

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-68-149>

УДК 330.341.1

КОНЦЕПЦІЯ ВІДКРИТИХ ІННОВАЦІЙ ЯК СУЧАСНА ПАРАДИГМА СТАЛОГО РОЗВИТКУ

THE CONCEPT OF OPEN INNOVATION AS A MODERN PARADIGM OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Побережна Заріна Миколаївна
доктор економічних наук, професор,
Національний авіаційний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6245-038X>

Левшук Антон Володимирович
аспірант PhD,
Національний авіаційний університет
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2521-591X>

Poberezhna Zarina, Levshuk Anton
National Aviation University

У статті досліджено зміст та особливості концепції відкритих інновацій як сучасної парадигми сталого розвитку. Запропоновано визначати концепцію відкритих інновацій як системний підхід до інноваційної діяльності, який передбачає активне залучення зовнішніх знань, ресурсів і партнерів для розробки нових продуктів, послуг або технологій. Визначено, що роль концепції відкритих інновацій у сталому розвитку, можна простежити за наступними ключовими аспектами: сприяння екологічній стійкості; ефективне використання ресурсів; прискорення інноваційного процесу; зниження ризиків; створення інноваційних екосистем; подолання соціальних бар'єрів; зміцнення регіонального розвитку; підтримка наукових досліджень і технічного прогресу. Охарактеризовано організаційні форми реалізації концепції відкритих інновацій у середовищі сучасних підприємств. Обґрунтовано, що для більш активного запровадження концепції відкритих інновацій у середовище сучасних підприємств необхідно використовувати широкий спектр сучасних цифрових технологій.

Ключові слова: інновації, концепція відкритих інновацій, інноваційний розвиток, парадигма, сталий розвиток, цифрова трансформація, цифровізація.

The article examines the content and features of the concept of open innovation as a modern paradigm of sustainable development. It is proposed to define the concept of open innovation as a systematic approach to innovative activity, which involves the active involvement of external knowledge, resources and partners for the development of new products, services or technologies. It was determined that the role of the concept of open innovation in sustainable development can be traced to the following key aspects: promotion of environmental sustainability; efficient use of resources; acceleration of the innovation process; risk reduction; creation of innovative ecosystems; overcoming social barriers; strengthening of regional development; support of scientific research and technical progress. The following organizational forms of implementing the concept of open innovation in the environment of modern enterprises are characterized: innovation hubs and co-working spaces; accelerators and incubators; joint development platforms (crowdsourcing); joint research centers; corporate venture funds; alliances and partnerships; open innovation platforms; crowdfunding platforms, etc. Rational organizational forms make it possible to establish partnerships with scientific institutions, startups, public organizations and even competitors, which can become a powerful source of innovation development. Enterprises using open innovation can adapt to changing market conditions and respond to society's needs more quickly. This concept also contributes to more efficient use of resources and reduction of negative impact on the environment. To achieve success, it is important to ensure the appropriate level of cyber security and protection of intellectual property. It is justified that in order to more actively introduce the concept of open innovation into the environment of modern enterprises, it is necessary to use a wide range of modern digital technologies, namely: cloud computing; blockchain; artificial intelligence; internet of things; augmented reality; big data; crowdsourcing platforms; cyber security technologies.

Keywords: innovation, the concept of open innovation, innovative development, paradigm, sustainable development, digital transformation, digitalization.

Постановка проблеми. Концепція відкритих інновацій набуває особливого значення в сучасному бізнес-середовищі для забезпечення сталого розвитку. У контексті глобальних проблем, таких як зміна клімату, виснаження природних ресурсів і соціальна нерівність, підприємства змушені шукати нові шляхи підвищення своєї екологічної та соціальної відповідальності. Таким чином, інноваційні технології дозволяють підприємствам ефективніше реагувати на виклики у сфері соціальної відповідальності, сприяючи створенню стійких і конкурентоспроможних бізнес-моделей [1]. Відкриті інновації, які передбачають активну співпрацю з різними партнерами, включаючи наукові установи, громадські організації та інші підприємства, дозволяють залучати зовнішні ідеї та ресурси для розробки нових рішень.

Це допомагає підприємствам оптимізувати процеси розроблення продуктів і послуг завдяки використанню внутрішніх і зовнішніх джерел інновацій, тим самим скорочуючи час і витрати на дослідження та наукові розробки. Відкриті інновації також сприяють інтеграції нових технологій і рішень, які роблять бізнес-процеси більш екологічними та ефективними. У цифровому світі, що швидко розвивається, модель відкритих інновацій дає змогу підприємствам гнучко реагувати на зміни в технологічному середовищі та підтримує безперервний розвиток і вдосконалення.

Крім того, концепція відкритих інновацій сприяє створенню нових партнерств і кооперацій і дає змогу підприємствам об'єднувати ресурси для досягнення спільних цілей у сфері сталого розвитку. Сучасна парадигма щодо застосування відкритих інновацій підприємствами дозволяє формувати інноваційні рішення, спрямовані на скорочення викидів, ефективне використання ресурсів і реалізацію принципів циркулярної економіки. Це не тільки забезпечує конкурентну перевагу, а й зміцнює імідж підприємства як екологічно відповідальної та соціально орієнтованої.

В сучасному умовах господарювання, відкриті інновації також сприяють розвитку інноваційної культури в організації та підвищують залученість співробітників до процесу розроблення стійких рішень. Відкриті інновації дають можливість отримати доступ до знань, які інакше були б їм недоступні, і служать форумом для створення більш ефективних рішень складних екологічних і соціальних проблем. Таким чином, сучасна парадигма

щодо відкритих інновацій полягає в адаптації підприємств до умов сталого розвитку і синергетичному ефекті між економічними, екологічними та соціальними цілями підприємств.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Актуальні питання становлення концепції відкритих інновацій у сучасній парадигмі розвитку підприємств були в центрі уваги наукових досліджень таких відомих зарубіжних вчених, як Г. Чесбро, В. Ванхавербеке, М. Богерс, М. Керлі, Б. Салмелін, Дж. Вест та ін. Серед вітчизняних науковців, які продовжують досліджувати зміст та практичні аспекти використання концепції відкритих інновацій в діяльності різних суб'єктів господарювання слід відмітити таких, як М. В. Колесник, В. Є. Командровська, Т. В. Чернишова, М. І. Кузнєцова, О. В. Мірошниченко, О. М. Носик, Т. А. Пушкар, К. В. Михайлова, Я. С. Тараннік, Н. Т. Рудь та ін. Незважаючи на те, що концепція відкритих інновацій набувала особливої актуальності, особливо в контексті сталого розвитку, існує низка не вирішених проблем у її ефективному застосуванні. По-перше, складнощі часто виникають у сфері захисту інтелектуальної власності, оскільки відкриті інновації передбачають активну співпрацю між різними організаціями та залучення сторонніх ідей. Інший важливий аспект – створення оптимальних умов для обміну знаннями між учасниками ринку, що вимагає високого рівня довіри та прозорості, якого не завжди легко досягти. Питання фінансування відкритих інновацій залишається відкритим, особливо для малих та середніх підприємств з обмеженими ресурсами та обмеженим доступом до нових технологій. Різні сектори економіки мають адаптувати концепцію до своїх особливостей, що інколи призводить до невідповідності стандартів і підходів. Ще одна важлива проблема – неповнота нормативно-правової бази, яка не завжди встигає за стрімкими темпами розвитку відкритих інновацій. Існує також проблема створення стійкої екосистеми, в якій відкриті інновації могли б розвиватися в довгостроковій перспективі. Подолання культурних бар'єрів між партнерами з різних країн і секторів також є важливим завданням, що ускладнює співпрацю. Таким чином, незважаючи на очевидні переваги концепції відкритих інновацій, для того щоб вона стала ефективним інструментом сталого розвитку, необхідно вирішити низку важливих питань. Саме тому, потребують більш детального дослідження питання цілісної концепції відкритих інновацій як сучасної парадигми сталого розвитку.

Цілі статті. Метою дослідження є узагальнення теоретичних засад та розробка методичних підходів щодо формування концепції відкритих інновацій як сучасної парадигми сталого розвитку.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сучасна інтерпретація концепції відкритих інновацій має вирішальне значення для розвитку підприємства, оскільки вона створює нові можливості для спільного подолання таких глобальних проблем, як зміна клімату, виснаження ресурсів і соціальна нерівність. Відкриті інновації - це швидке поширення екологічно та соціально відповідальних рішень шляхом обміну знаннями та технологіями між підприємствами, державними установами, дослідницькими інститутами та широкою громадськістю. У контексті сталого розвитку це означає впровадження природоохоронних технологій, здатних значно знизити вплив людської діяльності на навколишнє середовище. Крім того, сучасне розуміння відкритих інновацій наголошує на важливості співпраці між різними секторами економіки, яка дає змогу краще використовувати наявні ресурси та сприяє ефективному обміну знаннями. Поліпшення доступу до інформації та технологій також відкриває можливості для участі в інноваційному процесі більшої кількості організацій і приватних осіб, зокрема з менш розвинених регіонів [2].

Таким чином, концепція відкритих інновацій сприяє вирівнюванню економічного розвитку за рахунок скорочення технологічної нерівності між країнами і регіонами. Ще один важливий аспект – адаптованість концепції до швидких мінливих умов середовища, що дає змогу оперативно реагувати на нові виклики сталого розвитку. Відкриті інновації дають змогу інтегрувати нові рішення, що сприяють ефективному використанню ресурсів і створенню стійких виробничих процесів. Отже, у сучасному розумінні відкриті інновації – це не лише інструмент, а й важливий компонент новітньої парадигми сталого розвитку, спрямованої на гармонізацію економічних, екологічних і соціальних аспектів [3; 4].

Саме тому, концепцію відкритих інновацій доцільно визначати як системний підхід до інноваційної діяльності, який передбачає активне залучення зовнішніх знань, ресурсів і партнерів для розробки нових продуктів, послуг або технологій. Такий підхід знижує витрати на дослідження і розробки, оскільки сприяє ефективнішому використанню наяв-

них ресурсів і швидшому виведенню нових рішень на ринок.

В сучасному динамічному світі технологічний прогрес спонукає підприємства до впровадження інновацій, які виступають важливим каталізатором для зростання їх конкурентоспроможності [5].

Концепція відкритих інновацій відіграє важливу роль у сталому розвитку, а її значення можна простежити за наступними ключовими аспектами [6; 7]:

- сприяння екологічній стійкості, відкриті інновації підтримують розвиток екологічно чистих технологій, таких як: альтернативні джерела енергії, ефективні методи переробки та утилізації відходів. Це знижує негативний вплив на довкілля та сприяє збереженню природних ресурсів;

- ефективне використання ресурсів, оптимізація ресурсів за рахунок співпраці із зовнішніми партнерами та доступу до їхніх технологій. Це означає, що підприємства можуть скоротити витрати та уникнути надмірного споживання природних і фінансових ресурсів, що є ключовим фактором сталого розвитку;

- прискорення інноваційного процесу, використання зовнішніх знань і технологій дає змогу швидше виводити на ринок нові продукти та рішення. Це особливо важливо для екологічних інновацій, які необхідно швидко впроваджувати для вирішення глобальних проблем;

- зниження ризиків, відкриті інновації дають змогу розділити ризики між партнерами. Це особливо важливо для дорогих і високоризикованих екологічних проєктів. Підприємства можуть співпрацювати з дослідницькими інститутами для розробки «зелених» технологій, тим самим знижуючи фінансовий тягар;

- створення інноваційних екосистем, відкриті інновації стимулюють створення стійких екосистем, у яких бізнес, наука та уряд працюють разом для досягнення синергетичного ефекту. Такі екосистеми можуть сприяти сталому розвитку цілих регіонів і галузей;

- подолання соціальних бар'єрів, концепція відкритих інновацій дає змогу створювати продукти та послуги, що задовольняють соціальні потреби та усувають нерівність, завдяки залученню в інноваційний процес різних людей. Це сприяє підвищенню якості життя і залученню до процесу сталого розвитку груп населення, які перебувають у несприятливому становищі;

- зміцнення регіонального розвитку, відкриті інновації дають змогу використовувати

інтелектуальний потенціал різних регіонів. Це дасть змогу регіональним інноваційним проектам розвиватися і підвищувати рівень життя та економічну стабільність у регіоні;

– підтримка наукових досліджень і технічного прогресу, відкриті інновації активно сприяють розвитку науки і техніки в інтересах сталого розвитку. Відкриті інновації дають змогу науковим і дослідницьким організаціям взаємодіяти з бізнесом і спільно розробляти рішення для зниження впливу на навколишнє середовище, підвищення ефективності виробництва і поліпшення соціальних стандартів.

Отже, визначені параметри підкреслюють, що відкриті інновації не тільки розширюють можливості для впровадження нових технологій, а й здійснюються таким чином, щоб максимально відповідати принципам сталого розвитку.

В умовах сучасного бізнес-середовища дослідження найбільш раціональних організаційних форм для впровадження концепції відкритих інновацій є актуальним завданням щодо вирішення проблем глобалізації та швидкого технологічного прогресу. У сучасному бізнесі відкриті інновації дають змогу ефективно використовувати зовнішні ресурси та ідеї для прискорення інноваційного процесу. Однак для досягнення максимальної ефективності необхідно створити організаційні структури та моделі управління, що сприяють ефективній співпраці, обміну знаннями та зниженню ризиків. Раціональні організаційні форми дають змогу встановлювати партнерські відносини з науковими установами, стартапами, громадськими організаціями і навіть конкурентами, що може стати потужним джерелом розвитку інновацій. Таким чином, вивчення раціональних організаційних форм відкритих інновацій є важливим аспектом сталого розвитку та успіху сучасних підприємств [8].

Найбільш раціональні організаційні форми реалізації концепції відкритих інновацій у середовищі сучасних підприємств представлено у табл. 1.

Представлені форми організації дозволяють підприємствам активно використовувати зовнішні ресурси, посилюючи власні інноваційні можливості та сприяючи сталому розвитку.

У сучасному бізнес-середовищі, що характеризується швидкими змінами і технологічною революцією, під час розроблення концепції відкритих інновацій вкрай важливо враховувати надбання цифрової епохи.

Цифрові технології надають підприємствам нові можливості для збору, аналізу та обміну інформацією і значно підвищують ефективність інноваційних процесів. Відкриті інновації, засновані на співпраці із зовнішніми партнерами, набувають дедалі більшого значення в умовах глобальної конкуренції та необхідності швидко реагувати на зміни ринку. Краудсорсинг і цифрові платформи для спільних розробок дають змогу підприємствам отримати доступ до широкого спектру ідей і рішень, які сприяють інноваціям. Крім того, великі дані та методи штучного інтелекту допомагають підприємствам аналізувати ринкові тенденції та вподобання споживачів, що дає змогу точніше визначати цільову аудиторію нових продуктів. Важливо також, що цифровізація полегшує комунікацію між учасниками інноваційного процесу та забезпечує швидку реалізацію ідей. Однак, щоб максимально підвищити ефективність відкритих інновацій, необхідно враховувати ризики, пов'язані з кібербезпекою та захистом інтелектуальної власності. Таким чином, інтеграція цифрових результатів у стратегії відкритих інновацій стає запорукою успішного розвитку підприємств у сучасному бізнес-середовищі [3; 7].

Для більш активного запровадження концепції відкритих інновацій у середовище підприємств необхідно використовувати широкий спектр сучасних цифрових технологій.

Серед цифрових інструментів для оптимізації управління витратами на виробничих підприємствах можна виділити автоматизовані системи обліку, програмні засоби для аналізу та обробки даних, інструменти для зручного електронного закупівельного процесу, а також для управління складськими та виробничими запасами [9].

Цифровізація посилює здатність підприємств взаємодіяти з зовнішніми партнерами, ефективніше використовувати дані, створювати нові продукти і послуги, а також забезпечувати безпеку в процесі відкритих інновацій.

Висновки. Таким чином, впровадження концепції відкритих інновацій є необхідною умовою для забезпечення сталого розвитку сучасних підприємств. Ефективне використання зовнішніх ресурсів, знань та ідей дає змогу значно скоротити витрати на НДДКР. Співпраця з різними партнерами відкриває нові можливості для інновацій і підвищує конкурентоспроможність. Завдяки відкритим інноваціям підприємства можуть швидше адаптуватися до мінливих умов ринку і реа-

Таблиця 1

**Організаційні форми реалізації концепції відкритих інновацій
у середовищі сучасних підприємств**

Організаційна форма	Опис	Переваги
Інноваційні хаби та коворкінги	Спеціальні простори, де підприємства, стартапи та дослідницькі групи можуть співпрацювати, обмінюватися ідеями та працювати над спільними проектами.	Сприяють креативному середовищу, розширюють мережу контактів, знижують витрати на розробку
Акселератори та інкубатори	Програми, що підтримують стартапи і допомагають їм розвиватися шляхом наставництва, фінансування та доступу до ресурсів.	Допомагають швидкому запуску нових бізнесів, забезпечують фінансову підтримку, пришвидшують процес інновацій
Платформи спільної розробки (краудсорсинг)	Інтернет-платформи для обміну ідеями та залучення великої кількості людей для вирішення певних задач або створення продуктів.	Отримання різноманітних ідей, зниження витрат на розробку, залучення експертів з різних галузей
Спільні науково-дослідні центри	Створення спільних лабораторій або дослідницьких центрів між підприємствами та науковими установами для реалізації інноваційних проектів.	Доступ до наукових знань і досліджень, зниження витрат на НДДКР, можливість комерціалізації інновацій
Корпоративні венчурні фонди	Інвестиційні фонди всередині корпорацій, які фінансують стартапи та перспективні проекти, що відповідають стратегічним інтересам.	Доступ до нових технологій, зменшення ризику, зміцнення конкурентних позицій
Альянси та партнерства	Укладання стратегічних альянсів з іншими підприємствами або науковими установами для спільної роботи над інноваціями і продуктами.	Розширення ринку, зменшення витрат, обмін ресурсами і технологіями
Відкриті інноваційні платформи	Цифрові платформи, де підприємства, науковці та громадськість можуть спільно працювати над новими проектами, обмінюватися знаннями та технологіями.	Широкий доступ до знань і ресурсів, прискорення процесу інновацій, інтеграція з різними партнерами
Краудфандингові платформи	Платформи для залучення фінансування від спільноти інвесторів, клієнтів або громадськості для підтримки нових проектів і технологій.	Залучення прямих інвестицій, тестування попиту на продукт, залучення клієнтів як інвесторів

Джерело: розроблено автором

гувати на потреби суспільства. Ця концепція також сприяє ефективнішому використанню ресурсів і зниженню негативного впливу на навколишнє середовище. Однак для досягнення успіху важливо забезпечити належний

рівень кібербезпеки та захисту інтелектуальної власності. Таким чином, відкриті інновації стають важливим інструментом забезпечення не тільки економічної, а й соціальної та екологічної стійкості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

- Poberezhna, Z., Trukhan, O., Bileush, A., & Kniaziev, A. (2024). Determination of the impact of innovative technologies in the system of strategic management of corporate social responsibility. *Technology Audit and Production Reserves*, 3(4(77)), 25–32. DOI: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2024.307797>
- Рудь Н. Т. Відкриті інновації – нова парадигма інноваційного розвитку. *Наукові записки. Серія «Економіка»*. 2013. Випуск 21. С. 81–85.

3. Колесник М. В., Командровська В. Є., Чернишова Т. В. Методологічні аспекти типології відкритих інновацій. *Механізм регулювання економіки*. 2022. № 1–2 (95–96). С. 19–24.
4. Мірошніченко О. Концепція відкритих інновацій: зміст та практика використання. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. 2023. № 1(222). С. 88–94.
5. Смерічевський, С., Побережна, З., Гура, С. (2024). Розвиток теоретико-методичних основ формування інноваційного потенціалу авіапідприємства. *Економіка та суспільство*, (59). DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-59-41>
6. Кузнєцова М. Використання бізнесом практики відкритих інновацій в умовах розвитку економіки знань. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 47. URL: <http://www.economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/2089/>
7. Носик О. М. Відкриті інноваційні системи: головні характеристики і напрями інтернаціоналізації. *Вісник Дніпропетровського університету. Серія: Менеджмент інновацій*. 2016. Випуск 6. С. 103–113.
8. Пушкар Т. А., Михайлова К. В., Тараннік Я. С. Трансфер знань і технологій як основа формування моделі відкритих інновацій. *Інфраструктура ринку*. 2021. Вип. 58. С. 24–28.
9. Смерічевський С. Ф., Побережна З. М., Кривов'язюк І. В., Мальнов Д. В., Смілянець В. В. Формування принципів клієнтоорієнтованого підходу транспортними підприємствами в умовах стійкого розвитку. *International Scientific and Practical Conference «Innovations in construction and smart building technologies for comfortable, energy efficient and sustainable lifestyle»* (20–21 February 2024). Dnipro: PSACEA, 2024. P. 164–166.

REFERENCES:

1. Poberezhna, Z., Trukhan, O., Bileush, A., & Kniaziev, A. (2024). Determination of the impact of innovative technologies in the system of strategic management of corporate social responsibility. *Technology Audit and Production Reserves*, 3(4(77)), 25–32. DOI: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2024.307797> (in English)
2. Rud N. T. (2013) Vidkryti innovatsiyi – nova paradyhma innovatsiyonoho rozvytku [Open innovation is a new paradigm of innovative development]. *Naukovi zapysky. Seriya «Ekononika»*. Issue 21, pp. 81–85. (in Ukrainian).
3. Kolesnyk M. V., Komandrovskya V. E., Chernyshova T. (2022) Metodolohichni aspekty typolohiyi vidkrytykh innovatsiy [Methodological aspects of the typology of open innovations]. *Mechanism of regulation of the economy*. Vol. 1–2 (95–96), pp. 19–24. (in Ukrainian)
4. Miroshnychenko O. (2023) Kontseptsiya vidkrytykh innovatsiy: zmist ta praktyka vykorystannya. [The concept of open innovation: content and practice of use]. *Visnyk Kyivskoho natsionalnogo universytetu imeni Tarasa Shevchenka*. No. 1(222), pp. 88–94. (in Ukrainian)
5. Smerichevskiy, S., Poberezhna, Z., Gura, S. (2024). *Rozvytok teoretyko-metodychnykh osnov formuvannya innovatsiyonoho potentsialu aviapidpryyemstva* [Development of the theoretical and methodological foundations of the formation of the innovative potential of the aviation enterprise]. *Ekononika ta suspilstvo*, vol. 59. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-59-41> (in Ukrainian)
6. Kuznetsova M. (2023) Vykorystannya biznesom praktyky vidkrytykh innovatsiy v umovakh rozvytku ekonomiky znan [The use of open innovation practices by business in the context of the development of the knowledge economy]. *Ekononika ta suspilstvo*. Issue 47. URL: <http://www.economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/2089/>(in Ukrainian)
7. Nosyk O. M. (2016) Vidkryti innovatsiyni systemy: holovni kharakterystyky i napryamy internatsionalizatsiyi [Open innovation systems: main characteristics and directions of internationalization]. *Visnyk Dnipropetrovskoho universytetu. Seriya: Menedzhment innovatsiy*. Issue 6, pp. 103–113. (in Ukrainian)
8. Pushkar T. A., Mykhailova K. V., Tarannik Ya. (2021) Transfer znan i tekhnolohiy yak osnova formuvannya modeli vidkrytykh innovatsiy [The transfer of knowledge and technologies as a basis for the formation of a model of open innovation]. *Infrastruktura rynku*. Issue 58, pp. 24–28. (in Ukrainian)
9. Smerichevskiy S. F., Poberezhna Z. M., Krivovyazyuk I. V., Malnov D. V., Smilyanets V. V. (2024). *Formuvannya pryntsyypiv kliyentooriyentovanoho pidkhodutransportnymy pidpryyemstvamy v umovakh stiykoho rozvytku* [Formation of the principles of a client-oriented approach by transport enterprises in conditions of sustainable development]. *International Scientific and Practical Conference "Innovations in construction and smart building technologies for comfortable, energy efficient and sustainable lifestyle"* (February 20–21, 2024). Dnipro: PSACEA, pp. 164–166. (in Ukrainian).