

Державний науково-дослідний інститут інформатизації та моделювання економіки

ФОРМУВАННЯ РИНКОВИХ ВІДНОСИН В УКРАЇНІ

**Збірник наукових праць
№5 (252)**

Київ 2022

**Формування ринкових відносин в Україні: Збірник наукових праць
Вип. 5 (252). – К., 2022. – 124 с.**

Рекомендовано Вченою радою ДНДІМЕ

Протокол №2 від 25.04.2022 р.

Збірник статей присвячено науковим здобуткам молодих науковців – аспірантів та здобувачів наукових ступенів кандидата та доктора економічних наук. Він охоплює широкий спектр проблем із таких напрямів:

- макроекономічні аспекти сучасної економіки;
- інноваційно–інвестиційна політика;
- економічні проблеми розвитку галузей та видів економічної діяльності;
- розвиток регіональної економіки;
- соціально–трудова проблеми.

Розраховано на науковців і спеціалістів, які займаються питаннями управління економікою та вивчають теорію та практику формування ринкових відносин в Україні.

Відповідно до Наказу Міністерства освіти і науки України від 28 грудня 2019 р. № 1643 даний збірник віднесено до Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук, категорія «Б».

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

СТУДІНСЬКА Г.Я., доктор економічних наук (головний науковий редактор)
ХОДЖАЯН А.О доктор економічних наук, професор (заступник наукового редактора)
ПАСІЧНИК Ю.В. доктор економічних наук, професор (заступник наукового редактора)
ЗАХАРІН С.В., доктор економічних наук, с.н.с. (заступник наукового редактора)
АЛЕКСЄЄВ І.В., доктор економічних наук, професор
НЕБОТОВ П.Г., кандидат економічних наук, директор
ВАРНАЛІЙ З.С., доктор економічних наук, професор
ГУЖВА І.Ю., доктор економічних наук
ПИПА В.І., доктор економічних наук, професор
КИЗИМ М.О., доктор економічних наук, професор, член–кор НАНУ
КУЛЬПІНСЬКИЙ С.В., доктор економічних наук
КОРНЄЄВ В.В., доктор економічних наук, професор
КРАСКЕВИЧ В.Є., доктор технічних наук, професор
ЛОПУШНЯК Г.С., доктор економічних наук, професор
КИЧКО І.І., доктор економічних наук, професор
ШОСТАК Л.Б., доктор економічних наук, професор
ГАРБАР Ж.В., доктор економічних наук, доцент, професор
ЧЕРКАШИНА К.Ф., кандидат економічних наук, доцент
ІВАНОВ Є.І., кандидат економічних наук (відповідальний секретар)

МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЙНА РАДА

АГНЕСЬКА ДЗЮБІНСЬКА, доктор філософії, Економічний університет м. Катовіце, Польща, професор кафедри менеджменту підприємства
АДАМ САМБОРСЬКІ, доктор філософії, Економічний університет м. Катовіце Польща, кафедра менеджменту підприємства
ВІРГІНІЯ ЮРЕНІЄНЕ, професор, доктор наук, завідувач кафедри філософії та культурології, Каунаський факультет, Вільнюський університет, Литва
ГОРБОВИЙ АРТУР ЮЛІАНОВИЧ, професор, доктор технічних наук, Словацька Академія аграрних наук, член відділення економіки та менеджменту, (Словацька республіка)
ДІАНА СПУЛБЕР, доктор філософії, Університет Генуї, асистент професора кафедри філософії суспільств, м. Генуя (Італія)
ІВАН ТЕНЕВ ДМИТРОВ, професор, доктор економічних наук, Університет «проф. д-р Асен Златаров», завідувач кафедри економіки і управління, м. Бургас (Болгарія)
МІТАР ЛУТОВАЦ, професор, доктор технічних наук, Університет Уніон ім. Миколи Тесла, факультет індустріального управління, завідувач кафедри технологій, м. Белград (Сербія)
ЮРАЙ СІПКО, професор, доктор економічних наук, Словацька Академія наук, директор інституту економічних досліджень, м. Братислава (Словацька республіка)
СОФІЯ ВИШКОВСЬКА, професор, доктор наук, зав. кафедри організації і управління (факультет управління) Технологічно–природничий університет ім. Яна і Єнджея Снядецьких у Бидгощі, Бидгощ, Польща
СТЕФАН ДИРКА, доктор економічних наук, професор, Вища економічна школа, м. Катовіце, Польща, професор кафедри менеджменту і маркетингу. Міжнародний акредитор Міністерства науки і освіти Республіки Казахстан
ТОМАШ БЕРНАТ, професор, доктор наук, завідувач кафедри мікроекономіки, факультет економіки і менеджменту, Щецинський університет, Польща

Друковане періодичне видання «Формування ринкових відносин в Україні»
внесене в міжнародну базу даних періодичних видань:
ISSN 2522–1620

Key title: Formuvannâ rinkovih vidnosin v Ukraïni

Abbreviated key title: Form. rinkovih vidnosin Ukr.

Індекссування і реферування: Україніка Наукова, Джерело

Міжнародні інформаційні та наукометричні бази даних: Google Scholar, Index Copernicus International (ICI), Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського.

Формування ринкових відносин в Україні, 2022. Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації Серія КВ 22545–12445ПР від 20.02.2017 року

© Державний науково–дослідний інститут інформатизації та моделювання економіки, 2022

Оракл як інструмент постачання даних для децентралізованих автономних організацій

Предмет дослідження. Ефективне функціонування децентралізованих автономних організацій (ДАО) так чи інакше пов'язане з виходом з цифрового рівня на рівень реальний з метою пошуку чи надання інформації та комунікацією з реальним середовищем. Отримання або передача необхідної інформації про певні факти з реального світу, або інформації з інших цифрових баз даних, які не можуть взаємодіяти напряду з ДАО, забезпечується за допомогою оракулів, як посередників між децентралізованими базами даних, та подіями реального світу.

Результати роботи. В цій статті ми розглядаємо оракул як інструмент збору інформації для ДАО, здатний забезпечити перехід інформації з нестабільного та негарантованого фізичного світу в цифрове середовище технології блокчейн, де інформація набуває нових характеристик та значень. Оракул, як інструмент, з транспортною функцією доставки інформації, поєднує в собі функції пошуку необхідної інформації з функціями забезпечення достовірності та шифрування даних в необхідному форматі [1].

Висновки. Стаття дає загальне розуміння поняття оракула, та його значення для роботи ДАО, а також розвитку цифрових проектів, побудованих з використанням технології блокчейн. Також дається класифікація оракулів для роботи з ДАО разом характеристиками їх можливої ролі для організації постачання даних. Крім цього, розглядається можливість побудови ДАО з функціями оракула для виконання нестандартних завдань по транспортуванню і адаптації інформації для різних цілей в середовищі блокчейн. В статті приводяться основні проблеми, які можуть виникнути в роботі оракулів з ДАО, та пропонуються можливі їх рішення.

Ключові слова: децентралізована автономна організація, оракул, DAO, Web 3.0, блокчейн, смарт-контракти.

VIROVETS D.V.
OBUSHNYI S.M.

Oracle as a data delivery tool for decentralized autonomous organizations

The subject of the study. The effective functioning of decentralized autonomous organizations (DAOs) is associated with moving from the digital level to the real level in order to find or provide information and communicate with the real environment. Obtaining or transmitting necessary information about certain real-world facts, or information from other digital databases that cannot interact directly with the DAO, is provided through oracles as intermediaries between decentralized databases and real-world events.

Results of work. In this article, we consider the oracle as a tool for collecting information for DAO, able to ensure transition of information from the unstable and unsecured physical world in the digital environment of blockchain technology, where information acquires new characteristics and values. Oracle, as a tool with a function of information delivery, combines the functions of finding the necessary information with the functions of ensuring the authenticity and encryption of data in the required format.

Conclusions. This article gives a general understanding of the concept of the oracle, and its significance for the work of DAO, as well as development of digital projects built using blockchain technology. Classification of oracles for work with DAO is also given together with characteristics of their possible role for organization of data supply. In addition, the possibility of building a DAO with oracle functions to perform non-standard tasks for the transportation and adaptation of information for various purposes in a blockchain environment is considered. The article also presents main problems that may arise in interactions of oracles with DAO, and suggests possible solutions.

Keywords: Decentralized autonomous organization, oracle, DAO, Web 3.0, blockchain, smart contracts.

Постановка проблеми. Концепція децентралізованої автономної організації (ДАО) вперше була описана Віталієм Бутеріним в офіційному документі Ethereum (2013) як прозорий набір правил бізнесу, захищених від фальсифікацій, та записаних у комп'ютерному коді у вигляді довгострокових розумних контрактів [2]. Програмоване середовище технології розподіленого реєстру дозволяє обмінюватися даними між вузлами, підключеними через інтернет, і уникати посередництва третіх сторін для адміністрування бізнес-процесів. По причині повної своєї цифрової природи, ДАО має можливість контактувати з реальним світом виключно через цифрові шлюзи, названі оракулами. Вважається, що можливість ДАО мати доступ до зовнішніх даних багаторазово збільшує її функціональність. Зацікавленість ДАО в отриманні такої інформації зумовлена передусім необхідністю отримання достовірних даних стосовно фактів, з якими вона працює, а також з метою аналізу процесів, в яких вона приймає участь.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В загальному плані наукові джерела дають наступне тлумачення поняття оракула: оракулом є цифровий інтерфейс, який перетворює зібрані або надані дані в інформацію, структуровану відповідним чином для її наступного використання в децентралізованому середовищі. В більш вузькому значенні, така структурованість відбувається між джерелами даних зовнішнього світу (Інтернету) і децентралізованими додатками. Оракули приймають інформацію з різних джерел і перетворюють її в мову, зрозумілу смарт-контрактам як програмам, які автономно обробляють операції децентралізованими додатками, і, таким чином, обслуговують всю екосистему Web3 [3]. Іншими словами, оракул як інфраструктурний алгоритм визначає, в тому числі, чи дозволяють значення наданих постачальником даних здійсненню транзакції у відповідності з передбаченими правилами. Технології оракула в тому числі надають більше можливостей для розвитку експертних професій таких як андеррайтери, які визначають рівень ризиків для класичних договорів страхування. Також оракул можна розглядати як спосіб зв'язку технології блокчейн з реальним світом, що грає ключову роль в широкому використанні смарт-контрактів – протоколів, які забезпечують автоматичне виконання умов комерційних угод, проведення тран-

закцій та обміну активами між сторонами. Таким чином, оракули являють собою сервіси, які пов'язують структуру ДАО із зовнішнім світом, а також іншими децентралізованими додатками, торговими майданчиками, хмарними провайдерами, IoT-пристроями, платіжними та корпоративними системами, які по причині відмінності своєї цифрової природи, не мають між собою сумісності.

Виклад основного матеріалу. Найбільш поширені дані, з якими працюють оракули, є дані про поточний стан мережі або актуальний курс криптовалют. Смарт-контракти використовують їх відповідно до правил, закладених у вихідному коді, а потім транслюють користувачам і на їх основі контролюють виконання умов угод. Без оракулів блокчейн-дані і розумні контракти не змогли б отримати доступ до інформації з зовнішнього світу, оскільки це не закладено в їх протоколах. Оракули значно розширюють сферу застосування смарт-контрактів за рахунок того, що вони можуть працювати з даними поза технології блокчейн. При цьому, передбачається, що оракули не тільки приймають дані із зовнішніх оффчейн-джерел, але і відправляють такі дані в зворотному напрямку з метою надання звітів про реалізацію транзакції. Функціонал оракулів визначається їх розробниками в залежності від цілей їх використання.

Структура оракула визначає яким чином смарт-контракт отримує перевірену послідовним і прозорим шляхом інформацію про достовірні події [4]. Для цього необхідні наступні три складові: джерело даних, власне запит на дані, та сам оракул. Джерелом даних вважається ресурс, який надає необхідну для оракула інформацію. Типи даних, з якими працюють оракули, сильно відрізняються, тому джерела інформації можуть бути самими різними – від метеорологічних ресурсів, що надають дані про погоду, до інформації з ресурсів Bloomberg про коливання цін на фондовому ринку або даних про майбутні події від ринку передбачень Augur. В свою чергу, запит – це спеціальний код, який працює з певним джерелом інформації, завдяки якому оракул отримує інформацію про запитувані дані. Отримавши такий запит, оракул здійснює заходи для отримання необхідної інформації та проводить її інтерпретацію в зрозумілий блокчейну формат.

Блокчейн-оракули перевіряють умови виконання смарт-контрактів, а також надають їм ін-

формацію, необхідну для їх виконання. Вони не входять в блокчейн, а тому не порушують його безпеку – мережа як і раніше децентралізована, але зате у неї є зовнішні дані. Підключення до зовнішніх ресурсів відбувається через API. Можливість доступу до зовнішніх даних багаторазово збільшує функціональність смарт-контрактів і децентралізованих додатків. Так, наприклад, DeFi-сектор був би неможливий без блокчейн-оракулів. Децентралізоване фінансування спирається на точні, піддаються перевірці дані. Кредитування, деривативи, страхування і торгівля – все це вимагає отримання даних про котирування різних цифрових активів. Наприклад, цінові блокчейн-оракули збирають з криптобірж інформацію про ціну токенів – завдяки цьому кредитори в DeFi-протоколах знають розмір забезпечення.

Важливо розуміти, що оракули самі по собі не є джерелом інформації, а лише її постачальником. Спочатку оракули збирають зовнішні дані і обробляють (перевіряють) їх. Такими даними може бути будь-яка умова смарт-контракту: вартість монети, підтвердження проведення платежу або поточний стан блокчейн-мережі. На цьому етапі завдання оракула є правильний відбір інформації і перевірка її правильності. Наприклад, визначити актуальний курс криптовалюти серед десятків котирувань на різних торгових майданчиках.

Ще одна важлива функція оракулів полягає в передачі даних в правильному форматі, щоб різні системи (блокчейни, децентралізовані додатки,

торговельні майданчики, IoT-пристрої і так далі) могли взаємодіяти один з одним. Блокчейн-мережа не може сама по собі взаємодіяти з будь-якою іншою системою, оскільки вони часто використовують різні мови програмування і мають різні системні вимоги. Але завдяки оракулам різні блокчейни можуть бути сумісні, що дозволяє встановлювати зв'язок ДАО з іншими децентралізованими додатками незалежно від платформи, на яких вони розміщені.

Значення роботи оракулів також полягає в їх ролі з підвищення масштабованості блокчейн-екосистеми шляхом її злиття з зовнішнім світом, підвищуючи таким чином прозорість даних та забезпечуючи сумісність даних в екосистемі. Такий механізм сприяє масовому впровадженню децентралізованих рішень в традиційні системи. Використання оракулів в ДАО може здійснюватися через включення в структуру ДАО модулів по збору даних, або через використання окремих сумісних сервісів (Табл. 1).

Наукові джерела класифікують оракулів на основі різних факторів, включаючи джерело отримання та напрямок інформації, а також ступінь довіри до неї. Основна мабуть класифікація стосується структури самого оракула, які поділяються на централізовані та децентралізовані. Централізовані оракули діють як окремий інструмент, забезпечуючи передачу інформації із зовнішнього джерела в смарт-контракт. Такі оракули залежать від їх оператора та джерела інформації,

Таблиця 1. Показники, які характеризують регіони України, їх умовні позначення та одиниці виміру

Сфера застосування	Функція	Додаток, приклад
IoT	Робота з торговими додатками, отримання даних з сенсорів та обладнання	Band Protocol, MakerDAO, Shipchain, Supplychain, Autoblock
Платіжні системи	Забезпечення передачі даних між різними системами	Chainlink
Управління даними та експертні висновки	Передача даних між різними базами даних	Shipchain, Supplychain, Autoblock
Корпоративна система	Прийняття рішення учасниками в ДАО	MakerDAO
Документообіг та децентралізована ідентифікація	Передача даних документів та забезпечення достовірності персональних даних	DECO, Town Crier, KYC
Аудит смарт-контрактів	Тестування систем та підтвердження виконаної роботи	Orakuru
Ринки передбачень	Перевірка достовірності фактів	Augur Gnosis
Ринки віртуальних активів та DeFi	Передача фінансових даних про ринки	Chainlink, Tellor, DIA Association, Dos Network
Децентралізований арбітраж	Підтвердження даних та фактів	Chainlink, Nest Protocol, Tellor, DIA Association, Dos Network

вони мають просту архітектуру з порівняно меншими витратами на організацію їх інфраструктури та обслуговування, але зберігають всі ризики наслідків цифрових атак, притаманними традиційним фінансовим додаткам.

На відміну від централізованих, децентралізовані оракули не покладаються на єдине джерело інформації, а використовують безліч зовнішніх джерел, причому не довіряючи в повній мірі жодному. Отримання даних з незалежних джерел здійснюється без будь-якої координації, і тому, такий спосіб має ряд ризиків, пов'язаних з сліпою довірою до отриманих даних. Такі оракули вважаються ідеальними для використання в смарт-контрактах ДАО, але вимагають більших інвестицій в інфраструктуру та обслуговування.

Децентралізований блокчейн-оракул виконує ряд функцій, який полегшує зв'язок між ДАО і зовнішнім світом, особливо в реальних секторах економіки, наприклад, в логістиці, страхуванні, діловодстві та фінансових сервісах. ДАО не може самостійно збирати дані із зовнішнього середовища. Використання оракулів як в структурі ДАО, так і за її межами, дозволяє оптимізувати цілий ряд бізнес-процесів, чим значно спростити та прискорити збір необхідних даних [5]. На шляху до цього розробникам блокчейн-оракулів належить вирішити масу питань, пов'язаних з підвищенням їх безпеки та ефективності роботи.

В таблиці 2 представлені основні види оракулів приймаючи до уваги їх відмінність у функціях, для яких вони були спроектовані. Додатково, класифікацію можна продовжити за ознаками інформації, з якою вони працюють. Вхідні оракули надають в смарт-контракт дані із зовнішнього світу, вихідні – навпаки, передають інформацію з смарт-контрактів у зовнішній світ. Як приклад використання таких оракулів – його взаємодія з смарт-контрактом сервісу Airbnb, який дає команду відкрити квартиру при отриманні підтвердження надходження оплати за оренду. Вхідний оракул працює безпосередньо всередині самого смарт-контракту і надає інформацію з зовнішнього світу при виконанні певних умов. Як приклад, для запуску автоматичного ордеру на покупку криптовалюти смарт-контракт повинен знати, коли її курс досягне тієї чи іншої позначки. Дану інформацію і повинен надавати вхідний оракул. Вихідний оракул, навпаки, відправляє інформацію з смартконтракту в зовнішній світ. Так,

система розумного блокування чи розблокування замків, може автоматично надати користувачеві доступ до певного блага в реальному світі як тільки вона отримає від оракула інформацію про успішне виконання платежу [6].

За функціональною класифікацією оракули поділяються на програмні, що збирають дані з інтернет-джерел, наприклад, сайтів, в режимі реального часу, та апаратні, що збирають дані з навколишнього середовища, наприклад, за допомогою датчиків руху або штрих-кодів [7]. Перші найчастіше дозволяють збирати інформацію про котирування і обмінні курси криптовалют, дані про погоду, ціни на послуги або товари, розклад транспорту, отримані з інформаційних сайтів, коли другі можуть використовуватися в Інтернеті речей (IoT) [8], наприклад, для підтвердження того, що замовлений вантаж прибув за місцем призначення. Такі оракули використовують як інструмент відповідні датчики переміщення або RFID-мітки (мітки радіочастотної ідентифікації) які досить активно використовуються в логістиці. Також, додатково до програмних та апаратних оракулів, розрізняють консенсусні оракули, функцією яких є збір інформації від протоколів децентралізованих ринків передбачень таких як Augur [9] або Gnosis.

За технологічними особливостями також розрізняють контракт-орієнтований оракул, як тип оракула, який призначений для використання виключно в рамках одного смарт-контракту. Такі оракули вважаються дуже трудомісткими і дорогими в обслуговуванні, і відповідно вважаються вкрай непрактичними. Але оскільки даний вид оракулів можна розробляти з нуля без необхідності звертатися до відповідного сервісу та адаптації його застосування до конкретного варіанту використання, їх розробники мають високу гнучкість в процесі розробки такого оракула.

В окремих випадках, коли машина не може замінити людину, для постачання даних в децентралізовані додатки може залучатися і людина-оракул. В такій ситуації фахівці та експерти в тій чи іншій області можуть виступати в якості оракулів, пропонуючи свої послуги в тому числі і для роботи ДАО. В їх обов'язки може входити вивчення і перевірка справжності отриманої інформації від різних джерел і переклад вже оброблених даних на смарт-контракту. Передбачається, що від людини-оракула за допомогою крипто-

Таблиця 2 Види оракулів за функціями

Типи оракулів	Функції	Засоби	Сфера застосування
Програмні	Збирають дані з інтернет-джерел (соціальні мережі, бази даних, сайти, тощо)	Онлайн-джерела інформації	Рейтинги бірж, вартість цифрових активів, інформацію про рейси в режимі реального часу
Апаратні	Збирають дані з навколишнього середовища	Сенсори руху та температури, штрих-коди, пристрої зчитування інформації, RFID-мітки	IoT, логістика, контроль якості товарів
Консенсусні	Збирають інформацію від протоколів	Смарт-контракти	Ринки передбачень, азартні ігри
Контракт-орієнтовані оракули	Використовуються виключно в рамках одного смарт-контракту	Смарт-контракти	Одноразові гнучкі рішення для будь-якої мети
Людина-оракул	Вивчення і перевірка справжності отриманої інформації від різних джерел, переклад даних на смарт-контракти	Криптографічні додатки для підтвердження особи та фактів	Документообіг, логістика, персональна інформація, децентралізована ідентифікація, контроль якості, підтвердження фактів
Гібридні оракули	Поєднує декілька функцій	Поєднує декілька засобів	DeFi, страхування, логістика тощо

графії може вимагатися підтвердження своєї особистості, таким чином зменшуючи ймовірності шахрайства від їх імені після проходження відповідної аутентифікації.

Деякі інструменти голосування ДАО також вважають оракулами з їх класифікацією на основі принципів прийняття рішень (оракули голосування та репутаційні оракули). Перша група використовує стратегії голосування, наприклад, ставку на результати, для отримання даних та результатів голосування. Репутаційні ж оракули при отриманні інформації враховує репутацію учасників, наприклад, одного з учасників ДАО [10].

Важливо розуміти, що оракули не є самі по собі джерелом інформації, а лише її постачальником. Його основною функцією є передача інформації між двома системами з забезпеченням її достовірності. Збір зовнішніх даних, їх обробка та перевірка, з використанням оракула, може відбуватися по відношенню до роботи будь-якої умови смарт-контракту в ДАО: визначення вартості цифрових активів, підтвердження проведення платежу або поточний стан блокчейн-мережі. На цьому етапі завдання оракула це правильне визначення джерела і перевірка інформації. Наприклад, визначити актуальний курс криптовалюти серед десятків котирувань на різних торгових майданчиках. Крім цього, оракул повинен передати дані в правильному форматі,

зрозумілому для сприйняття смарт-контрактом. Архітектура ДАО не дозволяє автоматично взаємодіяти з будь-якою іншою системою, крім внутрішньої структури ДАО, по причині використання в різних додатках різних протоколів та мов програмування, а також різних системних вимог. Але, завдяки оракулам, відмінні між собою системи ДАО, набувають властивостей сумісності, а також отримують можливість брати інформацію з інтернет-середовища. Крім цього, перевіряючи умови виконання смарт-контракту, оракул може гарантувати, що операція відповідає всім вимогам законодавства [11].

Останнім часом активно обговорюється використання арбітражних оракулів, який дозволяє збирати докази для підкріплення своєї позиції з метою ефективного вирішення суперечок між учасниками та протидіяти блокуванню активів та настанню несприятливих наслідків. Крім цього, спостерігається тенденція до використання різними ДАО програмованих систем з високим ступенем довіри з боку його користувачів. Крім поведінки своїх користувачів ДАО намагаються також стежити за станами реального світу, і, таким чином, забезпечувати більшого автоматизму при прийнятті рішень. Таким чином, за допомогою інструментів ораклів, ДАО можуть постійно контролювати практично будь яку діяльність всередині або поза організацією для захисту колек-

тивних інтересів учасників. Цей моніторинг забезпечується на рівні основного програмного забезпечення у вигляді смарт-контрактів з метою перевірки та контролю транзакцій. Такі підходи контролю формують у учасників ДАО відчуття впевненості та довіри до інших учасників ДАО. Як наслідок, організація активно може позиціонувати себе як така, що сприятиме досягненню індивідуальних та колективних інтересів. Саме таким чином, проект MakerDAO використанням ораклів з регулярним моніторингом стану системи забезпечує захист інтересів своїх учасників [12].

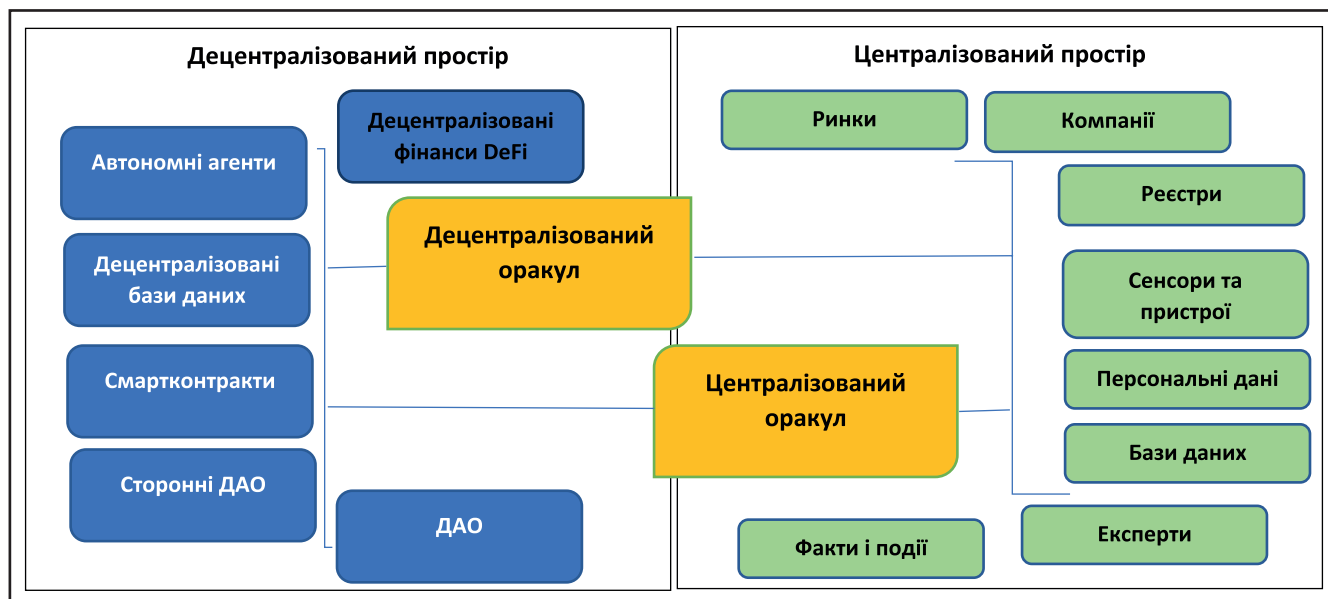
Таблиця 3 нижче показує спосіб взаємодії ДАО з різними видами оракулів через інструменти з метою отримання-передачі відповідної інформації.

Незважаючи на важливі функції оракула в системі ДАО, як децентралізовані, так і централізовані оракули мають певні недоліки. Основним недоліком вважається їх вразливість до цифрових атак. Зловмисники через отримання доступу до потоку даних між оракулами і контрактом, можуть отримати можливість змінити їх або сфальсифікувати [13]. Таким чином вважається, що самі оракули можуть бути основним ризиком вразливості для смарт-контракту. Централізовані цінові оракули, які збирають для DeFi-протоколів інформацію про ціну монет на різних біржах, можуть також стати об'єктом атак хакерів з ризиком виведення з фінансових протоколів ДАО великих сум віртуальних активів. У зв'язку з цим все більшої популярності набирають децентралізовані ора-

кули, наприклад, рішення від Chainlink [14] (LINK), Band Protocol (BAND), Augur (REP) і MakerDAO (DAI) [15]. Вважається, що централізовані блокчейн-оракули несуть в собі більш серйозні ризики, ніж децентралізовані. Їх легко скомпрометувати і вони менш захищені від маніпуляцій [16]. Централізовані оракули не є частиною механізмів безпеки публічних блокчейнів і жодним чином не пов'язані з консенсусом блокчейн-мережі. Атака посередника, коли зловмисник отримує доступ до потоку даних між оракулами і смартконтрактом, становить особливу загрозу та ризик фальсифікації даних [17].

Ще одна проблема використання оракулів, особливо децентралізованими, пов'язана з відносно високими витратами і навантаженням на мережу. З метою отримання смарт-контрактом зовнішніх даних їх необхідно адаптувати, витративши на це певний ресурс мережі [18]. Крім цього, кожен раз, коли в децентралізований додаток необхідно додати новий оракул або скорегувати існуючий метод збирання даних, необхідно провести масштабну координацію управління, що знову таки, потребує додаткових зусиль і витрат. Останні дослідження присвячені проблемам оракулів пропонують методи покращення безпеки передачі даних та зменшення витрат, але наголошуючи на подальшій роботі та врахуванні різних точок зору, які звертають увагу на великі експлуатаційні витрати програмних оракулів, швидкість обробки даних, безпека та обробка різних типів запитів [19].

Таблиця 3. ДАО в системі оракулів



Таблиця 4. Популярні оракули

Оракул	Тип/вид	Галузь	Використання
Chainlink	Децентралізований, під централізованим керуванням	DeFi	Отримання та передача даних в мережі Ethereum, перевірка інформації спеціальним алгоритмом для уникнення маніпулювання
Band Protocol	Децентралізований	Web 3.0	Забезпечує передачу даних в та між мережами Ethereum та Cosmos Network
Nest Protocol	децентралізований	DeFi	Перевіряє зовнішні дані за допомогою валідаторів, прозорість транзакцій, можливість для спільноти впливати на вибір джерел інформації
Tellor	Децентралізований	Web 3.0	Прозорий протокол для смартконтрактів та децентралізованих додатків, перевіряє інформацію через валідаторів
DIA Association	Децентралізований	DeFi, Metaverse	Пошук, перевірка та обмін прозорими та перевіреними каналами даних для традиційних і цифрових фінансових програм
Dos Network	Децентралізований	DeFi, Insurance, GameFi	Підтримує декілька гетерогенних блокчейнів, збір реальних даних та передача до смартконтракту безпечним, надійним, ефективним і масштабованим способом
Provable	Централізований	DeFi, GameFi, insurance	З'єднання DApp з будь-яким зовнішнім веб-API. Перевірка автентичності даних

Висновки

Оракули, як інструменти пошуку, перевірки та постачання даних та інформації для їх використання в ДАО представляють важливий механізм в роботі ДАО. Правильний вибір оракула і його імплементація в механізм ДАО можуть суттєво зменшити витрати ресурсів на отримання безпечної та необхідної для ДАО інформації. Проте, робота оракулів асоціюється з рядом ризиків, вирішення яких має значення для активного використання оракулів в роботі ДАО. Оскільки ДАО є цифровою системою, якій довіряють користувачі, програмні її системи повинні постійно контролювати своїх користувачів та стани у навколишньому середовищі, одночасно стимулюючи учасників бути чесними та добросовісними [20]. Система оракулів повинна зв'язати роботу ДАО з реальним світом через постійне та безпечне забезпечення даними, та відповідно оптимізувати процеси, пов'язані з інформаційною логістикою. Крім цього, широке використання оракулів наближає нас до майбутнього, в якому децентралізовані додатки можуть грати більш важливу роль в повсякденному житті. Таким чином, можна спрогнозувати розвиток мережі сервісів оракулів для їх використання ДАО в наступних галузях, які тісно пов'язані з реальним світом, як сільське господарство, страхування, логістика та цифрова торгівля. На шляху до цього розробни-

кам блокчейн-оракулів належить вирішити масу питань, пов'язаних з підвищенням їх безпеки та ефективності роботи [21].

Список використаних джерел

1. A Distributed Oracle Using Intel SGX for Blockchain-Based IoT Applications, Sangyeon Woo, Jeho Song and Sungyong Park, 10 May 2020 <https://doi.org/10.3390/s20092725> – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/9/2725>
2. Ethereum White Paper A NEXT GENERATION SMART CONTRACT & DECENTRALIZED APPLICATION PLATFORM Vitalik Buterin, 2013 – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://blockchainlab.com/pdf/Ethereum_white_paper-a_next_generation_smart_contract_and_decentralized_application_platform-vitalik-buterin.pdf
3. Ad6n S6nchez de Pedro Stampery, Daniele Levi Stampery, Luis Iv6n Cuende. Witnet: A Decentralized Oracle Network Protocol [Working Draft//Early Request for Comments] (November 27, 2017). DOI: 10.13140/RG.2.2.28152.34560. Available at: <https://arxiv.org/pdf/1711.09756.pdf>
4. William George, Clément Lesaege. A Smart Contract Oracle for Approximating Real-World, Real Number Values, – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2020/11970/pdf/OASlcs-Tokenomics-2019-6.pdf>

5. Decentralized Autonomous Organizations (DAOs) as subjects of law. The recognition of DAOs in the Swiss legal order, Sven Riva, Master's Thesis Master of Law University of Neuchâtel, – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://libra.unine.ch/export/DL/40516.pdf>
6. Decentralized Autonomous Organizations (DAOs) as subjects of law. The recognition of DAOs in the Swiss legal order, Sven Riva, Master's Thesis Master of Law University of Neuchâtel, – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://libra.unine.ch/export/DL/40516.pdf>
7. Burak Benligiray, Dave Connor, Adam Tate, Heikki V€anttinen. Honeycomb: An Ecosystem Hub for Decentralized Oracle Networks, (4 February 2019) – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://raw.githubusercontent.com/clc-group/honeycomb-whitepaper/master/honeycomb%20whitepaper.pdf>
8. Shi, Peichang & Wang, Huaimin & Yang, Shangzhi & Chen, Chang & Yang, Wentao. (2019). Blockchain-based trusted data sharing among trusted stakeholders in IoT. *Software: Practice and Experience*. 51. 10.1002/spe.2739, DOI: 10.1002/spe.2739
9. Jack Peterson, Joseph Krug, Micah Zoltu, Austin K. Williams, and Stephanie Alexander Forecast Foundation. Augur: a Decentralized Oracle and Prediction Market Platform (v2.0) (December 2, 2020) DOI: 10.13140/2.1.1431.4563
10. Amirmohammad Pasdar, Zhongli Dong, Young Choon Le. Blockchain Oracle Design Patterns, – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/352506074_Blockchain_Oracle_Design_Patterns
11. Braun, Alexander and Hdusle, Niklas and Karpischek, Stephan, Incentivization in Decentralized Autonomous Organizations (January 5, 2021). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3760531> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3760531> – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3760531
12. Ellinger, Eleu and Mini, Tobias and Gregory, Robert and Widjaja, Thomas, Facilitating Collective Action in Agentic IS Platforms: The Case of Decentralized Autonomous Organizations (October 7, 2021). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3938489> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3938489>
13. Egberts, Alexander, The Oracle Problem – An Analysis of how Blockchain Oracles Undermine the Advantages of Decentralized Ledger Systems (December 12, 2017). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3382343> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3382343>
14. Lorenz Breidenbach¹ Christian Cachin² Benedict Chan, Alex Coventry Steve Ellis Ari Juels Farinaz Koushanfar Andrew Miller Brendan Magauran Daniel Moroz Sergey Nazarov Alexandru Topliceanu Florian Tram'er Fan Zhang. Chainlink 2.0: Next Steps in the Evolution of Decentralized Oracle Networks, 15 April 2021. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://research.chain.link/whitepaper-v2.pdf>
15. Caldarelli, G.; Ellul, J. The Blockchain Oracle Problem in Decentralized Finance—A Multivocal Approach. *Appl. Sci.* 2021, 11, 7572. <https://doi.org/10.3390/app11167572>
16. Caldarelli, G. Understanding the Blockchain Oracle Problem: A Call for Action. *Information* 2020, 11, 509. <https://doi.org/10.3390/info11110509>
17. Mark D. Sheldon John Carroll. Preparing Auditors for the Blockchain Oracle Problem, University CURRENT ISSUES IN AUDITING American Accounting Association Vol. 15, No. 2 DOI: 10.2308/CIA-2021-007 Fall 2021 pp. P27–P39
18. Caldarelli, G.; Rossignoli, C.; Zardini, A. Overcoming the Blockchain Oracle Problem in the Traceability of Non-Fungible Products. *Sustainability* 2020, 12, 2391. <https://doi.org/10.3390/su12062391>
- Amirmohammad Pasdar, Zhongli Dong, Young Choon Le. Blockchain Oracle Design Patterns, – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/352506074_Blockchain_Oracle_Design_Patterns
19. Amirmohammad Pasdar, Zhongli Dong, Young Choon Le. Blockchain Oracle Design Patterns, – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/352506074_Blockchain_Oracle_Design_Patterns
20. Ellinger, Eleu and Mini, Tobias and Gregory, Robert and Widjaja, Thomas, Facilitating Collective Action in Agentic IS Platforms: The Case of Decentralized Autonomous Organizations (October 7, 2021). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3938489> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3938489>
21. Amirmohammad Pasdar, Zhongli Dong, Young Choon Le. Blockchain Oracle Design Patterns, – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/352506074_Blockchain_Oracle_Design_Patterns

References

1. A Distributed Oracle Using Intel SGX for Blockchain-Based IoT Applications, Sangyeon Woo, Jeho Song and Sungyong Park, 10 May 2020 <https://doi.org/10.2139/ssrn.3938489>

- org/10.3390/s20092725 – [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/9/2725>
2. Ethereum White Paper A NEXT GENERATION SMART CONTRACT & DECENTRALIZED APPLICATION PLATFORM Vitalik Buterin, 2013 – [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: https://blockchainlab.com/pdf/Ethereum_white_paper-a_next_generation_smart_contract_and_decentralized_application_platform-vitalik-buterin.pdf
3. Adón Sónchez de Pedro Stampery, Daniele Levi Stampery, Luis Ivón Cuende. Witnet: A Decentralized Oracle Network Protocol [Working Draft//Early Request for Comments] (November 27, 2017). DOI: 10.13140/RG.2.2.28152.34560. Available at: <https://arxiv.org/pdf/1711.09756.pdf>
4. William George, Clément Lesaege. A Smart Contract Oracle for Approximating Real-World, Real Number Values, – [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <https://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2020/11970/pdf/OASlcs-Tokenomics-2019-6.pdf>
5. Decentralized Autonomous Organizations (DAOs) as subjects of law. The recognition of DAOs in the Swiss legal order, Sven Riva, Master's Thesis Master of Law University of Neuchâtel, – [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <https://libra.unine.ch/export/DL/40516.pdf>
6. Decentralized Autonomous Organizations (DAOs) as subjects of law. The recognition of DAOs in the Swiss legal order, Sven Riva, Master's Thesis Master of Law University of Neuchâtel, – [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <https://libra.unine.ch/export/DL/40516.pdf>
7. Burak Benligiray, Dave Connor, Adam Tate, Heikki VĖanttinen. Honeycomb: An Ecosystem Hub for Decentralized Oracle Networks, (4 February 2019) – [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <https://raw.githubusercontent.com/clc-group/honeycomb-whitepaper/master/honeycomb%20whitepaper.pdf>
8. Shi, Peichang & Wang, Huaimin & Yang, Shangzhi & Chen, Chang & Yang, Wentao. (2019). Blockchain-based trusted data sharing among trusted stakeholders in IoT. Software: Practice and Experience. 51. 10.1002/spe.2739, DOI: 10.1002/spe.2739
9. Jack Peterson, Joseph Krug, Micah Zoltu, Austin K. Williams, and Stephanie Alexander Forecast Foundation. Augur: a Decentralized Oracle and Prediction Market Platform (v2.0) (December 2, 2020) DOI: 10.13140/2.1.1431.4563
10. Amirmohammad Pasdar, Zhongli Dong, Young Choon Le. Blockchain Oracle Design Patterns, – [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: https://www.researchgate.net/publication/352506074_Blockchain_Oracle_Design_Patterns
11. Braun, Alexander and Hdusle, Niklas and Karpischek, Stephan, Incentivization in Decentralized Autonomous Organizations (January 5, 2021). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3760531> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3760531> – [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3760531
12. Ellinger, Eleu and Mini, Tobias and Gregory, Robert and Widjaja, Thomas, Facilitating Collective Action in Agentic IS Platforms: The Case of Decentralized Autonomous Organizations (October 7, 2021). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3938489> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3938489>
13. Egberts, Alexander, The Oracle Problem – An Analysis of how Blockchain Oracles Undermine the Advantages of Decentralized Ledger Systems (December 12, 2017). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3382343> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3382343>
14. Lorenz Breidenbach¹ Christian Cachin² Benedict Chan, Alex Coventry Steve Ellis Ari Juels Farinaz Koushanfar Andrew Miller Brendan Magauran Daniel Moroz Sergey Nazarov Alexandru Topliceanu Florian Tram'er Fan Zhang. Chainlink 2.0: Next Steps in the Evolution of Decentralized Oracle Networks, 15 April 2021. – [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <https://research.chainlink.com/whitepaper-v2.pdf>
15. Caldarelli, G.; Ellul, J. The Blockchain Oracle Problem in Decentralized Finance—A Multivocal Approach. Appl. Sci. 2021, 11, 7572. <https://doi.org/10.3390/app11167572>
16. Caldarelli, G. Understanding the Blockchain Oracle Problem: A Call for Action. Information 2020, 11, 509. <https://doi.org/10.3390/info11110509>
17. Mark D. Sheldon John Carroll. Preparing Auditors for the Blockchain Oracle Problem, University CURRENT ISSUES IN AUDITING American Accounting Association Vol. 15, No. 2 DOI: 10.2308/CIIA-2021-007 Fall 2021 pp. P27–P39
18. Caldarelli, G.; Rossignoli, C.; Zardini, A. Overcoming the Blockchain Oracle Problem in the Traceability of Non-Fungible Products. Sustainability 2020, 12, 2391. <https://doi.org/10.3390/su12062391>
19. Amirmohammad Pasdar, Zhongli Dong, Young Choon Le. Blockchain Oracle Design Patterns, – [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: https://www.researchgate.net/publication/352506074_Blockchain_Oracle_Design_Patterns

ktronnyy resurs]. – Rezhy m dostupu: https://www.researchgate.net/publication/352506074_Block-chain_Oracle_Design_Patterns

20. Ellinger, Eleu and Mini, Tobias and Gregory, Robert and Widjaja, Thomas, Facilitating Collective Action in Agentic IS Platforms: The Case of Decentralized Autonomous Organizations (October 7, 2021). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3938489> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3938489>

21. Amirmohammad Pasdar, Zhongli Dong, Young Choon Le. Blockchain Oracle Design Patterns, – [Elektronnyy resurs]. – Rezhy m dostupu: https://www.researchgate.net/publication/352506074_Block-chain_Oracle_Design_Patterns

Дані про авторів

Віровець Денис Володимирович,

аспірант кафедри фінансів та економіки Київського університету імені Бориса Грінченка, м. Київ, Україна

ORCID ID: 0000–0003–4934–8377

e-mail: seito@ukr.net

Обушний Сергій Миколайович,

к.е.н., доцент кафедри фінансів та економіки Київського університету імені Бориса Грінченка, м. Київ, Україна

ORCID ID: 0000–0001–6936–955X

e-mail: s.obushnyi@kubg.edu.ua

Data about the authors

Denys Virovets,

postgraduate student of the Department for Finance and Economics, Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine

e-mail: seito@ukr.net

Sergiy Obushnyi,

Ph.D. (Economics), docent of the Department for Finance and Economics, Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine

e-mail: s.obushnyi@kubg.edu.ua

УДК 331.105.6:35](076)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7113056>

БОНДАРЧУК Л.Ф.

БОНДАРЧУК С.П.

БІЛИК О.С.

Особливості організації сталого розвитку підприємств в умовах налагодження соціального діалогу та моніторингу безпеки

Актуальність теми дослідження. Дослідження питання особливостей організації сталого розвитку підприємств в умовах налагодження соціального діалогу та моніторингу безпеки обумовлюється відсутністю єдиного підходу до реалізації алгоритму даного процесу.

Постановка проблеми. У сучасних умовах організації сталого розвитку, налагодження соціального діалогу та моніторингу безпеки промислових суб'єктів підприємницької діяльності, які характеризуються жорсткою конкуренцією, значними фінансовими ризиками, високим рівнем невизначеності, обмеженістю ресурсів, однією із умов забезпечення запланованих обсягів прибутку є досягнення низького рівня трансакційних та трансформаційних витрат, значну частку яких складають витрати на постачання сировини, обладнання, товарно-матеріальних цінностей та готової продукції, що, у свою чергу, обумовлено специфічними ознаками процесу постачання у промисловості, що обумовлює актуальність теми дослідження.

Постановка мети і завдань дослідження – дослідити особливості організації сталого розвитку підприємств в умовах налагодження соціального діалогу та моніторингу безпеки.

Метод або методологія дослідження. В статті використано наступні методи: таксономічний аналіз, графічний, монографічний, аналізу і синтезу, систематизації.

Презентація основного матеріалу (результати дослідження). Зазначена адаптивна економіко-математична модель оптимізації матеріально-технічного постачання у промисловості у разі її використання у господарській діяльності дозволить спростити вибір системи менеджменту запасів ТМЦ у залежності від специфіки виробничого процесу конкретного підприємства та зовнішніх умов його функціонування, своєчасно враховувати при формуванні програм постачання зміни попиту та пропозиції на ринках збуту готової продукції, здійснювати моніторинг руху власних

ЗМІСТ

Макроекономічні аспекти сучасної економіки

ПРЕДБОРСЬКИЙ В.А. Тіньова влада за радянської доби: обслуговування неоімперіалістичних інтересів	5
ШАБРАНСЬКА Н.І. Наукометричний та патентний аналіз перспективних наукових та технологічних напрямів досліджень за ціллю сталого розвитку № 5 у сфері гендерної рівності	17

Інноваційно-інвестиційна політика

ВДОВЕНКО Н.М., КУКСА І.М., ІЛЬІН В.Ю., САХАЦЬКИЙ М.М. Інноваційна стратегія формування безпекової системи управління інноваційним розвитком агропродовольчої сфери в умовах діджиталізації	26
МАХМУДОВ Х.З., ГНАТЕНКО І.А., СКРИПНИК В.В., ЛИСЕНКО М.В. Управління системою оцінки вартості інноваційного аграрного бізнесу в контексті сучасної податкової політики, забезпечення міграційної та продовольчої безпеки	33
САХАЦЬКИЙ М.П., ПАВЛОВСЬКА А.С., КУКСА І.М., ІВАСЕНКО О.М. Фінансово-безпекова капіталізація інноваційного бізнесу в управлінському обліку міжнародними проектами ефективної маркетингово-логістичної конкурентної стратегії підприємств	40
ШКІЛЬНЯК М.М., КУКСА І.М., КОЗЕНКО А.О., ДРОГОБЕЦЬКИЙ І.І. Державне стратегічне управління інноваційним розвитком в умовах децентралізації та посилення системи безпеки	46
КУКСА І.М., РОДЧЕНКО С.С., ЛЕЛЮК Н.Є., БАБІЙ Л.І. Управлінські механізми фінансово-облікової системи капіталізації інноваційного бізнесу в умовах сучасних безпекових викликів	52

Економічні проблеми розвитку галузей та видів економічної діяльності

ДУХНОВСЬКА Л.М. Організація фінансового обліку діяльності підприємств в умовах війни	59
ІЛЛІЧОВ Р.В. Розвиток виробничо-експортного потенціалу України в умовах воєнного стану	64
МОЛНАР О.С., ЛУК'ЯНЧУК О.В., ПОПОВИЧ В.І. Методичні підходи до оцінки відтворення та ефективності використання ресурсного потенціалу	69
ЖЕЛІХОВСЬКА М.В. Моделювання підприємницької стратегії управління фінансовою безпекою в умовах діджиталізації та міграційних ризиків	74
ВІРОВЕЦЬ Д.В., ОБУШНИЙ С.М. Оракл як інструмент постачання даних для децентралізованих автономних організацій	83
БОНДАРЧУК Л.Ф., БОНДАРЧУК С.П., БІЛИК О.С. Особливості організації сталого розвитку підприємств в умовах налагодження соціального діалогу та моніторингу безпеки	92
ОВЕЧКІНА О.А., ГНАТЕНКО І.А., Клименчукова Н.С. «Приховані» проблеми податкового менеджменту підприємств як інституціональних мікроекономічних суб'єктів	101

Соціально-трудова проблеми

ГАБРЕЛЬ М.М., ЛИСЯК Н.М., ГАБРЕЛЬ М.М. Соціально-еколого-економічна ефективність ущільнення міського простору. Оцінка та врахування в обґрунтуванні урбаністичних рішень	110
--	-----