УДК 004.416.6

ПОНЯТТЯ ЕКОСИСТЕМИ В КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Зіноватна С. Л., к.т.н., доцент[1]
[1] Національний університет «Одеська політехніка»
[1] Україна, Одеса
[1] zinovatnaya.svetlana@op.edu.ua

Анотація. *У роботі розглянуто поняття екосистеми в контексті сучасних операційних систем та її роль у комплексному середовища, в якому взаємодіють користувач, пристрої та програмні сервіси. Проаналізовані архітектурні підходи до створення екосистеми операційної системи. Розглянуто приклади екосистем на основі різних операційних систем та сучасні тенденції розвитку.*
Ключові слова: *операційна система; екосистема; хмарні сховища; інтеграція.*

Вступна частина. Поняття екосистеми сьогодні присутнє в різних областях життя. В [1] зазначено, що «екосистеми – це співтовариства, де учасники взаємодіють, прагнуть до балансу й процвітають». Екосистемний підхід як аналітичний інструмент враховує ризики, стійкість, динаміку, складність та взаємозв'язки всіх відповідних учасників екосистеми [2]. Цей підхід також може бути використаний в IT-галузі, зокрема в контексті використання операційної системи (ОС).

ОС виконує роль посередника між користувачем і апаратним забезпеченням, але на сьогодні вона також може виступати ядром цілісної екосистеми.

Екосистема в контексті ОС представляє комплекс взаємопов’язаних пристроїв, сервісів та програм. Така екосистема забезпечує узгоджену роботу різних компонентів, синхронізацію даних, безпеку, персоналізацію та доступність функцій, незалежно від типу пристрою [3]. Вона формує користувацький досвід і визначає конкурентоспроможність технологічних платформ.

Ранні операційні системи, такі як MS-DOS або UNIX, не створювали цілісного середовища: користувач працював із локальними файлами, а взаємодія між пристроями була мінімальною. З розвитком мережевих технологій і появою графічних інтерфейсів у 1980–1990-х роках почала формуватися ідея *програмної екосистеми*.

Метою роботи є аналіз можливостей екостистеми з точки зору ОС.

Основна частина. Екосистему ОС можна поділити на чотири рівні [4]:

– ядро екосистеми, власне ОС (забезпечує управління апаратними ресурсами, виконання процесів, безпеку та сумісність компонентів);

– прикладна інфраструктура (включає API, , бібліотеки, що дозволяють розробникам створювати програми в межах єдиних стандартів);

– сервісний рівень (хмарні сервіси, магазин застосунків, синхронізація файлів, резервне копіювання, аналітика, інтелектуальні рекомендації);

– рівень користувача (пристрої, що підтримують єдиний обліковий запис та налаштування – смартфон, ПК, планшет, смарт-годинник).

Рівні такої структури є взаємозалежними. Будь-яка зміна в одному компоненті, наприклад, оновлення ОС, новий формат даних або змінена політика безпеки, впливає на всю екосистему.

Екосистеми ОС має в основі свого функціонування декілька принципів.

Перший принцип – це єдина ідентифікація користувача. Реалізується в тому, що усі сервіси та пристрої пов'язані з одним обліковим записом. Це може бути Apple ID, Google Account або Microsoft Account.

Другий принцип – синхронізація даних у реальному часі. Це означає, що дані користувача доступні одночасно на різних пристроях завдяки хмарним сховищам, в якості яких може виступати iCloud, OneDrive, Google Drive.

Третій принцип – безперервність роботи. Це реалізується тим, що існує, наприклад, можливість почати завдання на одному пристрої та продовжити на іншому.

Наступний принцип полягає в інтеграції штучного інтелекту. Асистенти Siri, Google Assistant, Copilot аналізують поведінку користувача, автоматизують дії та підвищують продуктивність [5].

Ще один принцип полягає включає безпеку та централізоване управління. Екосистема включає багаторівневий захист: шифрування, двофакторну автентифікацію тощо.

В табл. 1 наведено результати аналізу наявності інструментів в екосистемах сучасних ОС для реалізації різних характеристик.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика екосистем різних ОС

Ознака	Apple Ecosystem	Microsoft Ecosystem	Google Ecosystem
Єдиний акаунт	Apple ID	Microsoft Account	Google Account
Хмарні сервіси	iCloud	OneDrive	Google Drive
Основні ОС	macOS, iOS, watchOS	Windows, Xbox OS	Android, ChromeOS
Інтеграція ШІ	Siri	Copilot	Google Assistant
Характер системи	Закрита, контрольована	Гібридна	Відкрита, адаптивна

З табл. 1 видно, що основна різниця між такими екосистемами полягає у ступені відкритості та гнучкості. Apple прагне до повного контролю за якістю та безпекою, Google більше акцентується на відкритості і масштабованості, а Microsoft – на інтеграції різних платформ.

Існування екосистем стосовно ОС має множину переваг: зручність користувача; лояльність до бренду; безпека; можливість масштабування; економічний ефект.

Єдиний інтерфейс і спільні налаштування підвищують комфорт роботи. Користувачі, які мають кілька пристроїв однієї системи, рідше змінюють платформу. Централізоване оновлення та контроль доступу мінімізують ризики атак. Виробники можуть розширювати екосистему новими пристроями без втрати сумісності. Формується замкнене середовище, у якому користувач користується власними сервісами компанії.

Але реалізація екосистемного підходу також має і зворотній бік. Це закритість платформ, через ще користувачі обмежені у виборі альтернативних сервісів. Також існує ризик монополізації, оскільки компанії контролюють технічні стандарти та потоки даних. Можлива проблеми сумісності, коли пристрій, що не входить до офіційної екосистеми, може часто працювати з обмеженнями. З точки зору конфіденційності та етики централізація даних користувача підвищує ризики витоків інформації.

Майбутніми тенденціями розвитку екосистем ОС є наступне:

–уніфікація досвіду – єдиний обліковий запис та інтерфейс для всіх типів пристроїв;

–інтеграція з IoT – ОС може стати ядром для «розумного дому», автомобіля, виробничих систем;

–віртуалізація середовища – хмарні ОС дозволять працювати з будь-якого пристрою без встановлення програм;

–інтелектуалізація екосистем – алгоритми ШІ навчатимуться на поведінці користувача та прогнозуватимуть його потреби;

–безпека нового покоління – постійне шифрування, поведінковий аналіз і біометрична ідентифікація можуть розглядатися як стандарт стандартом (Microsoft, 2025).

Висновки. Поняття екосистеми операційної системи створює новий етап розвитку інформаційних технологій, у якому межа між пристроєм, програмою і хмарним сервісом поступово зникає. Екосистема забезпечує цілісність досвіду користувача, безпеку, інтеграцію та персоналізацію, перетворюючи ОС на центральний елемент цифрового життя. Екосистеми стануть у подальшому ще більш автономними, розумними та екологічно оптимізованими, надаючи єдиний простір взаємодії людини й технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Cross-sectoral innovation ecosystems enable the European Green Deal. (2020). *Open Access Government*. https://www.openaccessgovernment.org/cross-sectoral-innovation-ecosystems-enable-the-european-green-deal/94269.

[2] Nikitin I. (2024). The ecosystem approach as the basis for the formation and development of ecosystems in ecosystem economy. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*, 3 (5), 1-11. DOI: https://doi.org/10.46299/j.isjmef.20240305.01.

[3] Dhillon, S. K., Jyoti, J. (2024). Technological Advancements and Challenges in Operating Systems: A Comprehensive Review. *Journal of Operating Systems Development & Trends*, 10 (3), 7–13. https://stmcomputers.stmjournals.com/index.php/JoOSDT/article/view/767.

[4] Akhtar, Z. B. (2023). Operating systems (OS): An insight investigative research analysis and future directions. *Journal of Technology and Informatics (JoTI)*, 6 (1). DOI: https://doi.org/10.37802/joti.v6i1.637.

[5] Zhang, Y., Zhao, X., Li, Z., Yin, J., Zhang, L., Chen, Z. (2024). Integrating artificial intelligence into operating systems: A comprehensive survey on techniques, applications, and future directions. *arXiv preprint*. DOI: https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.14567.

Zinovatna S. L.

The concept of ecosystem in the context of modern operating systems

Abstract. *The paper examines the concept of ecosystem in the context of modern operating systems and its role in a complex environment in which the user, devices, and software services interact. Architectural approaches to creating an operating system ecosystem are analyzed. Examples of ecosystems based on different operating systems and current development trends are considered.*

Keywords: *operating system; ecosystem; cloud storage; integration*