

**Мікроекономіка**

Дмитро БУГАЙКО,
Юрій ХАРАЗІШВІЛІ,
В'ячеслав ЛЯШЕНКО,
Олексій КВІЛІНСЬКИЙ

**СИСТЕМНИЙ ПІДХІД
ДО ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ
СТАЛОГО РОЗВИТКУ
АВІАЦІЙНОГО ТРАНСПОРТУ:
ІНДИКАТОРИ, РІВЕНЬ, ЗАГРОЗИ**

Резюме

Розкрито методи інтеграції безпеки авіаційного транспорту в механізмі взаємодії цілей сталого розвитку зі стратегічним управлінням безпекою ста-

© Дмитро Бугайко, Юрій Харазішвілі, В'ячеслав Ляшенко,
Олексій Квілінський, 2021.

Бугайко Дмитро, кандидат економічних наук, доцент, Заступник директора Інституту міжнародного співробітництва і освіти, Національний авіаційний університет, Київ, Україна. ORCID: 0000-0001-9901-4792 Емейл: bugaiko@nau.edu.ua.

Харазішвілі Юрій, доктор економічних наук, головний науковий співробітник відділу критичної інфраструктури, енергетичної та екологічної безпеки центру безпекових досліджень Національного інституту стратегічних досліджень, м. Київ, Україна. ORCID: 0000-0002-3787-1323 Емейл: yurii_mh@ukr.net.

Ляшенко В'ячеслав, доктор економічних наук, професор, завідувач відділу проблем регуляторної політики та розвитку підприємництва Інституту економіки промисловості НАН України, м. Київ, Україна. ORCID: 0000-0001-6302-0605 Емейл: slaval.aenu@gmail.com.

Квілінський Олексій, доктор економічних наук, професор, Лондонська Академія науки та бізнесу, Великобританія. ORCID: 0000-0001-6318-4001 Емейл: a.kwilinski@london-asb.co.uk.

лого розвитку через управлінські, функціональні та інформаційні зв'язки з підсистемами сталого розвитку та безпеки різних ієрархічних рівнів, що визначає місце та роль безпеки авіації у забезпеченні фундаментальних національних інтересів – сталого розвитку національної економіки. Розроблена багатофакторна ієрархічна модель опису рівня безпеки авіаційного транспорту на основі застосування системного підходу в контексті сталого розвитку, що поєднує економічну й технологічну, соціальну та екологічну складові. Загалом представлено 7 складових та 29 індикаторів з урахуванням «тіньових», без яких визначення поточного стану буде неадекватним. Для всіх індикаторів визначено межі безпечного існування методом «t-критерію», проведено моделювання та визначено поточний стан всіх складових та рівня безпеки авіаційного транспорту загалом. Ідентифікація проведена за сучасною методологією оцінювання, що охоплює мультиплікативну форму інтегрального індексу, модифікований метод нормування та формалізоване визначення динамічних вагових коефіцієнтів. Для визначення переліку та вагомості впливу загроз використовуються дві критеріальні ознаки: за віддаленістю від точки сталого розвитку – середнього значення «*гомеостатичного плато*» (визначається перелік та важливість загроз); за вагомістю впливу – через розрахунок коефіцієнтів еластичності (визначається міра впливу загроз). На основі проведених розрахунків виявлено, що безпека авіаційного транспорту насамперед залежить від соціальної складової, економічного й технологічного розвитку авіаційного транспорту.

Ключові слова

Авіаційний транспорт, сталий розвиток, безпека авіації, індикатори, межа безпечного існування, інтегральний індекс, загрози.

Класифікація за JEL: O1, C440, C63, O17, R41, L93.

6 рисунків, 4 таблиці, 5 формул, 38 джерел літератури.

1. Актуальність теми дослідження

Україна входить до десяти країн, у якій забезпечено повний цикл розробки, серійного виробництва, експлуатації, технічної підтримки авіаційної техніки, авіаційних двигунів, авіоніки та підготовки / перепідготовки авіаційних спеціалістів. Україна має розвинуту систему авіаперевізників, міжнародних аеропортів та аеродромів, провайдера аеронавігаційного обслуговування, організацій, відповідальних за розробку, серійне виробництво, технічне обслуговування авіаційної техніки, мережу авіаційних логістичних підприємств тощо. Отже розвиток авіаційного транспорту, без сумніву, є пріоритетом на шляху сталого розвитку незалежної держави. Саме авіаційний транспорт є візитівкою нашої країни на світовому ринку і є вагомим важелем зміцнення авторитету та іміджу нашої держави.

Авіаційний транспорт є частиною транспортного комплексу України та важливою складовою в структурі економіки країни й сполучною ланкою між усіма складовими економічної безпеки для гарантування основних умов життя та розвитку держави й суспільства. Безпека авіаційного транспорту є важливою складовою концепції загальної національної безпеки, системи особистої безпеки, громадської безпеки та безпеки транспорту від зовнішніх та внутрішніх загроз. Підтримання прийняттого рівня національної безпеки авіаційного транспорту є пріоритетом для галузі, оскільки збереження життя та здоров'я людей, майна, підтримка економічної стабільності, соціальних стандартів та гарантування екологічної безпеки залежить від вирішення цього завдання.

Однак, на жаль, можливо стверджувати, що потенціал цієї системи на сучасному етапі використовується лише частково. Одним із факторів стримування якісного управління системою авіаційного транспорту є відсутність єдиного механізму стратегічного управління безпекою авіаційного транспорту в умовах сталого розвитку національної економіки. Об'єктивно це спричинено управлінською, економічною та технологічною різноманітністю організацій авіаційного транспорту, відмінністю їхніх форм власності та підпорядкування, що створює певні хаотичні тенденції їхнього розвитку. З іншого боку, погана синергія авіаційного транспорту призводить до вагомих як іміджевих, так і економічних втрат держави.

З огляду на вищезазначене вважаємо актуальним застосування системного підходу до визначення рівня безпеки сталого розвитку авіаційного транспорту, а також виявлення найважливіших загроз та подолання кризових явищ, які становлять перешкоди на шляху сталого розвитку авіаційного транспорту.

Перевагами системного підходу до управління безпекою є посилені культура безпеки, документований процесний підхід до гарантування безпеки; краще

розуміння пов'язаних з безпекою інтерфейсів і відносин; покращене раннє виявлення загроз безпеці; прийняття рішень на основі даних про безпеку; покращена комунікація з питань безпеки, надання пріоритету аспектам безпеки, зростання ефективності, можливі фінансові заощадження та скорочення витрат. Все вищезазначене створює умови щодо отримання позитивного синергетичного ефекту для сталого розвитку як авіаційного транспорту, так і для національної економіки.

2. Огляд літератури та постановка проблеми

Постійні системні дослідження з питань розвитку постійного моніторингу загроз та випереджувального управління ризиками системи управління безпекою авіації проводять фахівці Міжнародної організації цивільної авіації (ICAO, 2020; ACI, CANSO, IATA, ICAO, ICCAIA, ATAG, 2019; Convention on International Civil Aviation (Doc 7300), signed at Chicago on December 7, 1944; Annex 19 to the Convention on the International Organization of Civil Aviation. «Flight Safety Management», 2013), Міжнародної асоціації авіаційного транспорту (IATA), Міжнародної ради аеропортів (ACI), Організації цивільної аеронавігації (CANSO), Ради асоціацій аерокосмічної промисловості (ICCAIA), Групи дій з повітряного транспорту (ATAG) (ACI, CANSO, IATA, ICAO, ICCAIA, ATAG, 2019), Європейського агентства безпеки авіації (EASA, 2011), Європейської конференції цивільної авіації (ECAC, 2018), Європейського агентства з безпеки аеронавігації EUROCONTROL (EASA, 2011) та інших світових та регіональних організацій в галузі цивільної авіації. Суттєвий внесок у процесі аналізу комплексної безпеки авіаційного транспорту та прогнозування ринку авіаційних перевезень вносять провідні виробники авіаційної галузі Boeing (Boeing, 2018) та Airbus (Airbus, 2014). Розвиток національної системи безпеки авіаційного транспорту проводиться в контексті виконання Закону України «Про національну безпеку України» від 21.06.2018 № 2469-VIII (Law of Ukraine «On National Security of Ukraine» dated 21.06.2018 № 2469-VIII. Verkhovna Rada of Ukraine (BBR), 2018, No. 31, p.241. [Electronic resource]. – dos-blunt mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19>). Періодичний моніторинг її діяльності проводиться з боку Держстату України (Statistical collection «Transport and Communications of Ukraine» 2018.http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publ8_u.htm), Міністерства інфраструктури (https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/17-civik-2018/zvit_2019/zvit-2019-avia.pdf) та Державної авіаційної служби України (<https://avia.gov.ua/wp-content/uploads/2017/04/Pidsumky-roboty-2016.pdf>). Аналіз стану безпеки польотів за результатами розслідування авіаційних подій та інцидентів з цивільними повітряними суднами України та суднами іноземної реєстрації проводить Національне бюро з розслідування авіаційних подій та інцидентів з цивільними повітряними суднами (National Bureau for Investigation of Aviation Accidence and Incidents with Civil Aircraft, 2013-2019).

Аналіз останніх публікацій за вказаної тематики вказує на доволі глибокий, але фрагментарний характер досліджень аспектів сталого розвитку авіаційного транспорту. Науковці дослідили вплив ризиків на ефективність забезпечення системи економічної безпеки підприємств повітряного транспорту (Miziuk V., Miziuk S., 2016), проведено структурний аналіз факторів фінансової стійкості авіаційних підприємств (Solovey, Kostyunik, 2018).

У багатьох публікаціях розкрито сталий розвиток системи аеропортів. В Україні було представлено та частково реалізовано Державну цільову програму розвитку аеропортів на період до 2023 р. (Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of 24.02.2016 № 126). Запропоновано інституційні аспекти управління розвитком аеропорту, які охопили врахування аспектів забезпечення сталого розвитку (Hrinchenko, 2020). Пріоритет зі сторони багатьох авторів приділявся насамперед аспектам екологічної безпеки аеропортів. Були оприлюднені результати оцінювання екологічних планів європейських аеропортів як інтегральної складової стратегії їхнього сталого розвитку (Dimitriou, Voskaki, Sartzetaki, 2014). Також науковці запропонували нові підходи до прогнозування розвитку цивільної авіації як складової транспортної системи України (Petrovska, Gavrilenko, 2011).

Серйозну увагу з боку науковців викликав пошук нових підходів щодо аналізу стану та оцінювання рівня безпеки авіації. Було проведено аналіз системи безпеки авіації за допомогою фрактальних та статистичних інструментів (Bugayko, Isaienko, Lischinskiy, Sokolova, Zamiar, 2019) та запропоновані теоретичні підходи до вимірювання рівнів безпеки за допомогою тесту коефіцієнта послідовності (Kharchenko, Bugayko, Paweska, Antonova, Grigorak, 2017).

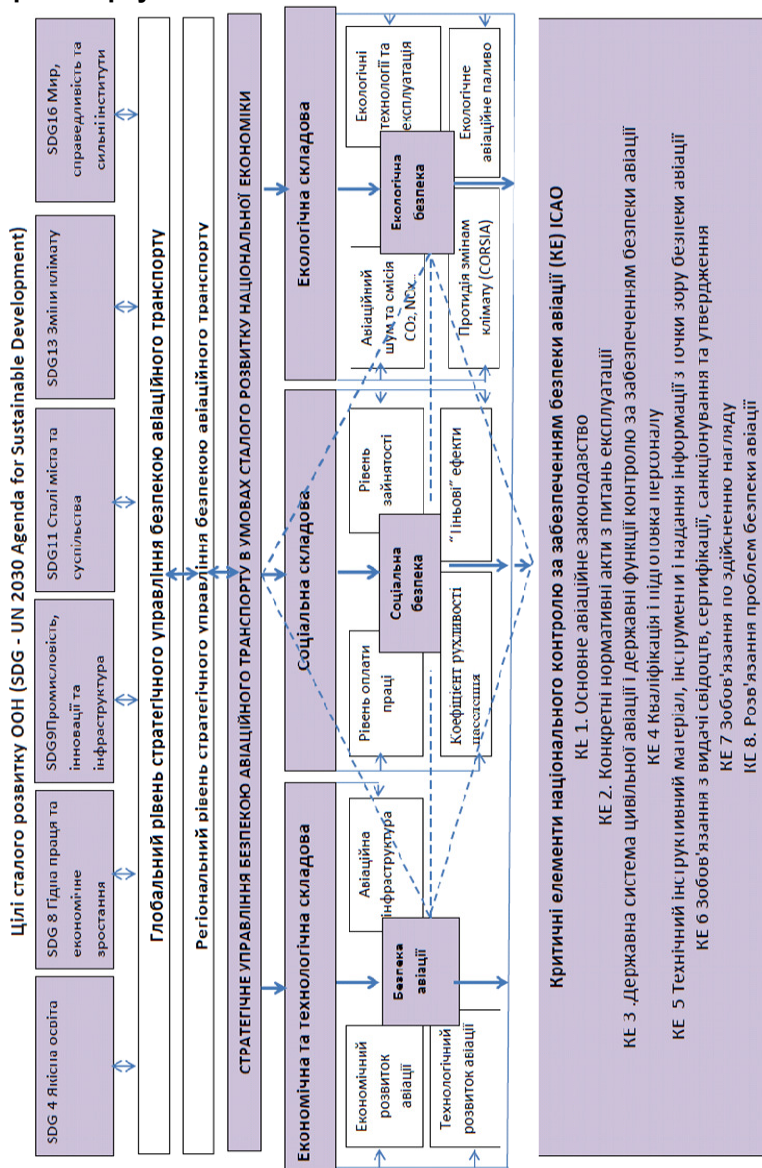
Невирішеною частиною проблеми, на думку науковців, є необхідність виходу досліджень на рівень стратегічного бачення управління безпекою сталого розвитку авіаційного транспорту, а також розробка дієвого інструментарію його імплементації на національному рівні. У відомих публікаціях зовсім не приділяється увага ідентифікації поточного рівня безпеки авіаційного транспорту, зокрема методам інтегрального оцінювання, не розроблено структуру та систему індикаторів оцінювання стану безпеки авіаційного транспорту, що є необхідним етапом перед розробленням стратегічних сценаріїв переходу на траєкторію сталого розвитку з урахуванням цілей сталого розвитку.

Стратегічне бачення управління безпекою сталого розвитку авіаційного транспорту передбачає спочатку вирішення проблеми ідентифікації поточного рівня безпеки, а потім стратегування на задану перспективу. Саме на вирішення проблеми ідентифікації поточного рівня безпеки сталого розвитку авіаційного транспорту Україні спрямована дана стаття.

Для вирішення цих завдань запропоновано організаційно-економічний механізм взаємодії цілей сталого розвитку зі стратегічним управлінням безпекою сталого розвитку авіаційного транспорту (Bugayko, Kharazishvili, 2020) (рис. 1).

Рисунок 1

Організаційно-економічний механізм взаємодії цілей сталого розвитку зі стратегічним управлінням безпекою сталого розвитку авіаційного транспорту



* удосконалено авторами (Bugayko, Kharazishvili, 2020)

Згідно з цим рисунком національна система управління безпекою авіаційного транспорту – це відкрита інтегрована **система**, яка має управлінські, функціональні та інформаційні зв'язки з підсистемами сталого розвитку та безпеки різних ієрархічних рівнів.

У вересні 2015 р. світові лідери зібрались в ООН (ООН) й ухвалили Повістку дня сталого розвитку до 2030 р. Це план дій, спрямований на досягнення глобального сталого розвитку в економічній, соціальній та екологічній сферах, який гарантує, що жодна держава-член ООН не залишиться осторонь. 17 цілей сталого розвитку (SDG), викладених у Повістці дня на 2030 р., можуть бути використані як орієнтири для скоординованого розвитку держав-членів ООН (Resolution adopted by the General Assembly (UN) on 25 September 2015 A / RES / 70/1. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development). Авіаційний транспорт є відкритою системою, на яку впливає широкий спектр технічних, природних, людських та економічних загроз і ризиків. Зі свого боку, саме авіація є генератором значних загроз для навколишнього середовища. З огляду на це авіаційний транспорт завжди розглядається в контексті пошуків відповідей на останні глобальні виклики. Серед цілей сталого розвитку авіаційний транспорт безпосередньо відповідальний у межах компетенції за досягнення: SDG 4 «Якісна освіта»; SDG 8 «Гідна праця та економічне зростання»; SDG 9 «Промисловість, інновації та інфраструктура»; SDG 11 «Сталі міста та суспільства»; SDG 13 «Зміни клімату»; SDG 16 «Мир, справедливість та сильні інститути».

Інформаційними зв'язками цілі сталого розвитку авіаційного транспорту пов'язані з трьома ієрархічними рівнями стратегічного управління безпекою авіаційного транспорту: глобальним, регіональним та національним рівнем. На структурному рівні вони взаємопов'язані **управлінськими** (безперечне виконання регіонами та країнами Стандартів та добровільне дотримання Рекомендованих практик ІКАО), *функціональними* (взаємодія глобальних, регіональних авіаційних організацій та національних регуляторів / стейкхолдерів) та *інформаційними зв'язками* (обмін інформацією з питань безпеки авіаційного транспорту).

Національне стратегічне управління безпекою авіаційного транспорту в умовах сталого розвитку економіки має містити основні стандарти та рекомендовані практики глобального рівня стратегічного управління безпекою авіаційного транспорту (Міжнародної організації цивільної авіації (ICAO), Міжнародної асоціації авіаційного транспорту (IATA), Міжнародної ради аеропортів (ACI), Організації цивільної авіонавігації (CANSO)) та регламенти й нормативні вимоги регіонального рівня стратегічного управління безпекою авіаційного транспорту (Європейського агентства безпеки авіації (EASA), Європейської конференції цивільної авіації (ECAC), Європейського агентства з безпеки авіонавігації (EUROCONTROL) та інших світових та регіональних організацій в галузі цивільної авіації.

Основними викликами авіаційного транспорту є розвиток повітряних перевезень на національному, регіональному та глобальному рівнях з метою гарантування пріоритетів безпеки, економічних, соціальних та екологічних питань. З огляду на специфіку економічно-технологічного розвитку, соціальної та екологічної складової авіаційного транспорту пропонуємо поняття *комплексної національної безпеки авіаційного транспорту, яка є квінтесенцією безпеки авіації, соціальної безпеки й екологічної безпеки шляхом одночасного досягнення всіма складовими та індикаторами критеріїв сталого розвитку завдяки стратегічному управлінню. Функціонально підпорядковані різним організаціям авіаційного транспорту безпека авіації, соціальна безпека й екологічна безпеки глибоко пов'язані між собою інформаційними зв'язками*, оскільки описують стан єдиної системи національного авіаційного транспорту. Своє завдання науковці вбачають у *розвитку на базі інформаційних зв'язків дієвих управлінських зв'язків між різними видами безпеки*. Це є запорукою імплементації у країні інтегрованої системи випереджувального управління ризиками, що є пріоритетним завданням Глобального плану безпеки авіації ІКАО.

На національному рівні інформаційні зв'язки цілей сталого розвитку є основою розвитку комплексу заходів щодо розвитку функціональних та управлінських зв'язків, що спрямовані на системне досягнення цілей на національному рівні та на забезпечення відповідного внеску держави на регіональному та глобальному рівнях. SDG 4 «Якісна освіта» забезпечується в межах управління Соціальною складовою АТ. SDG 8 «Гідна праця та економічне зростання» здійснюється в межах управління соціальною складовою за допомогою індикаторів рівня оплати праці у випуску авіаційного транспорту, України та рівень зайнятості в авіаційному транспорті. SDG 9 «Промисловість, інновації та інфраструктура» забезпечується в межах управління економічною та технологічною складовою у кластерах «Економічний розвиток авіації» та «Авіаційна інфраструктура» за допомогою індикаторів рівня інвестування авіаційного транспорту, рівня експортних послуг авіаційного транспорту; рівня імпортних послуг авіаційного транспорту, співвідношення внутрішніх та міжнародних авіаційних перевезень. SDG 11 «Сталі міста та суспільства» реалізується у межах впровадження системного підходу у визначенні рівня безпеки сталого розвитку авіаційного транспорту шляхом управління економічно-технологічним розвитком, соціальною та екологічною складовою авіаційного транспорту. Рішення завдання сталого розвитку суспільства є квінтесенцією стратегічного управління безпекою авіаційного транспорту в умовах сталого розвитку національної економіки. SDG 13 «Зміни клімату» забезпечується в межах управління екологічною складовою за допомогою індикаторів рівня емісії CO₂ авіаційного транспорту України до ВВП; рівня викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря; рівня витрат на охорону навколишнього середовища авіаційного транспорту. SDG 16 «Мир, справедливість та сильні інститути» реалізується в межах економічної та технологічної складової. Український авіаційний транспорт бере активну

участь у гуманітарних місіях ООН насамперед у нестабільних регіонах, досягає значних результатів з протидії голоду та епідемічних захворювань. Особливу роль у цьому відіграють українські транспортні авіакомпанії, серед яких безсумнівним лідером є авіакомпанія «Антонов», яка виконує вантажні перевезення на найбільших у світі транспортних літаках Ан 225 «Мрія» та Ан-124 «Руслан».

Результатами стратегічного управління комплексною національною безпекою авіаційного транспорту в умовах сталого розвитку національної економіки є те, що серед *управлінських зв'язків* держава досягла високих показників національного контролю за гарантуванням безпеки авіації (KE) ICAO, а саме: KE1- E8, с.

3. Мета статті

Ідентифікація рівня безпеки сталого розвитку авіаційного транспорту України та визначення актуальних загроз із позицій сталого розвитку.

4. Методи дослідження

Дослідження щодо визначення рівня безпеки сталого розвитку авіаційного транспорту складається з декількох етапів «концепції сталого розвитку» (Kharazishvili, 2019, р. 41–46):

Визначення структури та системи індикаторів. Цей етап передбачає деталізацію складових та їхніх індикаторів, формування динаміки індикаторів, виявлення їхньої належності до стимуляторів (S – збільшення яких є бажаним), або дестимуляторів (D – зменшення яких є бажаним). Сталий розвиток авіаційного транспорту є інтегральною характеристикою стану економічної системи, оскільки охоплює підсистеми – найважливіші взаємопов'язані структурні складові розвитку економічної системи, які відображають функціонування окремих сфер об'єкту дослідження: економічної і технологічної; соціальної; екологічної складових (рис. 1).

Оскільки немає в світі єдиної загальноприйнятої системи індикаторів сталого розвитку, кожна з країн, яка намагається реалізувати стратегію сталого розвитку, прагне розробити свій набір індикаторів сталості. «...Тому більшість точок зору науковців на сьогодні не збігаються щодо кількості індикаторів та їхнього змісту. Крім того, виникають інші питання. Зокрема, немає єдиної достовірної статистики, дані щодо одних і тих самих індикаторів часто не збігаються. Відсутність необхідних статистичних даних ускладнює викори-

стання індикаторів у багатьох країнах. Це означає, що стратегія сталого розвитку має передбачати також розвиток статистичних служб у країнах, що переходять до реалізації цієї стратегії» (Kharazishvili, Lyashenko, 2017, p. 7).

Стратегічне управління безпекою авіаційного транспорту в умовах сталого розвитку національної економіки охоплює такі три складові, які інтегруються з метою вирішення **комплексного завдання щодо гарантування рівня безпеки сталого розвитку авіаційного транспорту** (Vigayko, Kharazishvili, 2020): **економічну і технологічну** (економічно-технологічний розвиток: економічний розвиток, технологічний розвиток; авіаційна інфраструктура, безпека авіації: виконання регулярних комерційних, нерегулярних комерційних та некомерційних польотів, виконання авіаційних робіт та навчально-тренувальних польотів); **соціальну** (рівень оплати праці, рівень зайнятості, коефіцієнт рухливості населення, «тіньові» ефекти), **екологічну** (протидія змінам клімату (CORSIA), авіаційний шум та емісія CO₂, NOx..., екологічні технології та експлуатація, екологічне авіаційне паливо). Загалом запропоновано 29 індикаторів, перелік яких не є догмою та може змінюватись залежно від цілей та глибини дослідження.

Виявлення меж безпечного існування є найважливішим етапом визначення рівня безпеки. Системне дослідження проблеми сталого розвитку з позицій безпеки має охоплювати визначення меж безпечних умов життєдіяльності системи, без знання яких неможливо захистити життєво важливі інтереси об'єктів безпеки. Саме тому для кожного індикатора необхідно визначити **вектор порогових значень**: нижнє критичне ($x_{кр}^H$); нижній поріг ($x_{пор}^H$); нижнє оптимальне (x_{opt}^H); верхнє оптимальне (x_{opt}^G); верхній поріг ($x_{пор}^G$); верхнє критичне ($x_{кр}^G$) (рис. 2).

Пара оптимальних значень визначає **гомеостатичне плато**, в межах якого є найкращі умови функціонування системи та від'ємний зворотний зв'язок. Уперше поняття «гомеостатичне плато» запропонував Ван Гіг (Van Gigh, 1978) у прикладній теорії систем, яке охоплювало саме плато та руйнування системи з обох боків.

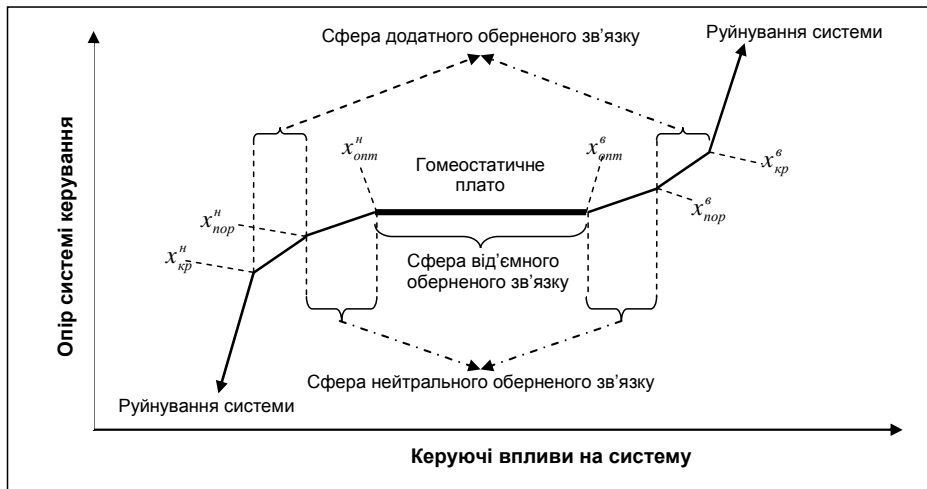
Поняття «гомеостатичне плато» набуло подальшого розвитку в праці (Kharazishvili, 2019, p. 67), яке відрізняється додаванням діапазону порогових та критичних значень з областю нейтрального та додатного зворотного зв'язку. Причому зміна типу зворотного зв'язку не відбувається одразу при перетині сфери, а спочатку наявний тип зв'язку зменшується за експонентою, а потім наростає інший тип зв'язку, також за експонентою.

Серед методів визначення вектора порогових значень найбільш адекватними та доступними є методи: макроекономічних моделей, які змістовно відображають наслідки впливу дестабілізаційних факторів для умов конкретної країни в поточний період часу; функціональних залежностей (Kaczynski,

2013) (макро- / мікроекономічні аналітичні або статистичні рівняння; Ахієзера – Гольца; теорії інформації; «золотого перетину»); стохастичні (t -критерію; діагностування: кластерного аналізу, нечітких множин; логістичної регресії).

Рисунок 2

Розширене гомеостатичне плато динамічної системи
 (Kharazishvili, 2019)



За відсутності макромоделі найбільш доступним зі стохастичних методів є *метод t -критерію*, який полягає у побудові для заданої вибірки функції щільності ймовірності та розрахунку статистичних характеристик: математичного очікування, середньоквадратичного відхилення та коефіцієнта асиметрії. З усього розмаїття видів функції щільності ймовірності для всіх індикаторів виокремлюють типи з характерним законом розподілу: а) *нормальним*, б) *логнормальним* та в) *експоненціальним*, для яких визначено формули розрахунку вектора порогових значень (табл. 1) (Kharazishvili, 2019, р. 70–72) з уточненнями розподілу: *хвіст вправо*, *хвіст вліво* (Sukhodolya, Kharazishvili, Bobro, 2020, р. 29).

Таблиця 1

Формалізовані значення вектора порогових значень*

Тип функцій щільності ймовірності індикаторів	Нижнє порогове значення	Нижнє оптимальне	Верхнє оптимальне	Верхнє порогове значення
Нормальний	$\mu - t \times \sigma$	$\mu - \sigma$	$\mu + \sigma$	$\mu + t \times \sigma$
Логнормальний (хвіст вправо)	$\mu - t \times \sigma / k_{as}$	$\mu - \sigma / k_{as}$	$\mu + \sigma$	$\mu + t \times \sigma$
Логнормальний (хвіст вліво)	$\mu - t \times \sigma$	$\mu - \sigma$	$\mu + \sigma / k_{as}$	$\mu + t \times \sigma / k_{as}$
Експоненціальний (хвіст вправо)	$\mu - \sigma / k_{as}$	μ	$\mu + \sigma$	$\mu + t \times \sigma$
Експоненціальний (хвіст вліво)	$\mu - t \times \sigma$	$\mu - \sigma$	μ	$\mu + \sigma / k_{as}$

* Для критичних значень замість t застосовується $\pm 3\sigma$ або більше для коротких вибірок з таблиць Стюдента.

Ідентифікація рівня безпеки сталого розвитку авіаційного транспорту полягає у поетапній інтегральній згортці індикаторів та їхніх порогових значень за сучасною методологією оцінювання (Kharazishvili, 2019; Kharazishvili, Kwilinski, Grishnova, Dzwigol, 2020), яка передбачає:

Форма інтегрального індексу – мультиплікативна (1):

$$I_t = \prod_{i=1}^n z_{i,t}^{a_i}; \quad \sum a_i = 1; \quad a_i \geq 0, \quad (1)$$

де I – інтегральний індекс; z – нормований індикатор; a – ваговий коефіцієнт.

Метод нормування – комбінований (2):

$$S: z_i = \frac{x_i}{k_{норм}}, \quad D: z_i = \frac{k_{норм} - x_i}{k_{норм}}, \quad k_{норм} > x_{max}, \quad (2)$$

де x – значення індикатора; $k_{норм}$ – нормувальний коефіцієнт; S – стимулятор; D – дестимулятор.

Вагові коефіцієнти – динамічні: на основі застосування методу – «Головних компонент» (3) та методу «Ковзної матриці»:

$$C_i \times D_j = \begin{pmatrix} d_1c_{11} + d_2c_{12} + \dots + d_jc_{1j} \\ d_1c_{21} + d_2c_{22} + \dots + d_jc_{2j} \\ \dots \\ d_1c_{j1} + d_2c_{j2} + \dots + d_jc_{jj} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_j \end{pmatrix}, \quad a_i = \frac{w_i}{\sum w_i}, \quad (3)$$

де C – матриця абсолютних величин факторних навантажень; D – вектор-матриця дисперсій; a – вагові коефіцієнти.

Визначення переліку та вагомості впливу загроз. Зазначимо, що найбільш поширеними способами ідентифікації загроз є ті, котрі здійснюються на основі оцінювання відхилення інтегральних індексів складових та їхніх індикаторів безпеки від цільових значень та концепції ризику.

Визначення переліку загроз через порівняння фактичних значень інтегральних індексів складових та індикаторів із цільовими (метод дисбалансів сталого розвитку). Використовуючи наявну динаміку індикаторів з відповідними векторами порогових значень, інтегральних індексів сталого розвитку та інтегральні порогові значення, можна обчислити відхилення інтегральних індексів складових частин та індикаторів рівня безпеки сталого розвитку авіаційного транспорту від їхніх середніх оптимальних значень (гомеостатичного плато), які можна вважати **критеріями досягнення безпечного сталого розвитку** (Kharazishvili, 2019, p. 82). Множина загроз формується із набору складових та індикаторів сталого розвитку, що мають найбільше (критичне) відхилення від «цільового» індикативного значення: що більше відхилення, то більш вагома загроза.

Оскільки визначені загрози є складовими інтегральних індексів рівня безпеки сталого розвитку та безпосередньо впливають на рівень безпеки, можна обчислити вагомість їхнього впливу на інтегральний індекс сталого розвитку. Для цього обчислюються коефіцієнти еластичності кожної складової та індикаторів, які пояснюють міру впливу окремих складових та індикаторів на рівень сталого розвитку та є необхідною інформацією для розроблення пріоритетних заходів впливу. Коефіцієнти еластичності кожної складової визначають: на скільки відсотків зміниться вихідна величина (y) при зміні на 1% вхідної величини (x) (4):

$$E = \frac{\Delta y}{\Delta x} \cdot \frac{x}{y}. \quad (4)$$

Отже, для виявлення переліку загроз використовуються дві критеріальні ознаки: за віддаленістю від точки сталого розвитку (визначається перелік та важливість загроз); за вагомістю впливу через розрахунок коефіцієнтів еластичності (визначається міра впливу загроз).

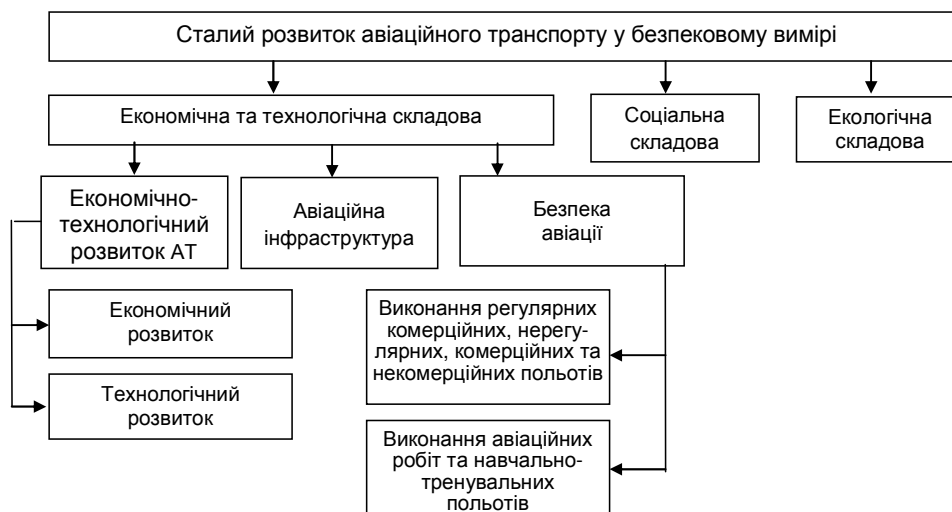
5. Емпіричні результати і дискусія

5.1. Структура та система індикаторів.

Цей етап передбачає деталізацію складових та їхніх індикаторів, формування динаміки індикаторів та їхню належність до стимуляторів (S) або дестимуляторів (D). З урахуванням запропонованого організаційно-економічного механізму взаємодії цілей сталого розвитку зі стратегічним управлінням безпекою сталого розвитку авіаційного транспорту розроблена структура сталого розвитку (рис. 3).

Рисунок 3

Ієрархічна структура підпорядкованості складових сталого розвитку авіаційного транспорту



Структура становить відповідне ієрархічне наповнення підпорядкованих складових з урахуванням доступності макропоказників в офіційних джерелах інформації та можливості розрахунку за допомогою макроекономічних моделей загальної макроекономічної рівноваги (табл. 2).

Таблиця 2

**Складові та індикатори підсистем сталого розвитку
авіаційного транспорту**

Складові 1	Індикатори 2
<p>1.1. Економічно-технологічний розвиток 1.1.1 <i>Економічний розвиток</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – питома вага ВДВ авіаційного транспорту у ВДВ Транспорту і зв'язку), % (S); – рівень інвестування авіаційного транспорту, % випуску авіаційного транспорту (S); – рівень експортних послуг авіаційного транспорту, % від загального експорту транспортних послуг (S); – рівень імпортних послуг авіаційного транспорту, % від загального імпорту транспортних послуг(D); – рівень тінізації авіаційного транспорту, % офіційної ВДВ (D);
1.1.2. <i>Технологічний розвиток</i>	<ul style="list-style-type: none"> – коефіцієнт технологічності авіаційного транспорту, частка ВДВ у випуску (S); – коефіцієнт завантаження капіталу (S); – рівень тіншового завантаження капіталу, % офіційного завантаження (D); – рівень використання пасажиромісткості літаків і вертольотів (S), %; – рівень оновлення основних засобів, (S) %;
1.2. Авіаційна інфраструктура	<ul style="list-style-type: none"> – вантажна транспортноємність ВВП щодо авіаційного транспорту (відношення вантажообігу до ВВП) (D); – пасажирська транспортноємність ВВП щодо авіаційного транспорту (відношення пасажирообігу до ВВП) (D); – середня відстань перевезення вантажу (відношення вантажообігу до обсягу перевезення вантажу) (S); – середня відстань перевезення пасажирів (відношення пасажирообігу до обсягу перевезення пасажирів) (S); – співвідношення внутрішніх та міжнародних авіаційних перевезень (S);
1.3. Безпека авіації	<p>1.3.1. <i>Виконання регулярних комерційних, нерегулярних комерційних та некомерційних польотів</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – коефіцієнти аварійності (катастрофи) (D); – коефіцієнти аварійності (аварії) (D); – коефіцієнти аварійності (серйозні інциденти) (D); <p>1.3.2. <i>Виконання авіаційних робіт та навчально-тренувальних польотів</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – коефіцієнти аварійності (катастрофи) (D); – коефіцієнти аварійності (аварії) (D); – коефіцієнти аварійності (серйозні інциденти) (D);

Складові	Індикатори
1	2
2.1. Соціальна складова	<ul style="list-style-type: none"> – рівень оплати праці у випуску авіаційного транспорту, України (S); – рівень зайнятості в авіаційному транспорті (% середньо-облікової кількості штатних працівників авіаційного транспорту щодо загальної середньооблікової кількості штатних працівників (транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність)) (S); – коефіцієнт рухливості населення (S); – рівень офіційної ВДВ, створеної тінговою оплатою праці, % офіційної ВДВ АТ (D); – рівень тінгової зайнятості, % офіційної зайнятості (D);
3.1. Екологічна складова	<ul style="list-style-type: none"> – рівень емісії CO₂ авіаційного транспорту України до ВВП (D); – рівень викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря (D); – рівень витрат на охорону навколишнього середовища АТ (S).

* Розроблено авторами

Відмінною особливістю запропонованого переліку індикаторів є наявність «тіньових» індикаторів (рівень тінізації авіаційного транспорту, рівень тіньового завантаження капіталу, рівень офіційної ВДВ, створеної тінговою оплатою праці, рівень тіньового проміжного споживання), без урахування яких оцінювання рівня безпеки сталого розвитку є неадекватним реальній економіці (Kharazishvili, 2017).

Динаміка переважної більшості індикаторів авіаційного транспорту по Україні визначалася за офіційними даними Державної служби статистики України (Statistical collection «Transport and Communications of Ukraine» 2018. http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publ8_u.htm).

Для деяких індикаторів (питома вага авіаційного транспорту у ВДВ транспорту і зв'язку; рівень інвестування авіаційного транспорту, % випуску авіаційного транспорту; коефіцієнт технологічності авіаційного транспорту (відношення ВДВ до випуску); коефіцієнт завантаження капіталу; рівень оновлення основних засобів; рівень оплати праці у випуску авіаційного транспорту), які не обраховуються Держстатом України, визначались за допомогою моделі загальної макроекономічної рівноваги (Kharazishvili, 2009).

5.2. Визначення меж безпечного існування

Формалізоване визначення меж безпечного існування – вектору порогових значень виключає суб'єктивізм та значно підсилює наукову та практичну значимість отриманих результатів. Тому що їхнє наукове обґрунтування дає можливість більш достовірно визначати потенційні «зони небезпеки», а також умови для посилення економічного імунітету досліджуваної системи через порівняння інтегральних індексів з інтегральними пороговими значеннями та виконувати випереджувальне управління ризиками всіх складових системи стратегічного управління безпекою авіаційної галузі.

У роботі використано статистичні дані та індикатори (із національних – Державної служби статистики України (Statistical collection «Transport and Communications of Ukraine» 2018. http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publ8_u.htm), Міністерства інфраструктури України (https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/17-civik-2018/zvit_2019/zvit-2019-avia.pdf), Державної авіаційної служби України (<https://avia.gov.ua/wp-content/uploads/2017/04/Pidsumky-roboty-2016.pdf>), Національного бюро з розслідування авіаційних подій та інцидентів з цивільними повітряними суднами України (National Bureau for Investigation of Aviation Accidence and Incidents with Civil Aircraft, 2013-2019), та міжнародних джерел – ICAO (ICAO, 2016, 2019), ACI, CANSO, IATA, ICCAIA, ATAG (ACI, CANSO, IATA, ICAO, ICCAIA, ATAG, 2019), що характеризують рівень та структуру сталого розвитку за останні 10 років, а також результати моделювання для індикаторів, які відсутні в офіційній статистиці. Для конкретних індикаторів обирались країни або регіони (переважно України), що мають найкращі значення відповідних індикаторів та можуть бути взірцем на перспективу. Аналогічну думку висловлює академік Е. М. Лібанова [Libanova, 2014, p. 4]: «... Під час вироблення гіпотези потрібно враховувати не тільки поточні тенденції в своїй країні, а й параметри їхнього розвитку в інших країнах, особливо в тих, які можна вважати еталонними для України». Таким чином, «...визначення вектора порогових значень аналогічно конструюванню гіпотетичної країни (регіону) – еталону з найкращим рівнем сталого розвитку за всіма індикаторами» (Grishnova, Kharazishvili, 2019, p.69).

Отже, використовуючи зазначені підходи, отримаємо вектори порогових значень індикаторів сталого розвитку авіаційного транспорту (табл. 3).

Таблиця 3

Вектори порогових значень індикаторів сталого розвитку авіаційного транспорту

Складові та Індикатори	Нижній поріг	Нижнє опт.	Верхнє опт.	Верхній поріг	Поточне значення 2020
Економічний розвиток					
– питома вага ВДВ авіаційного транспорту у ВДВ Транспорту і зв'язку, % (S);	5,0	6,6	8,5	10,8	4,37
– рівень інвестування авіаційного транспорту, % випуску авіаційного транспорту (S);	11,6	12,8	14,6	17,7	5,03
– рівень експортних послуг авіаційного транспорту, % від загального експорту транспортних послуг (S);	19,0	24,5	39,5	48,6	18,65
– рівень імпортних послуг авіаційного транспорту, % від загального імпорту транспортних послуг (D);	36	29	16	10,8	44,44
– рівень тінізації авіаційного транспорту, % офіційної ВДВ (D);	25	15	10	5	41
Технологічний розвиток					
– коефіцієнт технологічності авіаційного транспорту, частка ВДВ у випуску (S);	0,47	0,51	0,56	0,65	0,458
– коефіцієнт завантаження капіталу (S);	0,87	1,1	1,44	2,1	1,021
– рівень тіньового завантаження капіталу, % офіційного завантаження (D);	17	10	7	3,5	41,97
– рівень використання пасажиромісткості літаків і вертольотів (S), %;	70	80	90	100	56
– рівень оновлення основних засобів, (S) %;	4	6,6	10	15	5,21
Авіаційна інфраструктура					
– вантажна транспортосемність ВВП щодо авіаційного транспорту (відношення вантажообігу до ВВП) (D);	0,00182	0,00155	0,00111	0,00061	0,00158

Складові та Індикатори	Нижній поріг	Нижнє опт.	Верхнє опт.	Верхній поріг	Поточне значення 2020
– пасажирська транспортність ВВП щодо авіаційного транспорту (відношення пасажирообігу до ВВП) (D);	0,07978	0,06686	0,03674	0,01875	0,0785
– середня відстань перевезення вантажу (відношення вантажообігу до обсягу перевезення вантажу) (S);	2475	2963	3634	4462	3022
– середня відстань перевезення пасажирів (відношення пасажирообігу до обсягу перевезення пасажирів) (S);	1800	1900	2200	2300	1142
– співвідношення внутрішніх та міжнародних авіаційних перевезень (S);	0,1274	0,1774	0,2429	0,3126	0,0921
Безпека авіації:					
<i>Виконання регулярних комерційних, нерегулярних комерційних та некомерційних польотів¹:</i>					
– коефіцієнти аварійності (катастрофи) (D);	1,1561	0,7531	0,35	0,35	1,1118
– коефіцієнти аварійності (аварії) (D);	1,5592	0,7531	0,35	0,35	0,35
– коефіцієнти аварійності (серйозні інциденти) (D);	2,4254	0,8131	0,41	0,41	0,41
<i>Виконання авіаційних робіт та навчально-тренувальних польотів²</i>					
– коефіцієнти аварійності (катастрофи) (D);	11,3	8,234	5,167	2,1	10,78
– коефіцієнти аварійності (аварії) (D);	14,368	11,301	5,167	2,1	10,78
– коефіцієнти аварійності (серйозні інциденти) (D);	17,435	8,234	5,167	2,1	2,1

¹ Поточні значення індикаторів та їхніх порогових значень для виключення нульових збільшені на 0,35; 0,35 та 0,41 відповідно для збереження пропорцій з наступним поверненням до природних значень в разі зворотного перерахунку.

² Поточні значення індикаторів та їхніх порогових значень для виключення нульових збільшені на 0,41; 0,41 та 0,41 відповідно для збереження пропорцій з наступним поверненням до природних значень у разі зворотного перерахунку.

Складові та Індикатори	Нижній поріг	Нижнє опт.	Верхнє опт.	Верхній поріг	Поточне значення 2020
Соціальна складова					
– рівень оплати праці у випуску авіаційного транспорту, України (S);	0,2	0,26	0,32	0,382	0,0938
– рівень зайнятості в авіаційному транспорті, % (S);	80	90	98	100	73,15
– коефіцієнт рухливості населення (S);	0,2	0,615	1,3	2,775	0,2
– рівень офіційної ВДВ, створеної тіньовою оплатою праці, % офіційної ВДВ АТ (D);	15	8	5	3	56,67
– рівень тіньової зайнятості, % офіційної зайнятості(D);	23	14	6,5	3	53,49
Екологічна складова					
– рівень емісії CO ₂ авіаційного транспорту України до ВВП (D);	0,82	0,51	0,32	0,2	0,71
– рівень викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря (D);	0,0123	0,0076	0,0048	0,003	0,0093
– рівень витрат на охорону навколишнього середовища АТ (S).	0,15	0,17	0,2	0,26	0,1113

* Розрахунки авторів

5.3. Ідентифікація рівня безпеки сталого розвитку авіаційного транспорту

Ідентифікація рівня безпеки сталого розвитку авіаційного транспорту полягає у застосуванні запропонованої методології інтегрального оцінювання та виконанні одночасної інтегральної згортки як для індикаторів (I), так і для їхніх порогових значень (P), що відображено у багатofакторній ієрархічній моделі (5).

$$\left\{ \begin{array}{l}
 I_{CP_AT, t} = I_{ек_техн, t}^{a_{1,t}} \cdot I_{соц, t}^{a_{2,t}} \cdot I_{екол, t}^{a_{3,t}}; \quad P_j = \prod_{j=1}^4 p_{ij}^{b_{ij}}; \quad p_{ij} = [p_{пор., ij}^{нижнє}; p_{опт., ij}^{нижнє}; p_{опт., ij}^{верхнє}; p_{пор., ij}^{верхнє}]; \\
 I_{ек_техн, t} = I_{ек-техн, t}^{a_{1,t}} \cdot I_{ав.інфрастр, t}^{a_{2,t}} \cdot I_{безп.авіації, t}^{a_{3,t}}; \\
 I_{ек-техн, t} = I_{екол, t}^{a_{1,t}} \cdot I_{техн, t}^{a_{2,t}}; \quad I_{екол, t} = \prod_{i=1}^5 z_{екол, t}^{a_i}; \quad I_{техн, t} = \prod_{i=1}^5 z_{техн, t}^{a_i}; \\
 I_{ав.інфрастр, t} = \prod_{i=1}^5 z_{ав.інфрастр, t}^{a_i}; \\
 I_{безп.авіації, t} = I_{полети, t}^{a_{1,t}} \cdot I_{роботи, t}^{a_{2,t}}; \quad I_{полети, t} = \prod_{i=1}^5 z_{полети, t}^{a_i}; \quad I_{роботи, t} = \prod_{i=1}^5 z_{роботи, t}^{a_i}; \\
 I_{соц, t} = \prod_{i=1}^5 z_{соц, t}^{a_i}; \\
 I_{екол, t} = \prod_{i=1}^3 z_{екол, t}^{a_i};
 \end{array} \right. \quad (5)$$

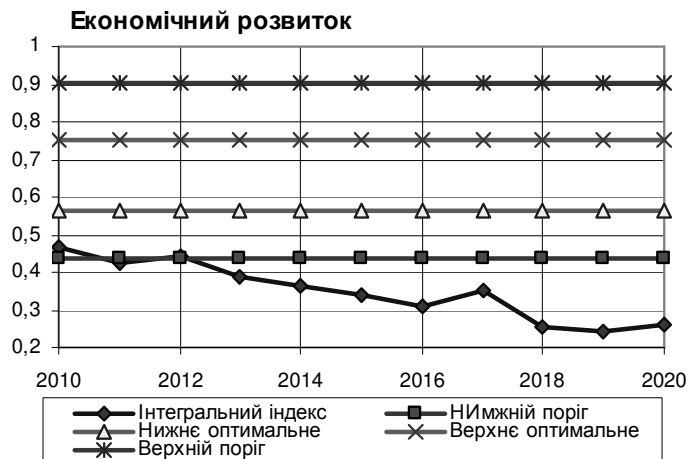
Моделювання динаміки інтегральних індексів складових сталого розвитку авіаційного транспорту порівняно з інтегральними пороговими значеннями, тобто у безпековому вимірі, дає таку картину поточного стану безпеки авіаційного транспорту за складовими частинами (рис. 4).

Згідно з розрахунками, рівень економічного (рис. 4, а) з 2012 р. має від'ємну динаміку та перебуває у критичній зоні – нижче нижнього порогу, а рівень технологічного (рис. 4, б) розвитку, після знаходження в оптимальній зоні, з 2018 р. також перебуває у критичній зоні. Ці дві складові обумовлюють від'ємну динаміку та знаходження у критичній зоні економічно-технологічної складової авіаційного транспорту (рис. 4, в).

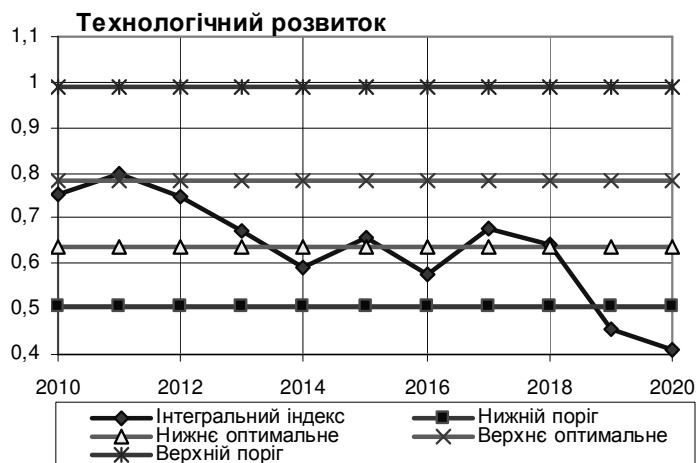
Так само рівень авіаційної інфраструктури (рис. 4, г) погіршується з 2014 р. та перебуває у критичній зоні. Більш-менш прийнятний рівень демонструють рівень безпеки виконання польотів (рис. 4, д) – нижче оптимального рівня та виконання робіт (рис. 4, е) – практично оптимальний рівень, за характеристиками катастроф, аварій та серйозних інцидентів.

Рисунок 4

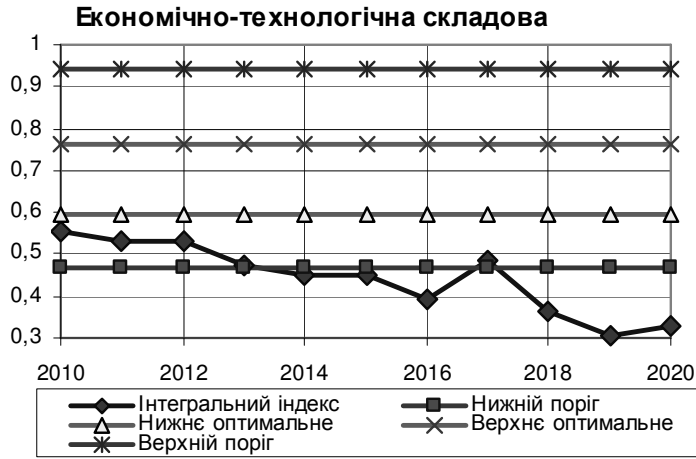
Динаміка інтегральних індексів рівня безпеки сталого розвитку авіаційного транспорту



а



б



в



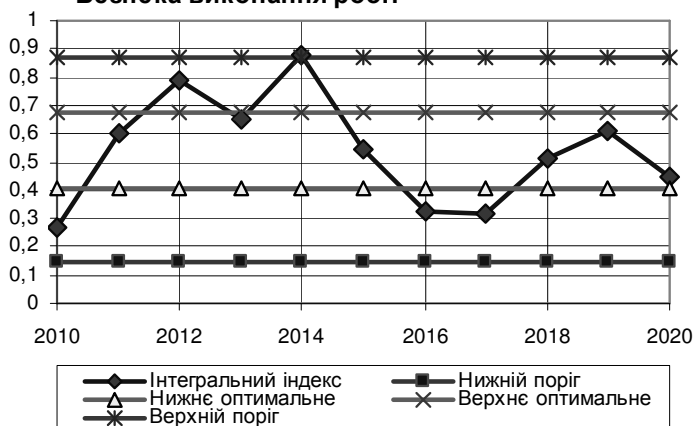
г

Безпека виконання польотів

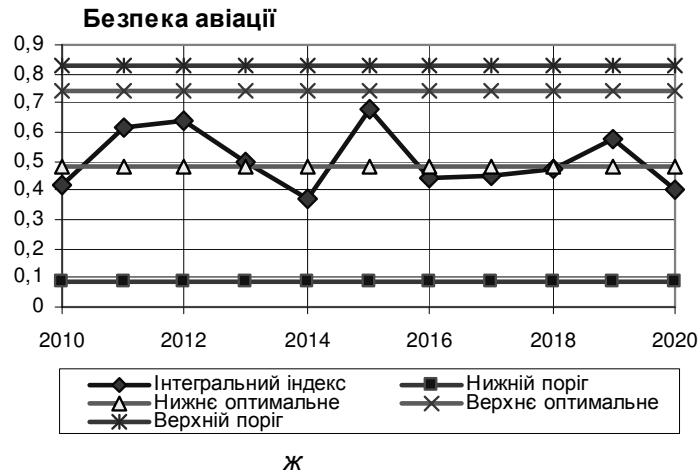


д

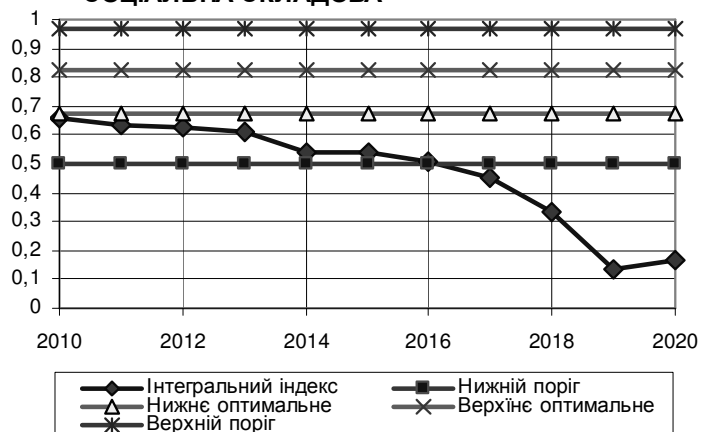
Безпека виконання робіт



е

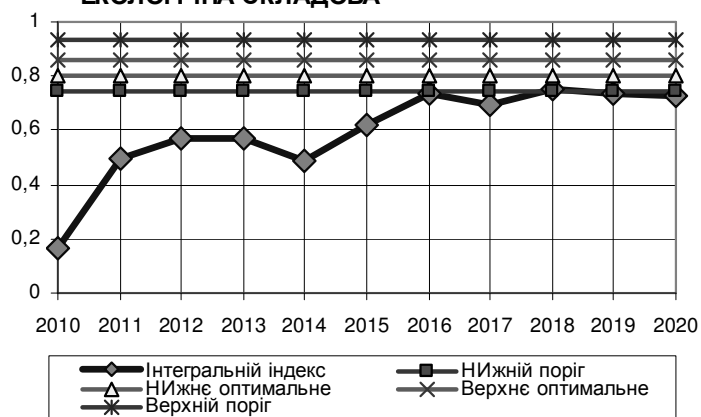


СОЦІАЛЬНА СКЛАДОВА



i

ЕКОЛОГІЧНА СКЛАДОВА



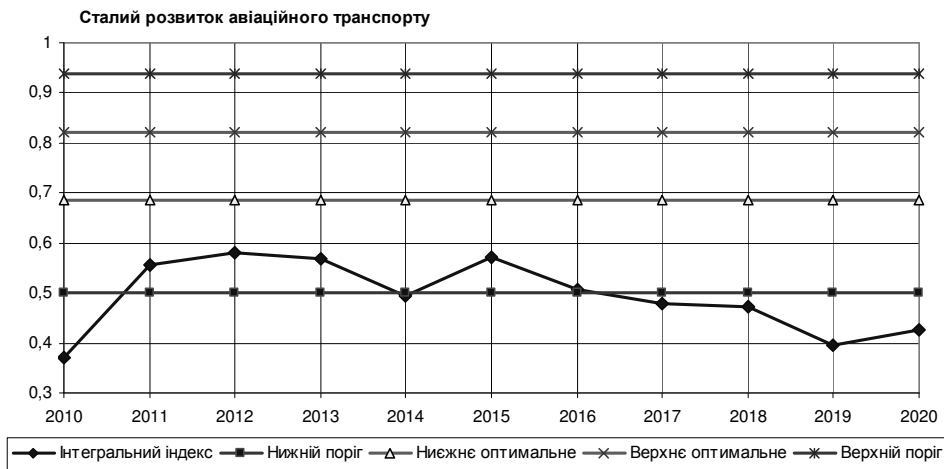
к

На жаль, всі перелічені складові обумовлюють знаходження економічної і технологічної складової у кризовій зоні – між нижнім оптимальним та нижнім пороговим значеннями. Значно гіршою є ситуація із соціальною складовою (рис. 4, і), яка має від'ємну динаміку та перебуває у критичній зоні – нижче нижнього порогового значення, а також з екологічною складовою з тією різницею, що вона має позитивну динаміку, але її рівень також у критичній зоні. Деяке поліпшення показників агрегованих індикаторів («економічно-технологічна», «авіаційна інфраструктура» та «соціальна складова») швидше відзначає загальне зниження рівня економіки та зменшення попиту, ніж справжнє покращення відповідних показників.

Виконуючи наступну кінцеву інтегральну згортку трьох складових сталого розвитку (економічної і технологічної, соціальної та екологічної) одночасно як для складових частин, так і для їхніх порогових значень, отримаємо динаміку інтегрального індексу рівня безпеки сталого розвитку авіаційного транспорту порівняно з інтегральними пороговими значеннями, що саме дає змогу ідентифікувати поточний рівень безпеки – її критичний рівень (рис. 5).

Рисунок 5

Динаміка інтегрального індексу рівня безпеки сталого розвитку авіаційного транспорту



Загалом ситуація з динамікою інтегральних індексів складових та загальном рівня сталого розвитку авіаційного транспорту демонструє загальне швидке зниження інституційної, управлінської спроможності країни реалізувати політику забезпечення бажаного рівня безпеки сталого розвитку.

Динаміка інтегральних індексів порівняно з інтегральними пороговими значеннями чітко вказує на результативності політики у цій сфері. Завдання політики – перевести інтегральний індекс спочатку у кризову (помаранчеву) зону – між нижнім пороговим та нижнім оптимальним, а потім – в оптимальну (зелену) зону сталого розвитку через запровадження відповідних заходів. Таким чином, порівняння інтегральних індексів з інтегральними пороговими значеннями переводить поняття «розвиток» у поняття «безпека».

5.4. Визначення переліку та вагомості впливу загроз

Для визначення переліку загроз за критерієм віддаленості від критерію сталого розвитку (середнього оптимального значення – гомеостатичного плато) використовується наявна динаміка індикаторів, інтегральних індексів сталого розвитку та інтегральні порогові значення з урахуванням досягнення рівня сталого розвитку у 2030 р. (рис. 6).

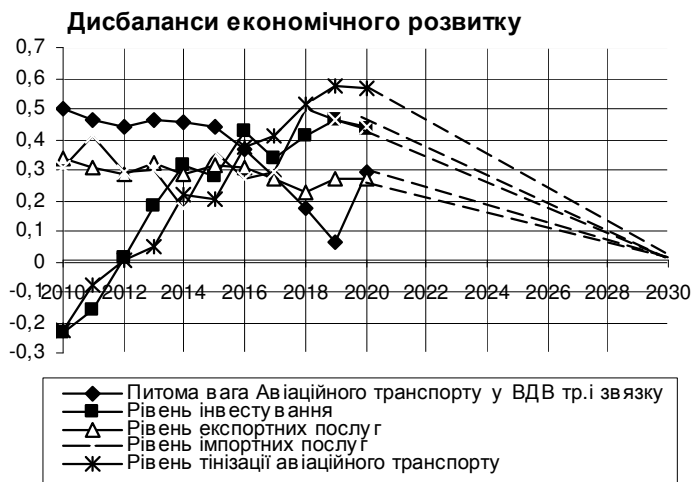
Проведені розрахунки (рис. 4-6) відображають поточний рівень безпеки сталого розвитку авіаційного транспорту й ілюструють те, які складові та відповідні індикатори найбільше відстають від рівня безпечного сталого розвитку та, відповідно, становлять загрозу безпеці сталого розвитку авіаційного транспорту (станом на кінець 2020 р.) (за критерієм віддаленістю від точки сталого розвитку). Наприклад, на рівні головних підсистем сталого розвитку перелік важливих загроз визначається у такій послідовності (рис. 5, а): соціальна, економічна і технологічна, екологічна. Застосування другої критеріальної ознаки (за вагомістю впливу) дає можливість визначити міру впливу загроз через розрахунок коефіцієнтів еластичності. Більш зрозумілу картину дисбалансів та перелік загроз за важливістю можна отримати за відповідними індикаторами кожної складової відповідної підсистеми.

Найважливіше завдання сталого розвитку – ліквідувати дисбаланси, тобто зменшити до нуля відхилення кожної складової частини сталого розвитку, наприклад до кінця 2030 р. Вирівнювання диспропорційності та зведення до нуля відхилень від критерію сталого розвитку забезпечуватиме збалансований сталий розвиток.

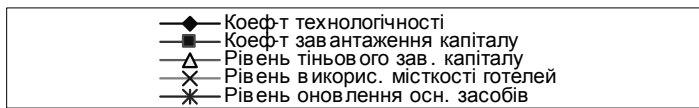
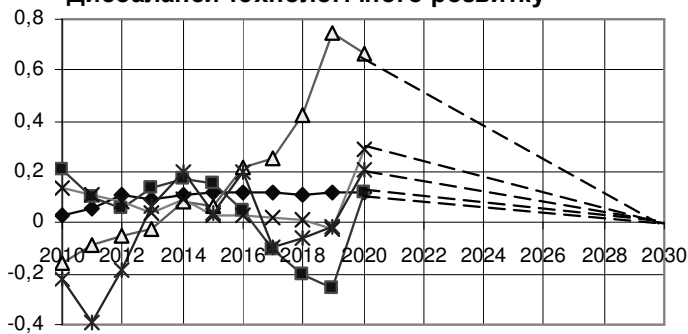
Перелік перших десяти найбільш критичних загроз (знаходження індикаторів нижче нижнього порогового значення) за віддаленістю від критерію сталого розвитку (важливість загроз) та вагомістю їхнього впливу на стан безпеки авіаційного транспорту через розрахунок коефіцієнтів еластичності наведено в табл. 4.

Рисунок 6

Показники динаміки відхилень інтегральних індексів
від критеріїв сталого розвитку

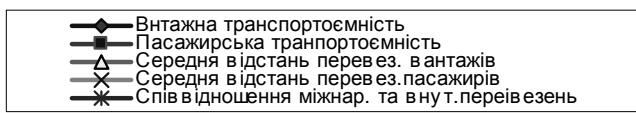
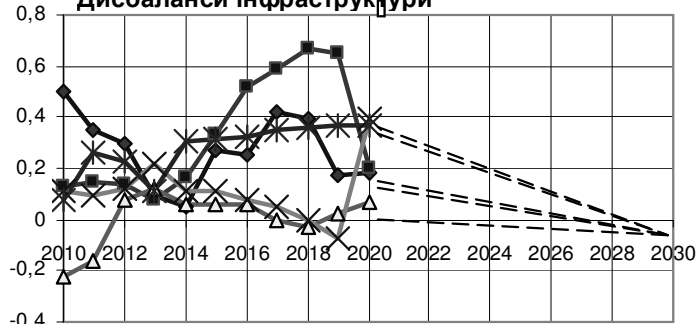


Дисбаланси технологічного розвитку



б

Дисбаланси інфраструктури



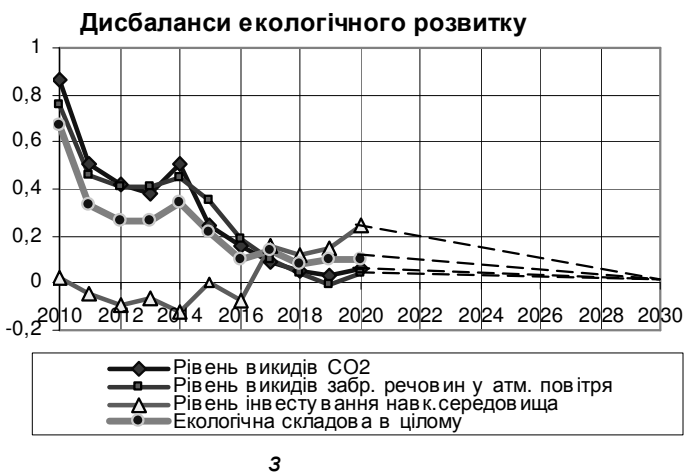
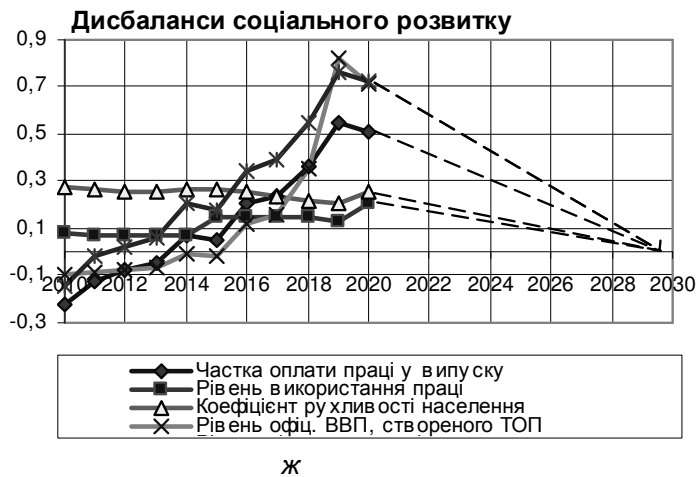
в



д



е



Таблиця 4

Критичні загрози та вагомість їхнього впливу на рівень безпеки сталого розвитку авіаційного транспорту*

Складові частини та індикатори рівня безпеки – загрози за віддаленістю від критерію сталого розвитку (важливість загрози)	Складові частини та індикатори рівня безпеки – загрози за вагомістю впливу	Коефіцієнт еластичності
За складовими частинами		
1. Соціальна	1. Екологічна	0,3959
2. Економічний розвиток	2. Соціальна	0,2264
3. Технологічний розвиток	3. Авіаційна інфраструктура	0,1340
4. Безпека польотів	4. Безпека польотів	0,0672
5. Авіаційна інфраструктура	5. Безпека тренувальних робіт	0,0664
6. Екологічна	6. Економічний розвиток	0,0543
7. Безпека тренувальних робіт	7. Технологічний розвиток	0,0525
За індикаторами		
1. Рівень тіньового проміжного споживання	1. Рівень тіньового проміжного споживання	-0,4324
2. Рівень офіційної ВДВ, створеної тіньовою оплатою праці	2. Коефіцієнт аварійності (катастрофи) при виконанні польотів	-0,3024
3. Рівень тіньового завантаження капіталу	3. Рівень офіційної ВДВ, створеної тіньовою оплатою праці	-0,2174
4. Рівень тінзації авіаційного транспорту	4. Рівень інвестування навколишнього середовища	0,0802
5. Частка оплати праці у випуску	5. Коефіцієнт аварійності (катастрофи) при виконанні тренувальних польотів	-0,0741
6. Рівень імпортних послуг	6. Рівень імпортних послуг	-0,0709
7. Рівень інвестування до випуску	7. Частка оплати праці у випуску	0,0502
8. Середня відстань перевезення пасажирів	8. Коефіцієнт рухливості населення	0,0470
9. Співвідношення внутрішніх і міжнародних авіаційних перевезень	9. Рівень тіньового завантаження капіталу	-0,0454
10. Рівень використання місткості літаків	10. Коефіцієнт аварійності (аварії) при виконанні тренувальних польотів	-0,0424

* Розрахунки авторів

Згідно з аналізом розрахунків із 7 складових безпеки авіаційного транспорту 5 є найбільш критичними, тобто знаходяться у червоній зоні – нижче нижнього порогу: *соціальна, економічний розвиток, технологічний розвиток, авіаційна інфраструктура, екологічна*; одна складова (*безпека польотів*) – у помаранчевій (кризовій) зоні, одна (*безпека тренувальних робіт*) – у зеленій (оптимальній) зоні. Ще гірше ситуація за індикаторами: з 29 індикаторів 18 (62%) перебувають у червоній зоні та становлять критичну загрозу, 6 індикаторів – у помаранчевій (кризовій) зоні і тільки 5 індикаторів у зеленій (оптимальній) зоні.

Отже, частина складових та індикаторів, які перебувають у критичній зоні, становлять головні загрози рівню безпеки сталого розвитку авіаційного транспорту та суттєво впливають на рівень безпеки, тому на них потрібно звертати особливу увагу під час здійснення реформ. Загалом **моніторинг інтегральних індексів рівнів безпеки сталого розвитку є найбільш ефективним інструментом оцінювання ефективності дій влади та уряду** замість порівняння темпів зростання окремих макропоказників, залишаючи осторонь всі інші. З огляду на це зміна з негативної на позитивну динаміку цих складових частин та індикаторів для забезпечення їхнього знаходження в оптимальній зоні є першочерговим завданням уряду, що стане об'єктивним показником ефективності реформ у будь-якій сфері безпеки, які здійснюються.

6. Висновки і напрями майбутніх досліджень

Для вирішення завдань стратегічного управління безпекою сталого розвитку авіаційного транспорту запропоновано організаційно-економічний механізм взаємодії цілей сталого розвитку зі стратегічним управлінням, згідно з яким національна система управління безпекою авіаційного транспорту – відкрита інтегрована **система**, яка має управлінські, функціональні та інформаційні зв'язки з підсистемами сталого розвитку та безпеки різних ієрархічних рівнів.

Запропонована модель опису рівня безпеки авіаційного транспорту на основі застосування системного підходу у контексті сталого розвитку, що поєднує економічну й технологічну, соціальну та екологічну складові. Загалом представлено 29 індикаторів у т. ч. 3 «тіньовими», без урахування яких визначення поточного стану буде неадекватним. Для всіх індикаторів визначено межі безпечного існування – вектори порогових значень через побудову функцій щільності ймовірності, розрахунку статистичних характеристик, визначення належності до типу розподілу та формалізованого розрахунку методом «t-критерію». Таке представлення дає можливість ідентифікувати рі-

вень безпеки сталого розвитку авіаційного транспорту як стану захищеності та спроможності системи адаптуватися до нових викликів.

Для вирішення завдань визначення рівня безпеки застосовується універсальна методологія ідентифікації та стратегування у сфері національної безпеки, яка дає змогу порівнювати індикатори різних сфер безпеки та обґрунтовувати стратегічні сценарії безпекового розвитку. Основою методології є концепція сталого розвитку з позицій безпеки, яка передбачає визначення меж безпечного існування (вектора порогових значень) та обґрунтування критерію сталого розвитку як середнього значення «гомеостатичного плато».

Розроблена інтегрована багатофакторна модель енергетичної безпеки авіаційного транспорту у контексті сталого розвитку. Проведено моделювання для ідентифікації рівня безпеки як за окремими складовими, так і для безпеки авіаційного транспорту загалом, яке засвідчує критичний стан рівня безпеки – знаходження інтегрального індексу нижче нижнього порогового значення. З 29 індикаторів 18 (62%) знаходяться у червоній зоні та становлять критичну загрозу, 6 індикаторів – у помаранчевій (кризовій) зоні і тільки 5 індикаторів – у зеленій (оптимальній) зоні.

Визначено перелік найбільш негативних загроз за віддаленістю від критерію сталого розвитку, серед яких перше місце займають «тіньові» індикатори, що приводить до висновку: без суттєвого зниження рівня тінізації та знищення корупції в країні досягти бажаного рівня безпеки сталого розвитку авіаційного транспорту, ані національної безпеки неможливо. Розраховано вагомість впливу загроз на загальний рівень безпеки авіаційного транспорту для розроблення відповідних інституційних заходів реагування на визначені загрози.

Проведені розрахунки засвідчують той факт, що безпека авіаційного транспорту у насамперед залежить від соціальної складової, економічного і технологічного розвитку авіаційного транспорту.

Вважаючи неприйнятним для стратегування принцип класичного прогнозування «минуле визначає майбутнє» в контексті напрямів майбутніх досліджень, пропонується новий підхід до стратегічного планування, що базується на принципі: «майбутнє визначається траєкторією в майбутнє» та полягає спочатку у визначенні, на якій відстані від критерію сталого розвитку (середнього значення «гомеостатичного плато») знаходиться інтегральний індекс енергетичної безпеки, заданні траєкторії досягнення бажаних цілей (стратегічних сценаріїв) та вирішенні завдання синтезу необхідних значень складових та індикаторів за допомогою методів адаптивного регулювання з теорії управління шляхом вирішення зворотної задачі, що забезпечують бажану траєкторію енергетичної безпеки у контексті сталого розвитку (Kharazishvili, 2019).

Список використаної літератури

- AIRBUS – S.A.S. Commercial Aviation Accidents 1958 – 2014. A Statistical Analysis. AIRBUS S.A.S. 31707 Blagnac Cedex, France, 2014.
- Convention on International Civil Aviation (Doc 7300), signed at Chicago on December 7, 1944.
- Convention on the International Organization of Civil Aviation. Annex 19. «Flight Safety Management» (2013).
- Boeing. Commercial Market Outlook 2019 –2038, Boeing (2018). 96 p.
- Bugayko D., Isaienko V., Lischinskiy O., Sokolova N., Zamiar Z. Analysis of aviation safety system by fractal and statistical tools. Logistics and Transport – Wrocław: International School of Logistics and Transport in Wrocław. – 2019. – № 4 (44). – P. 41–60.
- Bugayko D., Kharazishvili Yu. Theoretical principles of strategic aviation safety management in the context of ensuring sustainable development of the national economy. Bulletin of Economic Science of Ukraine. 2020. № 1 (38). P. 166–175. Institute of Industrial Economics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Academy of Economic Sciences of Ukraine (in Ukrainian).
- Dimitriou D., Voskaki A., Sartzetaki M. Airports Environmental Management: Results from the Evaluation of European Airports Environmental Plans. International Journal of Information Systems and Supply Chain Management, 2014, doi: 10.4018/IJISSCM.2014010101.
- EASA, The European Aviation Safety Program, the Member States, the European Commission, the Performance Review Body and Eurocontrol, 2011.
- ECAC. Doc 30, Part I – 12th Edition, May 2018, Amendment n 4 (November 2020) ECAC Policy Statement in the field of Civil Aviation Facilitation.
- Grishnova O., Kharazishvili Y. Demographic security of the population of Ukraine: indicators, level, threats. Demography and social policy. –2019. – № 2 (36). – P. 65–80. (in Ukrainian).
- Hrinchenko Yurii. Airport development management: institutional aspects. Journal of Economic Reforms. Number: 1 (37) year: 2020. P. 91–99 (in Ukrainian).
- ICAO. ICAO Global Air Navigation Plan (Doc 9750), Montreal (2016).
- ICAO. ICAO Global Safety Plan for 2020–2022 (2019).
- ICAO. Manual on SMS. Doc 9859. Fourth edition. – ICAO, Montreal, 2019.

- ICAO, Aviation Benefits Report 2019 (Report based on material from ACI, CANSO, IATA, ICAO, ICCAIA, ATAG).
- Kaczynski A.B. Principles of system security analysis of complex systems. K. : DP »NVC «EUROATLATIC-INFORM), 2006. – 336 p. (in Ukrainian).
- Kaczynski A.B. Indicators of national security: definition and application of their limit values: monograph. K.: NISD, 2013. – 104 с. (in Ukrainian).
- Kharazishvili Yu.M. System modeling of levers of regulation of economic growth of Ukraine / Dr. Sc. Dissert. for special.08.00.03. – TNEU. – 2009. – P. 404. (in Ukrainian).
- Kharazishvili Y., Lyashenko V. Estimation problems and integrated indices of sustainable development of Ukrainian industry from the standpoint of economic security / Ukraine economy. – 2017. – № 2. – P. 3–23 (in Ukrainian).
- Kharazishvili Y. Light and shadow of the economy of Ukraine: reserves of growth and modernization // Ukraine economy. – 2017. – № 4 (665). – P. 22–45 (in Ukrainian).
- Kharazishvili Yu.M. Systemic Security of Sustainable Development: Assessment Tools, Reserves and Strategic Implementation Scenarios: Monograph Institute of Industrial Economics, National Academy of Sciences of Ukraine. – K., 2019. – 304 p. (in Ukrainian).
- Kharazishvili, Y.; Kwilinski, A.; Grishnova, O.; Dzwigol, H. Social Safety of Society for Developing Countries to Meet Sustainable Development Standards: Indicators, Level, Strategic Benchmarks (with Calculations Based on the Case Study of Ukraine). *Sustainability* 2020, 12, 8953.
- Kharchenko V., Bugayko D., Paweska M., Antonova A., Grigorak M. Theoretical Approaches for Safety Levels Measurements – Sequential Probability Ratio Test (SPRT): Logistics and Transportation – Wrocław: International School of Logistics and Transportation in Wrocław. – 2017. – № 2 (34). – P. 25–31.
- Law of Ukraine «On National Security of Ukraine» dated 21.06.2018 № 2469-VIII. Verkhovna Rada of Ukraine (BBR), 2018, No. 31, p. 241. [Electronic resource]. – Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19>.
- Libanova EM Demographic shifts in the context of social development /Demografia ta socialna ekonomika. – 2014. – 1(21). – P. 4. (in Ukrainian).
- Ministry of Infrastructure of Ukraine (2019). Access mode: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/17-civik-2018/zvit_2019/zvit-2019-avia.pdf (in Ukrainian).
- MiziukV., Miziuk S. Influence of risks on the efficiency of ensuring the system of economic security of air transport enterprises. Proceedings of the NAU. – K.: NAU, 2016. – № 1. – P. 61–69. (in Ukrainian).

- National Bureau for Investigation of Aviation Accidence and Incidents with Civil Aircraft (2013). «Analysis of the state of aviation safety based on the results of the investigation of aviation accidence and incidents with civil aircraft of Ukraine and foreign-registered aircraft in 2013». Access mode: http://www.nbaai.gov.ua/uploads/pdf/Analysis_2013.pdf (in Ukrainian).
- National Bureau for Investigation of Aviation Accidence and Incidents with Civil Aircraft (2014). «Analysis of the state of aviation safety based on the results of the investigation of aviation accidence and incidents with civil aircraft of Ukraine and foreign-registered aircraft in 2014». Access mode: http://www.nbaai.gov.ua/uploads/pdf/Analysis_2014.pdf (in Ukrainian).
- National Bureau for Investigation of Aviation Accidence and Incidents with Civil Aircraft (2015). «Analysis of the state of aviation safety based on the results of the investigation of aviation accidence and incidents with civil aircraft of Ukraine and foreign-registered aircraft in 2015». Access mode: http://www.nbaai.gov.ua/uploads/pdf/Analysis_2015.pdf (in Ukrainian).
- National Bureau for Investigation of Aviation Accidence and Incidents with Civil Aircraft (2016). «Analysis of the state of aviation safety based on the results of the investigation of aviation accidence and incidents with civil aircraft of Ukraine and foreign-registered aircraft in 2016». Access mode: http://www.nbaai.gov.ua/uploads/pdf/Analysis_2016.pdf (in Ukrainian).
- National Bureau for Investigation of Aviation Accidence and Incidents with Civil Aircraft (2017). «Analysis of the state of aviation safety based on the results of the investigation of aviation accidence and incidents with civil aircraft of Ukraine and foreign-registered aircraft in 2017». Access mode: http://www.nbaai.gov.ua/uploads/pdf/Analysis_2017.pdf (in Ukrainian).
- National Bureau for Investigation of Aviation Accidence and Incidents with Civil Aircraft (2018). «Analysis of the state of aviation safety based on the results of the investigation of aviation accidence and incidents with civil aircraft of Ukraine and foreign-registered aircraft in 2018». Access mode: <http://www.nbaai.gov.ua/uploads/pdf/Analysis2018.pdf> (in Ukrainian).
- National Bureau for Investigation of Aviation Accidence and Incidents with Civil Aircraft (2019). «Analysis of the state of aviation safety based on the results of the investigation of aviation accidence and incidents with civil aircraft of Ukraine and foreign-registered aircraft in 2019». Access mode: http://www.nbaai.gov.ua/uploads/pdf/Analysis_2019.pdf (in Ukrainian).
- Petrovska S., Gavrilenko A. Forecasting the development of civil aviation as a component of the transport system of Ukraine. Problems of the system approach in economics.– 2011. – № 38 3. – p. 3–11. (in Ukrainian).

- Resolution adopted by the General Assembly (UN) on 25 September 2015 A / RES / 70/1. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development.
- Solovey N., Kostyunik N. Analysis of factors of financial stability of aviation enterprises / Scientific Bulletin of Mukachevo State University. Ser. : Economics. – 2018. – Vip. 2. – P. 140–143. – Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvmdue_2018_2_23. (in Ukrainian).
- State Aviation Administration of Ukraine (2016). Access mode: <https://avia.gov.ua/wp-content/uploads/2017/04/Pidsumky-roboty-2016.pdf> (in Ukrainian).
- State target program for the development of airports for the period up to 2023: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of 24.02.2016 №126 [Electronic resource]. – Access mode: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/126-2016-%D0%BF> (in Ukrainian).
- Sukhodolya O., Kharazishvili Yu., Bobro D. Methodological principles of identification and strategy of the level of energy security of Ukraine.. *Ekonomika Ukrainy*. – 2020. – № 6 (703). – P. 20–42. URL: <https://doi.org/10.15407/economyukr.2020.06.020> (дата звернення: 24.01.2020) (in Ukrainian).
- Ukrstat. Statistical collection «Transport and Communications of Ukraine» (2018). Access mode: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publ8_u.htm (in Ukrainian).
- Van Gigch, J. *Applied General Systems Theory*; Harper & Row: London, UK, 1978.

Стаття отримана: 15 січня 2021 р.
Стаття рецензована: 30 січня 2021 р.
Стаття прийнята: 2 лютого 2021 р.