

JEL: Q01, Q13, Q50

**Олександр Сумець¹, Юрій Туркало², Наталія Попович²,
Юлія Полякова³, Віталій Крупін⁴**

¹ПрАТ Вищий навчальний заклад «Міжрегіональна академія управління персоналом», Харківський інститут

²Національний університет «Львівська політехніка»

³Львівський торговельно-економічний університет

⁴Інститут розвитку села та сільського господарства Польської академії наук

¹⁻³Україна

⁴Польща

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ РИЗИКАМИ АГРОХОЛДИНГІВ З УРАХУВАННЯМ ЦІННОСТЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Мета. Метою виконаного дослідження є удосконалення методичного підходу до моделювання булеану системи управління екологічними ризиками підприємств, що входять до агрохолдингів, з урахуванням цінностей сталого розвитку. Для досягнення цієї мети виокремлено компоненти системи управління екологічними ризиками агрохолдингів; обґрунтовано види та характер зв'язків між компонентами системи управління екологічними ризиками і цінностями сталого розвитку; побудовано булеан.

Методологія / методика / підхід. Для виокремлення компонент систем управління екологічними ризиками агрохолдингів застосовано метод систематизації, індукції та дедукції, а також структурно-процесний науковий підхід. Для аргументування того, що системи управління екологічними ризиками агрохолдингів мають бути сформовані як булеан, застосовано правила логіки і положення теорії множин. Для доведення, що сповідування цінностей сталого розвитку в практиці управління агрохолдингами зумовлює виникнення позитивних соціо-економічних ефектів, застосовано метод експертних оцінок (шляхом анкетування 34 керівників різних рівнів управління).

Результати. Виокремлено компоненти систем управління екологічними ризиками, які б мали бути в підприємствах, що входять до агрохолдингів. Аргументовано, що системи управління екологічними ризиками агрохолдингів повинні формуватися як булеан. На основі емпіричних даних доведено, що сповідування цінностей сталого розвитку в практиці управління агрохолдингами зумовлює виникнення позитивних соціо-економічних ефектів.

Оригінальність / наукова новизна. Удосконалено методичний підхід до моделювання булеану системи управління екологічними ризиками агрохолдингів у системі цінностей сталого розвитку, який базується на застосуванні інструментарію положень теорії множин, і уможливорює каузально забезпечувати функціональну взаємодію між усіма структурними компонентами системи управління екологічними ризиками. Методичний підхід надає можливість оптимізувати управління екологічними ризиками так, щоб прийняті рішення забезпечували зниження конфлікту інтересів між агрохолдингами та суспільством.

Практична цінність / значущість. Практична цінність застосування удосконаленого методичного підходу полягає в можливості його використання агрохолдингами під час прийняття рішень, що стосуються зниження екологічних ризиків. Ураховуючи те, що

сповідування цінностей сталого розвитку в управлінні екологічними ризиками формує позитивні ефекти, які в цілому забезпечують зниження конфлікту інтересів між агрохолдингами й суспільством, то удосконалений методичний підхід має добрі перспективи до практичного застосування, що практично доведено на основі емпіричних даних A.G.R. Group, Agrotis, Agrotrade, AP Group, ASTARTA-Київ, Агропродсервіс, Агротон, АТК, Західний Буз, МНР, ПАЕК, Ristone Holding, SVAROG, Укрпромінвест АГРО, HARVEAST.

Ключові слова: система управління, аграрне підприємництво, агрохолдинг, сталий розвиток, екологічні ризики, булеан.

**Alexander Sumets¹, Yuriy Tyrkalo², Nataliia Popovych²,
Julia Poliakova³, Vitaliy Krupin⁴**

¹Interregional Academy of Personnel Management (Kharkiv Institute)

²Lviv Polytechnic National University

³Lviv University of Trade and Economics

⁴Institute of Rural and Agricultural Development, Polish Academy of Sciences

¹⁻³Ukraine

⁴Poland

MODELING OF THE ENVIRONMENTAL RISK MANAGEMENT SYSTEM OF AGROHOLDINGS CONSIDERING THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT VALUES

Purpose. The purpose of the study is to improve the methodological approach to modeling the power set of the environmental risk management system of enterprises that are part of agricultural holdings taking into account the sustainable development values. To achieve this goal, the components of the environmental risk management system of agroholdings are identified; the types and nature of connections between the components of the environmental risk management system and the sustainable development values are substantiated; the power set is built.

Methodology / approach. Methods of systematization, induction and deduction, as well as structural-process scientific approach were used to identify components of environmental risk management systems of agroholdings. The rules of logic and the provisions of set theory were used to argue that the environmental risk management systems of agroholdings should be formed as a power set. The method of expert assessments was used to prove the fact that the recognition of the values of sustainable development in the practice of management of agroholdings leads to positive socio-economic effects (by surveying 34 managers at different levels of management).

Results. The components of environmental risk management systems that should be in enterprises that are part of agroholdings are identified. It is argued that environmental risk management systems of agroholdings should be formed as a power set. Empirical data show that the recognition of the values of sustainable development in the practice of management of agroholdings leads to positive socio-economic effects.

Originality / scientific novelty. The methodological approach to modeling the power set of the environmental risk management system of agroholdings in the system of sustainable development values has been improved. It is based on the use of tools for the provisions of set theory and makes it possible to causally provide functional interaction between all structural components of the environmental risk management system. The methodological approach allows optimizing of environmental risk management. As a result, the decisions will reduce conflicts of interest between agroholdings and society.

Practical value / implications. *The practical value of applying an improved methodological approach involves the possibility of its use by agroholdings to make decisions to reduce environmental risks. Adherence to the values of sustainable development in environmental risk management provides positive effects and reduces conflicts of interest between agroholdings and society. Therefore, the improved methodological approach has good prospects for practical application. This was practically proved on the basis of empirical data of A.G.R. Group, Agrotis, Agrotrade, AP Group, ASTARTA-Kyiv, Agroprodservice, Agroton, ATK, Western Bug, MPR, PAEK, Ristone Holding, SVAROG, Ukrprominvest AGRO, HARVEAST.*

Key words: *management system, agricultural entrepreneurship, agroholding, sustainable development, environmental risks, power set.*

Постановка проблеми. Аграрне підприємництво супроводжує розвиток суспільства вже упродовж кількох століть. Завдяки науково-технічному прогресу перманентно оновлюються наявні і з'являються нові виробничі технології, і як наслідок, суспільство отримує нові продукти. Аграрний сектор створює нові робочі місця, є одним з основних споживачів інвестиційних ресурсів, сферою впровадження інновацій. Попри це, конкуренція на ринках ресурсів і готової агропродукції призводить до постійного пошуку шляхів збільшення підприємствами конкурентних переваг. Нажаль, часто в цьому процесі найзапекліша боротьба відбувається в контексті цінової конкуренції. Негативний аспект цінової конкуренції полягає в тому, що на фоні пріоритетності зниження витрат, втрачає важливість безпечність й екологічність використовуваних сировини, матеріалів і готової продукції виготовленої з них, знижуються витрати на впровадження природо-очисних споруд, захист довкілля від шкідливих викидів, утилізацію шкідливих відходів. Як наслідок, викає парадоксальна ситуація – аграрне підприємництво створює блага для суспільства і є центральною компонентою економіки, але при цьому шкодить йому, намагаючись підвищити рівень своєї економічної ефективності. Конфлікт інтересів між агропідприємствами й суспільством має економічну природу. Уряди країн намагаються розв'язати цей конфлікт на основі фіскальних інструментів (податки, збори, штрафи, введення квот на викиди парникових газів). Проте, такий підхід не здатний вирішити проблеми. Так, у ЄС запланували до 2030 р. знизити викиди парникових газів на 55 % від рівня 1990 р. Для досягнення цієї мети впроваджено систему торгівлі квотами на викиди EU ETS. Це призвело до перенесення багатьох шкідливих виробництв за межі ЄС і поставило у нерівні економічні умови виробників із ЄС із виробниками поза його межами. У 2022 р. квоти на викиди стали актуальними для усіх, хто продає промислову продукцію у ЄС [1]. На фоні зростання екологічних проблем людства, ризик загострення конфлікту вимагає від керівників агропідприємств сповідування цінностей сталого розвитку, зокрема імплементації цих цінностей у систему управління ризиками агропідприємств. Отож, проблема полягає в тому, що на рівні цих підприємств управління екологічними ризиками не базується на системі цінностей сталого розвитку, і це породжує конфлікт інтересів між агропідприємствами та суспільством.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Актуалізація проблем екологічного характеру, особливо глобальних загроз, є причиною зростання публікаційної активності науковців, які досліджують проблеми сталого розвитку. Огляд найновіших періодичних видань дозволяє стверджувати, що дедалі більше управління екологічними ризиками агропідприємств розглядається через призму принципів і цілей сталого розвитку. Слід визнати, що залежно від предмету досліджень наукові праці можна умовно поділити на три групи.

Перша – статті, присвячені системам управління екологічними ризиками. У цьому напрямі доцільно виділити праці таких учених, як: I. Kic [2], N. Semenova [3], P. T. Nastos та ін. [4], G. Milian та ін. [5], S. Kniaz та ін. [6].

Друга – статті, присвячені окремим компонентам системи управління екологічними ризиками. Відомими авторами в цьому напрямі є J. Wang та ін. [7], D. Settembre-Blundo та ін. [8], А. Бурляй та ін. [9], E. Partiti [10], L. Kucher та ін. [11–15].

Третя – оцінка стану та перспектив зміни ситуації в контексті екологічних викликів, які нині фіксуються. Статті останньої групи часто містять також доволі конструктивні авторські пропозиції, які містять емпіричні дані, що засвідчують практичне впровадження ідей. У цьому контексті слід згадати праці таких авторів, як: E. W. Stein [16], J. W. Erisman [17], H. Zhao та ін. [18], Y. Guo, J. Wang, [19], Hurle J. Barreiro та ін. [20], S. Shen та ін. [21].

Аналіз літературних джерел засвідчив, що багато праць присвячено різним аспектам екологічних ризиків [2–5; 8; 10; 17–21], сталого розвитку [7; 8; 21; 22]; розвитку підприємств аграрного сектора [5; 9; 12; 17; 20]. Водночас серед опрацьованих наукових джерел немає праць, присвячених застосуванню теорії множин і конкретно булеану в контексті побудови системи управління екологічними ризиками агропідприємств. Незважаючи на змістовність і досить велику кількість наукових праць, присвячених питанням екологічних ризиків, є підстави стверджувати, що проблема моделювання систем управління екологічними ризиками агропідприємства в системі цінностей сталого розвитку досліджена дуже фрагментарно, не системно.

Мета статті. Метою виконаного дослідження є удосконалення методичного підходу до моделювання системи управління екологічними ризиками підприємств, що входять до агрохолдингів, з урахуванням цінностей сталого розвитку. Для досягнення цієї мети необхідно:

- виокремити компоненти системи управління екологічними ризиками агропідприємств, що входять до складу агрохолдингів;
- обґрунтувати види та характер зв'язків між компонентами системи управління екологічними ризиками агропідприємств, що входять до складу агрохолдингів, і цінностями сталого розвитку;
- побудувати булеан системи управління.

Методологія. Для виокремлення компонент систем управління екологічними ризиками агропідприємств застосовано метод систематизації,

індукції та дедукції, а також структурно-процесний науковий підхід. Для аргументування того, що системи управління екологічними ризиками агропідприємств мають бути сформовані як булеан, застосовано правила логіки та положення теорії множин. У цій статті інструментом для досягнення поставленої мети є теорія множин, а булеан виступає змістовою характеристикою побудованої системи управління.

Обґрунтовуючи математичний апарат дослідження, слід зазначити, що вибір саме булеану базується на таких положеннях. Системи управління великими агропідприємствами є складними, відкритими, керованими системами, у яких, як правило, є десятки підсистем управління та складна багаторівнева система цілей. Моделювання таких систем є надзвичайно складним завданням, особливо коли йдеться про намагання їх автоматизувати, оцифрувати. Під час виконання цих завдань часто виявляється, що інтегрувати усі підсистеми в одну не можливо, особливо це складно, коли виникає необхідність унесення змін у наявну, вже оцифровану систему. Складність полягає в різноманітності характеру зв'язків між компонентами системи й узгодженні параметрів, які характеризують реалізацію цілей кожної з підсистем. На нашу думку, ключова проблема полягає в тому, що керівники різних рівнів управління й розробники інтегрованих систем управління, чи систем, які треба інтегрувати у наявну систему, мають різне уявлення про підприємство як сукупність бізнес-процесів. Звести їхнє бачення до спільного знаменника дозволяє саме інструментарій теорії множин. Застосовуючи цей інструментарій на основі, наприклад аксіоматики Цермело-Френкеля, можна побудувати систему управління, уникнувши логічних помилок, неузгоджень. Власе кажучи, кінцевим результатом цього процесу є виникнення булеану, тобто множини, усі компоненти якої структурно та функціонально упорядковані. З огляду на це, теорія множин є не тільки теорією, це й інструмент для вирішення практичних задач на основі морфологічного аналізу.

Для доведення, що сповідування цінностей сталого розвитку в практиці управління агропідприємствами зумовлює виникнення позитивних соціо-економічних ефектів, застосовано метод експертних оцінок.

Респондентами виступали керівники різних рівнів управління. Їхній підбір здійснювали на основі таких критеріїв: досвід роботи на керівній посаді не менше трьох років; добровільне бажання брати участь в опитуванні. Форма опитування – анкетування.

При прийнятті рішення щодо вибірки респондентів, які мають бути опитані, встановлено прийнятну похибку на рівні 0,15. Загальна сукупність експертів становили 356 осіб, із них заявленим критеріям відповідало 90 осіб. Таким чином, із обраної сукупності експертів необхідно було опитати щонайменше 34 особи, для забезпечення похибки дослідження в межах до 15 %:

$$k = \frac{90}{356} \left(1 - \frac{90}{356} \right) 2^2 \approx 34.$$

Емпіричні дослідження автори цієї статті виконали спільно з Громадською організацією «Всеукраїнська екологічна ліга» (один зі співавторів є членом цієї організації) на базі агропідприємств, які є учасниками українських агрохолдингів: A.G.R. Group, Agrotis, Agrotrade, AP Group, ASTARTA-Kyiv, Агропродсервіс, Агротон, АТК, Західний Буг, МНР, ПАЕК, Ristone Holding, SVAROG, Укрпромінвест АГРО, HARVEAST.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для побудови узгодженої із цінностями сталого розвитку системи управління екологічними ризиками, уточнимо її компоненти. Для цього застосуємо системно-процесний підхід і типову модель системи управління будь-яким об'єктом (рис. 1).



Рис. 1. Типова система управління будь-яким об'єктом

Джерело: побудовано авторами на основі класичної теорії управління.

Така типова модель управління зобов'язує до того, щоб на агрохолдингах, був створений структурний підрозділ, який здійснює управління екологічними ризиками, існувала стратегія і тактика управління екологічними ризиками, відбувалося планування й організування заходів зі зниження екологічних ризиків, а також здійснювалося мотивування суб'єктів управління до своєчасного та повного виконання сформованих планів. Крім цього, має діяти система екологічного моніторингу та регулювання виявлених відхилень.

З позиції системно-процесного підходу будь-яке агропідприємство є відкритою системою, яка взаємодіє з багатьма іншими такими самими системами. Незважаючи на свою автономність, так чи інакше агропідприємство є компонентою систем вищого порядку – систем регіональної, національної або глобальної економіки. Ця обставина вказує на те, що між агропідприємством та іншими системами в її зовнішньому середовищі відбувається безперервна взаємодія. На вході в систему визначальну роль відіграє попит на продукцію агропідприємства, дії конкурентів, наявність ресурсів і державна політика, зокрема щодо доступу до ресурсів, захисту прав споживачів і виробників, оподаткування тощо. Своєю чергою, на виході системи взаємодія агропідприємства із іншими суб'єктами господарювання відбувається під впливом виконання ним економічної та соціальної функції. Йдеться про задоволення потреб споживачів, створення робочих місць, сплату податків і зборів до центрального і місцевих бюджетів, а також про виконання вимог перед суспільством щодо безпечності та екологічності виробництва. За логікою система управління агропідприємством має формуватися з урахуванням зазначених взаємовпливів. Проте через суб'єктивні обставини та егоїстичні

інтереси суб'єктів господарювання системи управління агропідприємствами зазвичай є деформованими, зокрема в частині розвитку підсистем управління екологічними ризиками. По суті, відповідальність перед суспільством за безпечність й екологічність виробництва зводиться до виконання вимог стандартів якості, які необхідні для виходу на певні ринки. Усі інші витрати, пов'язані із безпечністю й екологічністю, за невеликим винятком [9], розглядаються як непродуктивні. Тому агропідприємства свідомо йдуть на порушення екологічних вимог і сплату штрафів. Показовими у цьому напрямі є підприємства на ринку харчових продуктів України. Так, не зважаючи на те, що в Україні з 2019 р. упровадження системи НАССР є обов'язковим для усіх підприємств харчової промисловості, нині її впровадили менше 10 % підприємств. Лідерами із впровадження НАССР є підприємства-експортери [10; 11], які продають продукцію у ЄС, США, Канаду тощо, зокрема виробники пшениці та меду – Асканія-Пак, Бартнік, Джеса, Cargill, KERNEL, НІБУЛОН.

Ураховуючи зазначене вище, наведемо компоненти систем управління екологічними ризиками, які б мали бути на підприємствах, і які зазвичай є фактично (табл. 1). Таким чином, за результатами опрацювання емпіричних даних досліджуваних агропідприємств, які є учасниками вітчизняних агрохолдингів (A.G.R. Group, Agrotis, Agrotrade, AP Group, ASTARTA-Kyiv, Агропродсервіс, Агротон, АТК, Західний Буг, МНР, ПАЕК, Ristone Holding, SVAROG, Укрпромінвест АГРО, HARVEAST), здебільшого відсутні постійно діючі структурні підрозділи для управління екологічними ризиками. Практикується введення в штат агропідприємства посади еколога, або покладання функції управління екологічними ризиками на одну з наявних штатних одиниць. Ознайомлення з емпіричними даними агропідприємств вказує на те, що управління екологічними ризиками відбувається на тактичному та оперативному рівнях. Особи, які уповноважені здійснювати управління екологічними ризиками, фактично не виконують функцій організування діяльності зі зниження та протидії екологічним ризикам, а також мотивування суб'єктів управління до своєчасного й повного виконання заходів зі зниження і протидії екологічним ризикам. За таких умов об'єкт управління фокусується на ймовірності зростання витрат, податків, зборів, пов'язаних із впливом агропідприємства на довкілля, а також виникненні законодавчих заборон на використання певних видів ресурсів, які забруднюють довкілля.

Чинна практика формування та використання систем управління екологічними ризиками агропідприємств, що входять до складу агрохолдингів, має низку недоліків. По-перше, одна особа на підприємстві не здатна управляти екологічними ризиками, оскільки це управління має бути функціонально пов'язане з усіма без винятку підрозділами і видами діяльності підприємства. По-друге, відсутність стратегічного планування вказує на те, що сукупність тактичних й оперативних цілей у межах управління екологічними ризиками не є наскрізними в системі цілей розвитку агропідприємства, а лише слугують короткостроковими завданнями, які спрямовані на уникнення зовнішніх

нормативно-правових обмежень. По-третє, виконання особами, які уповноважені здійснювати управління екологічними ризиками, лише окремих загальних функцій менеджменту (планування, контролювання та регулювання) вказує на те, що як такого управління екологічними ризиками немає. У кращому випадку, є лише практика екологічного моніторингу та регулювання.

Таблиця 1

Компоненти систем управління екологічними ризиками агрохолдингів

Компоненти, які б мали бути	Компоненти, які зазвичай є фактично
<p><i>Суб'єкти управління:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - постійно діючий структурний підрозділ з управління екологічними ризиками; - суб'єкти керуючої та керованої підсистем управління екологічними ризиками 	<p><i>Суб'єкти управління:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - постійно діюча посада еколога або закріплення на конкретною особою функцій з управління екологічними ризиками
<p><i>Цілі управління:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - стратегічні, тактичні й оперативні плани управління екологічними ризиками 	<p><i>Цілі управління:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - тактичні й оперативні плани управління екологічними ризиками
<p><i>Функції і (в їхніх межах) методи управління:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - планування діяльності зі зниження і протидії екологічним ризикам; - організування діяльності зі зниження і протидії екологічним ризикам; - мотивування суб'єктів управління до своєчасного і повного виконання заходів зі зниження і протидії екологічним ризикам; - контролювання реалізації стратегічних, тактичних й оперативних планів управління екологічними ризиками; - регулювання відхилень, виявлених на етапі контролювання 	<p><i>Функції і (в їхніх межах) методи управління:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - планування діяльності зі зниження і протидії екологічним ризикам; - контролювання реалізації тактичних й оперативних планів управління екологічними ризиками; - регулювання відхилень, виявлених на етапі контролювання
<p><i>Об'єкт управління:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - екологічні ризики (зростання викидів парникових газів, зокрема внаслідок нітратного забруднення ґрунтів; забруднення, виснаження, заболочення і засолення ґрунтів під впливом зростання токсинів, зумовлених процесами гниття; забруднення водних ресурсів залишками мінеральних добрив і засобів захисту рослин; бактеріальне зараження ґрунту і забруднення атмосферного повітря метаном, сірководнем, аміаком унаслідок забруднення навколишнього середовища відходами тваринницьких ферм; негативний вплив на здоров'я людини від уживання в їжу культурних рослин із залишками мінеральних добрив та отрутохімікатів; ризики для здоров'я людини в разі вживання продуктів, отриманих з ГМО тощо) 	<p><i>Об'єкт управління:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - екологічні ризики (зростання витрат на утилізацію відходів агропідприємств, зростання витрат на підвищення безпечності й екологічності агропродукції, зростання податків і зборів на викиди парникових газів, виникнення законодавчих заборон на використання певних видів ресурсів, які забруднюють навколишнє середовище, зокрема мінеральними добривами, засобами захисту рослин тощо)

Джерело: складено авторами.

Ураховуючи недосконалу практику управління екологічними ризиками агрохолдингами, слід узяти до уваги Указ Президента України «Про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» № 722/2019 від 30.09.2019 року [23], у якому глобальні цілі сталого розвитку адаптовані для України й конкретизовані у змістовому та часовому вимірах. У контексті визначених цілей системи управління екологічними ризиками агропідприємств потребують змін. Ідеться про урахування принципів і цілей сталого розвитку в практиці управління екологічними ризиками. На рис. 2 наведено концептуальну еkleктичну модель досягнення цієї мети.



Рис. 2. Концептуальна еkleктична модель урахування принципів і цілей сталого розвитку в практиці управління екологічними ризиками агрохолдингів

Джерело: побудовано авторами.

Компоненти наведеної моделі пов'язані причинно-наслідковими зв'язками. Характер цих зв'язків – ізотонний. Ознакою каузальності моделі є те, що цілі агропідприємств і цілі сталого розвитку є надбудовою, факторними ознаками базової ознаки – принципів сталого розвитку. На ізотонність моделі вказує змістова подібність параметрів її компонент. Наприклад, в Указі Президента України «Про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» [22] однією із цілей сталого розвитку є вжиття невідкладних заходів щодо боротьби зі зміною клімату та її наслідками. Ця ціль базується на одному із фундаментальних принципів сталого розвитку – господарська діяльність має відбуватися так, щоб вона задовольняла потреби людей, що живуть зараз і не зменшувала при цьому можливості майбутніх поколінь задовольняти свої потреби. Отже, на мікрорівні серед цілей агропідприємства має бути передбачено впровадження таких технологій виробництва й утилізації відходів, які дозволятимуть зменшити шкідливі викиди в атмосферу, воду, ґрунти.

Нині цінності сталого розвитку слабо імплементовано в практику управління екологічними ризиками агропідприємств. Критерієм їхньої

імплементатії є досягнення наскрізності цінностей сталого розвитку в системі цілей розвитку агропідприємства, а також у процесах прийняття управлінських рішень його керівниками. Для виконання цього завдання система управління екологічними ризиками агропідприємства має бути сформована як булеан. Це вимагає:

1) формування візії, місії та концепції розвитку агропідприємства на основі цінностей сталого розвитку:

$$\bigcup_n^3 A \equiv V \cup M \cup K, \quad (1)$$

де $\bigcup_n^3 A$ – множина концептуальних бачень щодо розвитку агропідприємства на основі цінностей сталого розвитку;

V – візія розвитку агропідприємства на основі цінностей сталого розвитку;

M – місія розвитку агропідприємства на основі цінностей сталого розвитку;

K – концепція розвитку агропідприємства на основі цінностей сталого розвитку;

2) декомпозиції системи цілей розвитку агропідприємства, де на кожному рівні ієрархії виокремлено цілі управління екологічними ризиками:

$$\left. \begin{aligned} \bigcup_m^3 B &\equiv S \supset T \supset O; \\ S &= f(s_1, s_2, \dots, s_n); \\ T &= f(t_1, t_2, \dots, t_n); \\ O &= f(o_1, o_2, \dots, o_n), \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

де $\bigcup_m^3 B$ – множина цілей розвитку агропідприємства;

S – множина стратегічних цілей, серед яких s_2 – стратегічні цілі управління екологічними ризиками;

T – множина тактичних цілей, серед яких t_2 – тактичні цілі управління екологічними ризиками;

O – множина оперативних цілей, серед яких o_2 – оперативні цілі управління екологічними ризиками;

3) побудови розвинутої організаційної структури управління екологічними ризиками:

$$\left. \begin{aligned} \bigcup_i^3 C &\equiv V \supset S \supset N; \\ V &= f(d \wedge z_1, z_2, \dots, z_n); \\ S &= f(k_1, k_2, \dots, k_n); \\ N &= f(r_1, r_2, \dots, r_n), \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

де $\bigcup_i^3 C$ – множина ієрархічних рівнів управління в організаційній структурі системи менеджменту агропідприємства;

V – множина елементів вищого рівня управління, яка включає керівника агропідприємства (d) і його заступників за різними функціональними напрямками (z_1, z_2, \dots, z_n), у т. ч. заступника керівника підприємства з управління

екологічними ризиками (z_2);

S – множина елементів середнього рівня управління, яка включає керівників структурних підрозділів підприємства (k_1, k_2, \dots, k_n), у тому числі керівника відділу управління екологічними ризиками (k_2);

N – множина елементів низового рівня управління (r_1, r_2, \dots, r_n), у тому числі керівників робочих груп, тимчасових комісій й окремих проєктів, які беруть участь в управлінні екологічними ризиками агропідприємства;

4) упровадження алгоритму вироблення управлінських рішень із урахуванням цілей управління екологічними ризиками та на засадах сталого розвитку (рис. 3).



Рис. 3. Алгоритм вироблення управлінських рішень із урахуванням цілей управління екологічними ризиками та на засадах сталого розвитку

Джерело: побудовано авторами.

Якщо алгоритм, що представлено на рис. 3, сформувавши як множину етапів вироблення управлінського рішення $\bigcup_j D \equiv d_1 \rightarrow \dots \rightarrow d_7$, (де $\bigcup_j D$ – множина етапів вироблення управлінського рішення із урахуванням цілей управління екологічними ризиками і на засадах сталого розвитку, $d_1 \dots d_7$ – етапи вироблення

управлінського рішення), то булеан системи управління екологічними ризиками агропідприємства буде мати такий вигляд:

$$P(S) \equiv \left\{ \begin{array}{l} \{U_n^3 A, U_m^3 B, U_i^3 C, U_j^7 D\}, \{U_n^3 A, U_m^3 B\}, \{U_n^3 A, U_i^3 C\}, \{U_n^3 A, U_j^7 D\}, \\ \{U_m^3 B, U_i^3 C\}, \{U_m^3 B, U_j^7 D\}, \\ \{U_i^3 C, U_j^7 D\} \end{array} \right\}, \quad (4)$$

де $P(S)$ – булеан системи управління екологічними ризиками агропідприємства.

Графічна інтерпретація булеану системи управління екологічними ризиками агропідприємства може бути представлена у вигляді аналогової моделі, що наведена на рис. 4.

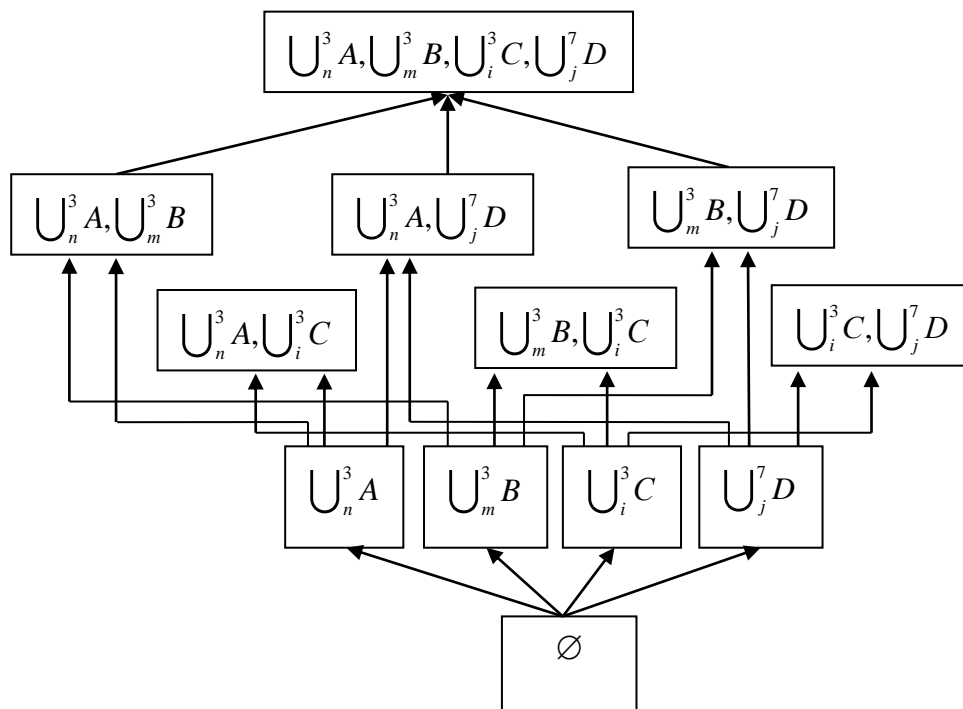


Рис. 4. Булеан системи управління екологічними ризиками агрохолдинга

Джерело: побудовано авторами.

На рис. 4 позначення « \emptyset » символізує порожню множину, тобто множину, яка не характеризується очікуваною властивістю, а саме – наскрізністю цінностей сталого розвитку в системі цілей розвитку агрохолдинга, а також у процесах прийняття управлінських рішень його керівниками. У цьому випадку порожніми є множини елементів, що наведені у правій колонці табл. 1. Розвиток цих множин до стану, який задовольнятиме їх очікувану властивість, а також забезпечення їхньої взаємодії, уможливорює імплементувати цінності сталого розвитку в систему управління екологічними ризиками агрохолдинга.

Очікуваним результатом побудови булеану є зростання його потужності, зокрема за рахунок зростання кількості прийнятих управлінських рішень на основі алгоритму, що наведений на рис. 2. У формалізованому вигляді приріст

потужності булеану запишемо так:

$$\because P(S)_b \setminus P(S)_a \equiv \Delta r \therefore \Delta r \equiv \Delta|P(S)|, \quad (5)$$

де $P(S)_a$ і $P(S)_b$ – булеан системи управління екологічними ризиками агропідприємства в періодах a та b ;

Δr – приріст управлінських рішень у періоді b порівняно з періодом a ;

$\Delta|P(S)|$ – приріст потужності булеану.

На рис. 5 наведено емпіричні дані за період 2020–2021 рр., які характеризують результати практичної апробації методичного підходу до моделювання булеану системи управління екологічними ризиками агропідприємств.

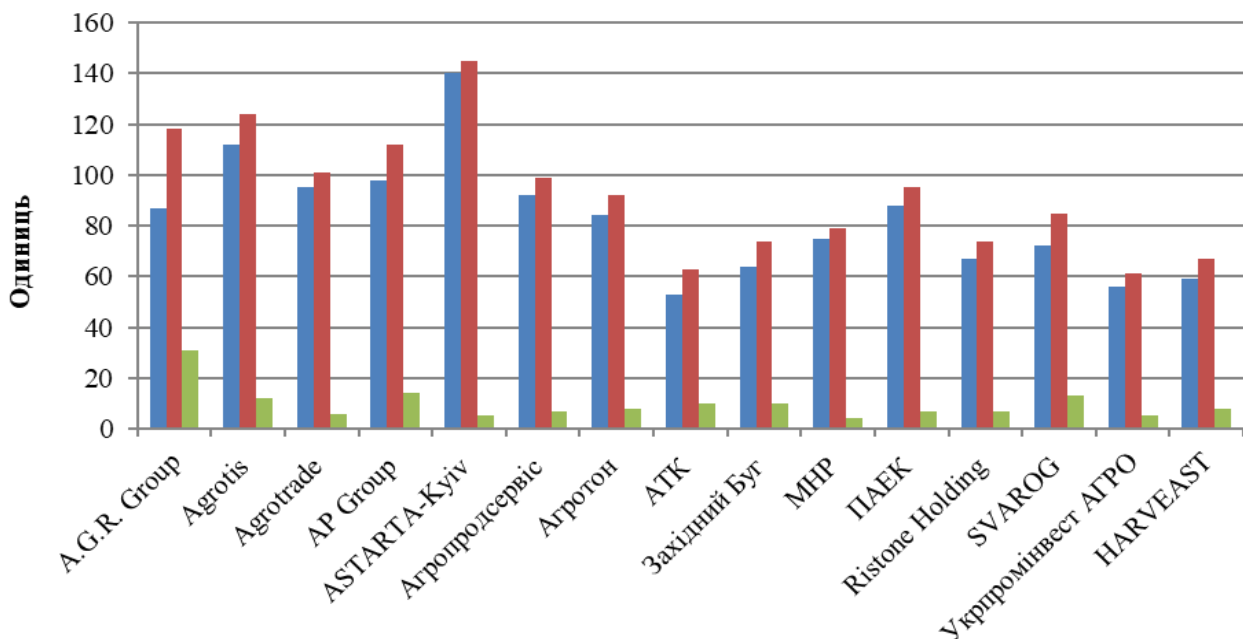


Рис. 5. Дані агрохолдингів, які характеризують результати побудови ними систем управління екологічними ризиками як булеану

Примітка. Умовні позначення – синім кольором позначено значення $P(S)_{2020}$, червоним – $P(S)_{2021}$, зеленим – $\Delta|P(S)|$.

Джерело: побудовано авторами.

Із рис. 5 видно, що найвищі прирости потужності булеанів зафіксовано в A.G.R. Group (31 од.), Agrotis (12 од.), AP Group (14 од.), АТК (10 од.), Західний Буг (10 од.), SVAROG (13 од.). Виконаний аналіз емпіричних даних показав, що спільним для усіх цих агропідприємств було те, що упродовж аналізованого періоду в них істотно зросли множини цілей розвитку (у середньому на 12 %), а також структури управління (у середньому на 8 %), що супроводжувалося застосуванням алгоритму вироблення управлінських рішень із урахуванням цілей управління екологічними ризиками (див. рис. 3). На інших агропідприємствах (Agrotrade, ASTARTA-Kyiv, Агропродсервіс, Агротон, МНР, ПАЕК, Ristone Holding, Укрпромінвест АГРО, HARVEAST) приріст був не настільки значним (від 4 до 8 од.) через те, що алгоритм вироблення управлінських рішень ще перебував у стані формування, що привело до

певного сповільнення зростання потужності булеану.

За аналітичними даними Всеукраїнської екологічної ліги, агрохолдинги, які впроваджують у практику управління цінності сталого розвитку, отримують низку позитивних ефектів, які в цілому ліквідовують конфлікт інтересів між агрохолдингами та суспільством, а також забезпечують цим підприємствам зростання їхніх конкурентних переваг (рис. 6).

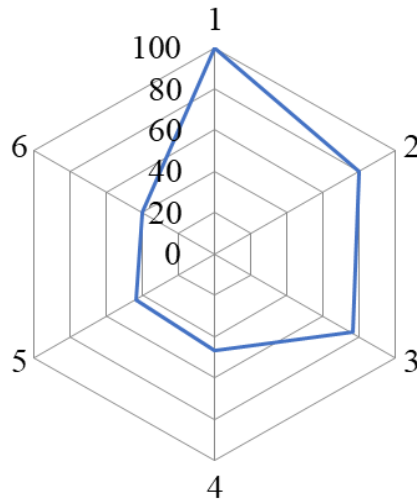


Рис. 6. Усереднені оцінки керівниками агропідприємств-учасників агрохолдингів наслідків сповідування цінностей сталого розвитку в практиці управління екологічними ризиками, %

Примітка. На діаграмі відображено дані підприємств, які є учасниками таких агрохолдингів А.G.R. Group, Agrotis, Agrotrade, AP Group, ASTARTA-Київ, Агропродсервіс, Агротон, АТК, Західний Буг, МНР, ПАЕК, Ristone Holding, SVAROG, Укрпромінвест АГРО, HARVEAST; умовні позначення: 1 – обсяг сплачених штрафів за порушення екологічних норм; 2 – кількість позовів громадських активістів щодо негативного впливу діяльності підприємства на довкілля й небезпечності споживання його продукції; 3 – доступність до кредитів ЄБРР та інших фінансових організацій; 4 – доступність коштів від організацій, що оголошують грантові програми; 5 – конкурентоспроможність при виході на великі торговельні мережі; 6 – частка на ринку екопродукції.

Джерело: побудовано авторами.

Як бачимо, за усередненими оцінками керівників агропідприємств, найбільш значущим ефектом від сповідування принципів сталого розвитку в практиці управління екологічними ризиками було зниження обсягу сплачених штрафів за порушення екологічних норм. Про це відзначили усі без винятку респонденти. Другим за значущістю виявився ефект щодо зниження кількості позовів громадських активістів стосовно негативного впливу діяльності підприємств на довкілля й небезпечності споживання їхньої продукції. Найменш значущим виявився ефект зростання частки ринку екопродукції. Це можна пояснити тим, що частка ринку більше залежить від раціональності обраної маркетингової стратегії, ніж від концептуальних засад управління екологічними ризиками.

Обговорюючи отримані результати дослідження, слід зазначити деякі особливості, дискусійні моменти та обмеження. Для системи управління

екологічними ризиками агропідприємств важливе значення має їхній розмір. Від розміру зазвичай залежить організаційна структура агропідприємств, доцільність запровадження відділів і підрозділів. Усі без винятку агропідприємства, на основі яких ми проводили дослідження, входять до ТОП найбільших агрохолдингів України, тому авторські рекомендації є коректними саме для великих суб'єктів аграрного підприємництва. У цій роботі середні та малі агропідприємства не досліджувались, тому одним із перспективних напрямів може бути обґрунтування рекомендацій щодо формування систем управління екологічними ризиками середніх і малих агропідприємств.

Одним із аспектів запропонованої авторами концептуальної еkleктичної моделі врахування принципів і цілей сталого розвитку в практиці управління екологічними ризиками агропідприємств, що може викликати дискусію, є те, що, на перший погляд, агропідприємства створюються та функціонують для втілення своїх цілей, а не для виконання Цілей сталого розвитку країни. Саме тому цілі агропідприємств не можуть бути факторними ознаками. Обґрунтовуючи власну думку, відмітимо, якщо спиратися на ДСТУ ISO 14001:2015 (Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування) і ДСТУ ISO 31000:2018 (Менеджмент ризиків. Принципи та настанови), то підприємство і його керівництво повинні демонструвати пріоритетність реалізації цілей сталого розвитку. Також на підтвердження нашої позиції наведемо твердження зі статті «Фактори внутрішнього та зовнішнього середовищ підприємства» Економічної енциклопедії (за наук. ред. С. В. Мочерного) [24] про те, що цілі підприємства є одним із факторів його внутрішнього середовища. Щодо пріоритетності цілей підприємства відносно цілей сталого розвитку, то це очевидна істина. Так, справді, підприємство створюється й розвивається заради досягнення своїх цілей, проте в умовах сьогодення, коли майже третина викидів парникових газів в Україні спричинена саме аграрним сектором, коли Україна подала заявку в ЄС і намагається скористатися нульовими експортними квотами через дію договору про асоціацію України та ЄС, то цілі сталого розвитку повинні бути імplementовані в систему цілей кожного агропідприємства, особливо тих, які здійснюють експорт продукції у Європу. Зрештою, ігнорування експортерами агропродукції цих цілей в окремих країнах (наприклад, у Німеччині, Японії) неможливе через те, що в урядах цих країн створено відомства, які контролюють принципи та цілі сталого розвитку, приймаючи рішення про надання ліцензій та інших дозволів суб'єктам господарювання на право виробництва, продажу або транзиту товарів.

Обґрунтовуючи практичну цінність результатів дослідження, слід відповісти на питання про те, чому поставлені в статті завдання не можуть бути вирішені в рамках запровадження на агропідприємствах системи екологічного менеджменту за стандартом ДСТУ ISO 14001:2015 або через управління ризиками (у тому числі екологічними) відповідно до стандарту ДСТУ ISO 31000:2018. У цьому аспекті слід зазначити таке:

- по-перше, вказані стандарти присвячені виключно управлінню екологічними ризиками, вони містять загальні положення, які є універсальними для усіх суб'єктів господарювання, в тому числі для фізичних осіб-підприємців. Виконана нами робота націлена виключно на суб'єктів господарювання, які є організаціями – великими агропідприємствами, саме на основі їхніх емпіричних даних проведено дослідження й сформовано висновки та рекомендації.

- по-друге, ці стандарти дають інструкції про те, як побудувати систему управління екологічними ризиками, але не містять положень про те, як узгодити цілі та методи їх досягнення із загальною системою управління підприємством так, щоб не виникало внутрішніх суперечностей і неузгоджень у просторі та часі.

Отже, авторські пропозиції дозволяють побудувати систему управління екологічними ризиками так, щоб вона була узгодженою з іншими підсистемами менеджменту агропідприємства. Виконане дослідження має практичну направленість, оскільки виділені компоненти системи управління екологічними ризиками, уточнений характер зв'язків між ними та запропонована модель формування системи управління у вигляді булеану дозволяють агропідприємствам раціонально сформувати систему управління екологічними ризиками так, щоб вона не суперечила досягненню підприємством його бізнес-цілей, а надавала додаткові можливості для отримання додаткових позитивних ефектів. Емпірично доведено, що ці ефекти вже виникають, якщо підприємства формують свої системи управління екологічними ризиками у вигляді булеану.

Висновки. Виконані дослідження надали можливість:

1) виокремити компоненти системи управління екологічними ризиками агропідприємств, що входять до складу агрохолдингів, а саме: *суб'єкти управління*, у тому числі – постійно діючий структурний підрозділ з управління екологічними ризиками; *суб'єкти керуючої та керованої підсистем управління екологічними ризиками*; *цілі управління*, у тому числі – стратегічні, тактичні та оперативні плани управління екологічними ризиками; *функції (і в їхніх межах методи) управління*, а саме: планування діяльності зі зниження і протидії екологічним ризикам; організування діяльності зі зниження і протидії екологічним ризикам; мотивування суб'єктів управління до своєчасного і повного виконання заходів зі зниження і протидії екологічним ризикам; контролювання реалізації стратегічних, тактичних й оперативних планів управління екологічними ризиками; регулювання відхилень, виявлених на етапі контролювання; *об'єкт управління* – екологічні ризики (зростання викидів парникових газів, зокрема внаслідок нітратного забруднення ґрунтів; забруднення, виснаження, заболочення і засолення ґрунтів під впливом зростання токсинів, зумовлених процесами гниття; забруднення водних ресурсів залишками мінеральних добрив і засобів захисту рослин; бактеріальне зараження ґрунту і забруднення атмосферного повітря метаном, сірководнем, аміаком унаслідок забруднення навколишнього середовища відходами тваринницьких ферм; негативний вплив на здоров'я людини від уживання в їжу

культурних рослин із залишками мінеральних добрив й отрутохімікатів; ризики для здоров'я людини в разі вживання продуктів, отриманих із генетично модифікованих організмів тощо).

2) обґрунтувати функціонально-процесну природу видів і характеру зв'язків між компонентами системи управління екологічними ризиками агропідприємства та цінностями сталого розвитку. На основі запропонованого алгоритму прийняття управлінських рішень доведено практичну можливість полікритеріального узгодження варіантів вирішення проблемних ситуацій у контексті управління екологічними ризиками;

3) побудувати булеан системи управління екологічними ризиками. На основі емпіричних даних (A.G.R. Group, Agrotis, Agrotrade, AP Group, ASTARTA-Kyiv, Агропродсервіс, Агротон, АТК, Західний Буг, МНР, ПАЕК, Ristone Holding, SVAROG, Укрпромінвест АГРО, HARVEAST) обґрунтовано, що система управління, яка побудована як булеан із декомпозиційною структурою, забезпечує позитивні соціо-економічні ефекти, а саме:

- зниження обсягу сплачених штрафів за порушення екологічних норм;
- зменшення кількості позовів громадських активістів щодо негативного впливу діяльності підприємства на довкілля та небезпечності споживання його продукції;
- зростання доступності до кредитів ЄБРР та інших фінансових організацій, а також доступності коштів від організацій, що оголошують грантові програми;
- підвищення конкурентоспроможності агропідприємств при виході на великі торговельні мережі;
- зростання частки на ринку екопродукції.

Подальші дослідження доцільно проводити в напрямі моделювання систем попередження екологічних ризиків із урахуванням дії некерованих факторів зовнішнього середовища агропідприємств.

Список використаних джерел

1. Денькович Я. До 2030 року ціна квот на викиди CO₂ в ЄС досягне 90 євро/т. URL: <https://kosatka.media/uk/category/gaz/news/k-2030-godu-cena-kvot-na-vybrosy-so2-v-es-dostignet-90-tonnu-icis>.

2. Кіс І. Р. Стратегічне управління екологічними ризиками підприємств транспортної галузі. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: *Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами*. 2021. Т. 2. № 4. С. 24–33. <https://doi.org/10.20998/2413-3000.2021.4.4>.

3. Semenova N. Management control systems in response to social and environmental risk in large Nordic companies. *International Journal of Corporate Social Responsibility*. 2021. Vol. 6. 13. <https://doi.org/10.1186/s40991-021-00067-5>.

4. Nastos P. T., Dalezios N. R., Faraslis I. N., Mitrakopoulos K. et al. Risk management framework of environmental hazards and extremes in Mediterranean ecosystems. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2021. Vol. 21. Is. 6.

Pp. 1935–1954. <https://doi.org/10.5194/nhess-21-1935-2021>.

5. Milian Gómez, J. F., Delgado Triana Y. Sustainable management of environmental risks in agricultural production: ensuring the right to food. *Global Jurist*. 2022. Vol. 22. No. 3. Pp. 517–535. <https://doi.org/10.1515/gj-2021-0086>.

6. Kniaz S., Heorhiadi N., Mainka M.-K., Moroz S. et al. Factors influencing the effectiveness of the system-functional approach in the management of innovative development of construction companies. *Proceedings of the 37th International Business Information Management Association (IBIMA)*, (Cordoba, 30–31 May 2021). Cordoba, Spain. Pp. 482–492. URL: <https://ibima.org/accepted-paper/factors-influencing-the-effectiveness-of-the-system-functional-approach-in-the-management-of-innovative-development-of-construction-companies>.

7. Wang J., Liu S., Song Y., Wang J., Wu H. Environmental risk assessment of subway station construction to achieve sustainability using the intuitionistic fuzzy analytic hierarchy process and set pair analysis. *Discrete Dynamics in Nature and Society*. 2021. Vol. 2021. 5541493. <https://doi.org/10.1155/2021/5541493>.

8. Settembre-Blundo D., González-Sánchez R., Medina-Salgado S., García-Muiña F. E. Flexibility and resilience in corporate decision making: a new sustainability-based risk management system in uncertain times. *Global Journal of Flexible Systems Management*. 2021. Vol. 22. Pp. 107–132. <https://doi.org/10.1007/s40171-021-00277-7>.

9. Бурляй А., Бурляй О., Ревуцька А., Смолій Л., Клименко Л. Організаційно-економічні ризики екологізації сільського господарства. *Agricultural and Resource Economics*. 2021. Vol. 7. No. 1. Pp. 96–114. <https://doi.org/10.51599/are.2021.07.01.06>.

10. Partiti E. The place of voluntary standards in managing social and environmental risks in global value chains. *European Journal of Risk Regulation*. 2021. Vol. 13. Is. 1. Pp. 114–137. <https://doi.org/10.1017/err.2021.34>.

11. Формування збалансованої системи оцінювання підприємств ринку харчової продукції на основі стандарту НАССР: моногр.; за наук. ред. С. В. Князя. Львів: Афіша, 2020. 114 с.

12. Kucher L., Kniaz S., Pavlenko O., Holovina O. et al. Development of entrepreneurial initiatives in agricultural business: a methodological approach. *European Journal of Sustainable Development*. 2021. Vol. 10. No. 2. Pp. 321–335. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2021.v10n2p321>.

13. Kucher L., Kniaz S., Pavlenko O., Yavorska N. et al. State and prospects of Ukraine's implementation of НАССР to implement EU directives on food safety. *European Journal of Sustainable Development*. 2021. Vol. 10. No. 3. Pp. 316–331. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2021.v10n3p316>.

14. Сумець О., Князь С., Георгіаді Н., Фарат О. та ін. Методичний підхід до вибору варіантів забезпечення конкурентоспроможності підприємств у системі розвитку агрокластерів. *Agricultural and Resource Economics*. 2021. Vol. 7. No. 1. Pp. 192–210. <https://doi.org/10.51599/are.2021.07.01.10>.

15. Kniaz S., Stasishyn S., Rusyn-Hrynyk R., Myroshchenko N. et al.

Monitoring of business structures: criteria and indicators. *Proceedings of the 34th International Business Information Management Association (IBIMA)*, (Madrid, 13–14 November 2019). Madrid, Spain. Pp. 6041–6048. URL: <https://ibima.org/accepted-paper/monitoring-of-business-structures-criteria-and-indicators>.

16. Stein E. W. The transformative environmental effects large-scale indoor farming may have on air, water, and soil. *Air, Soil and Water Research*. 2021. Vol. 14. <https://doi.org/10.1177/1178622121995819>.

17. Erisman J. W. Setting ambitious goals for agriculture to meet environmental targets. *One Earth*. 2021. Vol. 4. Pp. 15–18. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.12.007>.

18. Zhao H., Chang J., Havlík P., Van Dijk M. et al. China's future food demand and its implications for trade and environment. *Nature Sustainability*. 2021. Vol. 4. Pp. 1042–1051. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00784-6>.

19. Guo Y., Wang J. Spatiotemporal changes of chemical fertilizer application and its environmental risks in China from 2000 to 2019. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021. Vol. 18. No. 22. 11911. <https://doi.org/10.3390/ijerph182211911>.

20. Barreiro Hurlé J., Bogonos M., Himics M., Hristov J. et al. Modelling environmental and climate ambition in the agricultural sector with the CAPRI model. EUR 30317 EN. *Publications Office of the European Union*. Luxembourg, 2021, <https://doi.org/10.2760/98160>.

21. Shen S., Li J., Xu R. Agricultural ecological environment protection based on the concept of sustainable development. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B – Soil & Plant Science*. 2021. Vol. 71. Is. 9. Pp. 920–930. <https://doi.org/10.1080/09064710.2021.1961852>.

22. Стоянець Н. Регіональні кластери як структурні ланки сталого розвитку національної економіки. *Agricultural and Resource Economics*. 2017. Vol. 3. No. 2. Pp. 132–144. <https://doi.org/10.51599/are.2017.03.02.11>.

23. Про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року: Указ Президента України від 30 вересня 2019 року № 722/2019. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/7222019-29825>.

24. Економічна енциклопедія: у трьох томах. Т. 3 / Редкол.: С. В. Мочерний та ін. Київ: Видавничий центр «Академія», 2002. 952 с.

References

1. Denkovych, Ya. (2021). By 2030 the price of CO2 emissions quotas in the EU will reach 90€/t. Available at: <https://kosatka.media/uk/category/gaz/news/k-2030-godu-cena-kvot-na-vybrosy-so2-v-es-dostignet-90-tonnu-icis>.

2. Kis, I. (2021). Strategic environmental risk management of transport enterprises. *Bulletin of NTU “KhPI”. Series: Strategic management, portfolio, program and project management*, 2(4), 24–33. <https://doi.org/10.20998/2413-3000.2021.4.4>.

3. Semenova, N. (2021). Management control systems in response to social and environmental risk in large Nordic companies. *International Journal of Corporate Social Responsibility*, 6, 13. <https://doi.org/10.1186/s40991-021-00067-5>.

4. Nastos, P. T., Dalezios, N. R., Faraslis, I. N., Mitrakopoulos, K., Blanta, A., Spiliotopoulos, M., ... & Tarquis, A. M. (2021). Risk management framework of environmental hazards and extremes in Mediterranean ecosystems. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 21(6), 1935–1954. <https://doi.org/10.5194/nhess-21-1935-2021>.

5. Milian Gómez, J. F., & Delgado Triana, Y. (2022). Sustainable management of environmental risks in agricultural production: ensuring the right to food. *Global Jurist*, 22(3), 517–535. <https://doi.org/10.1515/gj-2021-0086>.

6. Kniaz, S., Heorhiadi, N., Mainka, M.-K., Moroz, S., Kalashnyk, O., Spitsyna, A., ... & Kozakevych, O. (2021). Factors influencing the effectiveness of the system-functional approach in the management of innovative development of construction companies. *Proceedings of the 37th International Business Information Management Association (IBIMA)*, 30–31 May, Cordoba, Spain. Available at: <https://ibima.org/accepted-paper/factors-influencing-the-effectiveness-of-the-system-functional-approach-in-the-management-of-innovative-development-of-construction-companies>.

7. Wang, J., Liu, S., Song, Y., Wang, J., & Wu, H. (2021). Environmental risk assessment of subway station construction to achieve sustainability using the intuitionistic fuzzy analytic hierarchy process and set pair analysis. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2021, 5541493. <https://doi.org/10.1155/2021/5541493>.

8. Settembre-Blundo, D., González-Sánchez, R., Medina-Salgado, S., & García-Muiña, F. E. (2021). Flexibility and resilience in corporate decision making: a new sustainability-based risk management system in uncertain times. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 22, 107–132. <https://doi.org/10.1007/s40171-021-00277-7>.

9. Burliai, A., Burliai, O., Revutska, A., Smolii, L., & Klymenko, L. (2021). Organizational and economic risks of greening of agriculture. *Agricultural and Resource Economics*, 7(1), 96–114. <https://doi.org/10.51599/are.2021.07.01.06>.

10. Partiti, E. (2021). The place of voluntary standards in managing social and environmental risks in global value chains. *European Journal of Risk Regulation*, 13(1), 114–137. <https://doi.org/10.1017/err.2021.34>.

11. Kniaz, S. (Ed.) (2020). *Formuvannia zbalansovanoi systemy otsiniuvannia pidpriemstv rynku kharchovoi produktsii na osnovi standartu NASSR* [Formation of a balanced system of evaluation of food market enterprises based on the HACCP standard]. Lviv, Vydavnycha firma “Afisha”.

12. Kucher, L., Kniaz, S., Pavlenko, O., Holovina, O., Shayda, O., Franiv, I., & Dzvonyk, V. (2021). Development of entrepreneurial initiatives in agricultural business: a methodological approach. *European Journal of Sustainable Development*, 10(2), 321–335. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2021.v10n2p321>.

13. Kucher, L., Kniaz, S., Pavlenko, O., Yavorska, N., Dzvonyk, V., Rozmaryna, A., & Yuzva, I. (2021). State and prospects of Ukraine's implementation of HACCP to implement EU directives on food safety. *European Journal of Sustainable Development*, 10(3), 316–331. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2021.v10n3p316>.

14. Sumets, A., Kniaz, S., Heorhiadi, N., Farat, O., Skrynkovskyy, R., & Martyniuk, V. (2021). Methodical approach to the selection of options for ensuring competitiveness of enterprises in the system of development of agricultural clusters. *Agricultural and Resource Economics*, 7(1), 192–210. <https://doi.org/10.51599/are.2021.07.01.10>.

15. Kniaz, S., Stasishyn, S., Rusyn-Hrynyk, R., Myroshchenko, N., Rozmarina, A., Holovina, O., ... & Halayko, N. (2019). Monitoring of business structures: criteria and indicators. *Proceedings of the 34th International Business Information Management Association (IBIMA)*, 13–14 November, Madrid, Spain. Available at: <https://ibima.org/accepted-paper/monitoring-of-business-structures-criteria-and-indicators>.

16. Stein, E. W. (2021). The transformative environmental effects large-scale indoor farming may have on air, water, and soil. *Air, Soil and Water Research*, 14. <https://doi.org/10.1177/1178622121995819>.

17. Erisman, J. W. (2021). Setting ambitious goals for agriculture to meet environmental targets. *One Earth*, 4, 15–18, <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.12.007>.

18. Zhao, H., Chang, J., Havlík, P., Van Dijk, M., Valin, H., Janssens, C., ... & Obersteiner, M. (2021). China's future food demand and its implications for trade and environment. *Nature Sustainability*, 4, 1042–1051. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00784-6>.

19. Guo, Y., & Wang, J. (2021). Spatiotemporal changes of chemical fertilizer application and its environmental risks in China from 2000 to 2019. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(22), 11911. <https://doi.org/10.3390/ijerph182211911>.

20. Barreiro Hurlé, J., Bogonos, M., Himics, M., Hristov, J., Perez Dominguez, I., Sahoo, A., ... & Elleby, C. (2021). Modelling environmental and climate ambition in the agricultural sector with the CAPRI model. EUR 30317 EN. *Publications Office of the European Union*. Luxembourg. <https://doi.org/10.2760/98160, JRC121368>.

21. Shen, S., Li, J., & Xu, R. (2021). Agricultural ecological environment protection based on the concept of sustainable development. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B – Soil & Plant Science*, 71(9), 920–930. <https://doi.org/10.1080/09064710.2021.1961852>.

22. Stoianets, N. (2017). Regional clusters as a structural link sustainable development national economy. *Agricultural and Resource Economics*, 3(2), 132–144. <https://doi.org/10.51599/are.2017.03.02.11>.

23. President of Ukraine (2019). Decree of the President of Ukraine “On the

goals of sustainable development of Ukraine for the period until 2030”. Available at: <https://www.president.gov.ua/documents/7222019-29825>.

24. Mochernyi, S. V. et al. (Eds) (2002). *Ekonomichna entsyklopediia: u trokh tomakh. T. 3* [Economic encyclopedia: in three volumes. Vol. 3]. Kyiv, Vydavnychiy tsentr “Akademiia”.

Citation:

Стиль – ДСТУ:

Сумець О., Тиркало Ю., Попович Н., Полякова Ю., Крупін В. Моделювання системи управління екологічними ризиками агропідприємства з урахуванням цінностей сталого розвитку. *Agricultural and Resource Economics*. 2022. Vol. 8. No. 4. Pp. 244–265. <https://doi.org/10.51599/are.2022.08.04.11>.

Style – APA:

Sumets, A., Tyrkalo, Yu., Popovych, N., Poliakova, Ju., & Krupin, V. (2022). Modeling of the environmental risk management system of agroholdings considering the sustainable development values. *Agricultural and Resource Economics*, 8(4), 244–265. <https://doi.org/10.51599/are.2022.08.04.11>.