

**ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА, АВТОМАТИЗОВАНІ ТА  
КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ СИСТЕМИ (APPLIED MATHEMATICS,  
AUTOMATED AND COMPUTER-INTEGRATED SYSTEMS)**

УДК 004.4'2+004.738.5:005.7

<https://doi.org/10.31713/vt4202513>

**Єрошкін Ю. М.** [1; ORCID ID: ],

к.т.н., асистент,

**Волощук В. А.** [1; ORCID ID: 0000-0003-0687-8968],

д.т.н., професор

**Єрошкін О. Ю.** [2; ORCID ID: ],

магістр, асистент

<sup>1</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний університет імені Ігоря Сікорського», м. Київ

<sup>2</sup>Вроцлавський університет науки і техніки, м. Вроцлав, Польща

**ПРАКТИКА ГІБРИДНОЇ АРХІТЕКТУРИ: ІНТЕГРАЦІЯ ХМАРНИХ  
СЕРВІСІВ З ЛОКАЛЬНИМИ ERP-СИСТЕМАМИ**

У статті здійснено прикладне дослідження підходів до реалізації гібридної ІТ-архітектури шляхом інтеграції хмарних сервісів із застарілими ERP-системами, зокрема SAP ECC 6.0 EHP8. Основну увагу приділено аналізу практичних сценаріїв поєднання локального бізнес-ядра з можливостями хмарної платформи SAP Business Technology Platform (BTP), що забезпечує поступову модернізацію без необхідності негайної міграції до SAP S/4HANA.

Запропоновані архітектурні патерни акцентують увагу на наскрізній автентифікації користувачів (Principal Propagation), захищеному обміні даними через SAP Cloud Connector (SCC) та стандартизованому управлінні доступом. Продемонстровано, що обрані підходи дозволяють досягти високого рівня сумісності, масштабованості та гнучкості інформаційної інфраструктури, зберігаючи інвестиції у вже впроваджені ERP-рішення. Результати можуть бути застосовані в організаціях енергетичного, логістичного та виробничого секторів, що характеризуються складною ІТ-спадщиною.

**Ключові слова:** гібридна архітектура; ERP-система; хмарні сервіси; SAP BTP; цифрова трансформація; інтеграція; хмарні технології.

**Постановка проблеми.** ERP система (Enterprise Resource Planning) є базовим компонентом ІТ-ландшафту сучасних підприємств, що забезпечує інтеграцію та автоматизацію ключових бізнес-процесів: фінансів, логістики, управління персоналом та



інших функціональних областей. Використання ERP систем сприяє централізованому управлінню даними, підвищенню операційної ефективності та прозорості діяльності організацій [1].

Водночас ефективність ERP безпосередньо залежить від її актуальності з точки зору архітектури, безпеки та технологічної сумісності. Спадкові (legacy) ERP системи часто не відповідають сучасним вимогам кібербезпеки, мобільності, інтеграції з хмарними сервісами, аналітики в реальному часі та використання інструментів штучного інтелекту. Це ускладнює їх взаємодію з цифровими екосистемами та обмежує здатність бізнесу оперативно адаптуватися до змін ринкового середовища.

Хмарні технології, у свою чергу, забезпечують високу гнучкість, масштабованість та оптимізацію витрат за рахунок моделі споживання ресурсів за запитом і регулярного оновлення сервісів провайдером. Однак повна міграція ERP до хмарного середовища залишається складним, дорогим і ризикованим процесом, особливо для великих організацій із глибоко модифікованими системами. Багаторічні цикли модернізації, значні витрати, дефіцит кваліфікованих фахівців та ризики простоїв змушують компанії відкладати перехід на нові ERP-платформи.

Показовим прикладом є SAP ERP Central Component (ECC) 6.0, який, попри стратегічну орієнтацію компанії SAP SE на S/4HANA, досі широко використовується у великих і середніх підприємствах. За галузевими оцінками, лише близько 28% клієнтів ECC завершили продуктивну міграцію на S/4HANA станом на кінець 2023 року [2], тоді як стандартна підтримка ECC 6.0 обмежена 2027 роком із можливістю подовження до 2030 року [3]. Це формує обмежене «вікно міграції» та потребу у проміжних архітектурних рішеннях [4].

У цьому контексті гібридна архітектура, що поєднує локальну ERP-систему з хмарними сервісами, розглядається як практичний шлях еволюції ERP-інфраструктури [5], [9]. Такий підхід дозволяє зберегти стабільність і безперервність критичних бізнес-процесів, водночас поступово впроваджуючи сучасні хмарні технології, знижуючи ризики та забезпечуючи підготовку до подальшої повноцінної міграції [8].

**Метою дослідження** є аналіз сучасних принципів побудови гібридної ERP-архітектури як загальної стратегії інтеграції хмарних сервісів з локальними системами на прикладі об'єднання платформи SAP BTP [6] із ERP-системою SAP ECC 6.0. У роботі обґрунтовано доцільність використання гібридної моделі як проміжного етапу

цифрової трансформації, проаналізовано її переваги та обмеження, а також продемонстровано практичний сценарій реалізації в контексті підготовки до повної міграції на ERP-системи нового покоління.

**Виклад основного матеріалу.** Розглянемо декілька сценаріїв використання гібридної архітектури.

У межах проведеного дослідження було реалізовано базовий сценарій, що поєднує хмарну платформу SAP BTP з локальною ERP-системою SAP ECC 6.0 EHP8 (рис. 1). Даний підхід дозволяє зберегти стабільне функціонування основної ERP-системи без зміни її інфраструктури, одночасно забезпечивши сучасний користувацький досвід за допомогою хмарних сервісів.

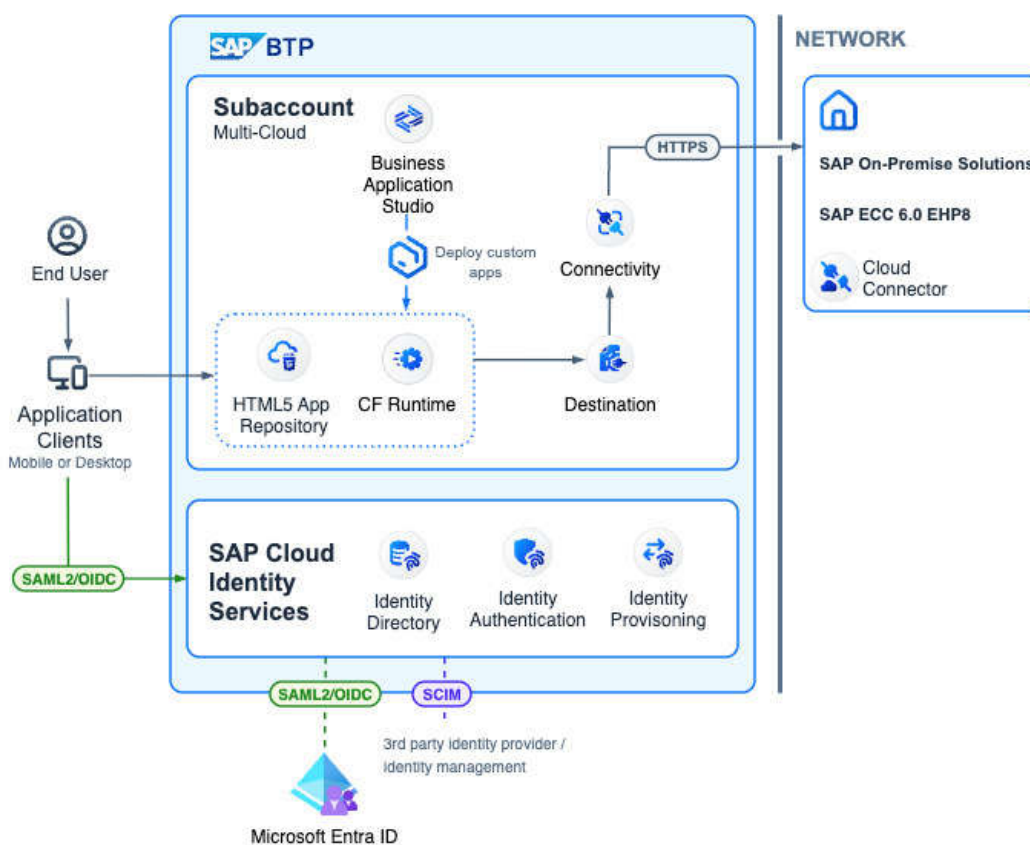


Рис. 1. Базовий сценарій гібридної архітектури

Ключовим компонентом архітектури є клієнтський вебзастосунок, розроблений на базі SAPUI5/Fiori у середовищі SAP Business Application Studio, який розгортається у Cloud Foundry Runtime і зберігається в HTML5 Application Repository. Автентифікація користувачів організована через SAP Cloud Identity Services із залученням Microsoft Entra ID як зовнішнього провайдера

ідентичності, що дозволяє забезпечити єдиний вхід за протоколами SAML2.0 або OIDC.

Інтеграція з локальною ERP-системою відбувається за допомогою механізмів Destination і Connectivity, які у зв'язці з SCC формують захищений канал доступу до внутрішніх сервісів SAP ECC без прямого з'єднання з корпоративною мережею [7]. Це забезпечує прозорий доступ до сервісів серверної частини SAP Gateway, реалізованих на основі протоколу OData v2.

Запропонована архітектура демонструє потенціал гібридного підходу як проміжного етапу у переході до повноцінної хмарної ERP-системи. Вона дозволяє модернізувати користувацький досвід, зберігаючи інвестиції в існуючу ERP-інфраструктуру, забезпечує високий рівень безпеки, масштабованість, а також відкриває можливості для подальшого розширення функціональності за рахунок сервісів SAP BTP. Водночас, такий сценарій не охоплює оновлення або рефакторинг внутрішньої логіки ERP, що може бути критично важливим у контексті більш складних цифрових трансформаційних ініціатив.

У контексті подальшої еволюції ERP-інфраструктури наступним кроком стала реалізація сценарію, що базується на використанні SAP BTP ABAP Environment (так званий Steampunk) у поєднанні з RESTful Application Programming Model (RAP) (рис. 2).

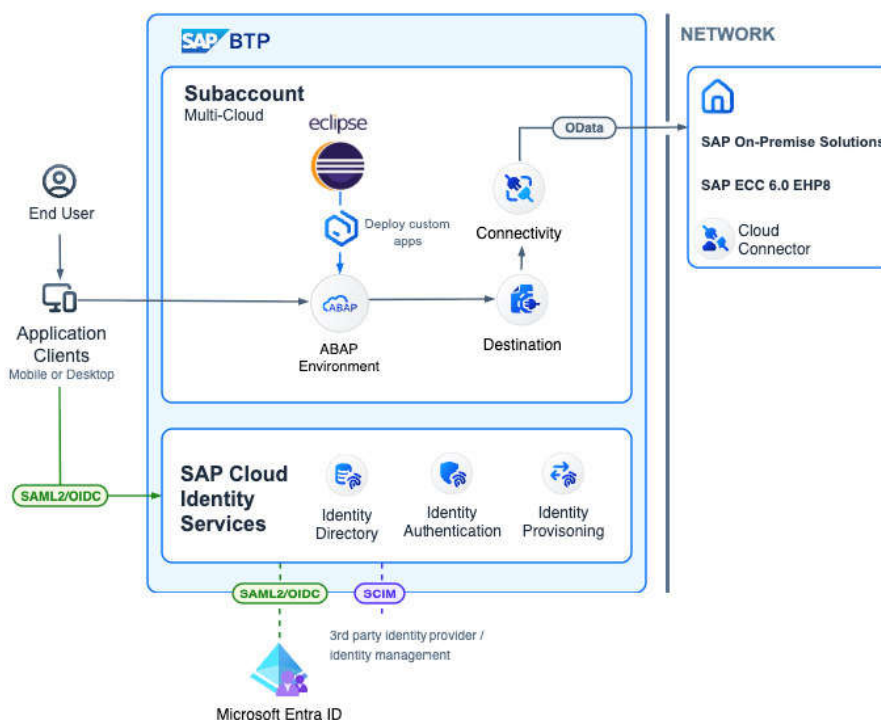


Рис. 2. Гібридна архітектура із використанням SAP BTP ABAP Environment (RAP)

Цей підхід передбачає побудову хмароорієнтованих бізнес-сервісів, здатних безпечно взаємодіяти з локальними системами SAP ECC через модель споживання сервісів (Service Consumption Model) із використанням протоколу OData V2 як транспортного механізму.

У запропонованій архітектурі застосунок розробляється мовою ABAP безпосередньо у хмарному середовищі SAP BTP, із застосуванням сучасних концепцій RAP, Core Data Services (CDS) та протоколу OData V4 для внутрішньої інтеграції. Розробка відбувається у середовищі Eclipse з відповідним ABAP-плагіном, а саме розгортання здійснюється у виділеному субакаунті (subaccount) SAP BTP у контексті ABAP Environment. Отримання даних із локальної системи SAP ECC реалізовано через сервіси Destination та Connectivity, що працюють у зв'язці з SCC. Оскільки ECC ще не підтримує OData V4, на боці ERP використовуються стандартні сервіси, створені засобами SAP Gateway (SEGW) у форматі OData V2, які споживаються у хмарі через проксі-об'єкти ABAP Environment.

Механізм автентифікації також інтегрований у загальну інфраструктуру, що базується на SAP Cloud Identity Services з підтримкою федерації ідентичності через Microsoft Entra ID. Це дозволяє реалізувати єдиний вхід (SSO) для кінцевих користувачів, які отримують доступ до хмарного застосунку з будь-якого пристрою без прямого підключення до корпоративної мережі.

Запровадження даного підходу дозволяє поступово винести частину бізнес-логіки з локального середовища у хмару, спростити розширення функціональності, зменшити залежність від застарілої архітектури ECC, а також підготувати основу для подальшого переходу до SAP S/4HANA без необхідності радикального реінжинірингу існуючих рішень.

Сценарій продемонстрував високу ефективність у задачах, що потребують створення нових бізнес-сервісів, модульного розширення функціональності ERP та інтеграції з іншими хмарними сервісами SAP. Водночас, варто зазначити, що його застосування доцільне переважно для нових рішень і не замінює потребу у повномасштабній трансформації серверної логіки ECC, яка залишається незмінною.

Таким чином, другий сценарій не лише логічно продовжує базову модель гібридної архітектури, а й закладає фундамент для побудови повноцінного сервісно-орієнтованого ландшафту SAP, що відповідає сучасним вимогам до масштабованості, підтримки

практик DevOps та поступового переходу до архітектурного принципу «чистого ядра» (clean core).

У третьому сценарії (рис. 3) досліджено розширену модель гібридної ERP-архітектури, яка поєднує розробку бізнес-логіки за допомогою SAP Cloud Application Programming Model (CAP) з централізованим користувацьким доступом через сервіс SAP Build Work Zone.

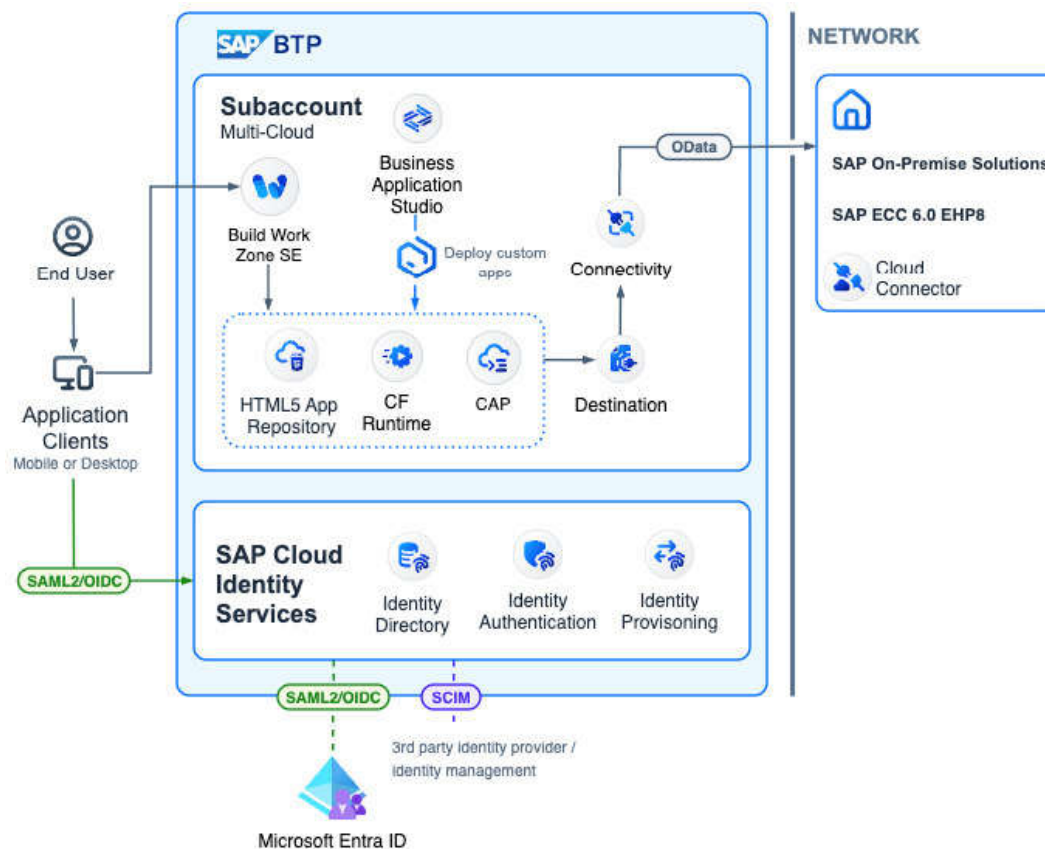


Рис. 3. Гібридна архітектура із використанням SAP CAP та SAP Build Work Zone

Така архітектура створює умови для гнучкої побудови нових хмарних сервісів і мікросервісів, які розширюють функціональність локальної системи SAP ECC 6.0 без безпосереднього втручання в її ядро. Застосування CAP дозволяє реалізовувати доменно-орієнтовану логіку в середовищі Cloud Foundry із підтримкою REST/OData API, CDS Views та моделі сервісного програмування.

Інтеграція з локальною ERP-системою реалізується за допомогою сервісів Destination та Connectivity у поєднанні з SCC, що забезпечує безпечний канал доступу до локальних ресурсів. Обмін даними здійснюється на основі протоколу OData V2, а відповідні

сервіси створюються у SAP Gateway Service Builder (SEGW) – середовища для генерації REST-подібних OData-сервісів із можливістю візуального моделювання структури, асоціацій та реалізації методів. Застосунки, побудовані в CAP, споживають ці сервіси через модель споживання сервісів (Service Consumption Model), що дозволяє відокремити хмарну логіку від реалізації серверної частини системи.

Окрему роль у цій архітектурі відіграє сервіс SAP Build Work Zone, який забезпечує єдину точку доступу для кінцевих користувачів, включно з хмарними сервісами, Fiori-додатками, корпоративними порталами й інтегрованими ERP-ресурсами. Ця інтеграція підтримується централізованим механізмом автентифікації на базі SAP Cloud Identity Services у зв'язці з корпоративним провайдером ідентичності.

Запропонований сценарій ілюструє подальшу еволюцію гібридної моделі у напрямку до повноцінної багатoshарової хмарної архітектури. Такий підхід дозволяє виносити нові бізнес-функції у хмару, залишаючи критичні обчислення та процеси в локальній ERP-системі. Він також створює основу для побудови масштабованих і модульних рішень, які відповідають сучасним вимогам до цифрової трансформації [10].

**Висновки.** Проведене дослідження підтверджує, що гібридна ERP-архітектура, заснована на інтеграції локальних інформаційних систем із хмарними сервісами, може забезпечити ефективну та поетапну модернізацію корпоративної IT-інфраструктури.

Наведені архітектурні сценарії демонструють гнучкість таких підходів щодо розширення функціональності, масштабування окремих компонентів, винесення бізнес-логіки в хмару та створення єдиного користувацького середовища без необхідності повної відмови від наявної ERP-системи. Універсальність описаних рішень дає змогу адаптувати їх до різних галузей і технологічних контекстів, а також мінімізувати ризики радикальної трансформації шляхом поступового переходу до ERP нового покоління відповідно до стратегічних пріоритетів підприємства.

1. Задачін Д. О. Економічне значення програмного забезпечення для підтримки підприємницьких структур. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 68. С. 393–400. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-68-175>. 2. Gartner. SAP S/4HANA Adoption Trends and Timelines. Gartner Research. 2023. URL: <https://www.gartner.com/document/4006826> (дата звернення: 12.07.2025). 3. SAP SE. SAP Q4 and Full-Year 2024 Results. SAP Investor Relations. 2024. URL: <https://www.sap.com/investors/en/financial-reports.html> (дата звернення:



12.07.2025). **4.** SAPinsider. State of SAP S/4HANA: Adoption Trends, Migration Approaches, and Business Drivers. 2023. URL: <https://sapinsider.org/report/state-of-sap-s-4hana-2023> (дата звернення: 12.07.2025). **5.** The power of SAP BTP with ECC: why you shouldn't wait for SAP S/4HANA. *SAP Community*. URL: <https://community.sap.com/t5/enterprise-resource-planning-blogs-by-members/the-power-of-sap-btp-with-ecc-why-you-shouldn-t-wait-for-sap-s-4hana/bap/13551151> (дата звернення: 19.07.2025). **6.** SAP Business Technology Platform: Integration and Application Development Guide. SAP. URL: <https://www.sap.com/products/business-technology-platform.html> (дата звернення: 20.07.2025). **7.** Lowest SAP ECC Version That Can Be Integrated with SAP BTP Through Cloud Connector. *SAP Community*. URL: <https://community.sap.com/t5/technology-q-a/lowest-sapecc-version-that-can-be-integrated-with-sap-btp-through-cloud/qaq-p/13678510> (дата звернення: 19.07.2025). **8.** Müller B., & Schmidt K. Migration strategies from SAP ECC to S/4HANA: A comprehensive review. *Journal of Enterprise Information Management*. 2023. Vol. 36(4). P. 892–915. **9.** Alam M. M., Priti S. I., Fatema K., Hasan M., & Alam S. Hybrid architecture design for enterprise systems: Best practices and challenges. *International Journal of Information Systems*. 2024. Vol. 18 (3). P. 234–251. **10.** Banerjee V. Data Migration Strategies for SAP S/4HANA: Leveraging SAP Joule for Business Transformation. *Journal of Computer Science and Technology Studies*. 2025. Vol. 7(9). P. 271–279. DOI: 10.32996/jcsts.2025.7.9.32

## REFERENCES:

**1.** Задачін Д. О. Економічне значення програмного забезпечення для підтримки підприємницьких структур. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 68. С. 393–400. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-68-175>. **2.** Gartner. SAP S/4HANA Adoption Trends and Timelines. Gartner Research. 2023. URL: <https://www.gartner.com/document/4006826> (дата звернення: 12.07.2025). **3.** SAP SE. SAP Q4 and Full-Year 2024 Results. SAP Investor Relations. 2024. URL: <https://www.sap.com/investors/en/financial-reports.html> (дата звернення: 12.07.2025). **4.** SAPinsider. State of SAP S/4HANA: Adoption Trends, Migration Approaches, and Business Drivers. 2023. URL: <https://sapinsider.org/report/state-of-sap-s-4hana-2023> (дата звернення: 12.07.2025). **5.** The power of SAP BTP with ECC: why you shouldn't wait for SAP S/4HANA. *SAP Community*. URL: <https://community.sap.com/t5/enterprise-resource-planning-blogs-by-members/the-power-of-sap-btp-with-ecc-why-you-shouldn-t-wait-for-sap-s-4hana/bap/13551151> (дата звернення: 12.07.2025). **6.** SAP Business Technology Platform: Integration and Application Development Guide. SAP. URL: <https://www.sap.com/products/business-technology-platform.html> (дата звернення: 12.07.2025). **7.** Lowest SAP ECC Version That Can Be Integrated with SAP BTP Through Cloud Connector. *SAP Community*. URL: <https://community.sap.com/t5/technology-q-a/lowest-sapecc-version-that-can-be-integrated-with-sap-btp-through-cloud/qaq-p/13678510> (дата звернення: 12.07.2025). **8.** Müller B., & Schmidt K. Migration strategies from SAP ECC to S/4HANA: A comprehensive review. *Journal of Enterprise Information Management*. 2023. Vol. 36(4). P. 892–915. **9.** Alam M. M., Priti S. I., Fatema K., Hasan M., & Alam S. Hybrid architecture design for enterprise systems: Best practices and challenges. *International Journal of Information Systems*. 2024. Vol. 18 (3). P. 234–251. **10.** Banerjee V. Data Migration Strategies for SAP S/4HANA: Leveraging SAP Joule for Business

**Yeroshkin Y. M.** [1; ORCID ID: ],  
Candidate of Engineering (Ph.D.), Assistant,  
**Voloshchuk V. A.** [1; ORCID ID: 0000-0003-0687-8968],  
Doctor of Engineering, Professor  
**Yeroshkin O. Y.** [1; ORCID ID: ],  
Master, Assistant

<sup>1</sup>*National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv*

<sup>2</sup>*Wroclaw University of Science and Technology, Wroclaw, Poland*

## **HYBRID ARCHITECTURE IN PRACTICE: INTEGRATING CLOUD SERVICES WITH ON-PREMISE ERP SYSTEMS**

**This article presents a practical study of hybrid IT architecture implementation through the integration of cloud services with legacy ERP systems, with a focus on SAP ECC 6.0 EHP8. The paper analyzes practical scenarios that demonstrate how organizations can strategically extend the capabilities of their on-premise ERP landscape by leveraging the SAP Business Technology Platform (SAP BTP). Instead of pursuing a disruptive, full-scale migration to SAP S/4HANA, the proposed architecture patterns offer a controlled and evolutionary modernization pathway that aligns with business and technical constraints.**

**Three architectural scenarios are presented, each reflecting a different level of abstraction, integration complexity, and technological maturity. The first scenario focuses on lightweight user interface extensions using Cloud Foundry Runtime and HTML5 App Repository, enabling rapid delivery of Fiori applications that consume OData services from the backend ERP system. The second scenario explores the use of the ABAP Environment on SAP BTP and the RESTful ABAP Programming Model (RAP) to encapsulate business logic in reusable service layers. The third and most advanced scenario showcases the use of SAP Cloud Application Programming Model (CAP) in combination with SAP Build Work Zone to build modular, scalable, and user-centric SaaS applications integrated with the existing ECC system via secure connectivity mechanisms.**

**The architectural approaches emphasize key enterprise requirements such as end-to-end user authentication through Principal Propagation, secure data access via SAP Cloud Connector, and centralized access control. These patterns promote compatibility, flexibility, and operational continuity by minimizing changes to the legacy core system while introducing modern development paradigms. The proposed solutions are particularly relevant**



**for organizations in the energy, logistics, and manufacturing sectors that operate complex IT landscapes and require reliable, phased modernization strategies.**

**In conclusion, this study demonstrates that hybrid architectures can serve as effective transitional models, enabling organizations to harness the advantages of cloud integration while maintaining core business processes and protecting prior investments.**

***Keywords:*** hybrid architecture; ERP system; cloud services; SAP BTP; digital transformation; integration; cloud technologies.

Отримано: 08 вересня 2025 року  
Прорецензовано: 10 вересня 2025 року  
Прийнято до друку: 18 грудня 2025 року