

Вибір організаційних форм метрологічного забезпечення цифрових ІТ-проектів

Selection of Organizational Forms for Metrological Support of Digital it Projects

Віталій Яровий^A

Corresponding author: доктор філософії, начальник кафедри, e-mail: vitalii.yaroviy@viti.edu.ua, ORCID: 0000-0002-8239-1150

Оксана Андрієнко^A

начальник навчально-лабораторного комплексу кафедри, e-mail: oksana.andriienko@viti.edu.ua, ORCID: 0009-0002-5488-1432

Віктор Гудима^B

к. тех. н., доцент кафедри, e-mail: viktor.gud77@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4722-0601

Vitalii Yarovyi^A

Corresponding author: PhD, Head of the Department, e-mail: vitalii.yaroviy@viti.edu.ua, ORCID: 0000-0002-8239-1150

Oksana Andriienko^A

Head of the Educational and Laboratory Complex of the Department, e-mail: oksana.andriienko@viti.edu.ua, ORCID: 0009-0002-5488-1432

Viktor Hudyma^B

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department, e-mail: viktor.gud77@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4722-0601

^A Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, м. Київ, Україна

^B Національний університет оборони України, м. Київ, Україна

^A Heroes of Kruty Military Institute of Telecommunications and Informatization, Kyiv, Ukraine

^B National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Received: July 12, 2025 | Revised: August 13, 2025 | Accepted: August 31, 2025

DOI: <https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.4.13>

Мета роботи. Визначення варіанту організаційної форми метрологічного забезпечення цифрових ІТ-проектів при створенні єдиної інформаційно-аналітичної системи цифрових проектів.

Метод дослідження. методи системного аналізу, порівняльного аналізу, концептуального моделювання, узагальнення, а також експертно-аналітичний підхід.

Результати дослідження. Досліджено організаційні форми метрологічного забезпечення цифрових ІТ-проектів, що покликані створити єдину інформаційно-аналітичну платформу для безперервного моніторингу якості програмного забезпечення.

Теоретична цінність дослідження. Теоретичні положення, висновки та рекомендації, викладені в роботі, можуть стати основою для подальших наукових досліджень й дискусій з питань удосконалення метрологічного забезпечення цифрових ІТ-проектів.

Практична цінність дослідження. Реалізація рекомендацій і пропозицій, обґрунтованих у роботі, які спрямовані на розвиток інтегрованих підходів до метрологічного забезпечення цифрових проектів. Це дозволить внести вклад у розширення наявних знань та практик в сфері метрологічного забезпечення цифрових ІТ-проектів, інтегруючи метрологію з загальною концепцією стратегічного управління цифровими проектами.

Оригінальність дослідження. В даному дослідженні проведено аналіз специфічних чинників, що впливають на функціонування всієї вертикалі органів управління та виконання заходів метрологічного забезпечення, що не були предметом комплексного наукового дослідження.

Тип статті. Теоретичний з практичними рекомендаціями.

Purpose. Determination of the organizational form option for metrological support of digital IT projects during the development of a unified information and analytical system for digital projects.

Method. Methods of systems analysis, comparative analysis, conceptual modeling, generalization, and an expert-analytical approach.

Findings. The organizational forms of metrological support for digital IT projects have been examined, aimed at creating a unified information and analytical platform for continuous monitoring of software quality.

Theoretical implications. The theoretical principles, conclusions, and recommendations presented in the paper may serve as a foundation for further scientific research and discussions on improving metrological support for digital IT projects.

Practical implications. The implementation of the recommendations and proposals substantiated in the paper is aimed at developing integrated approaches to metrological support of digital projects. This will contribute to expanding existing knowledge and practices in the field of metrological support for digital IT projects by integrating metrology into the overall concept of strategic management of digital projects.

Originality of the study. This research analyzes specific factors influencing the functioning of the entire vertical structure of management bodies and the implementation of metrological support measures, which have not previously been the subject of comprehensive scientific investigation.

Paper type. Theoretical with practical recommendations.

Ключові слова: метрологічне забезпечення, цифрові ІТ-проекти, метрики програмного забезпечення, Metering as a Service, організаційні форми.

Key words: метрологічне забезпечення, цифрові ІТ-проекти, метрики програмного забезпечення, Metering as a Service, організаційні форми.

Вступ

В статті в якості основного об'єкта дослідження розглядаються цифрові проекти – проекти, метою яких є створення програмних засобів як основи сучасних ІТ-продуктів. Основний ракурс дослідження – проєкції, що описують різні аспекти екосистеми, в межах якої реалізуються ключові процеси створення і розвитку програмних засобів. Ці проєкції складають основу інформаційно-аналітичного середовища, яке формує і забезпечує оптимальні умови для реалізації ключового процесу – процесу розробки якісного програмного забезпечення (ПЗ) і його подальший розвиток при імплементації в сферу практичного використання.

Предметом дослідження в статті виступає один із ключових видів базового забезпечення цифрових – метрологічне забезпечення (МЗ) цифрових проєктів (ЦП). Роль процесів МЗ в структурі інформаційно-аналітичного забезпечення ЦП постійно зростає, особливо з переходом на принципи і засоби сучасних data driven технологій. Як відомо, на таких ЦП ключові рішення щодо властивостей ПЗ здійснюються на основі даних аналітики, яка безперервно проводиться в процесі розробки і розвитку ПЗ. У свою чергу, якість таких даних, їх повнота, достовірність і релевантність суттєво залежить від правильного вибору і застосування ключових метрик і вимірювань як нормативних властивостей ПЗ, так і факторів впливу зовнішнього і внутрішнього середовищ програмних проєктів. Тому правильно побудована система метрологічного забезпечення ЦП є невід’ємною складовою і важливою задачею управління ЦП.

Теоретичні основи дослідження

Аналізуючи сучасні джерела, стандарти та наукові публікації щодо програмних проєктів та їх метрологічного забезпечення [6-12], можна констатувати наступне. Концепція дослідження, яка орієнтована на створення та оптимізацію інфраструктурних середовищ цифрових проєктів знаходиться на перетині споріднених предметних областей. Проте в інформаційних джерелах та стандартах частіше метрологічне забезпечення розглядається через призму вимірювань характеристик програмних засобів, а не як задача комплексного метрологічного забезпечення внутрішнього середовища проєктів [1-5].

Найближчими аналогами, що відповідають частині змісту досліджень, є стандарти, які прямо визначають метрологію ПЗ як предметну область із чіткими методологічними, технологічними та організаційними аспектами:

ISO/IEC 25023:2016 визначає систематичний підхід до вимірювання якості програмних продуктів;

ISO/IEC 15939:2017 описує процес вимірювання для інженерії програмних систем;

ДСТУ 7363:2013 визначає технічні вимоги до програмного забезпечення засобів вимірювальної техніки.

Проте, ці документи не фокусуються на формуванні саме стратегічних внутрішніх середовищ проєкту, а скоріше розглядають метрологію ПЗ через безпосередні вимірювальні процеси та метрики.

Сучасні дослідження і стандарти чітко фіксують метрологію ПЗ як окрему науково-прикладну дисципліну, що успадковує ключові риси загальної метрології, але з унікальними особливостями, пов’язаними з природою програмного забезпечення:

абстрактність об’єктів вимірювання: нематеріальні характеристики програмних продуктів;

відсутність єдиної фізичної шкали: метрики програмного забезпечення залежать від конкретних умов та середовища;

автоматизація: вимірювання переважно здійснюються автоматизовано за допомогою програмних засобів;

контекстна залежність: всі вимірювання та оцінки суттєво залежать від конкретних умов проєкту.

динамічність: об’єкти вимірювання еволюціонують у процесі життєвого циклу програмного проєкту.

Постановка проблеми

В дослідженнях проведених автором постановка задачі є більш широкою і стратегічною, ніж традиційні практики метрології ПЗ. В них включені задачі створення і використання внутрішніх інфраструктурних середовищ, які не лише забезпечують вимірювання характеристик ПЗ, але й безпосередньо сприяють досягненню стратегічних цілей проєкту. Такий підхід може

розглядатися як розширення традиційної предметної області метрології ПЗ, яка обмежена більш локальними задачами вимірювання, аналізу і оцінювання якості ПЗ.

На думку автора таке, дослідження містить елементи наукової новизни, оскільки воно не лише розширює традиційну область метрологічного забезпечення ПЗ, але й інтегрує метрологію у загальний контекст стратегічного управління ЦП. Саме концепція створення видів забезпечень як інфраструктурних внутрішніх середовищ проекту є новим порівняно з наявними стандартами і типовими публікаціями, які зосереджуються більше на метрологічних аспектах, а не на стратегічному інтегрованому середовищі проекту.

Таким чином, можна констатувати, що запропонований підхід до постановки задачі є достатньо оригінальним та має практичну цінність для розвитку інтегрованих підходів до метрологічного забезпечення цифрових проєктів. Це дозволить внести вклад у розширення наявних знань та практик в цій сфері, інтегруючи метрологію з загальною концепцією стратегічного управління ЦП.

Метою статті є визначення варіанту організаційної форми метрологічного забезпечення цифрових ІТ-проєктів при створенні єдиної інформаційно-аналітичної системи цифрових проєктів.

Результати

Метрологічне забезпечення цифрових проєктів, як відносно нова гілка знань предметної області “Метрологія” є певною спеціалізацією цієї предметної області через застосування основних її концептів і принципів до одного із сегментів предметної області “Інженерія програмного забезпечення”. Цей сегмент об’єднує сферу знань і їх практичне застосування до ключових об’єктів програмної інженерії – цифрових проєктів. Останні, в свою чергу є звуженням поняття проєкту створення програмного забезпечення до рівня розгляду проєктів, головною метою яких є створення програмного забезпечення як основи цифрових ІТ-продуктів. Саме тому в статті з метою релевантного і системного застосування понять і концепцій предметної області “Метрологічне забезпечення цифрових проєктів” використаний відомий принцип успадкування об’єктно-орієнтованого проєктування (ООП). Нижче наведені базові положення, які розкривають сутність базових понять і принципів метрологічного забезпечення цифрових проєктів через застосування принципу успадкування ООП.

Розглядаючи предметну область “Метрологія” як батьківський клас “Метрологія” визначимо ті концепти і розділи (базові концепти) предметної області, які є спільними для всіх його похідних класів (включно з “Метрологічним забезпеченням ЦП”):

Теоретичні основи та методологія вимірювань – поняття величини, міри, еталона, похибки та класифікація методів і підходів до оцінки величин.

Моделювання та оцінка точності – концепти абсолютної й відносної похибки, калібрування, верифікації, процедур повірки й валідації.

Засоби вимірювань – класифікація приладів і систем (фізичні стенди, автоматизовані системи збору даних тощо) та принципи їх побудови й застосування.

Стандартизація та регламентація – ієрархія нормативних документів (ISO, ГОСТ, ДСТУ), правила сертифікації й підтвердження відповідності

Системи управління якістю – процеси контролю, метрологічного нагляду, управління ризиками та впровадження моделей якості (Six Sigma, TQM, SPICE тощо).

Прикладна спрямованість – аналітичні та оптимізаційні застосування результатів вимірювань, прогнозування й оцінка ризиків у різних галузях

Ці шість атрибутів-концептів формують ядро предметної області “Метрологія” й забезпечують успадкування всіх ключових розділів у похідних класах, зокрема в “Метрологічне забезпечення цифрових проєктів”. Адаптацію зазначеного ядра батьківського класу до

специфіки основного об'єкту предметної області “Програмне забезпечення” приводить до наступних дефініції цих понять.

1. Теоретичні основи та методологія вимірювань.

Для ПЗ це сукупність понять “об'єкт вимірювання” (характеристики коду та системи: продуктивність, надійність, складність тощо) і “системи одиниць” (метрики: LOC, функціональні точки, цикломатичність) разом із методами їх отримання та інтерпретації.

2. Моделювання та оцінка точності.

Процеси калібрування (підгонка інструментів аналізу коду під еталони), верифікації (перевірка відповідності зразкам) і аналізу похибок (різниця між очікуваними й фактичними значеннями метрик) для забезпечення достовірності вимірювань властивостей ПЗ.

3. Засоби вимірювань.

Програмні інструменти та платформи для автоматизованого збору, обробки й візуалізації метрик ПЗ: аналізатори статичного коду (SonarQube, CodeClimate), профайлери, навантажувальні тестери тощо.

4. Стандартизація та регламентація.

Комплекс міжнародних і національних норм щодо якості ПЗ: ISO/IEC 25010, ISO/IEC 9126, ДСТУ 7363, СММІ, а також процедури сертифікації, оцінки відповідності та формування технічної документації.

5. Системи управління якістю.

Підходи до контролю й вдосконалення процесів розробки та вимірювань ПЗ із використанням моделей Six Sigma, TQM, ISO/IEC 15504 (SPICE) тощо; визначення метрик-гейтів, аудити якості й безперервне поліпшення процесів.

6. Прикладна спрямованість.

Застосування результатів метрологічного аналізу ПЗ для оптимізації процесів розробки (скорочення витрат часу, прогнозування ризиків дефектів, планування ресурсів), аналітики продуктивності та ухвалення рішень у проектах “Метрологія ПЗ”.

Якщо методами предметної області “Метрологія” вважати базові принципи і підходи, яких необхідно дотримуватися при організації метрологічного забезпечення в інженерії, то такі “методи-принципи” можуть бути сформульовані для батьківського класу наступним чином.

Вимірювання – процес отримання значення фізичної величини (об'єкта вимірювань) за допомогою метрологічних засобів і методів. Забезпечує збір вхідних даних для подальшого аналізу точності й відповідності стандартам.

Калібрування – встановлення відповідності показників вимірювального приладу (або засобу) відомим значенням еталонної величини. Гарантує коректність подальших вимірювань шляхом налаштування інструментів під еталони.

Повірка – офіційна процедура перевірки, чи відповідають метрологічні засоби (прилади, методи) встановленим нормативним вимогам і технічним специфікаціям. Застосовується для підтвердження придатності засобів вимірювання до експлуатації.

Аналіз похибок – виявлення, кількісна оцінка та класифікація похибок вимірювань. Мета – мінімізувати вплив систематичних та випадкових відхилень, підвищити достовірність отриманих результатів.

Ці чотири базові методи-принципи можуть бути перевизначені для дочірнього класу “Метрологічне забезпечення цифрових проєктів” наступним чином.

Вимірювання – збір і фіксація значень метрик ПЗ: показників продуктивності (час відгуку, пропускна здатність), надійності (кількість дефектів, середній час безвідмовної роботи), складності (цикломатична складність, кількість рядків коду), ефективності тестового покриття тощо. Використовує автоматизовані інструменти (профайлер, навантажувальні тести, статичний аналіз) для отримання достовірних даних про поточний стан системи.

Калібрування – налаштування та узгодження інструментів збору метрик із відомими еталонними проектами або зразками коду. Передбачає порівняння результатів тестового заміру на контрольному проекті зі “зразковими” значеннями, корекцію порогів спрацьовувань аналізаторів, валідацію конфігурацій профайлерів та засобів статичного аналізу.

Повірка – формальна перевірка придатності та коректності програмних засобів вимірювань. Включає проведення верифікації аналітичних скриптів, аудит точності плагінів до CI/CD-пайплайнів, порівняння отриманих метрик із зовнішніми джерелами (наприклад, незалежними дослідженнями) та оформлення звіту про відповідність встановленим стандартам якості ПЗ.

Аналіз похибок – виявлення та кількісна оцінка відхилень метрик ПЗ від очікуваних або еталонних значень. Розрізняє систематичні похибки (зумовлені конфігурацією інструментів або особливостями середовища виконання) і випадкові (зумовлені нерепрезентативністю тестових сценаріїв). Мета — скорегувати процеси збору даних, виключити упередження у звітах і підвищити довіру до результатів метрологічного забезпечення ПЗ.

Кожен із цих методів у “Метрологічному забезпеченні ЦП” може бути реалізований як набір скриптів, плагінів та процедур в рамках пайплайнів DevOps/MLOps, що гарантує автоматизований і відтворюваний процес метрологічного контролю цифрових проєктів.

Успадковані від батьківського класу концепти, принципи метрології в дочірньому класі доповнюються концептами і принципами, які визначають спеціалізацію цього класу, орієнтованого на метрологічне забезпечення цифрових проєктів. Наступна група понять і принципів (методів) розкривають сутність такої спеціалізації.

Розглядаючи метрологію ПЗ, як основу для створення підсистеми метрологічного забезпечення цифрових (data driven) проєктів, можна дати наступне визначення такої підсистеми.

Підсистема метрологічного забезпечення цифрових (data-driven) проєктів – одна із ключових підсистем інформаційно-аналітичної підтримки цифрових проєктів, яка створюється для забезпечення достовірності, точності і відтворюваності усіх ключових метрик і аналітичних показників у цифрових проєктах, що базуються на даних, шляхом інтеграції засад метрології ПЗ як невід’ємної складової конвеєра розробки, тестування та експлуатації ПЗ.

Задекларована у визначенні мета підсистеми метрологічного забезпечення ПЗ реалізується через досягнення наступних її цілей.

1. Визначення та стандартизація метрик.

Вибір і формалізація набору базових показників (продуктивність, якість даних, надійність алгоритмів, точність моделей тощо) з прив’язкою до галузевих та внутрішніх стандартів.

2. Інтеграція засобів збору метрик у DataOps/DevOps-пайплайн.

Розгортання автоматизованих скриптів та плагінів для безперервного моніторингу й збору даних у кожному етапі конвеєра: від попередньої обробки даних і тренування моделей до їх розгортання й експлуатації.

3. Калібрування та валідація інструментів.

Налаштування інструментів збору й аналізу метрик на контрольних (еталонних) наборах даних і моделях, регулярна перевірка їх відповідності заданим порогам точності та пропускну здатності.

4. Повірка та аудит якості вимірювань.

Проведення формальної перевірки коректності скриптів і сервісів збору метрик, документування результатів перевірок, виконання періодичних аудитів конфігурацій інструментів.

5. Аналіз похибок і адаптація процесів.

Ідентифікація джерел систематичних і випадкових похибок у метриках (наприклад, не репрезентативність вхідних даних, недоліки конфігурації середовища), коригування процесів збору й обробки з метою мінімізації спотворення результатів.

6. Забезпечення відтворюваності та трасованості.

Фіксація версій вихідних даних, моделей, налаштувань інструментів та скриптів; створення детальних логів кожного вимірювання для подальшого відтворення й аналізу.

7. Підтримка ухвалення рішень і управління ризиками.

Формування регулярних звітів з агрегованими метриками для стейкхолдерів, розроблення дашбордів, які демонструють тренди, показники SLA/SLI, ризики відхилень і рекомендовані коригувальні дії.

8. Постійне вдосконалення.

Налагодження зворотного зв'язку між результатами метрологічного аналізу й процесами розробки, впровадження покращення в інструменти, методики та нормативні документи підсистеми на основі накопиченого досвіду й нових технологічних трендів.

Важлива роль у досягненні поставлених цілей відводиться правильному вибору організаційних форм метрологічного забезпечення цифрових проєктів. Виходячи із існуючих практик програмної інженерії можливі наступні організаційні форми метрологічного забезпечення цифрових проєктів.

1. Централізований метрологічний центр

Структура:

окрема функціональна “служба метрології” на рівні всієї організації.

єдиний набір інструментів, процесів, стандартів.

усі команди звертаються в центр за підтримкою, аудитом та звітністю.

Ключові ролі:

керівник метрології: відповідає за політику, нормативи та стандарти.

аналітик-метролог: налаштовує й контролює інструменти збору метрик для всіх проєктів.

аудитор якості: проводить періодичні перевірки.

Переваги:

повна уніфікація підходів і найвищий рівень контролю.

централізована експертиза та накопичення знань.

Виклики:

низька гнучкість, “вузьке горло” – усі запити проходять через центр.

може відставати від швидких потреб окремих команд.

2. Федеративна модель (“hub-and-spoke”)

Структура:

є центральний метрологічний “хаб” (як у варіанті 1) + “спок” – метрологи в кожній продуктивній або DevOps-команді.

хаб задає стандарти, споки – локалізують їх під конкретні проєкти.

Ключові ролі:

головний метролог (хаб): управляє методологією.

метролог-представник (спок): впроваджує процеси й інструменти в команді.

Переваги:

баланс між уніфікацією та адаптацією під потреби команди.

швидший зворотний зв'язок і підтримка на місцях.

Виклики:

потребує добре налагодженої комунікації та синхронізації між хабом і споками.

ризик “розбіжності” в тлумаченні стандартів.

3. Вбудована модель у DevOps/DataOps-команді

Структура:

кожна крос-функціональна команда сама відповідає за весь цикл метрології (від збору до аналізу).

метрологія інтегрована безпосередньо у CI/CD та DataOps-конвеєр.

Ключові ролі:

DevOps-інженер: налаштовує збір метрик у пайплайні.

Data-інженер: стежить за якістю метаданих і джерелом істини.

QA-інженер/автоматизатор: додає вимірювання в тести.

Переваги:

Максимальна швидкість та гнучкість.

“Метрика” йде разом із кодом і конфігурацією, гарантуючи відтворюваність.

Виклики:

потрібен високий рівень компетенцій у кожному інженері.

ризик непослідовності метрик між різними командами.

4. Платформна/сервісна модель (Metering as a Service)

Структура:

усі інструменти та API метрології винесені у внутрішню платформу-сервіс.

команди підключаються через чітко задокументовані REST-/gRPC-інтерфейси.

Ключові ролі:

платформ-інженери: розробляють і підтримують сам сервіс.

споживачі-розробники: інтегрують SDK і API в свої продукти.

Переваги:

висока масштабованість і однаковий інтерфейс для всіх команд.

легко розгортати оновлення без “болісних” змін у клієнтах.

Виклики:

потребує інвестицій у розробку та підтримку платформи.

додаткова складність взаємодії через мережеві виклики й аутентифікацію.

5. Модель “Спільнота практик” (Community of Practice)

Структура:

метрологічні заходи – не частина жодної формальної ієрархії, а засновані на добровільній участі.

регулярні зустрічі, воркшопи й обмін шаблонами/плагінами.

Ключові ролі:

координатор спільноти: організовує зустрічі та фасилітує обмін досвідом.

ентузіасты-метрологи: діляться реалізаціями, кейсами, скриптами.

Переваги:

швидкий обмін ідеями та найкращими практиками.

гнучкість і мінімальні бюрократичні бар’єри.

Виклики:

відсутність формальної відповідальності може призвести до нерівномірної участі.

складніше домогтися єдиних стандартів.

В таблиці 1 показані відповідності цілей-завдань метрологічного забезпечення цифрових проєктів п’яти розглянутим варіантам їх системної організації. У перетині ставиться “+”, якщо відповідна ціль досягається у цьому варіанті найкраще.

Вибір оптимального варіанта організаційних форм:

1. Малі проєкти/стартапи – зазвичай достатньо моделі № 3 або № 5.

2. Середні за розміром організації – компромісна федеративна модель № 2.

3. Великі корпорації з високими вимогами до регулювання – варто розглянути варіанти № 1 або № 4 з централізованою платформою.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз організаційних форм метрологічного забезпечення цифрових проєктів

Цілі-завдання	Централізований метрологічний центр	Федеративна модель	Вбудована в DevOps/DataOps	Платформна (Metering as a Service)	Спільнота практик
Визначення та стандартизація метрик	+			+	
Інтеграція збору метрик у пайплайн			+	+	
Калібрування і валідація інструментів	+	+			
Повірка та аудит якості вимірювань	+	+			
Аналіз похибок і адаптація процесів			+	+	
Забезпечення відтворюваності й трасованості					
Підтримка ухвалення рішень і управління ризиками	+			+	
Постійне вдосконалення		+			+

Пояснення до вибору організаційної структури:

1. Централізований центр ідеально підходить для уніфікації політик, перевірки й аудитів, стандартизації метрик і підтримки управління ризиками.

2. Федеративна модель забезпечує баланс: сильну методологічну підтримку хабом і локальну адаптацію, що корисно для калібрування, валідації, аналізу похибок і безперервного вдосконалення.

3. Вбудована модель максимально інтегрує збір метрик і трасованість у DevOps/DataOps-пайплайн, що сприяє швидкому аналізу похибок та відтворюваності.

4. Платформна модель дає єдиний API для всіх команд і найкраще підходить для стандартизації метрик, їх інтеграції та забезпечення відтворюваності, а також підтримки ухвалення рішень.

5. Спільнота практик стимулює постійне вдосконалення через обмін досвідом і накопичення кращих практик.

Висновки

При створенні єдиної інформаційно-аналітичної системи цифрових проєктів в якості організаційної форми метрологічного забезпечення більш за все підходить варіант 4 – Платформна/сервісна модель (Metering as a Service). Таке рішення пояснюється наступними причинами.

Уніфіковані API – всі команди та сервіси підключаються через єдиний, стандартизований інтерфейс (REST/gRPC), що спрощує інтеграцію з аналітичним шаром, BI-дашбордами та іншими компонентами єдиного інформаційного ландшафту.

Централізоване зберігання та обробка – метрики й логи потрапляють у спільне сховище – це гарантує консистентність даних, полегшує їх агрегацію, крос-проєктний аналіз і побудову єдиної візуалізації.

Масштабованість та гнучкість – платформа може розростатися незалежно від окремих команд і підлаштовуватися під зростання навантаження, при цьому клієнти продовжують користуватися незмінними API.

Розмежування відповідальностей – platform team відповідає за ядро метрології та аналітики, а продукт-команди фокусуються на своїй доменній логіці, просто споживаючи дані “з-під капота”.

Підтримка DevOps/DataOps-конвеєра – платформа легко вбудовується у CI/CD та DataOps-пайплайни, даючи змогу тригерити метрики, калібрування й валідацію автоматично в процесах розробки й розгортання.

Завдяки цим властивостям платформа-сервіс забезпечує найвищий рівень інтеграції, уніфікації та масштабованості в рамках єдиної інформаційно-аналітичної системи цифрових проєктів.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» / Верховна Рада України // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 27. – Ст. 190.
2. Державна система забезпечення єдності вимірювань: ДСТУ ISO/IEC 17025:2011 / Держстандарт України. – К., 2011.
3. ISO/IEC 25023:2016 Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Measurement of system and software product quality. – Geneva: ISO, 2016.
4. ISO/IEC 15939:2017 Systems and software engineering — Measurement process. – Geneva: ISO, 2017.
5. IEEE Std 1061-1998 IEEE Standard for a Software Quality Metrics Methodology. – New York: IEEE, 1998.
6. Кузнецов І. Б., Мацько О. Й., Гудима В. П., Ярошенко О. В. Організація метрологічного забезпечення військ (сил). У 2-х ч. Ч. 1 : навч. посіб. – К.: Нац. ун-т оборони України імені Івана Черняхівського, 2020. – 268 с.
7. Тарасова В. В., Малиновський А. С., Рибак М. Ф. Метрологія, стандартизація і сертифікація : підруч. / за заг. ред. В. В. Тарасової. – К.: Центр навч. літ., 2006. – 264 с.
8. Коренець Ю. М. Стандартизація, сертифікація і метрологія : навч. посіб. – Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2023. – 90 с.
9. Метрологія, стандартизація, сертифікація та управління якістю в системах зв'язку / Л. В. Коломієць, П. П. Воробієнко, М. Т. Козаченко, М. Б. Налісний, В. Л. Серебрін, Л. О. Козаченко, О. В. Грабовський, Л. О. Лебединська. – Одеса: ТОВ «ВМВ», 2009. – 376 с.
10. Гудима В., Червоняк В. Аналіз факторів впливу на систему метрологічного забезпечення військових частин Збройних Сил України на основі досвіду російсько-української війни

// *Social Development and Security*. – 2025. – T. 15, № 1. – C. 76–87.
<https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.1.7>

11. Fenton N., Pfleeger S. L. *Software Metrics: A Rigorous and Practical Approach*. – Boca Raton: CRC Press, 1998. – 448 p.
12. Kan S. H. *Metrics and Models in Software Quality Engineering*. – Boston: Addison-Wesley, 2002. – 560 p.

References

1. Verkhovna Rada of Ukraine. (2003). *Law of Ukraine “On metrology and metrological activity”*. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy*, (27), Article 190.
2. State Standard of Ukraine. (2011). *National system for ensuring the uniformity of measurements: DSTU ISO/IEC 17025:2011*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy.
3. International Organization for Standardization. (2016). *ISO/IEC 25023:2016 Systems and software engineering — Systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE) — Measurement of system and software product quality*. Geneva: ISO.
4. International Organization for Standardization. (2017). *ISO/IEC 15939:2017 Systems and software engineering — Measurement process*. Geneva: ISO.
5. Institute of Electrical and Electronics Engineers. (1998). *IEEE Std 1061-1998 IEEE Standard for a Software Quality Metrics Methodology*. New York: IEEE.
6. Kuznetsov, I. B., Matsko, O. Y., Hudyma, V. P., & Yaroshenko, O. V. (2020). *Organization of metrological support of the troops (forces). Part 1* (Textbook). Kyiv: National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi.
7. Tarasova, V. V., Malynovskyi, A. S., & Rybak, M. F. (2006). *Metrology, standardization and certification* (V. V. Tarasova, Ed.). Kyiv: Center for Educational Literature.
8. Korenets, Y. M. (2023). *Standardization, certification and metrology* (Textbook). Kryvyi Rih: DonNUET.
9. Kolomiiets, L. V., Vorobiyenko, P. P., Kozachenko, M. T., Nalisnyi, M. B., Serebrin, V. L., Kozachenko, L. O., Hrabovskyi, O. V., & Lebedynska, L. O. (2009). *Metrology, standardization, certification and quality management in communication systems*. Odesa: VMV.
10. Hudyma, V., & Chervoniak, V. (2025). Analysis of factors influencing the system of metrological support of military units of the Armed Forces of Ukraine based on the experience of the Russian-Ukrainian war. *Social Development and Security*, 15(1), 76–87.
<https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.1.7>
11. Fenton, N., & Pfleeger, S. L. (1998). *Software metrics: A rigorous and practical approach*. Boca Raton: CRC Press.
12. Kan, S. H. (2002). *Metrics and models in software quality engineering*. Boston: Addison-Wesley.