

УДК 37.014:004:519.8(477)

DOI: 10.31673/2412-9070.2026.017411

Я. Д. СОЛОГУБ, студент;

ORCID: 0009-0008-5408-9246

Р. К. НАФЄЄВ, канд. фіз.-мат. наук, доцент,

ORCID: 0000-0003-2721-9718

Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ

**МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ В КОНТЕКСТІ СТВОРЕННЯ
НАЦІОНАЛЬНИХ ОСВІТНІХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

У статті ґрунтовно досліджуються методологічні засади системного аналізу як фундаментальної наукової бази для проектування, інтеграції та подальшого розвитку національних освітніх інформаційних систем (ІС) в Україні. Актуальність роботи зумовлена необхідністю переходу від фрагментарної цифровізації до побудови цілісної екосистеми. На основі глибокого аналізу нормативно-правових актів, вивчення передового міжнародного досвіду та наукового доробку вітчизняних і закордонних дослідників, авторами ідентифіковано ключові структурні проблеми та «вузькі місця» наявної національної цифрової освітньої екосистеми.

Для вирішення окреслених проблем застосовано комплексний методологічний апарат, що включає системно-структурний, функціонально-процесний, порівняльний та експертний аналіз. Це дозволило розробити модель цільової архітектури освітніх ІС, яка відповідає сучасним викликам. Центральним елементом пропозиції є концепція побудови національного освітнього дата-центру. Ця структура базується на принципах інтероперабельності (здатності систем до взаємодії), відкритості даних, модульності архітектури та підході data - driven governance (управління на основі даних).

Важливим практичним результатом системного аналізу стало формулювання математичної формули ефективності освітніх ІС. Запропонована модель поєднує показники якості даних, рівень інтеграції підсистем та оцінку ризиків функціональної несумісності. У висновках аргументовано, що системний підхід має стати не просто допоміжним методом, а базовим інструментом реалізації державної політики цифрової трансформації освіти, забезпечуючи її стійкість та адаптивність.

Ключові слова: системний аналіз; освітні інформаційні системи; цифрова трансформація освіти; інтероперабельність; аналітичний модуль; відкриті дані; управління на основі даних.

Вступ

У сучасних умовах цифрової трансформації системи освіти України та впровадження принципів відкритого врядування актуалізується потреба у створенні ефективних, масштабованих і взаємопов'язаних інформаційних систем (ІС), здатних забезпечити комплексний збір, аналітичну обробку та використання освітніх даних.

В умовах широкомасштабної війни та одночасного прискорення євроінтеграційного процесу, Україна стикається з необхідністю не лише формальної та технічної модернізації системи освіти, а й ґрунтовного концептуального переосмислення підходів до розроблення, функціонування та впровадження освітніх ІС. В умовах воєнного стану інформаційні системи набувають особливого значення для забезпечення безперервності освітнього процесу та ефективного управління освітніми ресурсами. У цьому контексті системний аналіз дає змогу розглядати освітню ІС як цілісну соціотехнічну конструкцію, в якій поєднуються технології, нормативно-правове підґрунтя, організація освітнього процесу, ролі користувачів та структура даних. Такий підхід допомагає впорядкувати складність системи, окреслити її ключові вузли та зрозуміти, як саме вони впливають на якість управління й доступність освітніх послуг. Так, сис-

темний аналіз дає можливість своєчасно виявляти проблемні зони, формулювати як функціональні, так і нефункціональні вимоги до нових рішень, а також оцінювати їх відповідність міжнародним стандартам і практикам.

Системний аналіз при цьому виступає ключовим інструментом формування стійкої цифрової інфраструктури, здатної адаптуватися до кризових викликів, забезпечити точний облік учнів, моніторинг доступу до освіти внутрішньо переміщених осіб і цільовий розподіл ресурсів. Комплексне застосування системного підходу сприяє подоланню фрагментації між державними і недержавними приватними системами, формуванню методологічного підґрунтя для створення національного інтегрованого освітнього цифрового середовища. У період воєнної нестабільності особливої ваги набуває впровадження уніфікованих рішень, що забезпечують цілісність і безпеку даних, гнучкість управління та відповідність міжнародним стандартам як основу для сталого функціонування та відновлення системи освіти у післявоєнний період.

Аналіз літературних даних і постановка проблеми

На сьогодні в Україні функціонує низка державних і недержавних освітніх ІС, що охоплюють управлінські та освітні процеси. Серед них ключову роль відіграє Програмно-апаратний комплекс «Автоматизований інформаційний комплекс освітнього менеджменту» (ПАК «АІКОМ»). ПАК «АІКОМ» є інформаційно-аналітичною платформою, призначеною для використання суб'єктами освітньої діяльності з метою підвищення ефективності управління закладами дошкільної, загальної середньої, позашкільної, професійної (професійно-технічної) та фахової передвищої освіти. Її функціонал охоплює накопичення, збереження та автоматизовану обробку освітньої статистики, що використовується, зокрема, для розподілу коштів освітньої субвенції, ведення обліку дітей дошкільного та шкільного віку, формування переліків підручників, електронного документообігу, фінансової звітності та обліку педагогічних кадрів і матеріально-технічної бази закладів освіти [1].

Поряд із державними цифровими рішеннями, на ринку активно працює низка приватних платформ, зокрема Eddy, Єдина школа, Human, Нові знання та інші. Вони забезпечують ведення електронних журналів і щоденників, формування розкладів, комунікацію між школою та батьками, а також базову аналітику щодо успішності та відвідуваності учнів. Також функціонує інший сегмент ІС, серед яких Всеосвіта, Prosvita та ОІС «Навчання і Технології», що зосереджені на створенні навчального контенту, підвищенні кваліфікації педагогів та наданні доступу до онлайн-курсів, бібліотек і тестових ресурсів. У свою чергу, функціонують освітні ІС, які насамперед орієнтовані на цифрове управління, зокрема Smart School, державна «Мрія» тощо. Ці ІС підтримують електронний документообіг та взаємодію з державними реєстрами. У своїй сукупності ці рішення демонструють значний потенціал для інтеграції у національне цифрове освітнє середовище за наявності уніфікованих стандартів і системного підходу [2].

Разом з тим, поряд з активним розвитком цифрових рішень у сфері освіти, нинішня екосистема освітніх ІС залишається роздрібною та недостатньо узгодженою. Різні платформи часто дублюють одна одну, працюють за власними правилами та майже не забезпечують інтероперабельності. Через це виникають технічні розриви, ускладнюється робота користувачів, зростає навантаження на школи й органи управління, а якість управлінських рішень помітно знижується. Така ситуація демонструє потребу в єдиному методологічному підході до проектування та функціонування освітніх ІС, від визначення вимог до функціоналу і архітектури до стандартів сумісності й роботи з даними. Спільні принципи системного підходу, системної інженерії та політики відкритих даних могли б створити основу для гармонізованого розвитку цифрового освітнього середовища та усунення наявних бар'єрів.

Водночас застосування системного аналізу в освітній сфері має свої методологічні виклики. Освітнє середовище включає багато стейкхолдерів із різними інтересами, рівнями відповідальності та управлінськими повноваженнями, що потребує поєднання знань з інформатики, управління освітою, права та аналітики даних. Саме тому важливо адаптувати системний підхід до освітньої специфіки і враховувати поліцентричний характер управління, де рішення формуються та реалізуються на кількох рівнях одночасно.

На сьогодні в науковій і прикладній літературі недостатньо розкриті методологічні аспекти застосування системного аналізу саме в контексті національних освітніх ІС, зокрема в умовах багаторівневого управління, змішаних форм навчання (очна та дистанційна) та управління системою освіти України в умовах військової кризи. Передусім, бракує уніфікованої методології, яка поєднувала б моделювання процесів, аналіз даних, вимоги до інтеперабельності, ризику кібербезпеки та індикатори ефективності.

Зауважимо, що питання розробки, впровадження та розвитку інформаційних систем у сфері освіти активно досліджуються у контексті цифрової трансформації публічного управління та модернізації системи освіти. У міжнародній літературі переважають підходи, що поєднують системну інженерію, інформаційний менеджмент та принципи відкритих даних. Зокрема, дослідження UNESCO (2021) [3], OECD (2020) [4] та World Bank (2022) [5] підкреслили важливість стратегічного дизайну національних ІС, що базуються на прозорості, інтеперабельності та доступності даних.

У науковому дискурсі останніх років помітним є зростання інтересу до прикладного системного аналізу освітніх ІС. Selwyn (2016) [6] у своїй праці "Education and Technology: Key Issues and Debates" аналізує взаємозв'язок між освітніми політиками, цифровими платформами та інституційною структурою, акцентуючи на системній природі технологічних змін у сфері освіти.

Українські науковці, зокрема С. Лондара, Г. Терещенко та С. Мельника, у публікаціях Інституту освітньої аналітики (2022) наголошують на необхідності системного підходу до інтеграції державних ІС, уніфікації реєстрів та формалізації процедур моніторингу якості освіти. Зокрема, описано виклики, пов'язані з розрізненістю цифрових рішень та недостатнім використанням аналітичного потенціалу освітніх даних [7].

Мета дослідження

У такому контексті мета цієї статті полягає в тому, щоб визначити методологічні засади системного аналізу, які можна застосовувати під час проєктування, інтеграції та подальшого розвитку національних ІС у сфері освіти. Таке уточнення дає змогу окреслити ключові принципи, структурно-функціональні підходи та аналітичні інструменти, що можуть стати основою для побудови цілісної цифрової освітньої інфраструктури України. Важливо, щоб ця інфраструктура була узгоджена з європейськими підходами до управління знаннями та освітніми даними, адже це забезпечує її сумісність, масштабованість і стійкість у довгостроковій перспективі.

Сумісність, масштабованість та довгострокова стійкість цифрової освітньої інфраструктури можлива лише за умови дотримання спільних принципів роботи з освітніми даними. З огляду на це у дослідженні застосовано комплекс методів системного аналізу, методологічних підходів та прикладних інструментів, які дозволяють міждисциплінарно оцінити процеси створення, впровадження й функціонування освітніх ІС в Україні, зокрема:

- системно-структурний аналіз використано для опису освітніх ІС як складних соціотехнічних утворень, за допомогою якого було визначено основні компоненти систем, характер їх взаємодії та рівні управління в межах національної цифрової інфраструктури освіти;
- функціонально-процесний підхід дав змогу моделювати повний життєвий цикл таких систем від формування вимог і проєктування до експлуатації, оцінювання результативності й подальшої модернізації;
- метод порівняльного аналізу використано для вивчення міжнародного досвіду застосування системного підходу, зокрема в таких країнах ЄС як Естонія, Фінляндія та Литва, що дало можливість виокремити методологічні принципи, які можуть бути адаптовані до українських умов;
- для аналізу нормативної бази, наукових публікацій, технічних регламентів та документації існуючих систем (передусім ПАК «АІКОМ» та ЄДЕБО) застосовано метод критичного огляду літератури, що дозволило виявити методологічні прогалини, а також недостатню інтеперабельність ІС;

- доповненням до аналізу став SWOT-підхід, який дозволив визначити сильні та слабкі сторони існуючих практик, а також можливості та загрози, пов'язані з цифровою трансформацією та європейською інтеграцією освітнього середовища України.

Результати дослідження

У ході дослідження встановлено, що архітектура освітніх ІС України має ознаки високої фрагментованості, що проявляється у розпорошеності даних, дублюванні функціональних модулів і відсутності уніфікованої логіки взаємодії між підсистемами. Кожна з наявних ІС формувалася у різні періоди та за різними організаційними моделями, часто без узгодження з єдиною державною цифровою стратегією, що призвело до структурної розбалансованості. Зокрема, ЄДЕБО орієнтована переважно на вищу освіту та вступні кампанії, ПАК «АІКОМ» виконує функції управлінської аналітики, забезпечуючи збір адміністративної звітності у сфері дошкільної, загальної середньої та позашкільної освіти, тоді як переважна більшість приватних ІС виконують фрагментарні функції, переважно забезпечують ведення електронних щоденників та журналів, а також не мають повного доступу до всіх первинних даних.

Втім все одно відбувається дублювання процесів введення інформації, паралельне ведення звітності у різних форматах і затримка при передаванні статистичних даних між рівнями управління.

Відсутність єдиного стандарту освітніх даних, синхронізованих довідників та уніфікованих протоколів інтеграції (передусім API) створює істотні бар'єри для оперативної аналітики та стратегічного планування у сфері освіти. Аналіз інформаційних потоків засвідчив, що близько 60 % даних про учнів дублюються щонайменше у двох-трьох різних системах, що призводить до помилок в ідентифікації, втрати актуальності показників і збільшення навантаження на операторів.

Для прикладу, дані про кількість учнів певного віку або потреби у підручниках можуть відрізнятися між звітами недержавних ІС та ПАК «АІКОМ», оскільки використовуються різні методи формування масивів та не забезпечено відповідної інтероперабельності.

Крім того, встановлено, що близько чверті закладів загальної середньої освіти вимушені одночасно користуватися трьома і більше інформаційними системами, які не мають міжсистемної інтеграції. Така практика призводить до перевантаження персоналу, виникнення розбіжностей у звітності, підвищення ризику технічних збоїв і втрати даних. У ряді випадків окремі муніципальні ІС (створені місцевими департаментами освіти) працюють із закритими базами даних, що не підлягають централізованому обміну.

Внаслідок цього управління освітою здійснюється не системно, без застосування єдиної системи індикаторів ефективності. У сукупності зазначені проблеми свідчать про потребу у розробленні цілісної архітектури освітніх ІС, побудованої за принципами інтероперабельності, відкритості даних, централізованої верифікації та узгодження із міжнародними моделями управління освітніми даними.

Узагальнена оцінка рівня інтеграції освітніх ІС в Україні наведена у таблиці.

Узагальнена оцінка рівня інтеграції освітніх ІС в Україні

Показник	ЄДЕБО	ІСУО	ПАК «АІКОМ»	Різні приватні ІС
Рівень охоплення закладів освіти	100% ЗВО	80% ЗЗСО	100% ЗЗСО	Близько 30% ЗЗСО
Інтеграція з державними реєстрами	часткова	обмежена	висока	відсутня
Відкритість даних (API, open data)	низька	середня	висока	середня
Стандартизований формат обміну даними	XML	XLSX/CSV	JSON/XML	різний
Потенціал масштабування	середній	низький	високий	середній

Побудована системна карта інформаційних потоків (рис. 1) показує, що ключовим елементом майбутньої архітектури національної освітньої інформаційної системи має стати єдиний аналітичний модуль (ЄАМ). Він виконує роль центрального вузла, який поєднує між собою всі підсистеми та джерела даних. Завдання цього модуля – це забезпечувати збір, узгодження, перевірку та аналітичну обробку інформації, що надходить із різних видових систем: від електронних журналів і LMS-платформ у закладах освіти до державних реєстрів населення, фінансів, соціального забезпечення та цифрової інфраструктури громад.

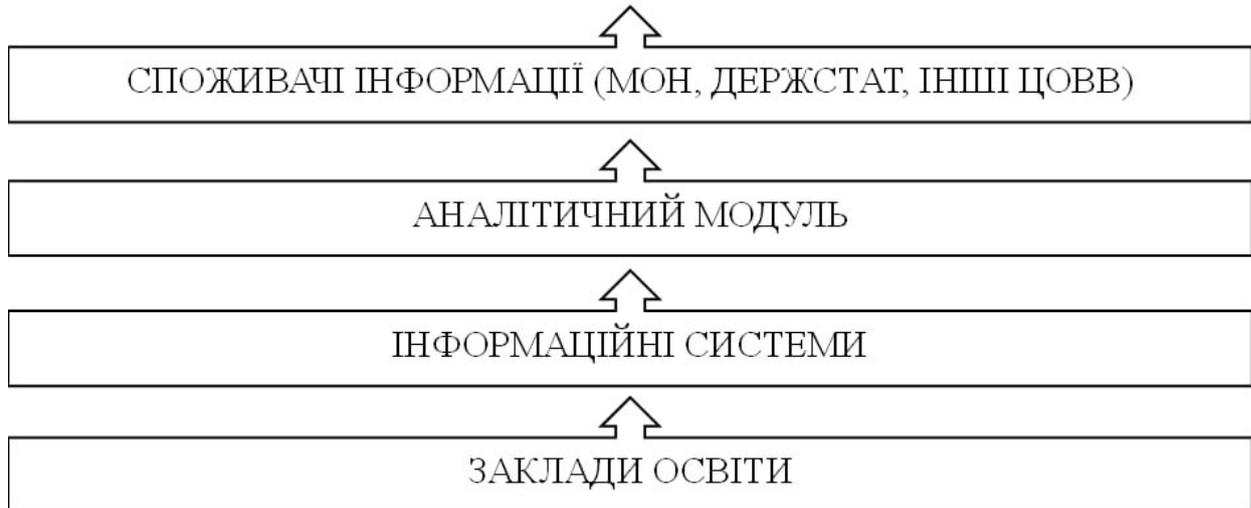


Рис. 1. Спрощена схема системної взаємодії освітніх ІС

У такій конфігурації ЄАМ функціонує не як просте сховище даних, а як інтелектуальна аналітична платформа. Вона може формувати показники результативності освітньої діяльності, будувати прогностичні моделі, створювати карти доступності освітніх послуг та генерувати дашборди, які допомагають органам управління приймати обґрунтовані та своєчасні рішення.

У структурному плані аналітичний модуль має складатися з кількох взаємопов'язаних шарів:

- інтеграційного шару (Integration Layer), який здійснює прийом даних через стандартизовані API, інтерфейси Trembita та канали безпечного обміну;
- логічного шару обробки (Logic Layer), що відповідає за трансформацію, валідацію, класифікацію та агрегування даних відповідно до національних і міжнародних освітніх стандартів (наприклад, ISCED, Eurostat, SDG4);
- аналітичного шару (Analytics Layer), який забезпечує формування звітів, індикаторів, аналітичних панелей і прогностичних моделей за допомогою інструментів ВІ (Business Intelligence);
- шару користувацького доступу (User Layer), орієнтованого на різні категорії користувачів (МОН, місцеві органи управління освітою, керівництво закладів освіти, аналітики, громадськість).

Системна карта потоків показала, що на сьогодні лише частина з цих каналів існує в реальності і більшість даних переміщується у ручному режимі або за допомогою неуніфікованих файлів. Виявлено, що найслабшою ланкою є інтеграція з демографічними реєстрами, базами даних внутрішньо переміщених осіб (ІПН, ЄДДР), а також обмін інформацією між фінансовими й освітніми підсистемами. Саме ці розриви у потоках даних створюють перешкоди для комплексного аналізу таких важливих показників, як охоплення освітою, забезпечення педагогічними кадрами, використання субвенцій, ефективність програм інклюзивної освіти тощо.

В ідеальній моделі, яка відповідає принципам «data-driven governance», аналітичний модуль має функціонувати як національний освітній дата-центр, що забезпечує не лише збирання

й збереження даних, а й автоматичну верифікацію, розмежування прав доступу, формування метаданих і відкритих наборів даних для громадського користування. Такий підхід дозволяє створити замкнений контур управління освітніми даними, в якому кожен рівень системи (заклад, громада, область, міністерство) отримує релевантну інформацію для прийняття рішень у режимі реального часу. Крім того, впровадження САМ відкриває можливість підключення зовнішніх аналітичних сервісів, використання машинного навчання для прогнозування демографічних змін та автоматизації процесів розподілу фінансування.

Таким чином, концепція цільової архітектури національної освітньої ІС передбачає створення централізованої, багаторівневої та масштабованої інфраструктури, де аналітичний модуль виступає основним «інтелектуальним вузлом» інтеграції, що забезпечує прозорість, узгодженість і ефективність управління у системі освіти.

На основі системно-структурного аналізу сформовано формулу ефективності інформаційної системи освіти (E):

$$E = \frac{I_s \times Q_d \times C_i}{C_t + R_f}, \quad (1)$$

де I_s - рівень інтероперабельності систем; Q_d - якість даних; C_i - ступінь інтеграції; C_t - вартість технічного обслуговування; R_f - ризики функціональної невідповідності.

Максимізація E досягається через стандартизацію форматів даних, використання API, централізовану верифікацію і впровадження хмарної архітектури.

Результати порівняльного аналізу міжнародного досвіду (Естонія, Фінляндія, Польща, Литва) виявили, що системи, побудовані за модульною архітектурою з відкритими API (наприклад, естонський EHIS), забезпечують зниження адміністративного навантаження на школи на 35-40% і підвищують достовірність даних. Це свідчить про перспективність адаптації аналогічного підходу для України [8, 9, 10].

Проведений SWOT-аналіз засвідчив, що ключові можливості подальшого розвитку пов'язані з упровадженням аналітики на основі штучного інтелекту, автоматизованими механізмами перевірки статистичних даних та формуванням єдиної політики управління освітніми даними. Такі інструменти здатні підвищити точність показників, зменшити навантаження на заклади освіти й забезпечити узгодженість даних на всіх рівнях.

Водночас аналіз окреслив і низку загроз. Зокрема, серед найсуттєвіших можна виділити: нерівномірне фінансування цифрової інфраструктури, дефіцит кваліфікованих кадрів та посилення ризиків кібербезпеки, які можуть впливати як на безперервність роботи систем, так і на довіру користувачів.

Висновки

Проведений системний аналіз освітніх ІС України показав, що вони залишаються розрізненими та недостатньо інтегрованими між собою. Така фрагментованість ускладнює обмін даними й знижує якість управлінських рішень у сфері освіти.

Для майбутньої розбудови та модернізації національної системи (наприклад, у частині модернізації ПАК «АІКОМ») доцільно закладати модульну архітектуру з уніфікованими стандартами даних та централізованим аналітичним ядром. Саме воно має забезпечувати стійку взаємодію між державними реєстрами, закладами освіти та аналітичними платформами.

Також у ході дослідження визначено ключові принципи, на яких повинні будуватися сучасні освітні ІС: інтероперабельність, відкритість, орієнтація на користувача, гнучка система доступу та відповідність міжнародним стандартам, що застосовуються UNESCO, OECD та ЄС з європейською політикою відкритих даних.

Запропонована формула ефективності «E» може стати інструментом кількісної оцінки розвитку освітніх ІС і використовуватися для формування показників результативності (KPI) у процесі цифрової трансформації освіти та реалізації державної стратегії цифровізації.

Комплексне застосування системного підходу на кожному етапі життєвого циклу освітніх ІС сприяє формуванню цілісної, стійкої та адаптивної цифрової екосистеми освіти України, узгодженої з європейськими практиками управління знаннями.

Список літератури

1. Про затвердження Положення про програмно-апаратний комплекс «Автоматизований інформаційний комплекс освітнього менеджменту» [Електронний ресурс]: Постанова Кабінету Міністрів України від 2.12.2021 № 1255 / Верховна Рада України. – Режим доступу: URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1255-2021-%D0%BF#Text>

2. Розвиток інформаційних систем управління освітою як інструмент реалізації державної освітньої політики: монографія / за ред. С. Л. Лондара. – Київ: ДНУ «Інститут освітньої аналітики», 2020. – 258 с.
3. *Open school data: what planners need to know* [Electronic resource] / UNESCO. – 2021. – Режим доступу: URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376705>
4. *Digital strategies in education across OECD countries* [Electronic resource] / OECD. – 2020. – Режим доступу: URL: <https://one.oecd.org/document/EDU/WKP%282020%2914/en/pdf>
5. *What Matters Most for Education Management Information Systems (EMIS)* [Electronic resource] / World Bank. – 2014. – Режим доступу: URL: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/2e141941-ce86-5c5b-9996-8bc66f7ff56f>
6. Selwyn, N. *Education and Technology: Key Issues and Debates* [Electronic resource] / N. Selwyn. – 2011. – Режим доступу: URL: <https://books.google.com/books?id=r-eKPdzC6toC&printsec=frontcover>
7. Лондар С. Л. Виклики в освітній галузі в період воєнного стану в Україні: необхідність перебудови інформаційного забезпечення [Електронний ресурс] / С. Л. Лондар, С. В. Мельник, Г. М. Терещенко // *Освітня аналітика України*. – 2022. – № 2 (18). – Електрон. версія друк. вид. – Режим доступу: URL: https://science.iea.gov.ua/wp-content/uploads/2022/06/1_Londar_Melnyk_Tereshchenko.pdf
8. *Enhancing data-informed strategic governance in education in Estonia* [Electronic resource] / OECD Education Policy Perspectives No. 47. – 2021. – Режим доступу: URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/11/enhancing-data-informed-strategic-governance-in-education-in-estonia_3f763a1b/11495e02-en.pdf
9. *Estonian Education Information System (EHIS)* [Electronic resource] / European Commission. – 2019. – Режим доступу: URL: <https://ec.europa.eu/digital-building-blocks/sites/pages/viewpage.action?pageId=533365959&src=contextnav>
10. *E-Estonia guide* [Electronic resource] / E-Estonia. – 2025. – Режим доступу: URL: https://e-estonia.com/wp-content/uploads/eestonia_guide_08-04-2025.pdf

Ya. Sologub, R. Nafeev

METHODOLOGICAL BASIS OF SYSTEM ANALYSIS IN THE CONTEXT OF CREATING NATIONAL EDUCATIONAL INFORMATION SYSTEMS

The article provides a comprehensive examination of the methodological foundations of system analysis as a scientific basis for the design, integration, and strategic development of national educational information systems (IS) in Ukraine. The study is driven by the urgent need to transition from fragmented digitization efforts to a unified ecosystem. Based on a thorough analysis of regulatory and legal acts, international best practices, and scientific works by domestic and foreign researchers, the authors have identified key structural deficiencies and bottlenecks within the current national digital educational ecosystem.

To address these challenges, a robust methodological framework was applied, utilizing systemic-structural, functional-process, comparative, and expert analysis techniques. This approach enabled the development of a model for the target architecture of educational IS capable of meeting modern demands. A core proposition of the study is the concept of building a national educational data center. This proposed infrastructure is founded on the principles of interoperability, data openness, architectural modularity, and data-driven governance.

A significant practical outcome of the systematic analysis is the formulation of an efficiency formula for educational IS. This quantitative model synthesizes metrics of data quality, the level of system integration, and the risks associated with functional incompatibility. The article argues that a systematic approach should not merely be an auxiliary method but must become the fundamental tool for implementing the state policy of digital transformation in education. This ensures the sustainability, scalability, and adaptability of the educational environment.

Keywords: systems analysis; educational information systems; digital transformation of education; interoperability; analytical module; open data; data-driven management.

Надійшла до редакції: 05.12.2025

Прийнята до друку: 14.01.2026

Опубліковано: 27.02.2026

© 2026 Сологуб Я. Д., Нафеев Р. К. Цей матеріал ліцензовано за умовами CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>