

<https://doi.org/10.31891/2307-5740-2026-356-2>

УДК 336.7:339.7

JEL classification

СИДОРЧУК Іванна

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0002-8856-6513>

i.sydorchuk22@gmail.com

FINTECH-РІШЕННЯ У СФЕРІ МІЖНАРОДНИХ ФІНАНСІВ: МОЖЛИВОСТІ ТА РИЗИКИ ДЛЯ ГЛОБАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

У статті досліджено роль FinTech-рішень у трансформації міжнародних фінансів та їх вплив на розвиток глобальної економіки. Проаналізовано основні напрями застосування фінансових технологій у сфері міжнародних розрахунків, платіжних систем, інвестиційної діяльності та управління фінансовими ризиками. Визначено ключові можливості, які FinTech створює для підвищення ефективності міжнародних фінансових операцій, фінансової інклюзії та інтеграції національних фінансових систем у світовий фінансовий простір. Окреслено основні ризики, пов'язані з кіберзагрозами, регуляторною фрагментацією та фінансовою стабільністю. Обґрунтовано необхідність удосконалення міжнародного регулювання FinTech-сектору з метою мінімізації негативних наслідків для глобальної економіки.

Ключові слова: FinTech, міжнародні фінанси, цифровізація, глобальна економіка, фінансові технології, фінансові ризики.

SYDORCHUK Ivanna

Khmelnytskyi National University

FINTECH SOLUTIONS IN INTERNATIONAL FINANCE: OPPORTUNITIES AND RISKS FOR THE GLOBAL ECONOMY

The article examines the role of FinTech solutions in the transformation of international finance and their impact on the development of the global economy in the context of rapid digitalization and technological change. The study analyzes contemporary trends in the implementation of financial technologies in international settlements, payment systems, investment activities, lending, insurance services, and financial risk management. Particular attention is paid to the development of digital platforms, mobile banking, blockchain technologies, artificial intelligence, big data analytics, cloud computing, and distributed ledger technologies, which significantly influence the efficiency and accessibility of international financial services.

The key opportunities created by FinTech for increasing the efficiency of cross-border financial transactions, reducing transaction costs, accelerating payment processing, and improving transparency in financial operations are identified. The study emphasizes the contribution of financial technologies to enhancing financial inclusion by expanding access to financial services for individuals and businesses, especially in developing countries and regions with limited banking infrastructure. The role of FinTech in facilitating the integration of national financial systems into the global financial space and strengthening international economic cooperation is substantiated.

The article also outlines the main risks and challenges associated with the rapid expansion of FinTech solutions. These include cyber threats, data privacy concerns, operational vulnerabilities, regulatory fragmentation, technological dependence, money laundering risks, and potential threats to financial stability. The growing influence of global digital platforms and technology companies on international financial markets is considered, highlighting the need to balance innovation and regulatory oversight.

The necessity of improving international regulation of the FinTech sector is substantiated in order to minimize systemic risks and prevent negative consequences for the global economy. Particular attention is devoted to the harmonization of approaches to licensing procedures, capital adequacy requirements, auditing standards, reporting obligations, consumer protection mechanisms, and risk management practices. The study highlights the importance of establishing common international standards for stress testing, supervisory cooperation, information exchange, and early warning mechanisms aimed at preventing financial crises and mitigating systemic shocks.

Furthermore, the article emphasizes the need for coordinated international regulation of cryptocurrencies, stablecoins, central bank digital currencies, and tokenized assets in order to prevent illegal capital flows, tax evasion, financial fraud, and regulatory arbitrage. It is argued that effective international cooperation among governments, regulatory authorities, financial institutions, and technology providers is essential for ensuring the sustainable development of digital finance. The article concludes that the improvement of international FinTech regulation is a prerequisite for strengthening investor and consumer confidence, enhancing financial resilience, promoting innovation, and ensuring the long-term stability and sustainable development of the global economy.

Keywords: FinTech, international finance, digitalization, global economy, financial technologies, financial risks.

Стаття надійшла до редакції / Received 05.05.2026

Прийнята до друку / Accepted 18.06.2026

Опубліковано / Published 27.08.2026



This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

© СИДОРЧУК Іванна

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Розвиток фінансових технологій є одним із ключових чинників трансформації сучасної глобальної економіки. FinTech-рішення дедалі активніше впроваджуються у сфері міжнародних фінансів, змінюючи традиційні механізми здійснення транскордонних платежів, інвестиційних операцій та управління

фінансовими потоками. Водночас швидке зростання FinTech-сектору супроводжується появою нових ризиків, що можуть впливати на фінансову стабільність та ефективність функціонування світової фінансової системи. За таких умов актуалізується необхідність комплексного дослідження можливостей і загроз, які FinTech-рішення створюють для глобальної економіки.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Проблематика розвитку FinTech широко представлена у працях зарубіжних дослідників, зокрема Peter Gomber, Jan Koch, Markus Siering, а також у наукових доробках вітчизняних учених – Дорошенка О., Іващенко О., Дворника І., Ковальчука А., Котляревського Я., Князева С., Прилуцької О., Резнікової Н. У їхніх працях досліджуються питання цифровізації фінансових ринків, розвитку інноваційних платіжних систем, впровадження блокчейн-технологій, а також трансформації банківського сектору в умовах цифрової економіки. Водночас аналіз сучасної наукової літератури свідчить про недостатню систематизацію ризиків FinTech-рішень саме в контексті їхнього впливу на глобальну економіку та міжнародну фінансову стабільність. Зокрема, потребують глибшого дослідження питання системних ризиків цифрових платформ, кіберзагроз, регуляторного арбітражу, а також потенційного впливу цифрових активів і децентралізованих фінансових сервісів на міжнародні потоки капіталу.

Окремої уваги заслуговує аналіз потенціалу FinTech щодо підвищення ефективності міжнародних фінансів, зниження транзакційних витрат та розширення фінансової інклюзії. У цьому контексті особливо важливим є формування узгоджених міжнародних правил і посилення співпраці у сфері протидії відмиванню коштів та фінансуванню тероризму (AML/CFT), що є фундаментом побудови ефективної системи фінансового моніторингу в Україні, забезпечення прозорості фінансових операцій та захисту прав споживачів фінансових послуг.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Метою статті є дослідження можливостей і ризиків застосування FinTech-рішень у сфері міжнародних фінансів та оцінка їх впливу на розвиток глобальної економіки.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

FinTech-рішення охоплюють широкий спектр технологій, зокрема цифрові платіжні платформи, мобільні фінансові сервіси, блокчейн, штучний інтелект та великі дані. У сфері міжнародних фінансів ці технології забезпечують прискорення транскордонних розрахунків, зниження транзакційних витрат та підвищення прозорості фінансових операцій. Особливого значення FinTech набуває у розвитку міжнародних платіжних систем і грошових переказів, що сприяє зростанню фінансової інклюзії та інтеграції країн у глобальний фінансовий простір.

FinTech-рішення також відкривають нові можливості для міжнародної інвестиційної діяльності, зокрема через використання цифрових платформ краудфандингу та автоматизованих інвестиційних сервісів. Застосування інформаційних систем у міжнародних фінансах дозволяє ефективніше управляти валютними, кредитними та операційними ризиками, що позитивно впливає на стабільність фінансових потоків.

FinTech-рішення у сфері міжнародних фінансів охоплюють сукупність цифрових інструментів і платформ, що трансформують транскордонні фінансові операції, підвищуючи їх швидкість, прозорість та безпеку. До ключових напрямів належать цифрові платіжні системи й необанкінг, блокчейн-технології та криптоактиви, RegTech і SupTech для дотримання міжнародних стандартів комплаєнсу, а також платформи P2P-кредитування та краудфандингу [1]. Використання штучного інтелекту й Big Data у валютних операціях, управлінні ризиками та протидії відмиванню коштів (AML/KYC) сприяє зниженню операційних витрат і розширенню фінансової інклюзії на глобальних ринках [2].

В Україні FinTech-інновації активно реалізуються через цифрові платіжні екосистеми та нео-банкінг (Monobank, Privat24), що забезпечують швидкі міжнародні перекази та інтеграцію з SEPA й SWIFT, а також через використання електронної ідентифікації та віддаленого KYC (зокрема, на базі «Дії») [3].

У Європейському Союзі поширеними є платформи транскордонних платежів і валютних операцій (Wise, Revolut), застосування блокчейн-рішень для міжнародних розрахунків і торгівлі (European Blockchain Services Infrastructure – EBSI), а також RegTech-рішення для дотримання вимог PSD2, AMLD та MiCA. Сукупно ці інструменти сприяють зниженню вартості міжнародних транзакцій, підвищенню прозорості фінансових потоків і поглибленню інтеграції України до єдиного фінансового простору ЄС [4].

У сучасних умовах цифровізації фінансових ринків FinTech-рішення відіграють ключову роль у розвитку міжнародних фінансів, забезпечуючи ефективність транскордонних платежів, управління ризиками та фінансову інклюзію. Для України актуальними є цифрові платіжні сервіси та нео-банкінг (зокрема, Monobank, Privat24), які забезпечують міжнародні перекази через системи SWIFT та поступову інтеграцію із зоною SEPA, а також застосування дистанційної ідентифікації клієнтів і електронного KYC на основі державних цифрових сервісів. Такі рішення сприяють спрощенню доступу до міжнародних фінансових послуг для населення й бізнесу, особливо в умовах воєнного стану.

У 2025–2026 рр. світовий ринок FinTech оцінюється приблизно в 250–460 млрд дол. США за різними

джерелами. Згідно з прогнозом, у період 2026–2035 рр. глобальний FinTech-ринок може вирости до 938–1250 млрд дол. США при CAGR у межах 15–17 % [5]. Таким чином, протягом найближчого десятиліття ринок може збільшитися щонайменше в 3–6 разів у грошовому обсязі, що свідчить про потужний інвестиційний та інноваційний потенціал. Світовий ринок FinTech та його регіональний розподіл представлений у таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристика світових регіонів розвитку FinTech

Регіон	Основні хаби	Обсяг інвестицій	Регуляторне середовище	Ключові напрями	Особливості ринку
Північна Америка	New York City, San Francisco, Toronto	Найбільший у світі	Розвинене, жорстке, але прогнозоване	Digital banking, payments, blockchain, Insurtech	Потужний венчурний капітал, масштабний внутрішній ринок
Європа	London, Berlin, Stockholm	Високий	Сильне регулювання (Open Banking, PSD2)	Neobanks, payments, wealthtech	Висока конкуренція, інтеграція в межах ЄС
АРАС	Singapore, Hong Kong, Bangalore	Дуже високий, швидке зростання	Активна державна підтримка	Mobile payments, super apps, embedded finance	Найшвидше зростання, висока цифровізація населення
Близький Схід	Dubai, Tel Aviv	Середній, активно зростає	Спеціальні fintech-зони (sandbox)	Islamic fintech, cybersecurity, payments	Державні інвестиційні фонди, регуляторні пільги
Латинська Америка	São Paulo, Mexico City	Середній	Помірне, реформується	Digital banks, alternative lending	Висока потреба у фінансовій інклюзії
Африка	Nairobi, Lagos	Нижчий, але швидке зростання	Гнучке, інноваційне	Mobile money, microfinance	Лідерство у мобільних грошах
Україна (Східна Європа)	Kyiv, Lviv	Зростаючий	Гармонізація з ЄС	Neobanking, payments, GovTech	Сильний IT-сектор, цифрові державні сервіси

Джерело: сформовано автором на основі [6-7]

У країнах Європейського Союзу FinTech-екосистема розвивається в межах чітко визначеної нормативно-правової бази. Зокрема, Директива (ЄС) 2015/2366 (PSD2) регулює ринок платіжних послуг і стимулює розвиток відкритого банкінгу, що стало основою для функціонування таких платформ, як Revolut і Wise, орієнтованих на міжнародні платежі та валютні операції. Водночас директиви ЄС з протидії відмиванню коштів (AMLD) визначають стандарти AML/KYC, що зумовило активне впровадження RegTech-рішень для автоматизації комплаєнсу та моніторингу транзакцій [2, 4]. Провідні країни щодо розвитку FinTech представлені у таблиці 2.

Окрему увагу в ЄС приділено регулюванню цифрових активів і блокчейн-технологій. Регламент ЄС про ринки криптоактивів (MiCA) формує єдині правила для емісії та обігу криптоактивів, підвищуючи захист інвесторів і прозорість ринку. Паралельно реалізується Європейська блокчейн-сервісна інфраструктура (EBSI), спрямована на використання блокчейну в транскордонних публічних і фінансових сервісах.

Таким чином, адаптація українських FinTech-рішень до нормативної бази ЄС, зокрема вимог PSD2, AMLD та MiCA, є передумовою поглиблення інтеграції України до єдиного фінансового простору Європейського Союзу та підвищення конкурентоспроможності національного фінансового сектору.

Таблиця 2

Топ-10 країн за розвитком FinTech-систем станом на 2025 рік

№	Країни	Характеристика FinTech-систем	Приклади FinTech-компаній / сервісів
1	США	Найбільший FinTech-ринок, лідер у платіжних технологіях, інвестиціях та BigTech-FinTech інтеграції	PayPal, Stripe, Square (Block), Robinhood
2	Велика Британія	Глобальний FinTech-хаб Європи, сильне регулювання (Open Banking)	Revolut, Wise, Monzo, Starling Bank
3	Китай	Масштабні супер-додатки, домінування мобільних платежів	Alipay, WeChat Pay, Ant Group
4	Сінгапур	Азійський FinTech-центр, активна підтримка держави	Grab Financial, Nium, Singlife
5	Індія	Швидке зростання цифрових платежів і фінансової інклюзії	Paytm, PhonePe, Razorpay
6	Швеція	Безготівкова економіка, розвиток BNPL-сервісів	Klarna, iZettle
7	Німеччина	FinTech-банкінг і платіжні інновації в ЄС	N26, Solaris, Trade Republic
8	Ізраїль	Сильні RegTech, CyberTech і блокчейн-рішення	Payoneer, eToro, Lemonade
9	Канада	Розвиток цифрового банкінгу та платежів	Wealthsimple, Shopify Payments
10	Австралія	Інновації у платіжних системах та цифрових гарантіях	Afterpay, Airwallex

Джерело: сформовано автором на основі [5-7]

Водночас поширення FinTech-рішень створює низку ризиків для глобальної економіки. Серед ключових загроз слід виділити підвищену вразливість фінансових систем до кібератак, проблеми захисту персональних даних та можливість виникнення системних ризиків у разі недостатнього регуляторного контролю. Додатковим викликом є фрагментація регулювання FinTech на міжнародному рівні, що ускладнює нагляд за транскордонними фінансовими операціями.

FinTech-компанії здебільшого працюють у цифровому просторі, де географічні межі втрачають значення. Для таких суб'єктів характерне перетікання капіталу та клієнтів у юрисдикції з більш ліберальними нормами – явище, відоме як регуляторний арбітраж. Це може призвести до: концентрації ризикових фінансових продуктів у певних правових режимах; уникнення необхідного контролю над протидією відмиванню коштів (AML) та фінансуванню тероризму (CFT); посиленню фінансової нестабільності за відсутності узгоджених вимог щодо капіталу, прозорості та управління ризиками [8; 9]. Такий стан справ знижує ефективність національних регуляторів і підвищує ймовірність системних ризиків у глобальній економіці.

FinTech-платформи оперують величезними обсягами даних користувачів, у тому числі персональної та фінансовою інформацією. Наявні інциденти кібератак і витоків демонструють вразливість цифрових систем. Відсутність єдиних міжнародних стандартів кібербезпеки та захисту даних призводить до: нерівних умов захисту прав споживачів у різних юрисдикціях; збільшення епізодів шахрайства; втрати довіри до цифрових фінансових послуг [4]. У цьому контексті міжнародне регулювання має встановити загальні вимоги до стандартів безпеки та конфіденційності, що підвищить довіру до FinTech-сервісів та зменшить ризики транскордонних загроз. Поточна роздробленість регуляторних режимів створює бар'єри для масштабування інновацій. Країни з більш сприятливими умовами можуть приваблювати таланти та інвестиції, але це зумовлює нерівність у доступі до фінансових технологій. Запровадження гармонізованих міжнародних стандартів для ліцензування, капітальних вимог, аудиту і звітності дозволить: забезпечити рівні умови конкуренції на глобальному ринку; сприяти ефективному розподілу фінансових ресурсів; підтримувати стабільність як у розвинених, так і у країнах, що розвиваються [10].

FinTech-інновації, зокрема алгоритмічні торгові системи й цифрові платформи кредитування, можуть бути джерелом значних системних ризиків. Епізоди різкого відпливу капіталу чи масштабних збоїв у роботі сервісів можуть мати ефект доміно для традиційних фінансових установ і ринків. Міжнародне регулювання дозволяє: вирівнювати вимоги щодо управління ризиками; проводити спільні стрес-тести; запроваджувати механізми раннього попередження для профілактики криз.

Швидке поширення криптовалют, stablecoin та токенизованих фінансових продуктів створює нагальну потребу у узгодженому міжнародному підході до класифікації, оподаткування, аудиту та контролю таких активів. Без цього країни можуть: зіштовхуватися з нелегальними потоками капіталу; втрачати податкові надходження; сприяти фінансовій нестабільності через відсутність чіткої правової визначеності. Удосконалене міжнародне регулювання FinTech сприяє зміцненню довіри інвесторів, користувачів і регуляторів. Це, у свою чергу, підсилює: масштабні міжнародні інвестиції в інновації; участь розвинених та перехідних економік у глобальних фінансових потоках; стійке зростання без спадів, пов'язаних із регуляторними спадами чи кризами.

Таким чином, FinTech-технології відіграють ключову роль у трансформації міжнародних фінансів, зокрема: розширюють доступ до фінансових послуг, підвищують ефективність платежів та управління капіталом; сприяють диверсифікації фінансових рішень у глобальній економіці; одночасно створюють нові операційні, ризикові й регуляторні виклики, що потребують активного нагляду, адаптивного управління ризиками та міжнародного співробітництва.

ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

FinTech-рішення відіграють дедалі важливішу роль у розвитку міжнародних фінансів, формуючи нові можливості для підвищення ефективності транскордонних фінансових операцій, оптимізації платіжної інфраструктури та стимулювання глобального економічного зростання. Завдяки впровадженню цифрових технологій, зокрема штучного інтелекту, блокчейну та великих даних, відбувається трансформація традиційних фінансових моделей і механізмів міжнародного руху капіталу. Водночас активна інтеграція FinTech-інновацій супроводжується появою нових ризиків, зокрема кіберзагроз, технологічних збоїв, регуляторної невизначеності, зростання операційних і системних ризиків, що можуть негативно впливати на фінансову стабільність та безпеку глобальної економіки. Поширення цифрових фінансових платформ також створює виклики у сфері захисту персональних даних, протидії відмиванню коштів і фінансуванню тероризму.

У зв'язку з цим подальший розвиток FinTech у сфері міжнародних фінансів потребує комплексного вдосконалення міжнародного регулювання, гармонізації нормативно-правових підходів між країнами, посилення механізмів кібербезпеки та ефективної координації дій між державами, міжнародними фінансовими організаціями та приватними фінансовими інститутами. Лише за умов збалансованого поєднання інноваційного розвитку та належного регуляторного контролю можливо забезпечити стійкість і безпечність глобальної фінансової системи.

Література

1. Gomber P., Koch J., Siering M. FinTech's and the digital transformation of the financial industry. *BCP Business & Management*. 2023. Vol. 41. P. 289-294.

2. Ковальчук А. Т., Котляревський Я. В., Князев С. І. Інституціональні аспекти регулювання інноваційних фінансових технологій у контексті розвитку криптовалют. *Економіка та право*. 2019, № 3 (54). С. 97-106.
3. Сидорчук І. Цифрова трансформація банківської системи України. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*. 2025. 346 (5). 341-345.
4. Дорошенко О. Становлення сектору FinTech: можливості та ризики в умовах цифрової економіки. *Актуальні проблеми економіки*. № 1 (259), 2023. С. 24-34.
5. Fintech Market Size, Share, Trends and Forecast by Deployment Mode, Technology, Application, End User, and Region, 2026-2034. URL: https://www.imaregroup.com/fintech-market?utm_source=chatgpt.com
6. Pulse of Fintech H2 2025 – KPMG Global insights. URL: <https://kpmg.com/xx/en/what-we-do/industries/financial-services/pulse-of-fintech.html>
7. FinTech Investment Landscape 2025. Innovate Finance. URL: <https://www.innovatefinance.com/capital/fintech-investment-landscape-2025/>.
8. World Bank. Financial Consumer Protection and Fraud Risk in Digital Finance. Washington, DC: World Bank, 2022. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/382827>.
9. Резнікова Н., Іващенко О., Дворник І. Регуляторний арбітраж як інструмент тінізації глобальної економіки: у пошуках балансу між юрисдикційною конвергенцією та конкуренцією на міжнародних ринках. *Scientific journal «Modeling the development of the economic systems»*. 2022. № 4. С. 179-186.
10. Kvasnytska, R., Sydorchuk, I. (2024). Innovative Development of Industrial Enterprises: Evaluation, Choice of Strategy and Financial Support. In: Mansour, N., Bujosa Vadell, L.M. (eds) Artificial Intelligence, Digitalization and Regulation. Contributions to Management Science. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-67531-7_8

References

1. Gomber P., Koch J., Siering M. FinTech's and the digital transformation of the financial industry. *BCP Business & Management*. 2023. Vol. 41. P. 289-294.
2. Kovalchuk A. T., Kotliarevskyi Ya. V., Kniaziev S. I. Instytutsionalni aspekty rehuliuвання innovatsiinykh finansovykh tekhnolohii u konteksti rozvytku kryptovaliut. *Ekonimika ta pravo*. 2019, No 3 (54). S. 97-106.
3. Sydorchuk I. Tsyfrova transformatsiia bankivskoi systemy Ukrainy. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*. 2025. 346 (5). 341-345.
4. Doroshenko O. Stanovlennia sektoru FinTech: mozhlyvosti ta ryzyky v umovakh tsyfrovoy ekonomiky. *Aktualni problemy ekonomiky*. № 1 (259), 2023. S. 24-34.
5. Fintech Market Size, Share, Trends and Forecast by Deployment Mode, Technology, Application, End User, and Region, 2026-2034. URL: https://www.imaregroup.com/fintech-market?utm_source=chatgpt.com
6. Pulse of Fintech H2 2025 – KPMG Global insights. URL: <https://kpmg.com/xx/en/what-we-do/industries/financial-services/pulse-of-fintech.html>
7. FinTech Investment Landscape 2025. Innovate Finance. URL: <https://www.innovatefinance.com/capital/fintech-investment-landscape-2025/>.
8. World Bank. Financial Consumer Protection and Fraud Risk in Digital Finance. Washington, DC: World Bank, 2022. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/382827>.
9. Reznikova N., Ivashchenko O., Dvornyk I. Rehuliatorny arbitrazh yak instrument tinizatsii hlobalnoi ekonomiky: u poshukakh balansu mizh yurysdyktsiinoiu konverhentsiieiu ta konkurentsiiu na mizhnarodnykh rynkakh. *Scientific journal «Modeling the development of the economic systems»*. 2022. № 4. S. 179-186.
10. Kvasnytska, R., Sydorchuk, I. (2024). Innovative Development of Industrial Enterprises: Evaluation, Choice of Strategy and Financial Support. In: Mansour, N., Bujosa Vadell, L.M. (eds) Artificial Intelligence, Digitalization and Regulation. Contributions to Management Science. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-67531-7_8