

УДК (UDC) 004.051

Даас Тимур  
Імад Ахмад*аспірант кафедри моделювання систем і технологій  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, майдан  
Свободи 4, м. Харків, Україна, 61022  
e-mail: [timurkadaas@gmail.com](mailto:timurkadaas@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0003-2796-8145>*Ткачук Микола  
Вячеславович*д.т.н., професор; професор кафедри моделювання систем і  
технологій  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, майдан  
Свободи 4, м. Харків, Україна, 61022  
e-mail: [mykola.tkachuk@karazin.ua](mailto:mykola.tkachuk@karazin.ua);  
<https://orcid.org/0000-0003-0852-1081>*

## Аналіз сучасного стану і перспектив розвитку у галузі розробки та супроводу систем інтернет-банкінгу

**Актуальність.** Розробка систем інтернет-банкінгу потребує вирішення проблеми їх проектування з урахуванням постійного розвитку галузі та появи нових вимог до ПЗ, як функціональних, так і нефункціональних. Побудова таких систем з забезпеченням належного рівня показників якості вимагає обґрунтованого вибору еталонної системної архітектури, а також використання сучасних методів обробки знань щодо вимог користувачів. І тому, питання побудови цього класу систем є актуальною науково-технічною задачею.

**Мета.** Метою цього дослідження є аналіз сучасного стану та перспектив розвитку у галузі розробки та супроводу систем e-Banking, що дозволить мотивовано запропонувати їх вдосконалення шляхом застосування знання-орієнтованого підходу для обробки знань щодо вимог користувачів системи та використання мікросервісної архітектури, як еталонної системної архітектури, що в кінцевому рахунку має на меті підвищення показників якості.

**Методи дослідження.** Для досягнення мети дослідження виконано огляд існуючих в Україні систем e-Banking, проведено їх порівняльний аналіз та синтезована схема їх типової функціональності. Для подальшого розвитку цього класу систем мотивовано обрано метод аналізу часових рядів, як основний метод прогнозування дій користувача при роботі с функціоналом побудови виписок за рахунком. Виконано збір інформації щодо поточних показників продуктивності систем при побудові виписок.

**Результати.** На основі проведеного аналізу поточного стану, зроблено обґрунтований висновок про можливість та доцільність підвищення продуктивності систем e-Banking шляхом використання знання-орієнтованого підходу для обробки знань щодо вимог користувачів, а також мікросервісної архітектури при проектування та розробці систем e-Banking. Мотивовано запропоновано запровадити новий окремий модуль прогнозування дій користувача у системі, який дозволить системі виконувати важкі за часом та ресурсами операції клієнтів заздалегідь, для оптимального використання системних ресурсів.

**Висновки.** Розглянуті проблеми пов'язані з побудовою та розробкою систем e-Banking, зроблено аналітичний огляд існуючих на ринку України систем та побудована схема їх типової функціональності. Запропоновано розробити модуль прогнозування дій користувача у системі, який використовує знання-орієнтовані методи, та використати його для прогнозування операції побудови користувачем виписки за рахунками та попередньої підготовки цієї виписки для підвищення продуктивності роботи систем e-Banking.

**Ключові слова:** інтернет-банкінг, знання-орієнтований підхід, мікросервісна архітектура, метрики якості, продуктивність, метод аналізу часових рядів, рекомендаційна система, виписка за рахунком.

**Як цитувати:** Даас Т.І., Ткачук М.В. Аналіз сучасного стану і перспектив розвитку у галузі розробки та супроводу систем інтернет-банкінгу. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління.* 2024. вип. 62. С.6-18.

<https://doi.org/10.26565/2304-6201-2024-62-01>

**How to quote:** T.I. Daas, M.V. Tkachuk, "Analysis of the current state and future prospects in the domain of development and maintenance of Internet banking systems", *Bulletin of V. N. Karazin Kharkiv National University, series Mathematical modeling. Information technology. Automated control systems*, vol. 62, pp. 6-18, 2024. [In Ukrainian] <https://doi.org/10.26565/2304-6201-2024-62-01>

## **1. Актуальність проблем розробки і супроводу систем e-Banking. Мета і задачі дослідження**

У сучасному світі зростає необхідність впровадження все більшої кількості електронних послуг у банківській сфері, зокрема у системах інтернет-банкінгу (e-Banking). Оскільки системи e-Banking є основним класом банківських інформаційних систем, з якими безпосередньо взаємодіє клієнт банку, який є основним джерелом прибутку будь-якої банківської установи. Перелік таких послуг та їх складність зростає щоденно. Бізнес-вимоги користувачів вимагають від розробників забезпечення швидкого впровадження нового функціоналу у системи e-Banking, забезпечення мінімізації, а краще, відсутності впливу нових модулів на якість та логіку роботи вже впровадженого функціоналу, а також забезпечення відмовостійкості при пікових навантаженнях на систему.

У свою чергу, банки, як кінцеві власники продукту, також висувають свої вимоги до програмного забезпечення (ПЗ) систем e-Banking, серед них можна виділити: мінімізація ресурсів при горизонтальному масштабуванні, мінімізація витрат на супровід ПЗ, можливість моніторингу робочого стану системи, впровадження вимог регулятора (Національний банк України - НБУ) у відведені строки, а також швидке усунення знайдених вразливостей. Останнє є вкрай важливим в умовах значного росту кількості кібератак на критичну інфраструктуру держави [1].

В умовах коли надання банком послуг своєму клієнту повинно відбуватись у найкоротші строки і з мінімізацією кількості відвідувань клієнтом відділень банку, системи e-Banking, які забезпечують дистанційне обслуговування клієнтів, є одним з основних інструментів для продажу банківських продуктів та ведення бізнесу банком в цілому. Якість роботи цих систем є одним з основних факторів, які сприяють заохоченню нових клієнтів для будь-якого банку [2].

Більшість систем e-Banking, які використовуються українськими банками, досі побудовані з використанням монолітних архітектур (МА), які за своїми властивостями гірше підходять для забезпечення вищенаведених вимог, аніж мікросервісні архітектури (МСА), які у свою чергу забезпечують гнучкість IT-інфраструктури, незалежність компонентів один від одного, можливість адаптивного масштабування та здатність до швидкої модернізації ПЗ [3].

Метою цього дослідження є аналіз сучасного стану та перспектив розвитку у галузі розробки та супроводу систем e-Banking, шляхом огляду та порівняльного аналізу існуючих систем, синтезу їх типової функціональності. Також однією з задач дослідження є мотивований вибір напрямків та підходів для вдосконалення і розвитку цих систем. Для підвищення продуктивності систем e-Banking в даній роботі пропонується застосування знання-орієнтованого підходу при розробці цих систем для обробки знань щодо вимог користувачів, а також використання МСА, як еталонної системної архітектури. Кінцева мета даного підходу є підвищення якості обслуговування клієнтів банку.

Пропонована концепція має на меті забезпечити ефективну обробку накопичених знань та впровадження результатів їх обробки у системи e-Banking, що доповнює вже існуючі підходи до розробки програмного забезпечення таких систем. У роботі [4] описуються принципи та переваги застосування модельного підходу у системах e-Banking, а також наведені Computational Independent Model та Platform Independent Model для систем e-Banking, які є певною концептуальною моделлю для систем цього класу та описують основні функції системи і їх взаємозв'язок. У роботі [5] компанія Yalantis, яка спеціалізується на розробці ПЗ у сфері фін-тех, спираючись на світовий досвід, наводить принципи застосування МСА, як reference architecture, у типових системах e-Banking, описує виклики з якими стикається при впровадженні МСА та виділяє певні функціональні рівні, які характерні системам цього класу. Але існуючі дослідження не описують використання саме знання-орієнтованих моделей та методів у системах e-Banking.

## **2. Порівняльний огляд деяких існуючих систем e-Banking**

На підставі аналізу інформаційних джерел було зроблено порівняльний огляд деяких існуючих таких систем, які представлені в Україні [6 - 13].

Усі існуючі системи e-Banking можна умовно розділити на два класи:

- розвинені комерційні рішення;
- системи власної розробки.

Варто відзначити, що для систем e-Banking відсутній такий клас, як “безкоштовні програмні продукти” (open source). Це обумовлено тим, що системи e-Banking мають відповідати

міжнародним стандартам, таким як наприклад PCI DSS, а також постійно впроваджувати нові вимоги національного регулятора.

До програмних комерційних рішень із групи (1) належать, наприклад, такі системи як iFOBS, яка розроблена компанією CS, і iBank2, яка розроблена компанією ДБО Софт. Перший продукт є одним з лідерів на ринку і є більш популярним серед юридичних осіб та ФОП, аніж для фізичних осіб. Абсолютна більшість банків, при наданні своїх послуг для юридичних осіб, використовують саме систему iFOBS. Система iBank2 також більше використовується банками при наданні послуг юридичним особам, але є менш популярною через меншу кількість функціоналу та інтеграційних можливостей.

Програмні продукти групи (2) також використовуються досить широко, і зазвичай розробляються власними командами програмістів найбільш успішних банків, які краще представлені у сегменті фізичних осіб. Це обумовлено необхідністю швидкого впровадження оновлень для реакції на зміни у суспільних процесах, а також бажанням мати власний унікальний дизайн застосунку. Характерними представниками цього класу є системи e-Banking таких банків як Приватбанк, Монобанк та А-Банк.

Нижче стисло розглянемо характеристики деяких найбільш поширених систем e-Banking, з метою побудови та аналізу, в подальшому, схеми їх типової функціональності.

### 2.1. Система iFOBS

Ця система є однією з найбільш популярних систем на українському ринку, оскільки є комерційним продуктом, який має велику різноманітність функціоналу та можливості для інтеграції з core-системами банку, такими як, наприклад, автоматизовані банківські системи(АБС) чи CRM-системи. Система представлена у двох системних архітектурах: монолітній та мікросервісній.

Система надає для клієнтів Web-інтерфейс, Windows-додаток і мобільні додатки під платформи IOS та Android, а також інтерфейс для адміністрування. Додатково система підтримує для клієнтів відкриті інтерфейси для зовнішньої інтеграції (Open API) [6, 7].

Серед найбільш цікавих особливостей цього продукту можна виділити:

- наявність окремих інтерфейсів для клієнтів фізичних осіб, юридичних осіб, а також ФОП. Кожен інтерфейс розроблений з урахуванням специфіки роботи і необхідного функціоналу кожної з груп користувачів
- наявність гнучкої рольової системи як для користувачів, так і для адміністраторів
- широкий спектр підтримуваних засобів авторизації та їх комбінації
- висока ступінь масштабованості системи у версії з мікросервісною архітектурою

### 2.2. Система iBank2

Ця система також є комерційним продуктом, але вона менше представлена на ринку через гіршу різноманітність функціоналу, а також гіршу продуктивність при високому навантаженні. Система наразі представлена лише у монолітній архітектурі, але все одно експлуатується декількома банками національного рівня, такими як, наприклад, Райффайзен Банк чи Таскомбанк.

Система надає для клієнтів лише Web-інтерфейс і мобільні додатки під платформи IOS та Android, а також інтерфейс для адміністрування [8, 9].

Особливостями даної системи є:

- наявність окремих інтерфейсів для клієнтів фізичних осіб, юридичних осіб, а також ФОП
- наявність сертифікованих криптографічних бібліотек власного виробництва, а також центру сертифікації ключів(ЦСК) [10, 11]
- можливість двофакторної авторизації за допомогою додатку Google Authenticator

Серед недоліків системи можна виділити погані можливості для масштабування, які обумовлені використаною архітектурою, а також клієнтський інтерфейс, який не відповідає вимогам сучасного UI/UX-дизайну.

### 2.3. Система Privat24

Система Privat24 є власною розробкою Приватбанку - найбільшого українського банку. Ця система є найбільш використовуваною за кількістю користувачів. Як і попередня, ця система

надає для клієнтів лише Web-інтерфейс і мобільні додатки під платформи IOS та Android, а також інтерфейс для адміністрування [12].

Серед особливостей системи можна виділити:

- наявність окремих інтерфейсів для клієнтів фізичних осіб та юридичних осіб
- найбільшу різноманітність функціоналу
- наявність засобів детального моніторингу дій користувача
- гарні можливості масштабування системи при зміні в середовищі функціонування

Система повністю наразі побудована з використанням мікросервісної архітектури, і є яскравим прикладом плавного переходу від монолітної архітектури до мікросервісної.

#### 2.4. Система Monobank

Система Monobank є власною розробкою однойменного банку. Ця система була введена в експлуатацію у 2017 році і є однією з найновіших e-Banking систем, які діють на українському банківському ринку. Через новизну система є єдиним представником, серед наведених в цьому документі, яка з самого початку була побудована та розроблена з використанням МСА. Але наразі, на відміну від попередніх перерахованих систем, ця система представлена лише у вигляді мобільних додатків під платформи IOS та Android, і має інтерфейси лише для клієнтів фізичних осіб [13]. Це можна вважати основними недоліками порівняно з аналогами.

Серед інших особливостей виділяються:

- наявність засобів детального моніторингу дій користувача
- гарні можливості масштабування системи при зміні в середовищі функціонування
- найшвидше впровадження нового функціоналу в продуктивне середовище

#### 2.5. Порівняльний аналіз наведених систем

Для проведення порівняльного аналізу властивостей вищезгаданих систем e-Banking, синтезу загальної схеми їх типової функціональності, а також для розробки мотивованої пропозиції щодо її можливого подальшого вдосконалення, у цій роботі використана методика, яка була запропонована у [14] для опрацювання аналогічної проблематики у галузі розробки складних систем управління IT-інфраструктурою підприємств.

Результат порівняння розглянутих в даному розділі систем наведено у таблиці 1. Оцінки виставлялися групою експертів за 5-ти бальною шкалою.

Таблиця 1. Порівняння систем e-Banking

Критерії	iFOBS	iBank2	Privat24	Monobank
Використовувана архітектура	Частково мікросервісна	Монолітна	Мікросервісна	Мікросервісна
Масштабованість	4	3	5	5
Гнучкість конфігурування	5	4	5	5
Супроводжуваність	4	4	4	5
Інтерфейс	4	3	4	5
Різноманітність функціоналу	5	4	5	3
Безпека	4	4	4	4

Продуктивність	5	4	5	4
Можливості для інтеграції зовнішніх систем	4	4	5	4

Проведений порівняльний аналіз цих продуктів дозволяє визначити основні критерії, за якими можна виконати оцінку типової системи e-Banking. В наступних розділах буде побудована типова функціональність існуючих в Україні систем e-Banking, а також буде запропонований шлях її вдосконалення за рахунок впровадження знання-орієнтованого підходу у процес проектування та розробки цього класу банківських інформаційних систем. Пропонований підхід включає також використання мікросервісної архітектури, яка забезпечує кращі показники якості для цих систем.

## 2.6. Типова функціональність систем e-Banking

Типова функціональність систем e-Banking має забезпечувати весь спектр послуг, які банк, як фінансова установа, повинен надавати клієнтам у дистанційному вигляді. Як було зазначено у попередніх розділах, системи класу e-Banking є такими що динамічно розвиваються, і, відповідно, формалізована схема типової функціональності систем e-Banking, яка наведена на рис.2.1 у вигляді UML-діаграми пакетів, може розглядатися як певна концептуальна модель “ідеальної системи”, але лише станом на зараз. В процесі розвитку можуть додаватися нові функції, але зазвичай це будуть функції 3-го рівня, згідно наведеної діаграми.

Операції клієнтів. Функції цієї групи мають стратегічне значення для кожної системи e-Banking, оскільки саме вони забезпечують безпосередню взаємодію банку та його клієнтів, кількість та рівень задоволення яких відіграє головну роль в успішності функціонування банку як бізнесу. Саме у цій групі функцій основну роль відіграє дизайн, швидкодія та відмовостійкість, оскільки клієнта банку не цікавить внутрішня складова системи, її архітектура чи стек технологій. Для клієнта важливо отримати якісну послугу, без збоїв в роботі системи та з виконанням якомога меншої кількості дій у системі. Для функцій цієї групи обов'язково має бути розроблений та підтримуватися певний рівень обслуговування (Service Level Agreement - SLA).

Система адміністрування. Ця група процесів відповідає за роботу співробітників банку, які безпосередньо взаємодіють з клієнтами: працюють у відділеннях або у відділі підтримки. Система адміністрування повинна забезпечувати повний спектр функцій, які потрібні для створення та редагування облікових записів користувачів системи, в тому числі і видачі нових прав чи ролей користувачам, для виконання операції авторизації різноманітних дій користувача та/або іншого адміністратора в системі, в тому числі і в режимі “maker - checker”(або 4-eyes), для фіксації та перегляду усіх успішних та неуспішних дій будь-якого користувача, особливо критичних фінансових операції та авторизації.

Забезпечення безпеки. Функції цієї групи є одними з головних оскільки в умовах постійного розвитку методів для здійснення кібератак, банківська сфера є однією з найпріоритетніших для здійснення цих атак, оскільки обробляє цінний актив - гроші. До функцій цієї групи відносять модулі, що відповідають за вияв шахрайських та аномальних операцій, блокування їх чи накладання додаткового фактору для підтвердження, а також за сповіщення відповідального підрозділу банку про наявність підозрілих платежів у конкретного клієнта чи групи клієнтів. Для захисту від відомих та найбільш загрозливих атак на веб-додатки мають бути впроваджені функції аналізу вхідних запитів до системи для запобігання обробки модулями бізнес-логіки системи запитів, які мають ознаки атаки на веб-додаток. Перелік актуальних вразливостей підтримується учасниками відкритого проекту захисту веб-додатків(OWASP) [15], в рамках якого також розробляється керівний документ, який де-факто є стандартом, захисту веб-додатків при проектуванні та розробці OWASP ASVS [16]. Необхідність керуватися документами розробленими OWASP є наразі вимогою Національного банку України [17].

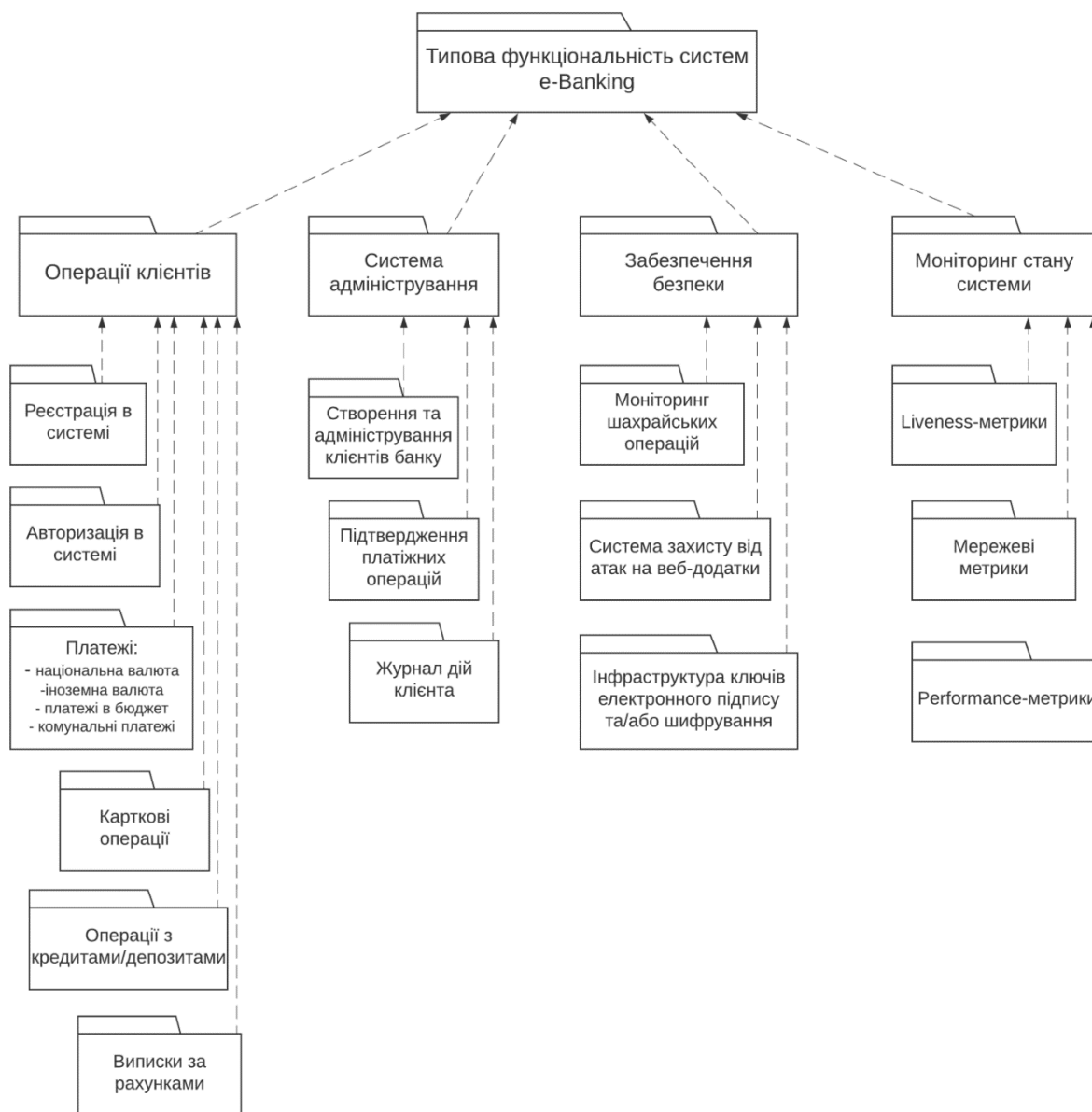


Рис. 2.1 Типова функціональність систем e-Banking

Моніторинг стану системи. Функції моніторингу забезпечують IT-відділам банку, які супроводжують систему, можливість оперативного реагування на позаштатні інциденти в системі, а також розслідування цих подій. До основних метрик, які повинні бути забезпечені системами e-Banking відносять внутрішні показники стану компонентів системи, які також називають liveness-метриками, мережеві показники як при взаємодії різних компонентів системи між собою, так і при взаємодії з сторонніми системами, а також метрики продуктивності ключових бізнес-функцій системи. Для зберігання та накопичення цих метрик може бути як розроблений інтегрований в систему e-Banking модуль, так і використовуватися корпоративні системи обробки, накопичення та візуалізації метрик системи, які вже впроваджені в банку як корпоративний стандарт. До таких систем можна віднести, наприклад, Grafana, Prometheus, Zipkin, Jaeger [18-21].

### 3. Побудова перспективної функціональної схеми системи e-Banking

Однією з основних функцій системи e-Banking є побудова виписок за рахунками. Ця операція є однією з найчастіше використовуваних функцій типової системи e-Banking [22]. Визначення, структура, призначення виписок та особливості їх побудови наведені у [23, 24]. За своєю суттю побудова виписки за рахунком є операцією час виконання якої, а також необхідні ресурси, залежать від вхідних умов, таких як: кількість обраних рахунків, кількість усіх операцій за

рахунком, обраний період виписки, формат виписки (наприклад, PDF, XLS, XML, тощо), необхідність сортування, тощо. Всі ці чинники призводять до двох проблем:

- неможливо однозначно оцінити час виконання операції і створити певні SLA-критерії
- потрібен великий об'єм ресурсів, а особливо спільних, таких як робота бази даних, в процесі виконання операції побудови виписки з великим обсягом платежів

Друга проблема негативно впливає на функціонування системи в цілому, оскільки призводить до того, що модулі, які виконують інші операції в системі, очікують звільнення ресурсу бази даних. Особливо це відчутно у періоди, які є найбільш типовими для побудови виписок багатьма клієнтами системи e-Banking. Яскравим прикладом є побудова річної виписки в останніх числах грудня, коли такі виписки будують і найбільші за обсягом платежів клієнти банку. При цьому, системи, які побудовані на основі монолітних архітектур, через використання спільних ресурсів та середовища усіма модулями системи відчувають більший негативний ефект, ніж системи на основі мікросервісної архітектури.

Саме тому доцільно розглянути деякі можливості знання-орієнтованого підходу до проектування та розробки систем e-Banking, який дозволив би виконувати аналіз поведінки та попередніх дій користувача у системі при побудові будь-яких виписок та використати його для прогнозування майбутніх дій цього користувача пов'язаних з побудовою виписки. Отримані прогнози пропонується використати для можливості системи “діяти на упередження” і готувати дані для “прогнозованої виписки” заздалегідь і, що найбільш важливо, у час найменшої завантаженості системи. Наприклад, якщо користувач кожен останній день місяця, на протязі вже півроку, будує місячну виписку за своїм гривневим рахунком, то є велика ймовірність того, що й наступного місяця він також буде будувати місячну виписку за цим рахунком. Одним з використовуваних підходів до такого прогнозування є метод аналізу часових рядів, який дозволяє для описаної моделі, на основі раніше зібраних даних, виконати прогнозування [25]. Метод відноситься до категорії формалізованих математичних методів, що базується на статистиці [26]. Складові частини прогнозу наведені у [27] та схематично зображені у вигляді блок-схеми на рисунку 3.1.

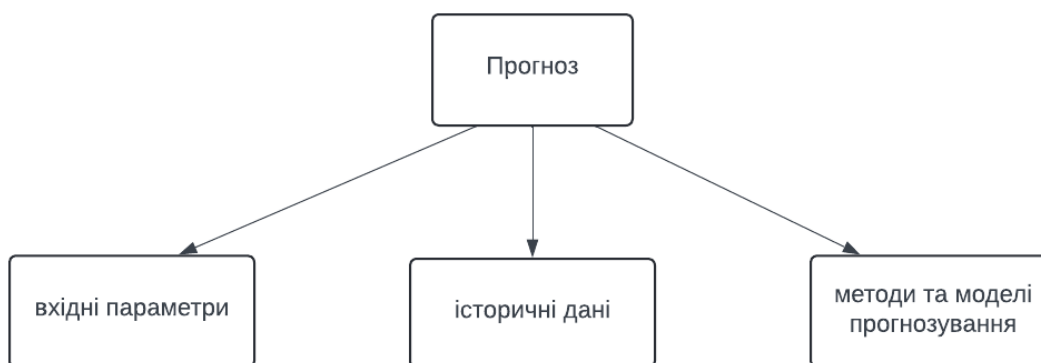


Рис. 3.1 Блок-схема складових частин прогнозу

Вхідними параметрами можуть бути поточний час та стан рахунків користувача. Історичними даними є усі минулі операції з побудови виписок цього конкретного користувача, а також інших користувачів системи, в тому числі і метадані операції: обраний період виписки, обрані рахунки, час формування виписки, формат виписки, тощо. До моделей та методів прогнозування можна віднести семантичні правила обробки та аналізу збереженої історичної інформації, методи зберігання цієї інформації, побудовану доменну модель операції, а також метод отримання “прогнозу” в конкретний момент часу.

Слід окремо зазначити, що методи аналізу часових рядів також застосовуються при розробці сучасних рекомендаційних систем (recommender system) різного призначення (див., наприклад у [28, 29, 30]), що також може бути одним з чинників мотивації для обрання запропонованого підходу до розширення функціональності перспективної системи e-Banking.

З урахуванням цих міркувань пропонується розширити типову функціональність систем e-Banking новим модулем, як зазначено на рисунку 3.2. На цій схемі групу функцій “операції клієнтів” доповнено “універсальним модулем прогнозування дій користувача”. В контексті піддомену виписок цей модуль відповідає за обробку історичної інформації, прогнозування дій користувача в системі при побудові виписок за рахунками, а також повинен створювати у розрахований ним час системні задачі по побудові “прогнозованої виписки”, які вже далі обробляються модулем побудови виписок з урахування прогнозованих параметрів цієї виписки. В майбутньому функціонал універсального модуля прогнозування може бути розширений можливістю прогнозування дій користувача у системі в цілому. До таких дій можна, наприклад, віднести: заповнення параметрів створюваних платежів, оплата комунальних послуг, підбір умов кредитів та депозитів.



Рис. 3.2 Розширена функціональність системи e-Banking

Використання мікросервісної архітектури дозволить отримати максимальний результат від запропонованого підходу. Через властивість мікросервісної архітектури, яка полягає в розділенні системи на окремі незалежні сервіси, то є можливість відокремлення нового модулю в окремий мікросервіс, який не матиме впливу на стабільність роботи інших клієнтських операцій та системи в цілому[31]. Також впровадження мікросервісної архітектури забезпечить набагато більш гнучке масштабування системи з мінімальними ресурсами при пікових навантаженнях, що забезпечує підвищення продуктивності системи e-Banking в цілому, оскільки максимально знижує вплив операції формування виписок на інші функції системи, особливо в порівнянні з монолітною архітектурою, в якій існують спільні ресурси [32, 33]. В контексті цієї роботи це в першу чергу стосується мікросервісу, який відповідатиме в системі за доменну область “формування виписок за рахунками”, оскільки саме на нього покладатиметься корисне навантаження по побудові прогнозованих виписок.

#### 4. Мотивація доцільності застосування знання-орієнтованого підходу при розробці системи e-Banking для підвищення їх ефективності

Для виявлення існуючих проблем в побудові та роботі систем e-Banking, у період лютий-квітень 2024 року було проведено опитування співробітників відділів супроводу та розробки української компанії CS, яка є розробником системи iFOBS. Було виявлено, що операція побудови виписки за рахунком є найбільш довгою операцією в системі, а також, через необхідність оперування великим об’ємом даних при виконанні, створює найбільш негативний вплив на швидкість інших операцій користувачів в системі. Одним з прикладів такого впливу було зниження у 4 рази продуктивності операцій з проведення гривневих платежів через заповнення кешованої області пам’яті у СУБД Oracle даними, які отримувалися сервером для формування річної виписки одного з найбільших клієнтів банку, який є корпорацією національного масштабу та має досить велику кількість рахунків і проведених за цими рахунками платежів. Зниження



продуктивності спостерігалось в проміжок часу, впродовж якого формувалася вищезгадана виписка.

Наразі в системі iFOBS побудова виписки за рахунком виконується синхронно та в момент запиту користувача. Побудова річної виписки займає від 1-2 секунд для користувачів із категорії малого/середнього бізнесу, до декількох десятків секунд для корпорацій національного масштабу. У таблиці 2 наведена статистика формування виписок за рахунками у форматі pdf, який наразі є найбільш популярним серед користувачів, в залежності від кількості сторінок сформованої виписки. Процедура формування виписки складається з двох основних частин:

- підготовка даних про платежі на основі вхідних параметрів виписки
- формування PDF-файлу за допомогою бібліотеки JasperReports [34]

*Таблиця 2. Статистика формування виписок за рахунками*

Кількість сторінок	Підготовка даних (мс)	Формування PDF-файлу (мс)	Усього (мс)
1	40	120	160
5	60	220	280
10	70	350	420
20	80	600	680
50	200	1500	1700
100	350	3100	3450
150	800	4200	5000
360	2500	12000	14500
500	4500	15000	19500
850	5500	40000	45500

Отримана статистика виконання операцій формування виписки користувачами системи показує, що є певні часові закономірності таких операцій та їх параметрів. Все це дозволяє зробити висновок, що впровадження “модулю прогнозування дій користувача” для операцій побудови виписок за рахунками є цілком доцільним і має допомогти в досягненні основної мети роботи, а саме підвищення продуктивності роботи системи e-Banking. Пропоноване рішення в першу чергу направлене на банки всеукраїнського масштабу, які серед своїх клієнтів мають як корпорації національного масштабу, для яких потрібно забезпечити можливість обробки великих об’ємів платіжних даних, так і велику кількість користувачів з категорії фізичних осіб та/або малого-середнього бізнесу, які через свою велику кількість постійно створюють навантаження на систему і потребують певний рівень якості наданих банком дистанційних послуг впродовж усього часу роботи системи.

## **5 Висновки та напрямок подальших досліджень**

В статті розглянуті деякі проблеми пов’язані побудовою та розробкою систем e-Banking, зроблено аналітичний огляд існуючих на ринку України систем та побудована схема їх типової

функціональності. Для підвищення продуктивності роботи цих систем запропоновано розробити модуль прогнозування дій користувача у системі, який використовує знання-орієнтовані методи, а саме метод аналізу часових рядів в поєднанні з семантичними правилами, та використати його для прогнозування операції побудови користувачем виписки за рахунками та попередньої підготовки цієї виписки для оптимізації витрат ресурсів системи на цю операцію та зниження впливу операції формування виписки на функції системи в цілому.

В наступних роботах планується описати особливості застосування мікросервісної архітектури в поєднанні зі знання-орієнтованими методами при побудові систем e-banking. В подальшому планується розробити прототип відповідного модуля системи та дослідити ефективність його застосування у реальній системі e-Banking.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Tan T.H., Tan T.H. E-Banking SAF: A TOGAF-NIST Aligned Security Architecture Framework for E-Banking Systems. *The 7th International Conference on Information and Computer Technologies*. 2024. Honolulu, Hawaii, USA. P. 1–6
2. Коваль В. Правове визначення інформаційної безпеки електронного банкінгу. *Молодий вчений*. 2023. №1 (113), С. 121–125. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2023-1-113-25>
3. Newman S. Building Microservices, 2nd Edition. New York. USA: O'Reilly Media, 2021. 616 p.
4. Avornicului M.C., Bresfelean Vasile P. Model driven development of online banking systems. *Annals of the University of Oradea, Economic Science Series*, 2011, Vol 20, Issue 1, p. 795– 800
5. Roid I., Panasenko Y., Huba S. Digital banking architecture: things to consider when building banking software. URL: <https://yalantis.com/blog/technical-side-of-digital-banking-software> (дата звернення: 01.07.2024)
6. IFOBS.Corporate сайт. [Електронний ресурс] URL: [https://cs ltd.com.ua/products/corporate\\_online\\_banking/](https://cs ltd.com.ua/products/corporate_online_banking/) (дата звернення: 03.07.2024)
7. IFOBS.Private сайт. [Електронний ресурс] URL: [https://cs ltd.com.ua/products/private\\_online\\_banking/](https://cs ltd.com.ua/products/private_online_banking/) (дата звернення: 02.07.2024)
8. iBank2.Corporate сайт. [Електронний ресурс] URL: [https://dbosoft.com.ua/#/products/business/web\\_banking\\_business/](https://dbosoft.com.ua/#/products/business/web_banking_business/) (дата звернення: 01.07.2024)
9. iBank2.Private сайт. [Електронний ресурс] URL: [https://dbosoft.com.ua/#/products/private/web\\_banking\\_private/](https://dbosoft.com.ua/#/products/private/web_banking_private/) (дата звернення: 01.07.2024)
10. iBank2, криптобібліотека “Гепард 2.0” [Електронний ресурс] URL: [https://dbosoft.com.ua/assets/about/licenses/eo\\_2099.pdf](https://dbosoft.com.ua/assets/about/licenses/eo_2099.pdf) (дата звернення: 01.07.2024)
11. iBank2, центр сертифікації ключів “Integra CA” [Електронний ресурс] URL: [https://dbosoft.com.ua/assets/about/licenses/eo\\_1541.pdf](https://dbosoft.com.ua/assets/about/licenses/eo_1541.pdf) (дата звернення: 01.07.2024)
12. Privat24 сайт. [Електронний ресурс] URL: <https://privatbank.ua/udalennyi-banking/privat24> (дата звернення: 01.07.2024)
13. Monobank сайт. [Електронний ресурс] URL: <https://www.monobank.ua/> (дата звернення: 01.07.2024)
14. Ткачук М.В., Сокол В.Є. Деякі проблеми управління IT-інфраструктурою підприємства: сучасний стан та перспективи розвитку. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2010. № 6/2 (48). С. 68–72.
15. OWASP Top 10 сайт. [Електронний ресурс] URL: <https://owasp.org/www-project-top-ten> (дата звернення: 01.07.2024)
16. OWASP Application Security Verification Standard v4.0.3
17. Про затвердження Положення про організацію заходів із забезпечення інформаційної безпеки в банківській системі України: Постанова НБУ №95 від 28.09.2017р.
18. Офіційний сайт Grafana. [Електронний ресурс] URL: <https://grafana.com> (дата звернення: 02.07.2024)
19. Офіційний сайт Prometheus. [Електронний ресурс] URL: <https://prometheus.io> (дата звернення: 02.07.2024)
20. Офіційний сайт Zipkin. [Електронний ресурс] URL: <https://zipkin.io> (дата звернення: 02.07.2024)
21. Офіційний сайт Jaeger. [Електронний ресурс] URL: <https://www.jaegertracing.io> (дата звернення: 03.07.2024)

22. Тищенко О. І. Огляд сучасних тенденцій на ринку онлайн-банкінгу в Україні. *Електронний журнал "Економіка і суспільство"*. 2017. №13. С. 1237–1243. URL: [https://economyandsociety.in.ua/journals/13\\_ukr/206.pdf](https://economyandsociety.in.ua/journals/13_ukr/206.pdf) (дата звернення: 01.07.2024)
23. Tripathi P. What is a Bank Statement: Components, Purpose & How to Process It. URL: <https://www.docsumo.com/blogs/bank-statement-extraction/what-is-bank-statement> (дата звернення: 29.06.2024)
24. Brosens J., Kruger R. M., Smuts H. Guidelines for Designing e-Statements for e-Banking. *The Second African Conference for Human Computer Interaction: Thriving Communities*. December 2018. p. 1–6
25. Shah D., Thaker M. A Review of Time Series Forecasting Methods. *International journal of research and analytical reviews*. April 2024. Vol. 11, No. 2. p. 749–755
26. Buchatskaya V., Buchatsky P., Teploukhov S. Forecasting Methods Classification and its Applicability. *Indian Journal of Science and Technology*. November 2015. Vol. 8(30)
27. Liu Z., Zhu Z., Gao J., Xu C. Forecast methods for time series data: A survey. *IEEE Access*. 2021, Vol. 9, p. 91896–91912
28. Gupta V. Modeling Time-Series and Spatial Data for Recommendations and Other Applications: PhD dissertation / Indian Institute of Technology Delhi. 2022. 178 p.
29. Joorabloo N., Jalili M., Ren Y. A new temporal recommendation system based on users` similarity prediction. *11th International Conference on Knowledge Discovery and Information Retrieval*. 2019. p. 555 – 560
30. Gomez-Losada A., Duch N. Time Series Forecasting by Recommendation: An Empirical Analysis on Amazon Marketplace. *International Conference on Business Information Systems*. 2019. Vol. 1, p. 45 – 54
31. Newman S. *Monolith to Microservices: Evolutionary Patterns to Transform Your Monolith*. New York, USA: O`Reilly, 2019. 256 p.
32. Hamzehloui M., Sahibuddin S. and Ashabi, A. A Study on the Most Prominent Areas of Research in Microservices. *International Journal of Machine Learning and Computing*. 2019. Vol. 9, No. 2. p. 242–247.
33. Mendonca N., Jamshidi P., Garlan D., Developing Self-Adaptive Microservice Systems: Challenges and Directions. *IEEE Software*. 2019. Vol. 38 (Issue 2). p. 70–79.
34. Офіційний сайт Jaspersoft. [Електронний ресурс] URL: <https://community.jaspersoft.com/> (дата звернення: 04.07.2024)

## REFERENCES

1. T. H. Tan and T. K. Tan, "E-Banking SAF: A TOGAF-NIST Aligned Security Architecture Framework for E-Banking Systems," The 7th International Conference on Information and Computer Technologies., 2024, pp. 1-6.
2. V. Koval, "Legal Definition of Information Security in Electronic Banking," *Young Scientist*, no. 1(113), pp. 121-125, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2023-1-113-25> [in Ukrainian]
3. S. Newman, *Building Microservices*, 2nd ed., New York, USA: O'Reilly Media, 2021
4. M. C. Avornicului and V. P. Bresfelean, "Model driven development of online banking systems," *Annals of the University of Oradea, Economic Science Series*, vol. 20, no. 1, pp. 795-800, 2011.
5. I. Roid, Y. Panasenko, and S. Huba, "Digital banking architecture: things to consider when building banking software," [Online]. Available: <https://yalantis.com/blog/technical-side-of-digital-banking-software>. [Accessed: Jul. 1, 2024].
6. IFOBS.Corporate site, [Online]. Available: [https://csLtd.com.ua/products/corporate\\_online\\_banking/](https://csLtd.com.ua/products/corporate_online_banking/) [Accessed: Jul. 1, 2024].
7. IFOBS.Private site, [Online]. Available: [https://csLtd.com.ua/products/private\\_online\\_banking/](https://csLtd.com.ua/products/private_online_banking/). [Accessed: Jul. 1, 2024].
8. iBank2.Corporate site, [Online]. Available: [https://dbosoft.com.ua/#/products/business/web\\_banking\\_business/](https://dbosoft.com.ua/#/products/business/web_banking_business/). [Accessed: Jul. 1, 2024].
9. iBank2.Private site, [Online]. Available: [https://dbosoft.com.ua/#/products/private/web\\_banking\\_private/](https://dbosoft.com.ua/#/products/private/web_banking_private/). [Accessed: Jul. 1, 2024].

10. iBank2, Crypto library 'Gepard 2.0', [Online]. Available: [https://dbosoft.com.ua/assets/about/licenses/eo\\_2099.pdf](https://dbosoft.com.ua/assets/about/licenses/eo_2099.pdf). [Accessed: Jul. 1, 2024].
11. iBank2, Key Certification Center 'Integra CA', [Online]. Available: [https://dbosoft.com.ua/assets/about/licenses/eo\\_1541.pdf](https://dbosoft.com.ua/assets/about/licenses/eo_1541.pdf). [Accessed: Jul. 1, 2024].
12. Privat24 Site, [Online]. Available: <https://privatbank.ua/udalennyi-banking/privat24>. [Accessed: Jul. 1, 2024].
13. Monobank Site, [Online]. Available: <https://www.monobank.ua/>. [Accessed: Jul. 1, 2024].
14. M. V. Tkachuk and V. Ye. Sokol, "Some issues of enterprise IT infrastructure management: current state and development prospects," *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, no. 6/2(48), pp. 68-72, 2010. [in Ukrainian]
15. OWASP Top 10 site, [Online]. Available: <https://owasp.org/www-project-top-ten>. [Accessed: Jul. 1, 2024].
16. OWASP Application Security Verification Standard v4.0.3, [Online].
17. National Bank of Ukraine, "On the approval of the Regulation on the organization of measures to ensure information security in the banking system of Ukraine," Resolution NBU No. 95, Sep. 28, 2017. [in Ukrainian]
18. Official site "Grafana", [Online]. Available: <https://grafana.com>. [Accessed: Jul. 1, 2024].
19. Official site "Prometheus". [Online]. Available: <https://prometheus.io>. [Accessed: Jul. 1, 2024].
20. Official site "Zipkin". [Online]. Available: <https://zipkin.io>. [Accessed: Jul. 1, 2024].
21. Official site "Jaeger". [Online]. Available: <https://www.jaegertracing.io>. [Accessed: Jul. 1, 2024].
22. O. I. Tyshchenko, "Review of modern trends in the online banking market in Ukraine," *Electronic Journal "Economy and Society"*, no. 13, pp. 1237-1243, 2017. [Online]. Available: [https://economyandsociety.in.ua/journals/13\\_ukr/206.pdf](https://economyandsociety.in.ua/journals/13_ukr/206.pdf). [Accessed: Jul. 1, 2024]. [in Ukrainian]
23. P. Tripathi, "What is a Bank Statement: Components, Purpose & How to Process It," [Online]. Available: <https://www.docsumo.com/blogs/bank-statement-extraction/what-is-bank-statement>. [Accessed: Jun. 29, 2024].
24. J. Brosens, R. M. Kruger, and H. Smuts, "Guidelines for Designing e-Statements for e-Banking," in *Proc. 2nd African Conf. Human Computer Interaction: Thriving Communities*, Dec. 2018, pp. 1-6.
25. D. Shah and M. Thaker, "A Review of Time Series Forecasting Methods," *International journal of research and analytical reviews*, vol. 11, no. 2, pp. 749-755, Apr. 2024.
26. V. Buchatskaya, P. Buchatsky, and S. Teploukhov, "Forecasting Methods Classification and its Applicability," *Indian Journal of Science and Technology*, vol. 8, no. 30, Nov. 2015.
27. Z. Liu, Z. Zhu, J. Gao, and C. Xu, "Forecast methods for time series data: A survey," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 91896-91912, 2021.
28. V. Gupta, "Modeling Time-Series and Spatial Data for Recommendations and Other Applications": PhD thesis, Dept. of Computer Science and Engineering, Indian Institute of Technology Delhi, Delhi, India. 2022. 178 p.
29. N. Joorabloo, M. Jalili, Y. Ren, "A new temporal recommendation system based on users` similarity prediction," *11th International Conference on Knowledge Discovery and Information Retrieval*, pp. 555 – 560, 2019.
30. A. Gomez-Losada, N. Duch, "Time Series Forecasting by Recommendation: An Empirical Analysis on Amazon Marketplace," *International Conference on Business Information Systems*, vol. 1, pp. 45 – 54, 2019
31. S. Newman, *Monolith to Microservices: Evolutionary Patterns to Transform Your Monolith*, New York, USA: O'Reilly, 2019.
32. M. Hamzehloui, S. Sahibuddin, and A. Ashabi, "A Study on the Most Prominent Areas of Research in Microservices," *International Journal of Machine Learning and Computing*, vol. 9, no. 2, pp. 242-247, 2019.
33. N. Mendonca, P. Jamshidi, and D. Garlan, "Developing Self-Adaptive Microservice Systems: Challenges and Directions," *IEEE Software*, vol. 38, no. 2, pp. 70-79, 2019.
34. Official site "Jaspersoft". [Online]. Available: <https://community.jaspersoft.com/>. [Accessed: Jul. 1, 2024].

**Daas Tymur**

*PhD student*

*of the Department of Systems and Technology Modeling, V. N. Karazin Kharkiv National University, 4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine;*

**Tkachuk Mykola**

*Doctor of Technical Sciences, Professor;*

*Professor of the Department of Systems and Technology Modeling, V. N. Karazin Kharkiv National University, 4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine.*

## **Analysis of the current state and future prospects in the domain of development and maintenance of Internet banking systems**

**Relevance.** The development of Internet banking systems requires solving the problem of their design, where the constant development of the industry and the emergence of new requirements, both functional and non-functional, needs to be taken into account. The development of such systems requires a reasonable choice of reference system architecture, as well as the use of modern knowledge-based methods for processing user requirements, to ensure the appropriate level of system quality metrics. Therefore, the issue of building this class of systems is an urgent scientific and technical task.

**Goal.** The purpose of this study is to analyze the current state and future prospects in the field of development and maintenance of e-Banking systems, which will allow to substantiate their improvement by applying a knowledge-based approach to processing knowledge about the user requirements of system and using microservice architecture as a reference system architecture, which ultimately aims to improve quality metrics.

**Research methods.** In order to achieve the goal of the study, a review of the existing e-Banking systems in Ukraine was carried out, their comparative analysis was carried out and the diagram of their typical functionality was synthesized. For the further development of this class of systems, the method of time series analysis was chosen as the main method of predicting user actions when working with the functionality of building account statements. The collection of information on the current performance indicators of systems during the construction of statements was carried out too.

**The results.** Based on the analysis of the current state of affairs, a well-founded conclusion is made about the possibility and feasibility of increasing the performance of e-Banking systems by using a knowledge-oriented approach to processing knowledge about user requirements, as well as microservice architecture in the design and development process of e-Banking systems. Reasonably substantiated proposal to introduce a new separate module for predicting user actions in the system, which will allow the system to perform time- and resource-intensive customer operations in advance for optimal use of system resources.

**Conclusions.** The considered problems are related to the designing and development of e-Banking systems, an analytical review of existing systems on the Ukrainian market was made, and a diagram of their typical functionality was built. It is proposed to develop a module for predicting user actions in the system, which uses knowledge-oriented methods, and to use it to predict the user's operation of building a statement of accounts and pre-preparing this statement to improve the performance of e-Banking systems.

**Keywords:** *e-banking, knowledge-oriented approach, microservice architecture, quality metrics, performance, method of time series analysis, recommender system, account statement.*