Аналіз: Сергій Лондар, Андрій Литвинчук
*Дослідження:*Іван Гайдук, Олександр Босенко, Лідія Лондар, Богдан Тішков
Адміністрування проєкту: Сергій Лондар, Андрій Литвинчук
Написання, рецензування та редагування: Сергій Лондар
Написання, оригінальний текст: Сергій Лондар, Андрій Литвинчук, Олександр Босенко

Автори не отримували фінансування для цього дослідження.

DIGITAL NUTS TOOLS IN THE DEVELOPMENT OF INNOVATIVE EDUCATIONAL MANAGEMENT IN UKRAINE

Serhiy Londar
Doctor of Economics, Professor
First Deputy Director for Research, State Scientific Institution "Institute of Educational Analytics," Kyiv, Ukraine
ORCID ID 0000-0003-1838-288X
londar.sergiy@gmail.com

Andrii Lytvynchuk
PhD in Economics
Director, State Scientific Institution "Institute of Educational Analytics," Kyiv, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-7523-558X
litvinchuk.andrew@gmail.com

Oleksandr Bosenko
PhD in Economics
Research Fellow, State Scientific Institution "Institute of Educational Analytics," Kyiv, Ukraine
ORCID ID 0009-0004-3414-8908
bosenkooleksandr@gmail.com

Lidiia Londar
PhD in Economics, Associate Professor
Leading Research Fellow, State Scientific Institution "Institute of Education Content Modernization," Kyiv, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-0873-5664
londarlidia@gmail.com

Ivan Haiduk
PhD in Economics
Research Fellow, State Scientific Institution "Institute of Educational Analytics," Kyiv, Ukraine
ORCID ID 0000-0003-3144-1469
gaiduk94ivan@gmail.com

Bohdan Tishkov
PhD in Economics, Associate Professor
Head of the Department of Information Systems in Economics, Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman, Kyiv, Ukraine
ORCID ID 0000-0003-3381-9103
tishcov_b@kneu.edu.ua

Abstract. This article examines the pathways for shaping innovative educational management in the new conditions of Ukraine through the use of modern intelligent information technologies within the framework of new European approaches to the NUTS territorial classification (Nomenclature of Territorial Units for Statistics). The relevance of the topic is determined by the presence of extreme challenges facing the modern education system, including pandemics, wars, climate change, the mass migration of schoolchildren and teachers, manifestations of digital inequality, and regional disparities in access to educational resources. Under these transformations of the educational environment, educational management requires substantial reconfiguration and enhanced effectiveness, which can be achieved only on an innovative basis, with due consideration of evidence-based data, the application of intelligent digital solutions, and regional differentiation from the level of territorial communities to that of the country as a whole.

The paper presents examples of the use of intelligent technologies, in particular for the development of information and analytical platforms, decision support systems, and predictive modelling tools, which should constitute integral components of modern innovative educational management while necessarily taking into account the latest changes in the NUTS territorial classification in Ukraine. It is demonstrated that, under current conditions, particular importance is attached to the use of digital instruments for the systemic monitoring of educational processes, the analysis of regional disparities, and the forecasting of trends in the development of the educational system. The use of intelligent information technologies in combination with the NUTS spatial classification creates the conditions for the formation of integrated information and analytical education management systems

that ensure the prompt collection and processing of territorially relevant data, support more effective managerial decision-making, and enhance the transparency of educational policy.
The prospects for further research are substantiated with regard to the incorporation into innovative educational management of the toolkit of modern intelligent information technologies, including elements of artificial intelligence, machine learning, expert systems, fuzzy logic, and geoinformation analytics. The importance of applying educational intelligent information technologies in compliance with NUTS requirements for the development of effective educational governance under contemporary transformational crises is also substantiated.

Keywords: innovative educational management; intelligent information technologies in educational management; NUTS; modern IT technologies.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRASLITERATED)

[1] I. Hrashchenko and S. Krasniuk, "Problems of regional development of Ukraine under globalization process," *Visnyk Mizhnarodnoho Humanitarnoho Universytetu. Series: Economics and Management*, no. 11, pp. 26–32, 2015. (in English)
[2] M. Naumenko, "Modern concepts of innovative management in enterprises," *Scientific Innovations and Advanced Technologies*, vol. 6, no. 34, 2024. https://doi.org/10.52058/2786-5274-2024-6(34)-435-449. (in Ukrainian)
[3] M. Krasnyuk, Y. Kulynych, I. Hrashchenko, S. Krasniuk, S. Goncharenko, and T. Chernysh, "Innovative management information system in post-crisis economic conditions on emerging markets," in *Modern Aspects of Science: International Collective Monograph*, vol. XXXVII, Czech Republic: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2023, pp. 185–203. (in English)
[4] V. Tuhaienko and S. Krasniuk, "Effective application of knowledge management in current crisis conditions," *International Scientific Journal Grail of Science*, no. 16, pp. 348–358. (in English)
[5] V. F. Sytnyk and M. T. Krasniuk, "Knowledge management policy of an oil and gas company as a key factor in increasing its efficiency," *Problems of Market Economy Formation: Interdepartmental Scientific Collection*, vol. 10, Kyiv: KNEU, 2002. (in Ukrainian)
[6] B. Abykanova et al., "The use of modern information technologies in the educational process," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, vol. 7, no. 2, 2020. (in English)
[7] Z. Tuksanova and E. Nazarov, "Effective use of innovative technologies in the education system," *Internauka*, no. 16-3, pp. 30–32, 2020. (in English)
[8] T. Miroshnikova, "Innovative technologies in education," *E3S Web of Conferences*, vol. 210, p. 18135, 2020. (in English)
[9] E. Goh and M. Sigala, "Integrating ICT into classroom instruction: Teaching tips for hospitality educators from a diffusion of innovation approach," *Journal of Teaching in Travel & Tourism*, vol. 20, no. 2, pp. 156–165, 2020. (in English)
[10] X. Xie, K. Siau, and F. F. H. Nah, "COVID-19 pandemic – online education in the new normal and the next normal," *Journal of Information Technology Case and Application Research*, vol. 22, no. 3, pp. 175–187, 2020. (in English)
[11] M. I. Qureshi et al., "Digital technologies in Education 4.0: Does it enhance the effectiveness of learning?," 2021. (in English)
[12] K. Stecuła and R. Wolniak, "Advantages and disadvantages of e-learning innovations during the COVID-19 pandemic in higher education in Poland," *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 8, no. 3, p. 159, 2022. (in English)
[13] V. Starko et al., "Information technologies in education: Current realities and development trends," *International Journal of Computer Science and Network Security*, no. 3, pp. 547–552, 2022. (in English)
[14] K. Okoye et al., "Impact of digital technologies upon teaching and learning in higher education in Latin America: An outlook on the reach, barriers, and bottlenecks," *Education and Information Technologies*, vol. 28, no. 2, pp. 2291–2360, 2023. (in English)
[15] B. A. Akhmedov et al., "Innovative pedagogical technologies in the modern educational system," *World Bulletin of Social Sciences*, vol. 19, pp. 107–112, 2023. (in English)
[16] C. W. Hoerudin et al., "E-learning as a learning media innovation in Islamic education," *QALAMUNA: Jurnal Pendidikan, Sosial, dan Agama*, vol. 15, no. 1, pp. 723–734, 2023. (in English)
[17] C. Guan, J. Mou, and Z. Jiang, "Artificial intelligence innovation in education: A twenty-year data-driven historical analysis," *International Journal of Innovation Studies*, vol. 4, no. 4, pp. 134–147, 2020. (in English)

[18] A. Herasymova, D. Chumachenko, and H. Padalko, “Development of intelligent information technology of computer processing of pedagogical test open tasks based on machine learning approach,” *MoMLeT+ DS*, pp. 121–131, 2020. (in English)
[19] H. Singh and S. J. Miah, “Smart education literature: A theoretical analysis,” *Education and Information Technologies*, vol. 25, no. 4, pp. 3299–3328, 2020. (in English)
[20] K. A. Demir, “Smart education framework,” *Smart Learning Environments*, vol. 8, no. 1, p. 29, 2021. (in English)
[21] S. O. Krasniuk, “Data Science in educational management,” in *Dialogue of Cultures in the European Educational Space: Proc. IX Int. Conf.*, Kyiv: KNUTD, 2024, pp. 217–221. (in Ukrainian)
[22] S. Krasniuk, “KDD & knowledge management systems in crisis management of education,” in *Dialogue of Cultures in the European Educational Space: Proc. X Int. Conf.*, Kyiv: KNUTD, 2025, pp. 207–212. (in English)
[23] M. Liu and D. Yu, “Towards intelligent e-learning systems,” *Education and Information Technologies*, vol. 28, no. 7, pp. 7845–7876, 2023. (in English)
[24] A. Kubis and L. Schneider, “Determinants of female migration – the case of German NUTS 3 regions,” *IWH Discussion Papers*, no. 12/2007, 2007. (in English)
[25] A. Aristovnik, “Development of the information society and its impact on the education sector in the EU: Efficiency at the regional (NUTS 2) level,” 2014. (in English)
[26] R. Castellano and A. Rocca, “Analyzing the gender gap in European labour markets at the NUTS-1 level,” *Cogent Social Sciences*, vol. 5, no. 1, p. 1595294, 2019. (in English)
[27] K. Kopczewska, “Spatial machine learning: New opportunities for regional science,” *The Annals of Regional Science*, vol. 68, no. 3, pp. 713–755, 2022. (in English)
[28] F. Banha, A. Flores, and L. S. Coelho, “NUTS III as decision-making vehicles for diffusion and implementation of education for entrepreneurship programmes in the EU: Lessons from Portugal,” *Education Sciences*, vol. 12, no. 7, p. 436, 2022. (in English)
[29] P. Filenta and D. Kydros, “The application of social network analysis to economic and regional development: Tertiary educational attainment by sex and NUTS 2 regions,” *Studies in Business and Economics*, vol. 18, no. 2, pp. 124–139, 2023. (in English)
[30] T. R. Tsalko and S. M. Nevmerzhytska, “Risk assessment in innovation activity,” in *Current Issues in Economics, Finance, and Management: Proc. Int. Sci.-Pract. Conf.*, Odesa: Research Europe, 2023, pp. 92–94. [Online]. Available: https://researcheurope.org/product/book-31/. (in Ukrainian)
[31] V. Rogova and S. Londar, “Prospects for the establishment of a systemof educational management indicators (solid info) as a factor for improving the effectivenessof state education policy,” *Educational analytics of Ukraine*, vol. 16, no. 5, pp. 5–17, 2021. https://doi.org/10.32987/2617-8532-2021-5-5-17. (in Ukrainian)

This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.