

9.3 Виклики та перспективи розвитку авіаційного сектору ЄС у контексті «зеленої» угоди

Безпека є ключовим елементом культури в авіаційному секторі, і це зобов'язання відображається на всіх рівнях. Набір переконань, цінностей і правил, як формальних, так і негласних, щодо авіаційної безпеки поділяється всіма зацікавленими сторонами та вважається необхідною передумовою для успішного та ефективного бізнесу. Європейська зелена угода означає, що ці ж принципи тепер необхідно застосовувати до стратегічного питання захисту навколишнього середовища, щоб забезпечити довгострокову життєздатність галузі.

Особливо це стосується зміни клімату, де рішення та дії, вжиті в цьому десятилітті, будуть вирішальними з точки зору виконання зобов'язань Паризької угоди та пом'якшення кліматичних впливів протягом століття. Завдання декарбонізації економіки є важким, особливо для авіаційного сектору, і координація на міжнародному рівні має вирішальне значення для вирішення цієї глобальної проблеми.

Авіаційний сектор має використовувати свою креативність і здатність до інновацій, а також діяти як лідер у пошуку рішень для вирішення екологічних проблем, а не розглядатися як перешкода для досягнення цих цілей. Однак, проблема величезна і вимагає скорочення викидів парникових газів, пов'язаних із транспортом, на 90% до 2050 р. Потрібно різко скоротити викиди вуглекислого газу, зменшити вплив шкідливого шуму, покращити якість місцевого повітря та вирішити проблему інших викидів, не пов'язаних із CO₂, які сприяють зміні клімату. Вирішення цих нагальних проблем зараз і пом'якшення майбутніх ризиків є в особистих інтересах сектора.

Питанням розвитку авіаційного сектору ЄС присвячували свої праці як вітчизняні, так і зарубіжні науковці, зокрема: Д. Беззубова, М. Буроменського, Б. Гавела, Г. Геррері, Г. Гетейна, Д. Кіру, Ю. Левенець, Р. Лукаса, Б. Мартіна, В.

Муравйової, О. Радченко, О. Радчук, О. Сурілової, Л. Тимченка, О. Філіпенко, Ю. Шаповал, Т. Шинкаренко, Б. Ченга та ін. Проте перспективи розвитку авіаційного сектору ЄС в контексті «зеленої» угоди є неоднозначними, тому потребують більш глибокого дослідження.

Значення авіаційного транспорту в світовій економіці постійно зростає, чому сприяє як технологічний розвиток і новітні розробки в авіаційній галузі, так і глобалізація і все тісніші ділові та культурні зв'язки між різними країнами світу.

Система повітряного транспорту охоплює понад 1300 авіакомпаній та понад 40 тисяч цивільних аеропортів. Практично всі країни світу беруть участь у системі міжнародного повітряного сполучення. Експерти зазначають, що світовий повітряний транспорт є одним із найдинамічніших секторів світової економіки, середньорічні темпи зростання якого зазвичай у два рази вищі, ніж в інших секторах економіки. Але під впливом глобальної пандемічної кризи відбулося падіння розвитку світового ринку авіаційних послуг.

Авіаційна сфера має вплив на розвиток світової економіки, сприяючи посиленню ділової активності, прискоренню протікання бізнес-процесів. Міжнародна організація цивільної авіації (ІКАО) підрахувала, що кожні 100 дол. США, витрачені на повітряний транспорт, приносять, в підсумку, вигоду для економіки на 325 дол. США. А кожні 100 додаткових робочих місць в цивільній авіації сприяють появі в різних секторах економіки 610 нових робочих місць за широкою номенклатурою професій. Прямий внесок світової авіації в загальносвітовий ВВП становить близько 664 млрд. дол. США. Згідно з прогнозами ряду експертів, до 2030 р. внесок авіації в світовий ВВП має перевищити позначку в 1 трлн. дол. США [435].

Авіаційний транспорт позитивно впливає на розвиток туристичного бізнесу та міжнародної торгівлі. Сьогодні більше 52 % міжнародних туристичних подорожей здійснюються саме повітряним транспортом. Розвинена авіаційна галузь сприяє підвищенню інвестиційної привабливості країни і розширенню можливостей для діяльності на її території міжнародних компаній.

Авіаційний транспорт забезпечує надзвичайно швидку доставку цінних та швидкопсувних товарів до місця призначення, чим зумовлюється його широке використання великими провідними міжнародними логістичними компаніями.

Авіаційному транспорту на сьогодні притаманні наступні світові тенденції:

- висока технологічна складність транспортних засобів та ергономічність, розвиток інтелектуальних транспортних систем, застосування інформаційних та електронних технологій, засобів супутникової навігації;
- підвищення рівня безпеки авіаційного транспорту, посилення заходів захисту авіації від актів незаконного втручання;
- розвиток мультимодальних транспортних технологій та інфраструктурних комплексів під різні види транспорту, інтероперабельність;
- глобалізація трансконтинентальних авіаційних перевезень в рамках потужних світових альянсів;
- зростання ролі дешевих («лоу-кост») авіаперевезень для прямих міжрегіональних сполучень;
- підвищення доступності авіаперевезень для населення, розвиток міжнародного авіатуризму, міграція трудових ресурсів у більш віддалені регіони світу [396].

Глобалізація транспортної діяльності викликала суперечливі явища й процеси, спричинені поступовим стиранням кордонів ринків, посиленням залежності національних економік від зовнішніх шоків, ризиків тощо. Тому у сучасних умовах розвитку міжнародних економічних відносин зумовлених глобалізацією постає питання стосовно сутності, ролі та функцій держави у регулюванні ринку транспортних послуг. Варто зауважити, що, з одного боку, перевезення вантажів і пасажирів є самостійною сферою надання комерційних послуг на світовому ринку, а з іншого – це ключова посередницька ланка, необхідна для забезпечення купівлю-продаж товарів і надання послуг. Тому у світовій практиці регулювання транспортних перевезень має важливе значення для ефективності міжнародної торгівлі, а також для розвитку економічно

вигідних маршрутів перевезень, окремих регіонів, країн і світового господарства в цілому [413].

Важливу роль у регулюванні авіатранспортних міжнародних перевезень відіграють спеціалізовані міжнародні організації. До таких організацій можна віднести Міжнародну організацію цивільної авіації (ІКАО) та Міжнародну асоціацію повітряного транспорту (ІАТА).

Міжнародна організація цивільної авіації ((ІКАО), *англ. International Civil Aviation Organization, ICAO*)) – заснована відповідно до Чиказької конвенції про цивільну авіацію 1944 р., є спеціалізованою установою ООН, що займається організацією і координацією міжнародного співробітництва держав у всіх аспектах діяльності цивільної авіації. Учасниками ІКАО є 192 країни [434, 435].

Мета ІКАО полягає у задоволенні потреб населення в безпечному, регулярному, ефективному і економічному міжнародному повітряному транспорті та забезпеченні безпечного і планомірного зростання міжнародної цивільної авіації в усьому світі. Вона заохочує конструювання і експлуатацію літаків в мирних цілях, а також створення і розвиток авіаліній, аеропортів і навігаційного обладнання. Для виконання цих цілей і завдань ІКАО:

- приймає міжнародні стандарти та рекомендації, що застосовуються до конструкцій і характеристик літаків і здебільшого їх обладнання, що регламентують роботу пілотів, льотних екіпажів, авіадиспетчерів і співробітників наземних служб і служб технічного обслуговування, а також вимог безпеки і порядку роботи міжнародних аеропортів;
- розробляє правила візуального пілотування і пілотування за приладами, а також аеронавігаційні карти, які використовуються в міжнародній навігації;
- вживає заходів щодо мінімізації впливу авіації на навколишнє середовище за рахунок скорочення викидів і обмеження рівня шуму літаків;
- полегшує рух літаків, пасажирів, екіпажів, багажу, вантажів і поштових відправлень через кордони за рахунок стандартизації митних, імміграційних, санітарних правил та інших формальностей [434, 435].

В ході невинного виконання своєї місії з підтримки та удосконалення глобальної авіатранспортної мережі, яка відповідає потребам соціального та економічного розвитку, забезпечує потреби глобального бізнесу і пасажирів, а також визнаючи очевидну необхідність у діях, спрямованих на задоволення прогнозованого збільшення попиту на світові повітряні перевезення до 2050 р. без негативних наслідків для безпеки, ефективності та переваг авіатранспортної системи або для навколишнього середовища, ІКАО встановила п'ять всеосяжних стратегічних цілей:

- безпека польотів – передбачає підвищення рівня безпеки польотів у цивільній авіації в усьому світі. Дана стратегічна ціль в основному має відношення до потенціалу держав в області нормативів нагляду;

- аеронавігаційний потенціал та ефективність – передбачає збільшення потенціалу й ефективності глобальної авіаційної системи цивільної авіації. Хоча у функціональному та організаційному відношенні ця стратегічна ціль взаємопов'язана з безпекою польотів, вона в основному стосується модернізації аеронавігаційної й аеродромної інфраструктури та розробки нових правил з метою оптимізації характеристик авіаційної системи;

- авіаційна безпека і спрощення формальностей – передбачає підвищення рівня авіаційної безпеки цивільної авіації в усьому світі. Дана стратегічна ціль відображає необхідність в тому, щоб ІКАО відігравала провідну роль в питаннях авіаційної безпеки, спрощення формальностей і суміжних питаннях прикордонного контролю;

- економічний розвиток повітряного транспорту – передбачає сприяння розвитку надійної і економічно життєздатної системи цивільної авіації. Дана стратегічна ціль відображає необхідність в тому, щоб ІКАО відігравала провідну роль в гармонізації нормативно-правової бази повітряного транспорту з упором на економічну політику і допоміжну діяльність;

- охорона навколишнього середовища – передбачає зведення до мінімуму несприятливий вплив діяльності цивільної авіації на навколишнє середовище. Дана стратегічна ціль підкреслює провідну роль ІКАО у всій діяльності, що

пов'язана із впливом авіації на навколишнє середовище, і узгоджується з політикою і практикою ІКАО та ООН в області охорони навколишнього середовища [436].

Однією важливою міжнародною неурядовою організацією, що регулює цивільну авіацію є Міжнародна асоціація повітряного транспорту ((IATA), *англ. International Air Transport Association (IATA)*) – міжнародна організація, що встановлює правила і процедури для авіаперевізників, сприяє підвищенню безпеки авіасполучення і рівня сервісного обслуговування пасажирів [437, 439].

Роль IATA полягає в координації діяльності авіакомпаній, що здійснюють перевезення на міжнародних і внутрішніх маршрутах, встановлення стандартів і правил безпеки авіаційного сполучення. Основними напрямками діяльності IATA виступають: безпека, навколишнє середовище, питання інфраструктури, паливна політика, стратегічне партнерство, оподаткування.

Основна мета IATA – допомога авіакомпаніям у вирішенні таких питань: ціноутворення (міжнародні тарифи); регулювання міжнародних перевезень; юридичні та технічні питання; навчання персоналу; авіаційна медицина. Проте вона також бере участь у розробці міжнародних стандартів спільно з ІКАО [437, 439].

До функцій Міжнародної асоціації повітряного транспорту можна віднести наступні:

- забезпечення формування справедливих тарифів на авіаперевезення;
- забезпечення ефективного розвитку авіаційної галузі;
- допомога промисловості для досягнення адекватного рівня рентабельності, за рахунок оптимізації доходів, мінімізуючи витрати на паливо, збори та оподаткування;
- розроблення правил і процедур, що регулюють авіаперевезення;
- сприяння підвищенню безпеки перельотів і якості послуг;
- покращення економічних та екологічних стандартів для зниження викидів від повітряного транспорту в атмосферу [437].

Сьогодні акредитація IATA – це визнання компанії як надійного та

перевіреного партнера, який відповідає всім вимогам асоціації. До них відносяться наявність необхідних сертифікатів, тривалий час на ринку та кваліфікований персонал із сертифікатами IATA. Все це дозволяє компанії безпосередньо оформляти всі квитки на всі рейси авіакомпаній по всьому світу.

Офіс IATA було створено в Україні у 2005 році, і того ж року в Україні було запроваджено BSP (Billing and Settlement Plan) - систему, яка спрощує процес оформлення квитків, реєстрації та виставлення рахунків між акредитованими агентами IATA. Зараз перевагами BSP Україна користуються 58 авіакомпаній та 253 акредитовані агентства.

Уже понад 70 років IATA розробляє глобальні комерційні стандарти, на яких будується авіатранспортна індустрія. Мета IATA - допомогти авіакомпаніям спростити процеси і збільшити зручність для пасажирів, одночасно знижуючи витрати і підвищуючи ефективність [437, 439].

IATA допомагає авіакомпаніям працювати безпечно, надійно, ефективно і економічно відповідно до чітко встановлених правил. Професійна підтримка надається всім зацікавленим сторонам галузі з широким спектром продуктів і експертних послуг.

IATA підтримує міжнародну перспективу і надає унікальний глобальний голос від імені своїх членів. Маючи більше 60 офісів по всьому світу, IATA підтримує відносини з урядами та іншими зацікавленими сторонами в галузі по всьому світу, виступаючи від імені своїх членів за ключовими галузевих питань.

З 57 засновників в 1945 році IATA тепер представляє 290 авіакомпаній в 120 країнах. Проводячи 82% світового повітряного руху, членами IATA є провідні в світі пасажирські і вантажні авіакомпанії [437, 439].

Члени IATA діляться на дві категорії: дійсні та асоційовані. Дійсним членом може стати будь-яка комерційна авіакомпанія, що здійснює регулярні міжнародні повітряні перевезення під прапором держави, яка має право на членство в ІСАО. Авіакомпанії, що здійснюють регулярні внутрішні перевезення, можуть вступати в IATA в якості асоційованих членів. Асоційовані члени мають право дорадчого голосу.

Дійсні та асоційовані члени ІАТА зобов'язані своєчасно сплачувати щорічні членські внески. Їх розмір залежить від обсягів участі авіапідприємства в міжнародних повітряних сполученнях. Сума внеску визначається в доларах США. Розмір основних річних внесків встановлює Виконавчий комітет пропорційно обсягом виконаних в минулому році міжнародних перевезень (у тонно- кілометрах).

Вищим керівним органом ІАТА є Генеральна асамблея, яка скликається щорічно. У перервах між щорічними ГА керівництво організацією здійснює Виконавчий комітет, який обирається Генеральною асамблеєю і складається з 21 члена. У розпорядженні Виконавчого комітету є п'ять постійних підкомітетів: фінансовий, юридичний, повітряного транспорту, технічний і медичний [439].

Нова глобальна реальність економічного розвитку істотно змінила правила гри на авіаринку. Відкриття кордонів і мінімізація бар'єрів між економіками відкрили доступ до нових ринків, ресурсів і можливостей в цілому, спонукаючи компанії підвищувати швидкість і ефективність прийняття рішень в умовах зростання конкуренції. Забезпечення стабільності та сталого розвитку є актуальним питанням для авіаційного сектору, який є основою системи повітряного транспорту та в свою чергу вважається важливою ланкою світової економіки. Європейська аеронавігаційна галузь є дуже динамічною та конкурентоспроможною, але за останні десять років у її структурі та управлінні відбулися значні зміни.

У сучасних умовах глобалізації основних процесів суспільної та економічної життєдіяльності людства можливість швидкого пересування людей та вантажів на далекі відстані в різні, включаючи найбільш важкодоступні, місця світу робить транспортний ринок авіаційних перевезень країн ЄС. У розвитку авіаційного сектору ЄС можна виділити наступні етапи (рис. 1).

Перший період – «Період реалізації зобов'язань Римського договору» (1950–1970 рр.) характеризується як сприятливий період для розвитку процесів інтеграції у Західній Європі. Відповідно, Римський договір почали називати «Договором про заснування Європейської Спільноти» [397]. За цим договором

пропонувалося створення спільного ринку товарів, послуг, капіталів і робочої сили, заснованого на митному союзі. Тому учасники «спільного ринку» зобов'язалися провадити спільну політику в галузі транспорту, сприяти стандартизації процедур вироблення та прийняття узгоджених рішень. У цей час з'являються перші правові акти щодо гармонізації умов конкуренції у сфері транспорту; зроблено початкові кроки в організації транспортного ринку на рівні Європейської економічної спільноти; затверджено програму дій під назвою «Master Plan» (1985р.), серед основних цілей якої стало створення вільного ринку на період до 1992 р., лібералізація усіх видів перевезень, спрощення митних формальностей та митного контролю, підвищення рівня безпеки транспорту [394].

Другий період – «Період розширення та поглиблення співпраці між державами-членами Євросоюзу» (80-ті роки минулого століття). Цей період фахівцями і науковцями відзначено як етап активного розвитку правової бази та лібералізації повітряного транспорту.

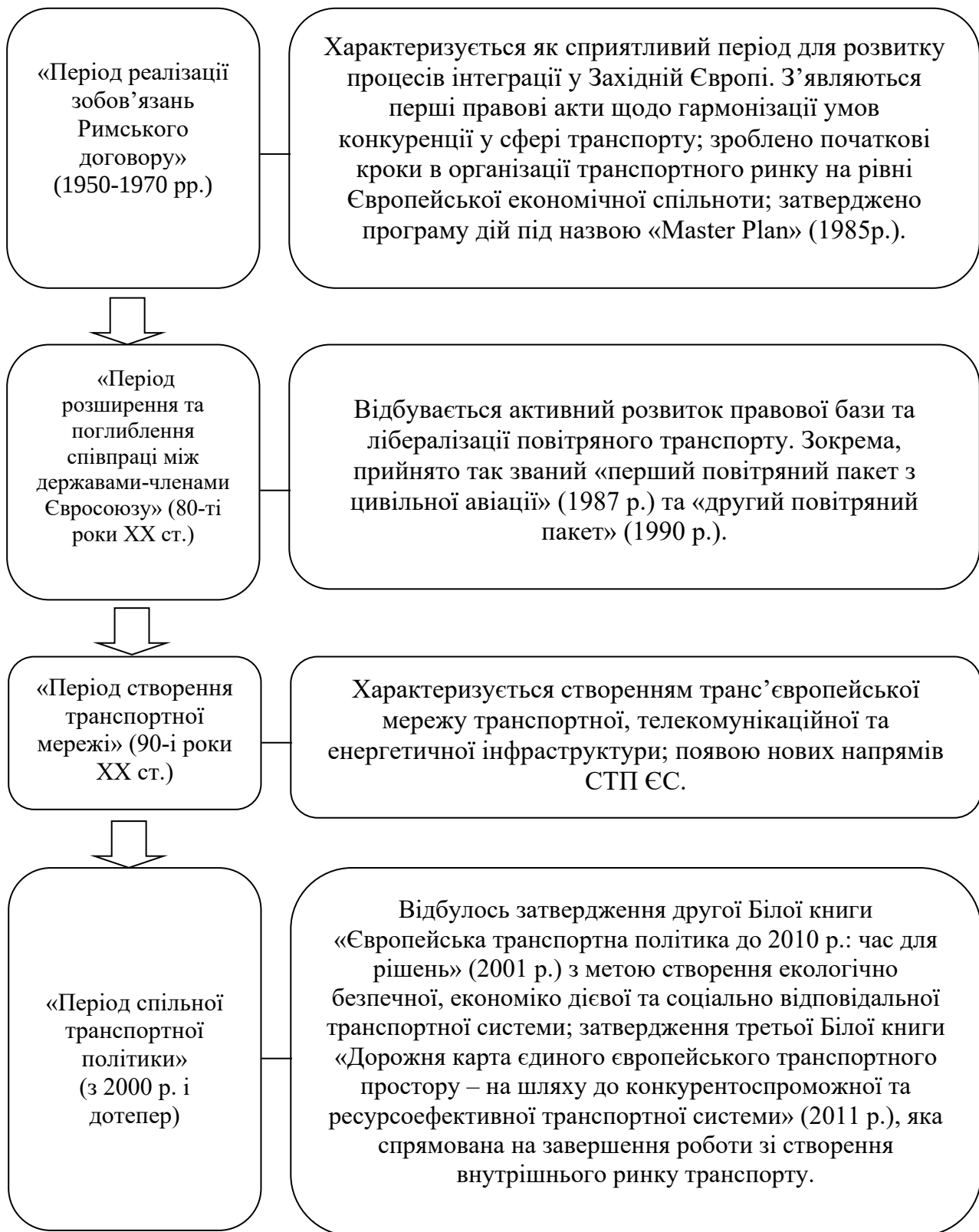


Рисунок 1.1 - Етапи розвитку авіаційного сектору ЄС*

*Побудовано авторами за даними [395]

Зокрема, прийнято так званий «перший повітряний пакет з цивільної авіації» (1987 р.) [398]. Цей пакет складався з чотирьох правових актів: Директива Ради № 87/601 щодо фіксування повітряних зборів для регулярних рейсів у межах Євросоюзу; Директива Ради № 87/602, що дозволяє авіалініям обмінюватись пасажиропотоком та сприяє доступу нових авіаліній до ринку авіаперевезень; Регламенти Ради № 3975/87 та № 3976/87, які встановлюють правила конкуренції на повітряному транспорті та забезпечують винятки із заборон для певних категорій угод, таких як спільне планування та координація потоків пасажирів [394].

Втім цей пакет стосувався лише маршрутів між державами-членами. Невирішеними залишалися питання польотів до третіх країн. Тому у червні 1990 р. було прийнято «другий повітряний пакет», що складався з: Регламенту Ради № 2342/90 щодо зборів за регулярні послуги авіаційним транспортом; Регламенту Ради № 2343/90 стосовно доступу авіаперевізників до регулярних перевезень у межах маршрутів Співтовариства та щодо взаємного обміну пасажиропотоком між перевізниками на регулярних повітряних рейсах між державами-членами; Регламенту Ради № 2344/90, положення якого спрямовано на посилення правил конкуренції серед певних категорій угод та узгодження практики в повітряному секторі [398].

Час показав, що як Перший, так і Другий повітряні пакети не змогли вирішити нагальні проблеми і потреби у сфері повітряного транспорту, оскільки документи, які до них входили, стосувалися лише регулярних пасажирських польотів, не враховуючи питання чартерних рейсів (нерегулярних перельотів за замовленням туроператора) і фрахтових перевезень (вантажних) [394].

Провідною ідеєю спільної транспортної політики у 80-х рр.. минулого століття стало формування єдиної європейської транспортної системи наземного, водного і повітряного транспорту. Успіхи спостерігалися у повітряному транспорті завдяки введенню численних реформ та відповідно запровадженню системних змін [394].

Третій період – «Період створення транспортної мережі» (90-і роки минулого століття) характеризується:

- введенням до тексту Маастрихтського договору окремого розділу щодо транспорту, яким унормовано гарантії економічного і соціального розвитку країн-учасниць та створено транс'європейську мережу транспортної, телекомунікаційної та енергетичної інфраструктури [394];

- початком формування транс'європейської транспортної мережі (далі – TEN-T). Політичним поштовхом до її створення стали засідання саміту Європейської Ради в Единбурзі (1992 р.) та Копенгагені (1993 р.) [394];

- появою нових напрямів СТП ЄС (спільного транспортного простору ЄС), зафіксованих у Посланні Європейської Комісії «Спільна транспортна політика – стала мобільність: перспективи на майбутнє» (1998 р.), – підвищення конкурентоспроможності транспорту та ефективності перевезень; розвиток транс'європейських мереж; запровадження інтегрованих транспортних систем та транспортної логістики; поліпшення умов праці транспортників та якості транспортних послуг; гарантування безпеки на всіх видах транспорту; охорона довкілля [394, 399].

Отже, СТП ЄС цього періоду ґрунтується на програмах, регламентах, планах дій та директивах ЄС, метою яких є створення спільної транспортної мережі.

Особливе значення для розвитку транспортних перевезень мають пропозиції, що містяться у Білій книзі ЄС [394].

У першій Білій книзі «Про розвиток загальної транспортної політики» (1992 р.) закладено підвалини єдиної транспортної політики і визначено перспективи розвитку транспортного ринку, розширення TEN-T та заходи щодо поліпшення її безпеки [400]. Унікальність цього документа полягає також у тому, що у ньому вперше зосереджено увагу на необхідності запровадження моделі «стійкої мобільності». Співпраця за цією моделлю передбачала переміщення товарів і послуг на єдиному ринку та водночас усунення внутрішніх перешкод,

інтеграцію національних ринків. Усі окреслені у цій Книзі цілі щодо повітряного транспорту були вчасно досягнуті [394].

Прийняття наступних книг – Білої книги «Європейська транспортна політика на 2010 р.: час вирішувати» та Білої книги про майбутнє транспорту на період до 2050 р. під назвою «Дорожня карта єдиного європейського транспортного простору – на шляху до конкурентоспроможної та ресурсоефективної транспортної системи» припало на четвертий періоди розвитку ЄС [401, 402].

Четвертий період – «Період спільної транспортної політики» (з 2000 р. і дотепер) розпочався із затвердження другої Білої книги «Європейська транспортна політика до 2010 р.: час для рішень» (2001 р.) [401]. Її нагальність була зумовлена стрімким зростанням обсягу перевезень, що призвело до перевантаження транспортної системи, зокрема, у сфері повітряного транспорту. З метою створення екологічно безпечної, економіко дієвої та соціально відповідальної транспортної системи Європейська Комісія запропонувала пакет із 60 заходів. Всі ці заходи було спрямовано на забезпечення інтегрованого ринку за напрямками: об'єднання всіх видів транспорту; підтримка конкуренції та її розвиток; усунення перешкод у реалізації заходів; залучення приватних інвесторів – суб'єктів транспортної сфери; захист отримувачів транспортних послуг; управління та прискорення глобалізацією транспорту [394].

Третя Біла книга «Дорожня карта єдиного європейського транспортного простору – на шляху до конкурентоспроможної та ресурсоефективної транспортної системи» (2011 р.) спрямована на завершення роботи зі створення внутрішнього ринку транспорту та передбачає 40 ініціатив, які планується здійснити до 2050 р. З її прийняттям пов'язаний відлік нового етапу розвитку ринку повітряних послуг [394, 402].

На виконання поставлених у Білій книзі завдань передбачено створення Єдиного Європейського транспортного простору, заснованого на:

- поєднанні інтегрованих і взаємодоповнюючих 15 національних мереж – інформаційної, транспортної, енергетичної, транс'європейської тощо – у єдину європейську мережу;
- створенні єдиного транспортного документа в електронній формі (електронної накладної) для забезпечення реалізації концепцій «єдиного вікна» та «неперервної адміністративної крамниці»;
- налагодженні взаємодії різних видів транспорту шляхом запровадження «інтелігентної» транспортної системи та введення наземної і повітряної інфраструктури;
- введенні багатонаціональних і мультимодальних операторів країн-членів ЄС тощо [394].

Повітряний транспорт робить ключовий внесок у європейську економіку, маючи понад 100 регулярних авіакомпаній, мережу з понад 400 аеропортів та 60 постачальників аеронавігаційних послуг. В авіаційному секторі безпосередньо працює 1,4-2 млн людей і прямо чи опосередковано підтримує 4,7-5,5 млн робочих місць. Авіація безпосередньо вносить більше ніж 110 млрд., євро до європейського ВВП. Пов'язуючи людей та регіони, повітряний транспорт відіграє життєво важливу роль в інтеграції та конкурентоспроможності Європи, а також у її взаємодії зі світом. Це багато в чому пов'язано із створенням єдиного ринку авіації [418]. Характеристика внутрішнього ринку повітряного транспорту ЄС представлена на рис. 2.

Таким чином, у розвитку авіаційного транспорту ЄС можна виділити 4 етапи, останній з яких – завершення роботи зі створення внутрішнього ринку транспорту та виконання 40 ініціатив до 2050 р.

Стрімкий розвиток науково-технічного прогресу, з одного боку, сприяє економічному зростанню та підвищенню рівня життя, а з іншого – призводить до значних екологічних збитків унаслідок зростання техногенного навантаження на навколишнє природне середовище (НПС).

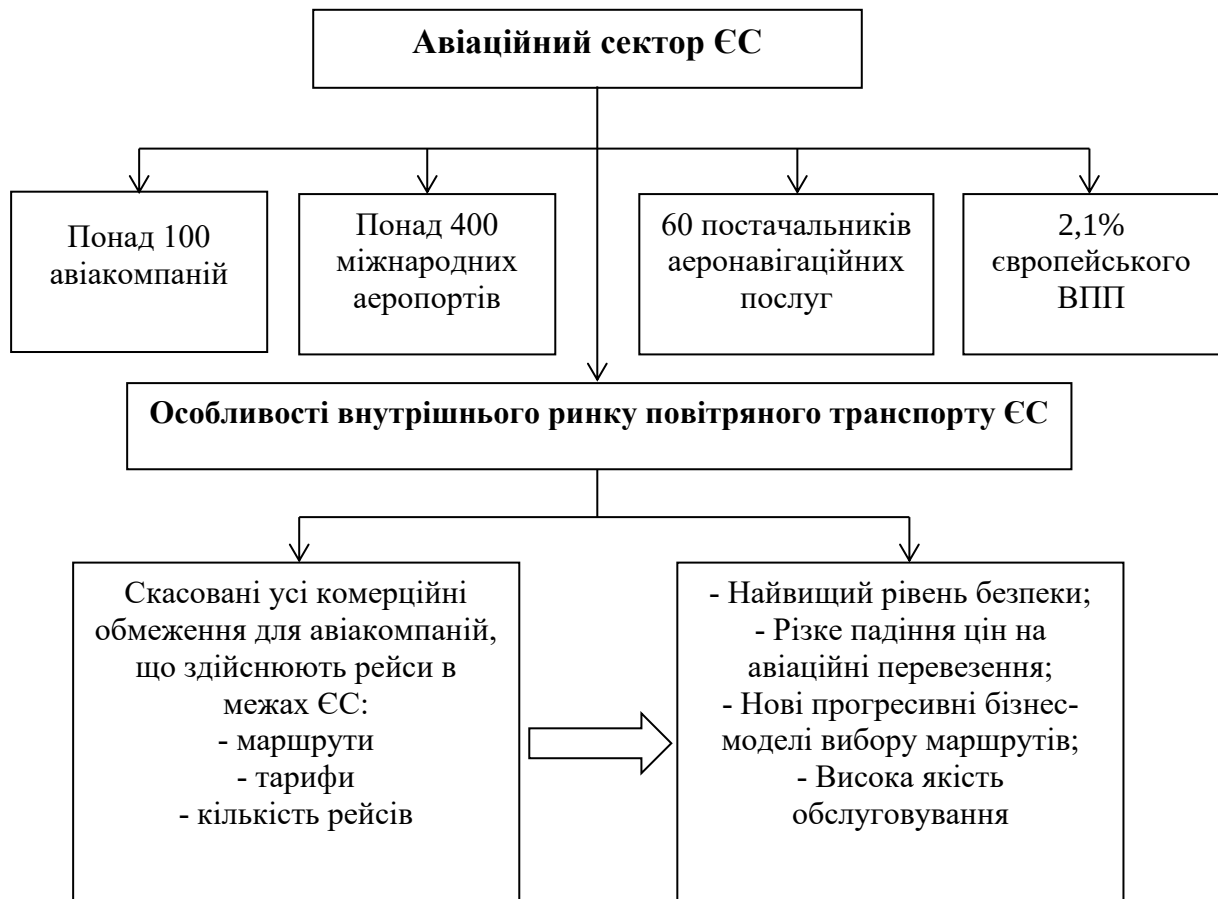


Рисунок 2 - Характеристика внутрішнього ринку авіаційного сектору ЄС*

*Побудовано авторами за даними [418]

Стан довкілля визначають як стан глобальної екологічної кризи. Визначальним для людства нині є формування екологічної свідомості, культури та цілісного екологічного світогляду. Екологічна освіта стає базовим знанням, необхідним для усіх технічних спеціальностей, зокрема транспортної.

Сучасним світовим трендом є пріоритет і першочергова увага до екологічних аспектів у вирішенні будь-яких соціально-економічних проблем [395].

Вирішення екологічних проблем людства сьогодні є основним завданням у контексті Концепції сталого розвитку. Ідея «сталого розвитку» (sustainable development) виникла, як шлях подолання ситуації, що загрожує людству загибеллю. Термін «сталий розвиток» набув поширення після публікації доповіді

Інтернаціональної комісії з надзвичайних ситуацій (НС) і розвитку, підготованої для ООН у 1987 р. Згідно з дослідженнями Ради з вивчення продуктивних сил України Національної академії наук України (РВПС України НАН України) сталий розвиток – це процес гармонізування продуктивних сил, забезпечення гарантованого задоволення нагальних потреб усіх членів суспільства за умови збереження та поетапного відновлення цілісності природного довкілля, створення можливостей для рівноваги між її потенціалом і вимогами людей усіх поколінь.

Стрімкий розвиток авіаційного транспорту та зростання його ролі в житті людини не могло не вплинути на навколишнє середовище. Очевидно, що авіаційний транспорт розвивається швидкими темпами. Світові темпи приросту нальоту літаків цивільної авіації в періоди, не займані економічною кризою, становлять за різними оцінками 5-10 % на рік. Це значно вищі темпи розвитку, ніж інших видів транспорту, енергетики, а також багатьох інших галузей економіки. Відповідно, щороку зростає частка цивільної авіації в забрудненні навколишнього середовища [395].

У авіатранспортних процесах, включно з польотами та обслуговуванням літаків, функціонуванням аеропортів і роботою авіаремонтних підприємств, мають місце різні види забруднень довкілля, зокрема (рис. 3):

- хімічне забруднення різноманітними речовинами відбувається внаслідок викидів вихлопних газів літаків під час роботи авіаремонтних підприємств і аеропортів;
- механічне забруднення атмосфери спричиняють вітри, що дують на великих пустинних просторах аеродромів;
- сильне акустичне (шумове) забруднення навколишнього середовища, яке відбувається під час зльоту, польоту та посадки повітряних суден;
- до електромагнітне забруднення, до якого призводить робота радіолокаційного та радіотехнічного обладнання цивільної авіації;
- свій внесок, хоча й порівняно незначний, авіатранспортні процеси вносять і в теплове забруднення довкілля;

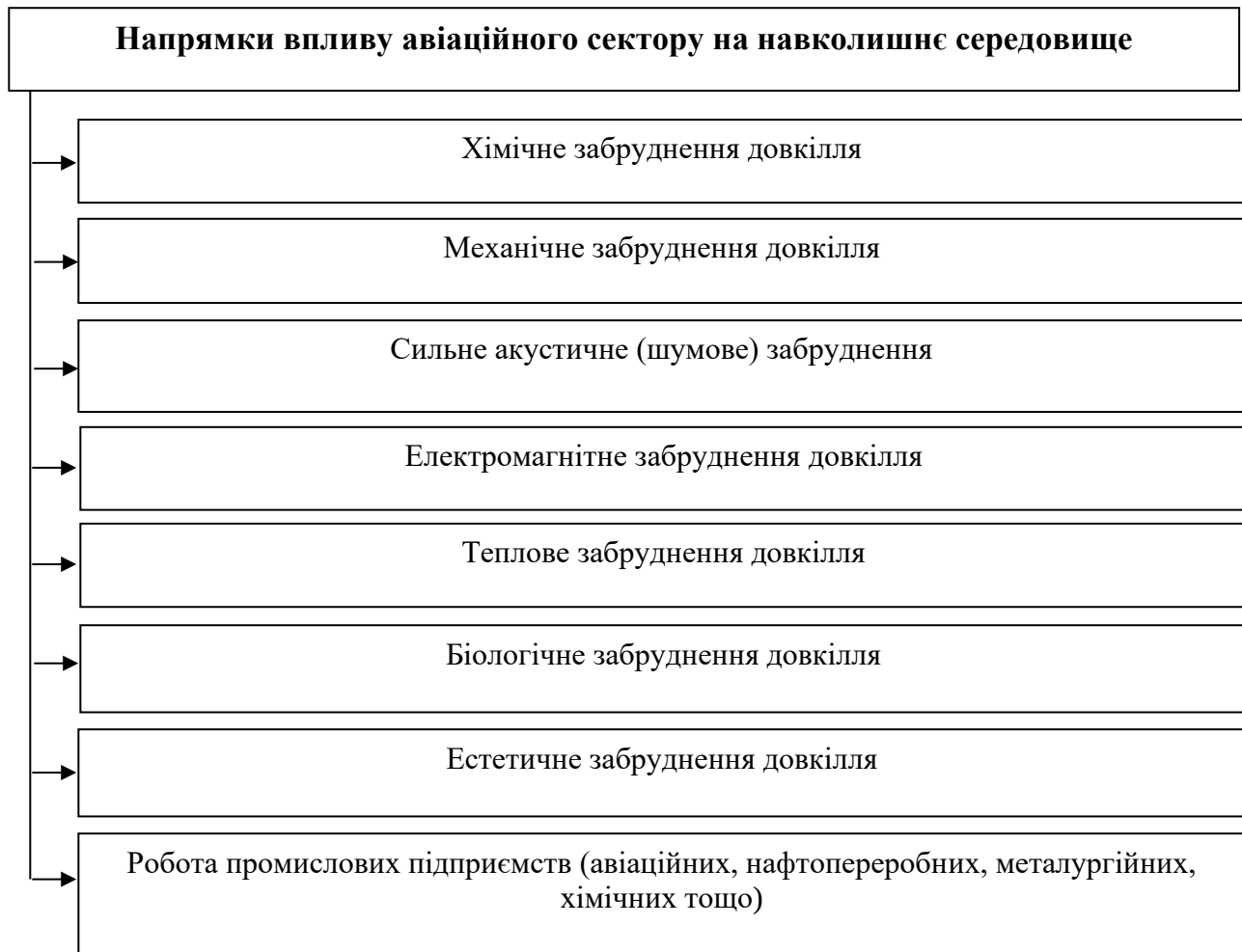


Рисунок 3 - Напрямки впливу авіаційного сектору на навколишнє середовище*

*Побудовано авторами за даними [395]

- авіаперевезення пасажирів, функціонування аеропортів можуть призводити до біологічного забруднення навколишнього середовища, поширення інфекційних хвороб і епідемій;

- проблему естетичного забруднення довкілля необхідно враховувати впродовж будівництва аеропортів, особливо в разі їх спорудження в місцях, мало займаних діяльністю людини [395].

Розглядаючи проблему забруднення навколишнього середовища внаслідок авіатранспортних процесів, необхідно враховувати галузеву специфіку цивільної

авіації. Дана проблема особливо актуальна для великих аеропортів з інтенсивним повітряним рухом [395].

Від хімічного, електромагнітного та шумового забруднень навколишнього середовища потерпають, зазвичай, не тільки пасажери, екіпажі та працівники аеропортів, а й населення прилеглих до аеропортів районів.

Цивільній авіації належить також значна роль у забрудненні верхньої тропосфери та стратосфери, тобто високих шарів атмосфери, які до розвитку повітряного транспорту не зазнавали прямих антропогенних впливів. Забруднення цих шарів атмосфери загрожує глобальними кліматичними та екологічними ефектами, несприятливими для людини і біосфери [395].

Внесок цивільної авіації в забруднення довкілля не обмежується забрудненнями протягом авіатранспортних процесів. Цивільна авіація не могла б існувати та розвиватися без роботи промислових підприємств (авіаційних, нафтопереробних, металургійних, хімічних і т. ін.). Кожне із цих підприємств робить свій внесок у забруднення навколишнього середовища.

Особливість викидів шкідливих речовин під час експлуатації авіаційного транспорту – це висота (як відомо, сучасні літаки літають на висоті 8-13 км). Результатом цього є різноманітні зміни складу атмосфери як безпосередньо, так і непрямо. Безпосередній вплив – це емісія вуглекислого газу, оксидів азоту (NO_x), водяної пари, незгорілих вуглеводнів (бензол, пропан, етан, ацетилен, метан та ін.), сульфатних часток і сажі. Непрямий вплив – це утворення озону (O_3) в результаті ланцюга хімічних реакцій, схожих на утворення смогу. У нижньому шарі атмосфери озон – шкідлива речовина, що сприяє глобальному потеплінню [395].

Один літак під час перельоту на 1000 км споживає стільки само кисню, скільки й одна людина протягом року, виділяючи відповідну кількість оксидів водню. Реактивний лайнер під час перельоту з Америки до Європи за 8 год споживає 35 т кисню. Таку кількість виробляють за той самий час приблизно 25 тис. га лісу. Літаки, що летять на великій висоті, скидають оксиди азоту безпосередньо в нижні шари атмосфери, де вони вступають у реакції, які

призводять до руйнування озонового екрана планети, що захищає її від ультрафіолетового випромінювання [395].

Вихлопні гази двигунів літаків сприяють утворенню озонових дір. У верхню та нижню стратосфери скидають величезну кількість водяної пари. Щодоби в ці шари атмосфери скидають від 10 до 30 т водяної пари. Оксиди азоту вступають у реакцію з озоном стратосфери, що призводить до руйнування цього шару, що захищає біосферу від жорсткого ультрафіолетового сонячного випромінювання.

Своєю чергою, збільшення вологовмісту повітряних мас сприяє появі хмар, а в приземному шарі за низьких негативних температур – виникненню туману (смогу). Скинута з двигуна літака водяна пара під впливом турбулентного обміну змішується з навколишнім повітрям, що призводить за низьких температур і високої вологості до конденсації та сублімації водяної пари. За наявності шарів інверсій об'єм водяної пари, що піднімається, розтікається, сприяючи утворенню великої пелени із хмар шароподібної форми. Спочатку хмарний слід має ширину кількисот метрів, але, розтікаючись, збільшується до кількох кілометрів. Тобто, водяна пара, яку скидають у атмосферу, може збільшувати кількість пір'ястих хмар і їх вертикальну потужність [395].

Така зміна пір'ястих хмар відбувається, зазвичай, під час інтенсивних польотів, що призводить до зміни традиційного режиму сонячної радіації. Тобто збільшення кількості пір'ястих хмар призводить до зростання температури повітря.

Забруднення нижньої стратосфери вище за тропопаузу (висоти більш як 9-11 км) впливає на фізико-хімічний склад стратосферного повітря. Частинки, скинуті на висоті 14 км, перебувають у стратосфері близько одного місяця, а на висоті 22 км – до двох років. Це призводить до зменшення густини атмосферного озону та відповідно впливає на погодні умови та клімат Землі, викликає стихійні лиха. Витончення озонового шару є також негативним фактором для екології тваринного та рослинного світів, здоров'я людини [395].

З екологічного погляду сучасний аеропорт (аеродром) можна розглядати ще й як комплекс випромінювання електромагнітної енергії, що чинить шкідливий вплив на навколишнє середовище та людину. До джерел випромінювання слід віднести радары, засоби зв'язку тощо.

Найбільш біологічно активними є хвилі дециметрового, сантиметрового та особливо міліметрового діапазону. Медико-біологічні дослідження впливу СВЧ-опромінення на живі організми показали, що воно здатне порушувати (пригнічувати) діяльність центральної нервової системи, руйнувати білкові молекули, що містяться в крові, змінювати функції ендокринних органів людини. Негативний вплив електромагнітних випромінювань посилює шумовий фактор.

Збільшення вантажопідйомності повітряних суден та інтенсивності польотів призвели ще й до підвищення рівня шумності в зонах розташування аеропортів (аеродромів) [395].

Таким чином, авіаційний сектор чинить значний вплив на навколишнє середовище, діяльність та життя людини. І це далеко не повний перелік екологічних проблем, що виникають під час антропогенної діяльності через експлуатацію авіаційної техніки.

Авіаційний сектор традиційно був високо регульованою галуззю, в якій домінували національні перевізники та державні аеропорти. Усі авіакомпанії ЄС можуть виконувати авіаперевезення на будь-якому маршруті в межах ЄС. Ціни різко впали, з'явилися нові бізнес-моделі, і – особливо з точки зору вибору маршрутів – прогрес вражає.

Європейська політика глибоко перетворила авіаційний сектор, створивши умови для конкурентоспроможності та забезпечивши як якість обслуговування, так і найвищий рівень безпеки. Споживачі, авіакомпанії, аеропорти та працівники отримали вигоду, оскільки ця політика призвела до більшої активності, нових маршрутів та аеропортів, більшого вибору, низьких цін та загальної якості обслуговування [418].

Саме Регламент 1008/2008 про загальні правила експлуатації повітряного сполучення в ЄС («Положення про повітряне сполучення») забезпечує

економічну базу для повітряного транспорту в ЄС. Регламентом 1008/2008 встановлюються правила на: надання та нагляд за експлуатаційними ліцензіями авіаперевізників ЄС, доступ до ринку авіаперевезень, реєстрацію та оренду літаків, зобов'язання щодо державної служби, розподіл трафіку між аеропортами, ціноутворення [418].

Це керівництво визначає умови, за яких країни-члени ЄС та місцеві органи влади можуть надавати державну допомогу аеропортам та авіакомпаніям ЄС. В цілому, Положення про повітряне сполучення встановлює загальні правила функціонування служб авіаційного сектору ЄС. Ним встановлено, хто може скористатися внутрішнім ринком (наприклад, ліцензовані авіаперевізники ЄС), хто видає операційну ліцензію перевізників і який зв'язок між ліцензією та контролем безпеки авіакомпанії, правом власності ЄС та контролем повітряного перевізника для отримання ліцензії [418].

Регламентом встановлено, що авіаперевізники ЄС можуть надавати повітряні послуги в будь-якій точці ЄС, але також містить винятки з цієї свободи: зобов'язання щодо державної служби, екологічні і надзвичайні заходи та розподіл трафіку між аеропортами, що обслуговують ту саму агломерацію. У ньому зазначено, що перевізники можуть вільно встановлювати ціну, за умови дотримання положень про прозорість цін [418].

За даними Міжнародної організації цивільної авіації, це можна розуміти як поєднання зростання обсягів перевезень та посилення конкуренції, що стимулює підвищення ринкової ефективності в результаті здатності авіаперевізників оптимізувати свою мережу та знижувати ціни [418].

Знищення лісів, забруднення морів, підземних та поверхневих вод, повітря, підвищення глобальної температури. Саме для вирішення цих кліматичних та екологічних проблем, з якими стикається наразі людство, ЄС розробив новий план свого розвитку [389].

Задля досягнення цілі Паризької угоди – не допустити підвищення глобальної температури більш ніж на 1.5 С до кінця сторіччя – та реалізації Цілей сталого розвитку, 11 грудня 2019 р. у Європарламенті був

представлений Європейський Зелений Курс (ЄЗК), який затверджує рух до кліматично нейтрального європейського континенту у 2050 р. [389].

Європейський Зелений Курс служить дорожньою картою для розвитку сталої економіки ЄС. Зелений Курс ЄС надає план дій для підвищення ефективного використання ресурсів шляхом переходу до чистої циркулярної економіки, відновлення біологічного різноманіття та зменшення забруднення повітря. Досягнення цієї мети вимагає комплексного підходу, включаючи:

- інвестиції в екологічно чисті технології,
- підтримку інновацій,
- впровадження чистіших, дешевших та більш здорових типів приватного та громадського транспорту,
- декарбонізацію енергетичного сектору,
- забезпечення енергоефективності,
- співпрацю з міжнародними партнерами щодо вдосконалення глобальних екологічних стандартів [390].

Складові частини Зеленого Курсу представлені на рис. 4.

На транспорт припадає близько 25% викидів парникових газів в ЄС. Щоб досягти кліматичної нейтральності, необхідно до 2050 року скоротити викиди від транспорту на 90%. Скорочення мають відбутись в автомобільному, залізничному, авіаційному і водному секторах транспорту. Побудова сталого та розумного транспорту означає надання пасажирам більш комфортних, доступних та «чистіших» альтернатив їхнім поточним засобам пересування. У першу чергу – значна частина з 75% внутрішніх вантажів, що перевозяться автомобільним транспортом, повинна переміститися на залізницю та внутрішні водні шляхи. Це, в свою чергу, потребує кращого управління та збільшення пропускної здатності залізниць і внутрішніх водних шляхів. Ціна транспортних перевезень повинна відображати вплив, який вони здійснюють на довкілля та здоров'я. Субсидіювання викопного палива повинно припинитися. В контексті перегляду оподаткування енергетики Єврокомісія уважно розгляне поточні

податкові пільги, включно з авіаційним і морським паливом, і повністю усуне будь-які прогалини [392].

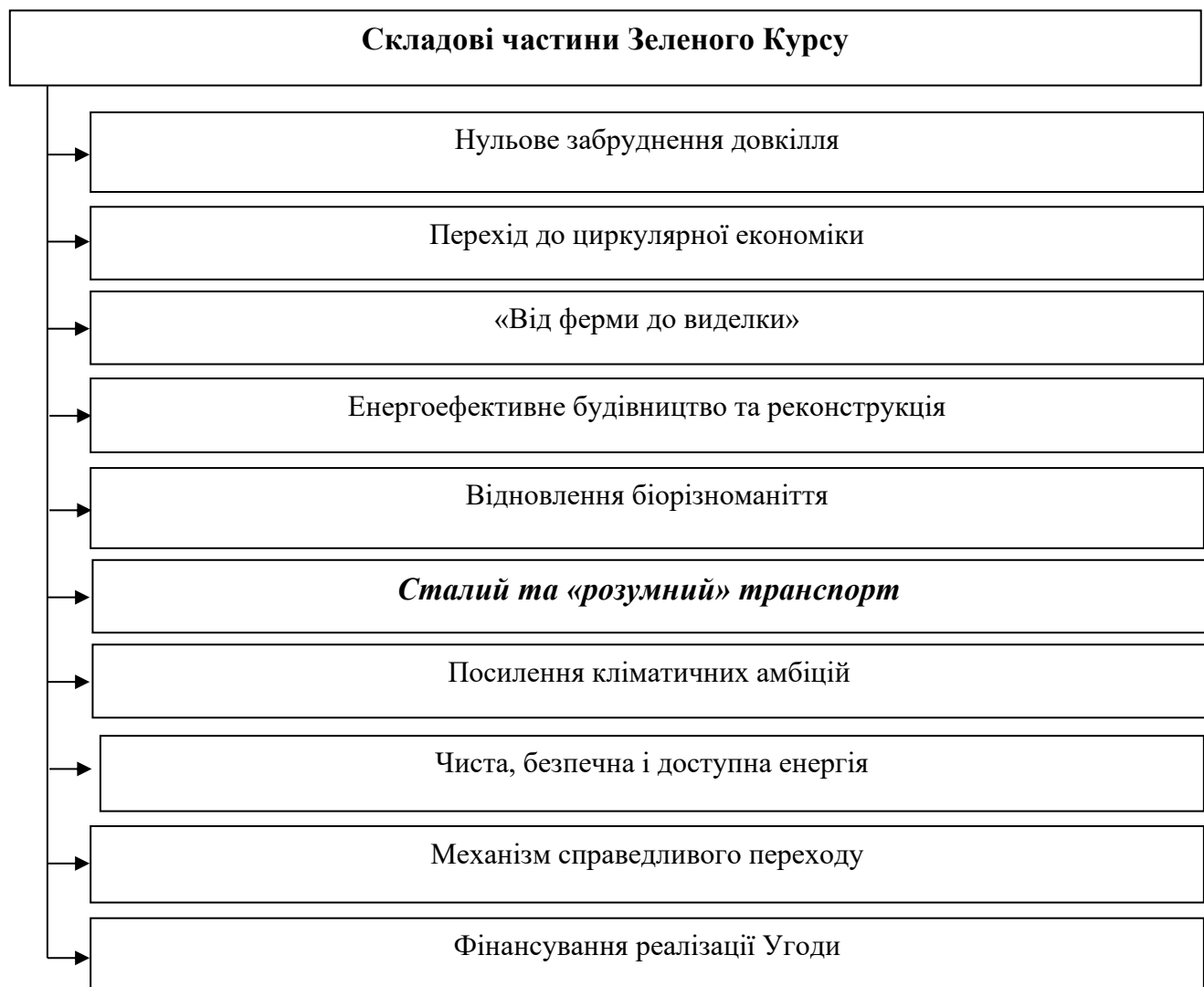


Рисунок 4 - Складові частини Зеленого Курсу*

*Побудовано авторами за даними [390]

Планується паралельно нарощувати виробництво та розгортання стійких альтернативних видів транспортного палива. До 2025 року на європейських дорогах очікується поява 13 мільйонів автомобілів з нульовим і низьким рівнем викидів. Для них загалом знадобиться близько 1 мільйона громадських станцій підзарядки та заправки. Забруднення від транспорту має значно зменшитися,

особливо в містах. Комбінація заходів має зменшити викиди, подолати затори в містах і покращити громадський транспорт. Будуть також запропоновані більш жорсткі стандарти викидів для автомобілів з двигунами внутрішнього згоряння [392].

Варто зауважити, що Європейська зелена угода спрямована на покращення добробуту людей і створення кліматично-нейтральної Європи до 2050 р. Європейський закон про клімат 2021 р. включив цю мету в законодавство, таким чином, що Інституції ЄС та країни-члени зобов'язані вжити необхідних заходів на рівні ЄС і національному рівні для досягнення мети, беручи до уваги важливість сприяння справедливості та солідарності між країнами-членами. Закон про клімат включає наступне:

- юридичну мету для ЄС – досягти кліматичної нейтральності до 2050 р.;
- амбітну кліматичну ціль до 2030 р. щодо скорочення чистих викидів парникових газів щонайменше на 55% порівняно з 1990 р. [403].

Зелена угода передбачає скорочення викидів у транспортному секторі на 90% у 2050 р. порівняно з рівнем 1990 р. У 2020 р. конкретні цілі щодо мобільності та транспорту були згодом представлені в Стратегії стійкої та розумної мобільності разом із Планом дій із 82 ініціатив, які керуватимуть її роботою. Ця стратегія закладає основу для того, як розумна, конкурентоспроможна, безпечна, доступна транспортна система ЄС може досягти зеленої та цифрової трансформації та стати більш стійкою до майбутніх криз. Усі види транспорту мають стати більш сталими з конкретними віхами, щоб зберегти зелений перехід [403].

Також, у 2021 р. було опубліковано законодавчі пропозиції «Придатний до 55», в яких визначено шляхи, за допомогою яких Комісія досягне своєї оновленої цілі до 2030 р. в реальному вираженні. Ці пропозиції охоплюють широкий спектр сфер політики, деякі з яких впливають на авіаційну галузь (наприклад, перегляд Директиви ЄС про систему торгівлі викидами щодо авіації, авіаційна ініціатива ReFuelEU, перегляд Директиви про відновлювані джерела енергії та перегляд Директиви про оподаткування енергії) [403].

25 квітня 2023 р. Європейський парламент та Рада запровадили нові правила, запропоновані ReFuelEU Aviation, з метою скоротити викиди CO₂ в авіаційному секторі приблизно на дві третини до 2050 р. Нові правила вимагатимуть від постачальників палива змішувати екологічно чисте авіаційне паливо (SAF - Sustainable Aviation Fuel) з гасом у дедалі більших кількостях, починаючи з 2025 р. Серед нових вимог:

1) Постачальники авіаційного палива повинні постачати мінімальну частку SAF в аеропорти ЄС, починаючи з 2% від загального обсягу палива, що поставляється до 2025 р., і закінчуючи 70% до 2050 р. Нова суміш реактивного палива ЄС також повинна містити мінімальну частку найсучасніших та екологічно чистих синтетичних видів палива, яка з часом має збільшуватися.

2) Експлуатанти літаків, які вилітають з аеропортів ЄС, повинні заправлятися лише необхідним для польоту паливом, щоб уникнути викидів, пов'язаних із зайвою вагою або витоком вуглецю, спричиненим практикою «заправки».

3) Аеропорти мають забезпечити, щоб їхня інфраструктура заправки була доступна та придатна для розповсюдження SAF.

SAF — низький вуглецевий слід. Таке паливо роблять з відходів, де вуглець вже був викинутий. Або з рослин, які під час росту харчуються CO₂. В даний час виробництво SAF набагато дорожче, ніж звичайне паливо для реактивних двигунів, навіть при підвищених цінах на нафту. Сьогодні більша частина SAF надходить у вигляді біопалива, виробленого з відходів жирів: кулінарного масла, або з олійних дерев, спеціально вирощених на деградованих землях. Однак зараз цієї сировини недостатньо для забезпечення галузі в значних масштабах. Вже в найближчому майбутньому більш дороге біопаливо можна буде виробляти з сільськогосподарських відходів: стебел рослин або лушпиння, залишків обробки деревини, спеціально вирощуваних неїстівних рослин. Наприклад, зі схожого на бамбук міскантуса [438].

Мандат на змішування поширюється на біопаливо, перероблене вуглецеве паливо та синтетичне авіаційне паливо (електронне паливо) відповідно до Директиви про відновлювані джерела енергії, але виключає продовольчі та кормові культури, підтримуючи цілі сталого розвитку.

Оскільки новий мандат застосовуватиметься на всій території ЄС, він забезпечить рівні умови гри на внутрішньому ринку ЄС, правову визначеність виробникам палива та допоможе розпочати великомасштабне виробництво на всьому континенті. Це також підвищить енергетичну безпеку ЄС за рахунок зниження залежності від енергетичних продуктів із третіх країн та створить тисячі нових робочих місць в енергетичному секторі. Авіакомпанії ЄС матимуть доступ до екологічно чистого авіаційного палива на всій території ЄС [393].

Також ЄС прийняв План дій щодо нульового забруднення, який містить бачення зменшення забруднення повітря, води та ґрунту до рівнів, які більше не вважаються шкідливими для здоров'я та природних екосистем до 2050 р. При цьому, ключовими проміжними цілями на 2030 р., порівняно з рівнями 2017 р., визначені наступні:

- зменшення забруднення, включаючи зменшення частки людей, які постійно страждають від транспортного шуму, на 30%;
- покращення якості повітря та зменшення кількості передчасних смертей, викликаних забрудненням повітря, на 55%.

Директива щодо шуму в навколишньому середовищі та Регламент збалансованого підходу – це законодавство ЄС, згідно з яким здійснюється моніторинг шуму в навколишньому середовищі, доводиться до відома громадськості, а також дії, які згодом вживаються країнами-членами для зменшення впливу шуму в містах і поблизу основної транспортної інфраструктури. Законодавство ЄС щодо забруднення повітря впроваджується як через стандарти якості повітря, так і через засоби контролю за джерелами забруднення (наприклад, стандарти викидів двигунів і якості палива). Обов'язкові національні ліміти для викидів найважливіших забруднюючих речовин також були встановлені в ЄС [403].

Досягнення кліматичної нейтральності потребуватиме заходів з усіх галузей економіки ЄС, зокрема, інвестиції в екологічно чисті технології, підтримувати інновації, виробництво більш чистих, доступних і сталих видів приватного та громадського транспорту, декарбонізація енергетики, переобладнання будівель за рахунок більш енергоефективних технологій, розширення співпраці з міжнародними партнерами для вдосконалення глобальних екологічних стандартів.

Відновлення після фінансової кризи 2008 р. призвело до нового рекорду в 9,25 млн рейсів у 2019 р. в аеропортах ЄС-27+ЄАВТ (рис. 5). Кількість пасажирів також досягла піку в 2019 р., коли понад 800 млн пасажирів вилетіли з аеропортів ЄС-27+ЄАВТ. Таке зростання пасажиропотоку було зумовлено збільшенням кількості рейсів, використанням більших літаків і рекордним коефіцієнтом завантаження у 83,3%. Поєднання цих факторів призвело до того, що кількість пасажирів на один рейс у 2019 р. зросла на 51% порівняно з 2005 р. Крім того, у зв'язку з тим, що перельоти на далекі відстані продовжують зростати швидше, ніж на короткі, кількість пасажиро-кілометрів збільшилася майже вдвічі. Обсяг вантажів, перевезених з аеропортів ЄС-27+ЄАВТ, зріс на 60% протягом 2005-2019 рр., що було менше, ніж збільшення кількості пасажирів (рис. 6) [403].

Пасажирські перевезення майже припинилися на початку 2020 р., оскільки були введені обмеження через пандемію коронавірусу. У квітні 2020 р. кількість щоденних рейсів у Європу впала лише до 12% від обсягів 2019 р. Відновлення було нетривалим протягом літа 2020 р., оскільки були нові хвилі пандемії, що призвело до нового карантину. Із запровадженням програм вакцинації влітку 2021 р. в Європі спостерігалось швидке відновлення туризму та подорожей, що відповідало високим прогнозам, хоча все ще з відносно невеликим трафіком на середні та далекі відстані. Відновлення було незбалансованим: деякі середземноморські країни перевищили кількість польотів у 2019 р., тоді як деякі північні країни залишилися на 50-60% від рівня 2019 р. Наприкінці 2021 р. стався черговий спад трафіку, спричинений варіантом COVID-19 Omicron [403].

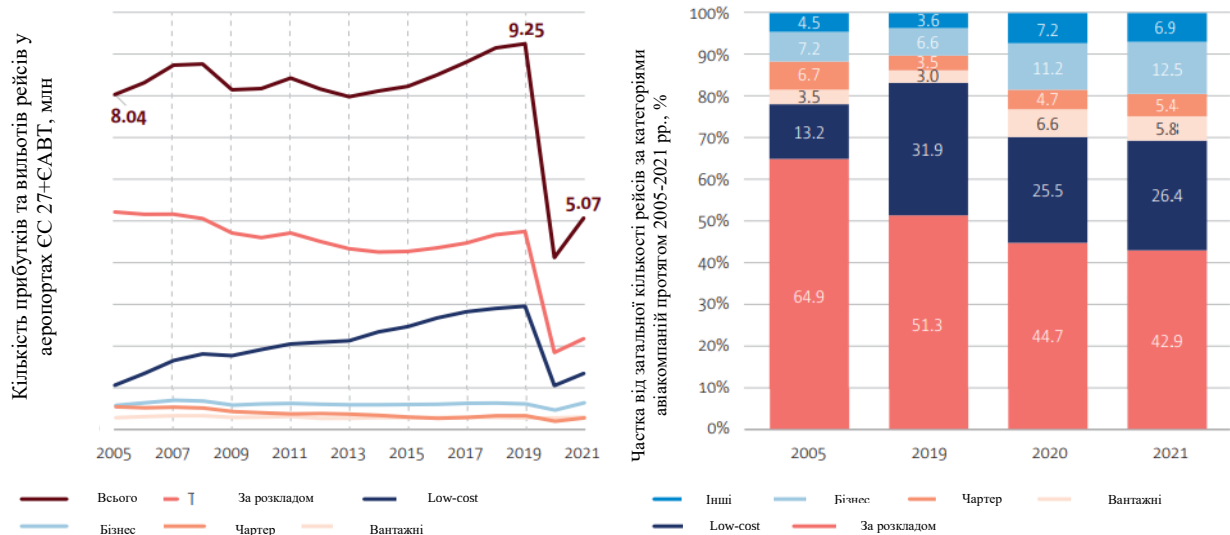


Рисунок 5 - Кількість прибутків та вильотів рейсів в аеропортах ЄС 27+САВТ та частка від загальної кількості рейсів за категоріями авіакомпаній протягом 2005-2021 рр., млн, % [403]

У відповідь на пандемію 2020 р. авіакомпанії швидко зосередилися на репатріації людей, які застрягли, і перевезенні термінових вантажів. Дійсно, оператори вантажних авіакомпаній і бізнес-авіації в основному уникали зниження кількості рейсів протягом 2020-2021 рр. і, як наслідок, приблизно подвоїли свою частку ринку (рис. 5). Це не враховує значну кількість пасажирських літаків, які були адаптовані для використання вантажів, але все ще класифікуються як «традиційні регулярні рейси». Внутрішні рейси займали більшу частку ринку, оскільки вони були менш обмежені, ніж міжнародні. Це було особливо актуально для таких країн, як Норвегія з її складною географією та розсіяним населенням, яка має добре розвинений внутрішній авіаційний ринок [403].



Рисунок 6 - Зведені показники повітряного руху протягом 2019-2021 рр. та прогноз на 2050 р., зміна у % порівняно з 2005 р. [403]

Варто зауважити, що залежно від ринку, літак може залишатися в експлуатації близько 30 років. У той час як літак дотримується певного циклу технічного обслуговування, його характеристики можуть погіршуватися з часом через погіршення двигуна та аеродинаміки, що призводить до додаткових викидів CO₂. Оновлення авіапарку допомагає зменшити вплив авіації на навколишнє середовище, оскільки нові літаки, як правило, більш економічні та тихіші, тому середній вік європейського флоту є хорошим показником його екологічних показників. Європейський флот, особливо пасажирський, поступово старіє. Хоча авіакомпанії додавали нові літаки через зростання ринку та

виводили з експлуатації старі літаки, вони не робили це досить швидко, щоб запобігти зростанню середнього віку літаків [403].

Припинення експлуатації літаків Boeing 737MAX в Європі з березня 2019 р. до початку 2021 р. призвело до збільшення середнього віку флоту через радикальне скорочення поставок нових літаків. Це може пояснити незначне прискорення темпів старіння бюджетних перевізників у 2019 р. Однак, з 2020 р. цей ефект випередив вплив коронавірусу. Як і під час фінансової кризи 2008-2010 рр., у 2020-2021 рр. авіакомпанії відреагували на наслідки пандемії скороченням витрат і припиненням експлуатації старих і менш ефективних літаків [403].

Рейтинг ринкових сегментів за віком не змінився порівняно з попередніми роками: лоукост-перевізники мають наймолодший флот у середньому – 8,3 років у 2021 р., тоді як чартерні та вантажні перевізники мають набагато старші флоти – майже 22 роки для вантажних рейсів. У той час, як пасажирський парк (лоукост і традиційні регулярні) був молодшим у 2021 р., ніж у 2019 р., збільшення частки ринку вантажної та бізнес-авіації збільшило середній вік загального парку до 11,6 років [403].

Середній рівень шуму навколо основних аеропортів ЄС-27+ЄАВТ, виміряний за показниками L_{den} і L_{night} , значно зріс протягом п'яти років, що передували періоду спалаху коронавірусу. У 2019 р. населення, яке піддавалося впливу L_{den} 55 dB і L_{night} 50 dB, було відповідно на 30% і 50% більше, ніж у 2005 р. (рис. 7), а на реактивні літаки з одним проходом припадало 63% енергії шуму при посадці та зльоті, проти 22% для двопротидних. Через падіння трафіку в 2020 р. загальна кількість населення за показниками L_{den} 55 dB і L_{night} 50 dB склала приблизно третину значень 2019 р.

Місцева шумова ситуація дуже різноманітна серед 98 основних аеропортів ЄС-27+ЄАВТ, охоплених оцінкою. У деяких аеропортах площа контуру L_{den} 55 dB зменшилася вдвічі протягом 2005-2019 рр., а в інших – у 8 разів. Проте більшість аеропортів (82 із 98) збільшили площу контуру L_{den} 55 dB протягом вказаного періоду. У 2019 р. на 10 найбільших аеропортів за рівнем впливу на

населення Lden 55 дБ припадала половина загального впливу на населення в усіх 98 аеропортах. [403].

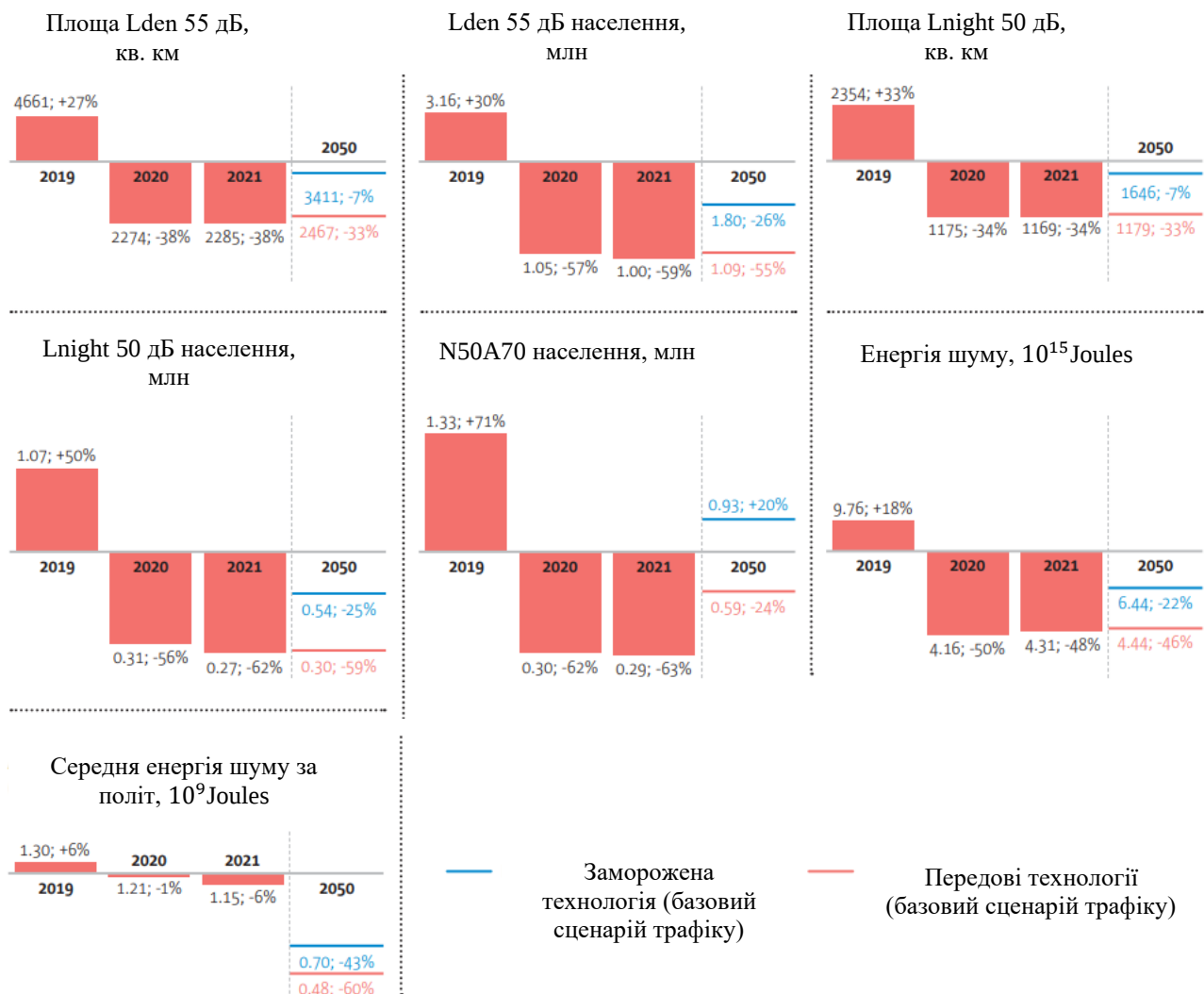


Рисунок 7 - Зведені показники рівня шуму протягом 2019-2021 рр. та прогноз на 2050 р., зміна у % порівняно з 2005 р. [403]

У 2019 р. 1,3 млн людей зазнали впливу понад 70 дБ на день у 98 великих аеропортах, що на 71% більше, ніж у 2005 р. Цей показник може прогресивно збільшуватися протягом наступних десятиліть і перевищити рівень 2005 р. за сценарієм «заморожених технологій» [403].

У 2019 р. кількість людей, яких сильно дратує шум літаків, оцінювалася в 4 млн чол., а кількість людей, які страждають від сильного порушення сну,

спричиненого літаком, оцінюється в 1,7 млн чол. Це відповідно на 24% і 31% більше, ніж у 2005 р. [403].

Викиди вуглекислого газу (CO₂) під час повного польоту на всіх рейсах, що відправляються з аеропортів ЄС-27+ЄАВТ, продовжували зростати до історичного максимуму в 147 млн тонн у 2019 р. При цьому, у 2019 р. оператори повітряних суден покрили 22% своїх викидів CO₂, придбавши квоти в рамках EU ETS. ETS не повністю пом'якшив зростання викидів CO₂ через зростання викидів від польотів поза сферою його застосування. У 2020 р. через початок пандемії коронавірусу викиди CO₂ скоротилися на 57%. Якщо мандат ReFuelEU щодо сталого авіаційного палива буде виконано, чисті викиди CO₂ можуть бути приблизно на 50% нижчими у 2050 р., ніж у 2019 р. Передбачається, що електричні та водневі літаки забезпечать додаткове чисте скорочення CO₂ на 5% до 2050 р. та, як очікується, матимуть більший потенціал скорочення викидів після цієї дати [403].

Викиди оксидів азоту (NO_x), а також летких твердих частинок (PM) з 2005 р. зросли ще різкіше, відповідно на 46% і 40%. Викиди оксиду вуглецю (CO), незгорілих вуглеводнів (HC) і нелетких PM також зросли, але меншими темпами (на 4% та 13%). Згідно з базовим сценарієм руху, найбільш оптимістичний сценарій технологій і управління повітряним рухом дозволить у 2050 р. викиди NO_x наблизити до рівня 2019 р. Те саме стосується викидів CO та летких PM, тоді як викиди незгорілих вуглеводнів та нелетких PM можуть зменшитися протягом 2019-2050 рр. (рис. 8) [403].

У 2019 р. міжміські рейси (понад 4000 км) і реактивні літаки з двома проходами становили приблизно 6% вильотів і половину всіх викидів CO₂ і NO_x, тоді як рейси всередині ЄС+ЄАВТ становили 77% рейсів і 39 % викидів CO₂.

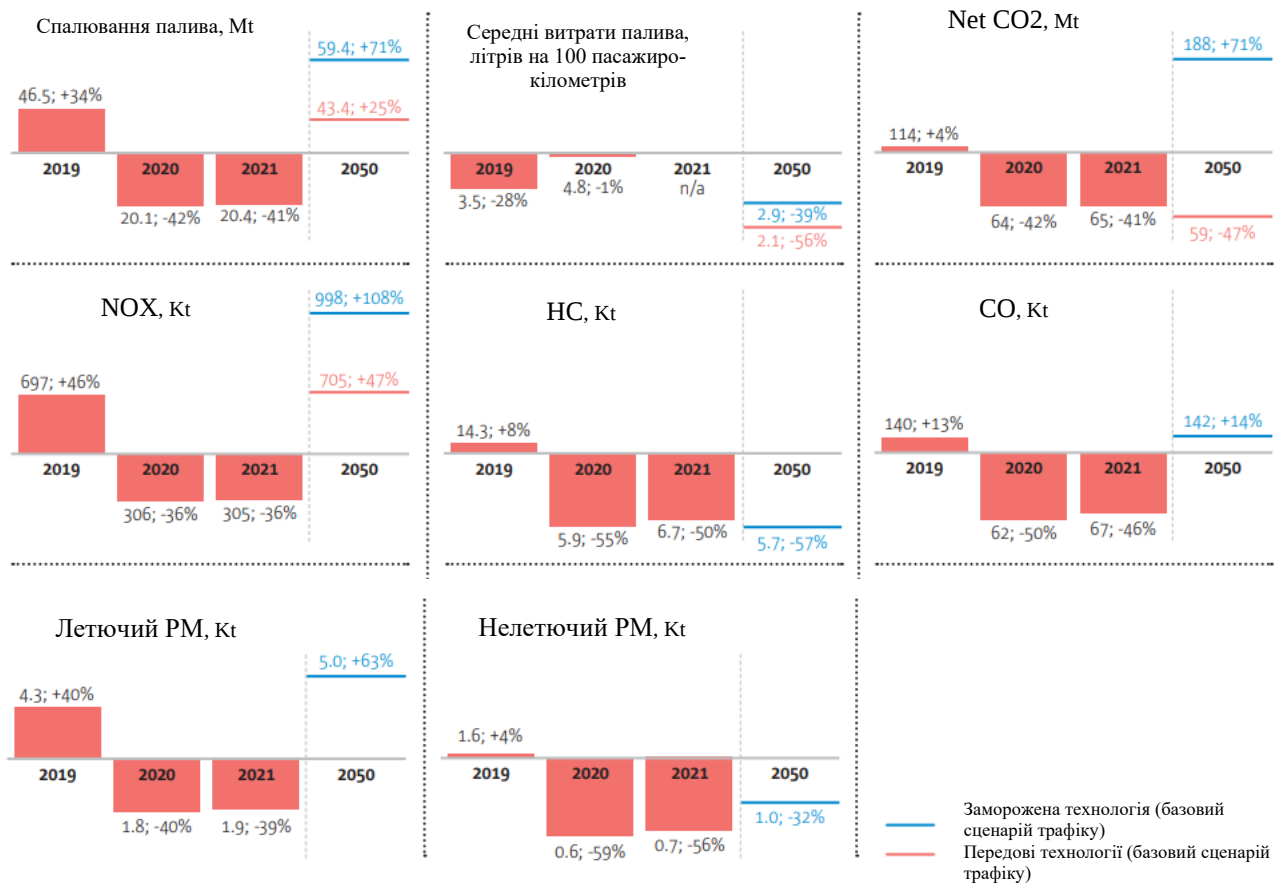


Рисунок 8 - Зведені показники викидів під час польоту протягом 2019-2021 рр. та прогноз на 2050 р., зміна у % порівняно з 2005 р. [403]

Таким чином, обсяги перевезень як пасажирів, так і вантажів продовжують зростати на європейському ринку. При цьому, спостерігаються позитивні тенденції у напрямку зниження негативних наслідків діяльності авіаційного сектору на навколишнє середовище.

Ринкові заходи спрямовані на зниження негативного впливу авіації на клімат за межами того, що досягається технологіями, експлуатаційними заходами та сталим авіаційним паливом, а також стимулюють такі заходи. Ринкові заходи доповнюють інші заходи щодо подолання впливу авіаційного сектору на зміну клімату. Тому пропонуємо розглянути два види таких заходів, а саме Системи торгівлі викидами ЄС (ETS) і Схеми компенсації та скорочення викидів вуглекислого газу для міжнародної авіації (CORSIA) ІКАО, а також деякі ідеї щодо нових інструментів ціноутворення на вуглець та міжнародне співробітництво [403].

Система торгівлі викидами ЄС (EU ETS) є наріжним каменем політики ЄС щодо боротьби зі зміною клімату. Через включення багатьох економічних секторів (наприклад, електроенергетика, тепло, обробна промисловість, авіація) ця система обмежень і торгівлі стимулює скорочення викидів CO₂ у кожному секторі або через торгівлю квотами з іншими секторами економіки, де витрати на скорочення викидів нижчі [403].

У 2008 р. ЄС вирішив включити авіаційну діяльність до EU ETS, і, таким чином, вона підпадає під дію цілі ЄС щодо скорочення викидів парникових газів щонайменше на 55% до 2030 р. порівняно з 1990 р. [403, 405]. Початковий обсяг EU ETS охоплює всі рейси, що прибувають до аеропортів Європейської економічної зони (ЄЕЗ) або відправляються з них. Однак рейси до та з аеропортів у країнах, що не входять до ЄЕЗ, або в найвіддаленіших регіонах згодом були виключені до кінця 2023 р. [403]. Це виключення сприяло переговорам щодо глобальних ринкових показників викидів міжнародної авіації в Міжнародній організації цивільної авіації (ICAO) [404].

Дозволяється пов'язувати EU ETS з іншими системами торгівлі викидами за умови, що ці системи є сумісними, обов'язковими та мають абсолютне обмеження викидів. Наприклад, угода про об'єднання систем ЄС і Швейцарії набула чинності 1 січня 2020 р. [408]. Відповідно, польоти з території ЄЕЗ до Швейцарії підпадають під дію EU ETS, а рейси зі Швейцарії до зони ЄЕЗ підпадають під Swiss ETS [406]. Дозволи з обох систем можуть бути використані для компенсації викидів, що відбуваються в будь-якій системі.

EU ETS Support Facility продовжує надавати 26 державам доступ до даних, пов'язаних із ETS, а також даних про трафік і викиди для понад 300 операторів повітряних суден [403].

У липні 2021 р. Європейська комісія прийняла законодавчий пакет «Придатний для 55», щоб зробити кліматичну, енергетичну, транспортну та податкову політику ЄС придатною для досягнення мети скорочення викидів парникових газів до 2030 р. [403]. Це включало запропоновані поправки до Директиви EU ETS для авіаційної діяльності, які охоплювали:

- консолідація загальної кількості авіаційних надбавок на поточних рівнях;
- застосування вищого лінійного коефіцієнта зниження 4,2% на рік до авіалімітів замість поточних 2,2%;
- поступова відмова від безкоштовного розподілу авіаційних надбавок ЄС (EUAAs) операторам повітряних суден до 2027 р.;
- продовження застосування EU ETS всередині ЄЄЗ, а також польотів до Швейцарії та Великобританії;
- відповідне впровадження CORSIA для рейсів за межі ЄЄЗ;
- забезпечення однакового ставлення до авіакомпаній на однакових маршрутах щодо їхніх зобов'язань та економічного впливу [407].

Початкове обмеження для авіації в EU ETS базувалося на середніх викидах між 2004 р. і 2006 р. від польотів у початковій сфері застосування ETS, що становить 221,4 млн т (Mt) CO₂ на рік. Ліміт для авіаційної діяльності на третьому етапі ETS (2013-2020 рр.) становить 95% початкового ліміту, скоригованого з урахуванням зміни сфери застосування. Хоча оператори повітряних суден можуть використовувати авіаційні дозволи ЄС (EUAAs), а також дозволи ЄС (EUA) від стаціонарних секторів, стаціонарним установкам не дозволяється використовувати EUAAs. Крім того, оператори повітряних суден мали право використовувати сертифіковані кредити на скорочення викидів (CER) до максимум 1,5% своїх перевірених викидів. У 2019 р. було повідомлено, що 611 операторів повітряних суден мають план моніторингу (на 7% менше, ніж у 2018 р.), з яких 308 були комерційними та 303 некомерційними [403].

Оператори повітряних суден зобов'язані щороку звітувати про перевірені дані про викиди від польотів, які охоплюються схемою. Як показано на рис. 9, загальні верифіковані викиди CO₂ від авіації, на яку поширюється EU ETS, зросли з 53,5 млн т у 2013 р. до 68,2 млн т. у 2019 р. Це означає середнє збільшення викидів CO₂ на 4,15% на рік. Через вплив пандемії COVID-19 на міжнародну авіацію ця цифра впала до 24,9 млн т у 2020 р., що на 63,5% нижче рівня 2019 р. Починаючи з 2013 р., річний обсяг випущених EUAAs становить

близько 38,3 млн т, з яких близько 15% було продано на аукціоні Штатами, тоді як 85% були розподілені безкоштовно. Закупівля EUA авіаційним сектором для перевищення авіаційного обмеження зросла з 21,4 млн т у 2013 р. до 32,5 млн. т у 2019 р., сприяючи, таким чином, скороченню приблизно на 159 млн т викидів CO₂ з інших секторів за цей період. В результаті пандемії COVID-19 верифіковані викиди в 24,9 Мт у 2020 р. вперше були нижчими за вільно розподілені квоти [403, 409].

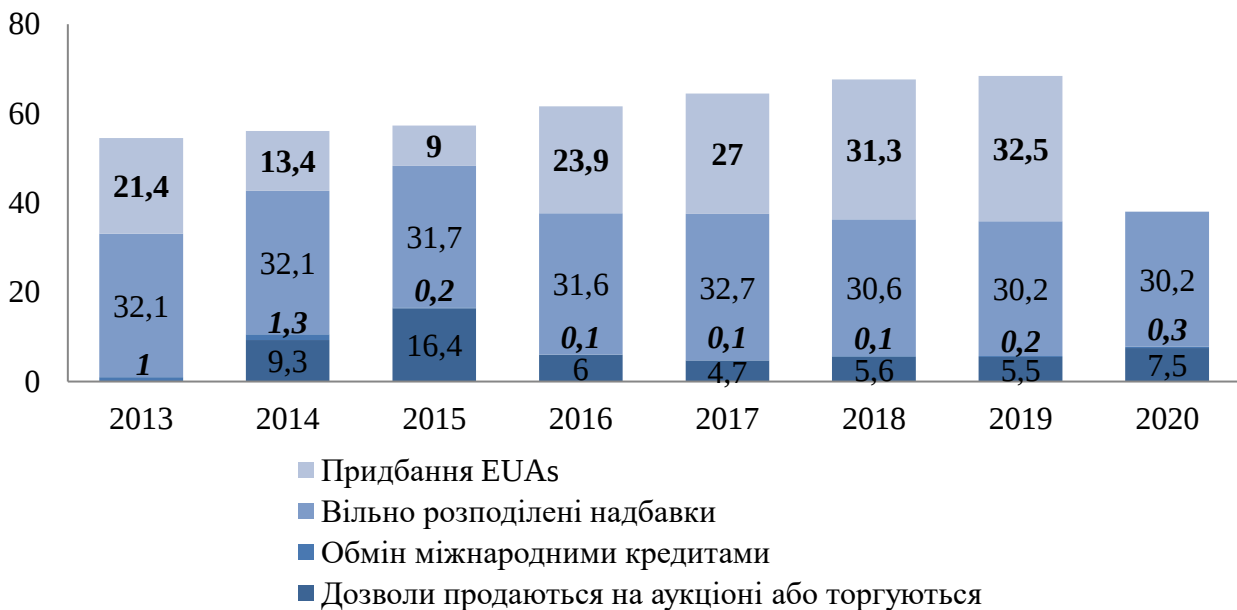


Рисунок 9 - Авіаційні викиди CO₂ відповідно до EU ETS протягом 2013-2020 рр., млн т*

*Побудовано авторами за даними [403, 409]

Як показано на рис. 10, середньорічна ціна ЄС на викиди вуглецю коливалася від 4 до 25 євро за тонну CO₂ протягом 2013-2020 рр.

Відповідно, загальні витрати операторів повітряних суден, пов'язані з придбанням надбавок ЄС (EUA), зросли з приблизно 84 млн євро в 2013 р. до приблизно 955 млн євро в 2019 р. За оцінками, у 2019 р. витрати на ETS становили близько 1,5% загальних операційних витрат. для операторів повітряних суден на польотах у межах ЄС ETS [403, 410].

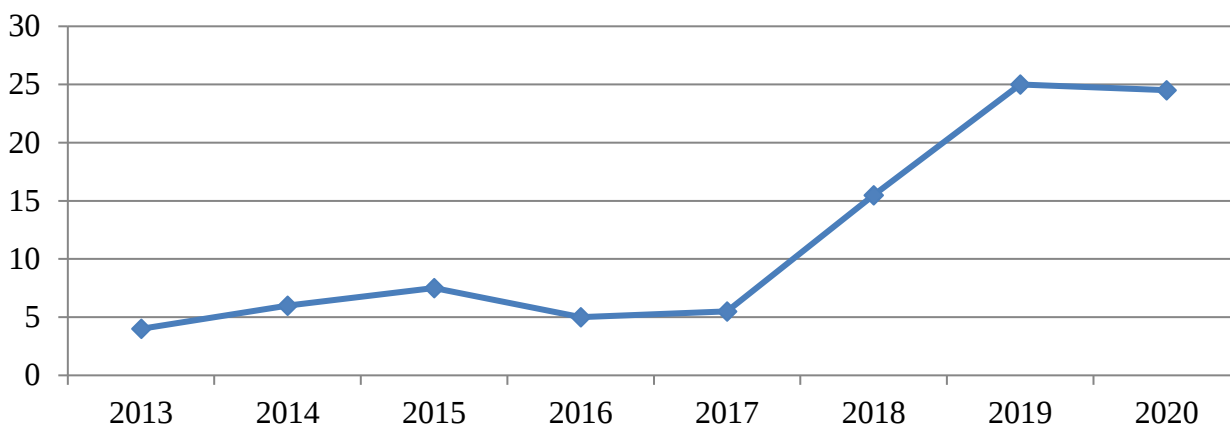


Рисунок 10 - Середньорічні ціни EU ETS на викиди вуглецю протягом 2013-2020 рр., євро за тону CO₂*

*Побудовано авторами за даними [403, 410]

39-та Генеральна асамблея ICAO у жовтні 2016 р. підтвердила бажану мету 2013 р. щодо стабілізації викидів CO₂ від міжнародної авіації. У світлі цього держави ІКАО прийняли резолюцію А39-3, яка запровадила глобальний ринковий захід під назвою «Схема компенсації та скорочення викидів вуглецю для міжнародної авіації» (CORSIA) [403].

У червні 2018 р. Рада ICAO схвалила відповідні Стандарти та рекомендовану практику (SARPS) для впровадження CORSIA, які включені до Додатку 16 ICAO, том IV до Чиказької конвенції. Договірним державам ICAO необхідно прийняти необхідні національні закони для виконання положень CORSIA SARPS [403].

Відповідно до «Братиславської декларації», підписаної 3 вересня 2016 р., та після прийняття CORSIA SARPS Радою ICAO, держави-члени ЄС та інші держави-члени Європейської конференції цивільної авіації (ECAC) повідомили ICAO про свій намір добровільно брати участь у компенсації CORSIA з початку пілотної фази у 2021 р. за умови дотримання певних умов, зокрема щодо екологічної цілісності схеми та глобальної участі. Реалізація правил моніторингу, звітності та верифікації CORSIA в ЄС здійснюється через відповідні Регламенти ETS [403].

CORSIA працює на основі маршрутного підходу і застосовується до міжнародних рейсів, тобто рейсів між двома державами ICAO. На маршрут поширюються вимоги щодо компенсації CORSIA, якщо в схемі беруть участь і держава відправлення, і держава призначення, і вони застосовуються до всіх експлуатантів літаків (тобто незалежно від керуючої держави) на маршруті.

Усі оператори літаків, які здійснюють міжнародні рейси та щорічно викидають CO₂ понад 10 тис. т від літаків із максимальною злітною масою понад 5700 кг, зобов'язані проводити моніторинг, перевірку та звітувати про свої викиди CO₂ на щорічній основі з 2019 р. Середні викиди CO₂ повідомлені протягом 2019-2020 рр. є базовою лінією для вуглецево-нейтрального зростання з 2020 р., тому авіаційний сектор повинен компенсувати будь-які міжнародні викиди CO₂ вище цього рівня [403].

CORSIA включає три етапи впровадження, а саме:

1 етап – пілотний (2021-2023 рр.) – участь держав є добровільною;

2 етап – перший етап (2024-2026 рр.) – участь держав є добровільною;

3 етап – другий етап (2027-2035 рр.) – з 2027 р. включаються всі держави, частка яких у 2018 р. в міжнародній авіаційній діяльності перевищувала 0,5% від загальної діяльності або чия сукупна частка сягала 90% від загальної діяльності. Найменш розвинені країни, малі острівні держави, що розвиваються, і країни, що не мають виходу до моря, звільняються від оподаткування, якщо вони не згодні добровільно взяти участь [403].

Під час пілотного та першого етапів вимоги до компенсації будуть застосовуватися лише до рейсів між державами, які добровільно погодилися брати участь у компенсації CORSIA [403]. Станом на 1 січня 2022 р. добровільно зголосилися 107 держав, що на 19 більше ніж у 2021 р., зокрема: США, Канада, Мексика, Великобританія, країни ЄС, Казахстан, Туреччина, Нова Зеландія, Австралія, Японія, Саудівська Аравія, Україна, Мадагаскар та інші [411]. Другий етап застосовується до всіх Договірних держав ІКАО за певними винятками [403].

У червні 2020 р. Рада ICAO вирішила, що базовою лінією під час пілотної фази CORSIA (2021-2023 рр.) будуть викиди лише 2019 р. Це рішення було прийнято, щоб захистити авіаційну галузь від неадекватного економічного тягаря внаслідок неочікуваного нижчого базового рівня, спричиненого пандемією COVID-19, яка спричинила зниження авіаційних викидів приблизно на 56% у 2020 р. порівняно з 2019 р. [403].

Міжнародні рейси в рамках CORSIA приписуються оператору літака, і кожен оператор приписується керуючій державі, якій він повинен подати план моніторингу викидів. З 1 січня 2019 р. експлуатант літака зобов'язаний звітувати про свої річні викиди CO₂ державі, до якої він відноситься, незалежно від того, чи має він зобов'язання щодо компенсації. Починаючи з 1 січня 2021 р., держава розраховуватиме щорічні компенсаційні вимоги для кожного оператора, який був приписаний йому, шляхом множення викидів CO₂ оператора, які покриваються компенсаційними зобов'язаннями CORSIA, на коефіцієнт зростання. Для 2021-2029 рр. фактор зростання представляє відсоток зростання міжнародних викидів CO₂ в авіаційному секторі за певний рік порівняно з базовими викидами в секторі [403].

Наприкінці 3-річного періоду відповідності оператор літака повинен виконати свої компенсаційні вимоги, придбавши та скасувавши сертифіковані допустимі CORSIA одиниці викидів. Кожна одиниця викидів являє собою тону скорочених або уникнутих викидів CO₂ порівняно зі сценарієм без прийнятої одиниці викидів CORSIA. Щоб забезпечити екологічну достовірність компенсаційних кредитів, що використовуються в рамках CORSIA, одиниці викидів повинні відповідати Критеріям одиниць викидів, схваленим Радою ICAO. Оператори літаків також можуть зменшити свої вимоги до компенсації, використовуючи додатне CORSIA паливо, яке відповідає критеріям екологічності CORSIA, пропорційно їх економії CO₂ протягом життєвого циклу, що перевищує мінімальний поріг у 10% [403].

ICAO заснувала Технічний консультативний орган (ТАВ) для проведення оцінки програм одиниць викидів відповідно до затверджених критеріїв одиниць

викидів і надання рекомендацій щодо їх використання в рамках CORSIA. На сьогоднішній день Рада ICAO схвалила вісім програм одиниць викидів для постачання допустимих одиниць викидів CORSIA [403].

Якщо порівнювати EU ETS та CORSIA, то, варто зауважити, що EU ETS – це система обмежень і торгівлі, яка встановлює обмеження на кількість виданих квот на викиди, і таким чином обмежує загальний обсяг викидів у секторах (у тому числі авіаційному), охоплених системою. Загальна кількість дозволів на викиди обмежена та з часом зменшується, що спонукає операторів, яким потрібні додаткові дозволи, купувати їх на ринку в інших секторах системи. Це забезпечує досягнення мети абсолютного зниження рівня викидів CO₂ на рівні системи. Таким чином, очікується, що така система обмежень і торгівлі призведе до скорочення викидів на 61% до 2030 р. порівняно з рівнями 2005 р. для секторів, охоплених EU ETS. Попит і пропозиція на квоти встановлюють їх ціну згідно з ETS, і чим вища ціна, тим вищий стимул скорочувати викиди, щоб уникнути необхідності купувати квоти [403].

У той же час, ICAO CORSIA – це компенсаційна схема з ціллю вуглецево-нейтрального зростання, спрямована на те, щоб викиди CO₂ від міжнародної авіації не перевищували рівні 2020 р. З цією метою оператори літаків повинні будуть придбати компенсаційні кредити для компенсації викидів, що перевищують базову лінію CORSIA, або використовувати прийнятне паливо CORSIA [412].

І EU ETS, і CORSIA включають схожі системи моніторингу, звітності та верифікації (MRV), які спрямовані на те, щоб зібрана інформація про викиди CO₂ була надійною. Необхідна інформація про CO₂ збиратиметься щорічно та повідомлятиметься авіакомпаніями їхнім компетентним органам за допомогою узгоджених шаблонів. Верифікатор має бути незалежним від авіакомпанії, дотримуватись міжнародних стандартів у своїй роботі та бути акредитованим національним органом з акредитації [403].

Варто зауважити, що міжнародне співробітництво та заходи з розбудови потенціалу є ключовим елементом у досягненні сталого авіаційного сектору в

Європі та в усьому світі. Кілька ініціатив ЄС, якими керує EASA від імені Європейської Комісії, були запуснені в різних регіонах з метою підтримки держав у діяльності з авіаційного захисту навколишнього середовища. Дві основні поточні ініціативи CORSIA з розбудови потенціалу включають проект ЄС і Південно-Східної Азії «Співпраця щодо пом'якшення впливу цивільної авіації на зміну клімату» вартістю 4 млн євро, запуснений у 2019 р., і «Проект з розбудови потенціалу для пом'якшення викидів CO₂» вартістю 5 млн євро у регіоні Африки та Карибського басейну, запуснений у 2020 р. Різноманітні проекти авіаційного партнерства ЄС, що охоплюють регіони Латинської Америки, Південної Азії та Північної Азії, також включають екологічні компоненти [403].

Загальною метою цих проектів є посилення партнерства між ЄС та державами-партнерами у сферах захисту навколишнього середовища цивільної авіації та зміни клімату, а також досягнення довготривалих результатів після завершення проектів. Конкретними цілями проектів CORSIA є підтримка політичного діалогу з державами-партнерами щодо зменшення викидів парникових газів від цивільної авіації та надання можливості державам-партнерам запровадити CORSIA відповідно до узгодженого міжнародного графіку. Це включає розгляд якнайшвидшого приєднання до етапу добровільного взаємозаліку, який розпочався у 2021 р. Результати цієї минулої та поточної міжнародної співпраці та діяльності з розбудови потенціалу були позитивними для досягнення вищезазначених цілей [403].

На додаток до EU ETS і CORSIA, існує кілька ініціатив щодо ціноутворення на викиди вуглецю, які впроваджуються або плануються і мають відношення до авіаційного сектора. Останніми роками кілька авіакомпаній запровадили добровільні компенсаційні ініціативи, спрямовані на часткову або повну компенсацію тих викидів CO₂, спричинених їхньою діяльністю, які не зменшуються внутрішньогалузевими заходами. Такі добровільні ініціативи мають потенціал для сприяння більш стійкому авіаційному сектору, якщо припустити, що інвестиції будуть спрямовані на високоякісні компенсаційні

кредити. Однак на цьому нерегульованому ринку була певна критика щодо якості офсетних кредитів [413].

Щоб спрямувати інвестиції на стійкі проекти та діяльність, ЄС також запровадив систему класифікації, або «таксономію» [414]. Очікується, що ця таксономія відіграватиме важливу роль у збільшенні сталого інвестування та реалізації Європейської зеленої угоди, надаючи компаніям, інвесторам і політикам визначення того, які види економічної діяльності можна вважати екологічно сталими. Наразі розробляються технічні критерії перевірки авіаційної діяльності, яка підпадає під таксономію сталого інвестування, і планується [403].

Авіаційне паливо наразі звільнено від оподаткування відповідно до Директиви ЄС про оподаткування енергетики. Держави-члени ЄС теоретично могли б оподатковувати паливо на двосторонній основі, хоча наразі жодна з них не робить цього [415]. У рамках законодавчого пакету «Придатний для 55» Європейська комісія запропонувала запровадити мінімальні ставки оподаткування, які заохочуватимуть перехід на екологічні види палива, а також на більш економічні літаки [416]. Згідно з пропозицією, податок на авіаційне паливо на основі викопного палива буде запроваджуватися поступово з 2023 р. до досягнення кінцевої мінімальної ставки 10,75 євро/гігаджоуль (приблизно 0,38 євро за літр порівняно із середньою ціною авіаційного палива у 2021 р. 0,46 євро за літр) після десятирічного перехідного періоду [417]. Для порівняння, екологічне авіаційне паливо матиме нульову ставку податку протягом цього самого періоду, а після цього матиме вигоду від значно нижчої мінімальної ставки податку [403].

Отже, основними інструментами політики ринкової підтримки авіаційного сектору ЄС є Система торгівлі викидами ЄС (ETS), Схеми компенсації та скорочення викидів вуглекислого газу для міжнародної авіації (CORSIA) ІКАО, нові інструменти ціноутворення на вуглець та міжнародне співробітництво. При цьому, країни усього світу долучаються до запропонованих ІКАО інструментів зменшення впливу цивільної авіації на навколишнє середовище. У свою чергу, ЄС посилює міжнародну співпрацю в даному напрямку.

Для сучасного етапу розвитку європейського ринку авіаційних перевезень є важливим визначення основних впливів авіації на навколишнє середовище, а саме щодо шуму, якості повітря та зміни клімату. Надійні знання з цих питань мають вирішальне значення як основа для обґрунтування оцінок та рішень, що приймаються при розробці державної політики в даному секторі.

Першим викликом для авіаційного сектору ЄС є зниження впливу авіаційного шуму на навколишнє середовище. Це пов'язано з тим, що авіаційний шум впливає на здоров'я та добробут мільйонів людей у Європі, особливо це стосується тих, хто живе в житлових кварталах поблизу аеропортів. Ці наслідки можуть мати форму стресу, спричиненого роздратуванням, порушеннями сну, серцевими захворюваннями, передчасною смертю внаслідок ішемічної хвороби серця та навіть порушеннями навчання у дітей. Щоб пом'якшити ці несприятливі наслідки, ВООЗ рекомендує знизити рівень шуму літаків для Європейського регіону до $L_{den} 45 \text{ dB}$ і $L_{night} 40 \text{ dB}$. Хоча шум від літаків впливає на набагато менше людей, ніж шум автомобільного чи залізничного транспорту, він все ще є важливим джерело шуму, оскільки вважається більш дратуючим, ніж шум від дороги чи залізниці [403].

Оцінки вищезазначених впливів, згідно з даними, наданими державами-членами ЄС відповідно до Директиви щодо шуму в навколишньому середовищі (END), наступні: сильне роздратування (потерпають 972,6 тис. осіб), сильні порушення сну (229,9 тис. осіб), серцеві захворювання (700 осіб), передчасна смертність (200 осіб), когнітивні порушення у дітей (10,3 тис. осіб) [419]. Дані також вказують на те, що приблизно 3,6 млн людей у країнах ЄС-27 та ЄАВТ (0,8% від загального населення) піддаються впливу $L_{den} 55 \text{ dB}$ або вище протягом дня, вечора та ночі, а 1,2 млн осіб – $L_{night} 50 \text{ dB}$ або вище в нічний час [403].

Другим викликом для авіаційного сектору ЄС є забезпечити відповідну якість повітря, оскільки забруднення повітря впливає на здоров'я європейського населення, особливо в містах. Найбільшими забруднювачами повітря є тверді частинки (PM), оксиди азоту (NO_x) і приземний озон (O₃). Незважаючи на

загальне зниження викидів і покращення в цілому, викиди забруднювачів повітря від авіації зросли в ЄС. Важливим є те, що Директива ЄС щодо якості навколишнього повітря містить нормативні обмеження для концентрацій РМ, NO₂, O₃ і діоксиду сірки (SO₂) в повітрі [403].

Хоча основним джерелом забруднення повітря на околицях аеропортів є експлуатація літаків, на якість повітря також впливає наземне допоміжне обладнання, наземний автомобільний транспорт та вироблення енергії на території аеропорту. Авіаційні двигуни виробляють викиди, аналогічні викидам інших джерел спалювання викопного палива, найбільш значними з яких є оксиди азоту (NOX), тверді частинки (PM), леткі органічні сполуки (VOCs), діоксид сірки (SO₂), окис вуглецю (CO) та незгорілі вуглеводні (HC) [403].

Ще одним викликом для авіаційного сектору ЄС є його негативний вплив на зміну клімату. Викиди вуглекислого газу (CO₂) виникають внаслідок спалювання викопного палива. Викиди CO₂ можуть залишатися в атмосфері протягом сотень і тисяч років, тому саме кумулятивні викиди мають значення, оскільки вони накопичуються в атмосфері, тим самим збільшуючи концентрацію CO₂ [403]. Хоча галузева частка авіації у глобальній емісії CO₂ залишається на рівні близько 2,5% у річному вираженні, як глобальна емісія, так і авіаційна емісія різко зросли останніми роками (рис. 11), при цьому 47% глобальної авіаційної емісії CO₂ – з 2000 р. [420].

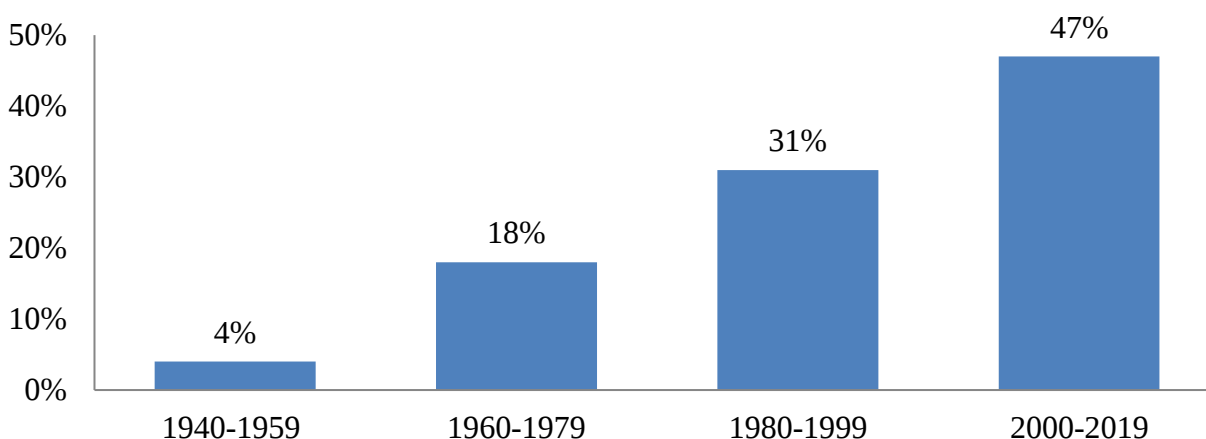


Рисунок 11 - Частка річних викидів CO₂ від авіації протягом 1940-2019 рр., %*

*Побудовано авторами за даними [403]

У недавньому дослідженні розглядався сценарій, за якого глобальні викиди CO₂ в авіації скорочувалися на 2,5% щороку протягом 2025-2050 рр., а обсяг повітряного руху скорочувався приблизно до 50% порівняно з рівнями до пандемії COVID-19 (аналогічно повітряному руху влітку 2020 р.). Було зроблено висновок, що наслідки зростання накопичених довгострокових викидів CO₂ і скорочення короткострокових викидів, не пов'язаних з CO₂, будуть врівноважувати один одного, тим самим не призводячи до подальшого збільшення поточного потепління, викликаного авіацією [420]. Таким чином, частка, не пов'язана з викидами CO₂, у загальному впливі авіації на клімат не є постійною і повністю залежить від швидкості зміни викидів CO₂.

Явища, викликані зміною клімату, є відчутним і несуть зростаючі ризики для європейського авіаційного сектора, причому зацікавлені сторони вже відчують на собі їх наслідки у вигляді підвищення температури; зміни у характері дощу, снігу, вітру та штормів; більш часті та тривалі посухи та лісові пожежі; підвищення рівня моря та танення вічної мерзлоти (табл. 1) [403].

Таблиця 1

Ризики зміни клімату для європейської авіації*

Ризики	Ефект клімату	Вплив на авіацію
Підвищення температури	Європа продовжує нагріватися швидше, ніж у середньому у світі. Прогнозоване підвищення середніх та екстремальних температур по всій Європі.	Характеристики літака. Теплові збитки інфраструктурі, обладнанню та вантажу. Сезонні та географічні зміни у структурі туристичного попиту.
Зміни режиму дощу та снігу	Прогнозоване зменшення середньої кількості опадів на півдні, збільшення на півночі. Більш сильні дощі. Загалом менше снігу, але, можливо, сильніші снігопади.	Затримки та скасування польотів. Затоплення аеропортів та під'їзних шляхів. Зміна потреб у прибиранні снігу.
Зміни у характері штормів	До 2050 р. сильні шторми можуть стати менш частими, але інтенсивнішими.	Затримки, зміна маршруту, підвищені витрати палива. Пошкодження терміналів аеропорту та навігаційного обладнання.

Продовження табл. 1

Зміни у характері вітру та ураганів	Зміна сили вітру. Відхилення переважаючого напрямку вітру. Збільшення екстремальної швидкості вітру у Північній та Центральній Європі.	Пошкодження терміналів аеропорту та навігаційного обладнання. Варіативність трансатлантичного часу та маршрутів. Зміни вітру впливають на пропускну спроможність аеропорту.
Більш часті та тривалі посухи	Очікується посилення посухи на півдні. У Західній та Центральній Європі зростання посухи перебуває на середньому рівні.	Зміна ґрунтових умов, просідання. Пошкодження інфраструктури, зокрема, злітно-посадкових смуг та руліжних доріжок. Пил із сухого ґрунту погіршує видимість.
Збільшення частоти та масштабів лісових пожеж	Нині переважно торкається Південної Європи, де, згідно з прогнозами, у майбутньому пожежонебезпека зросте. У більшості європейських регіонів прогнозується розширення пожежонебезпечних територій та збільшення пожежонебезпечних сезонів.	Затримки, зміна маршруту та скасування рейсів через ризик загоряння та задимлення. Вогняні збитки інфраструктурі.
Підвищення рівня моря	Підвищення рівня моря. Невизначеність щодо штормів.	Постійна або тимчасова втрата пропускну спроможності аеропорту, інфраструктури та доступу. Операційний збій.
Танення вічної мерзлоти	Високі гори та Північна Європа (Арктичний регіон). Вічна мерзлота, швидше за все, піддаватиметься все більшому таненню та деградації.	Пошкодження інфраструктури (злітно-посадкові смуги/доріжки та інфраструктура аеропорту). Закриття аеропортів.

*Складено авторами за даними [403]

Згідно з опитуванням зацікавлених сторін ACI World 2020, 53% європейських респондентів, що представляють аеропорти, заявили, що вони вже постраждали від несприятливих погодних умов [421]. Однак у шостому оцінному звіті IPCC 6th Assessment Report of Working Group II щодо впливів, адаптації та вразливості зазначається, що цей сектор все ще перебуває на ранніх стадіях адаптації [422].

До кінця століття, за сценарієм сильного потепління, до 200 аеропортів по всьому ЄС можуть зіткнутися з ризиком затоплення через підвищення рівня моря та екстремальні погодні явища. Більшість із них є невеликими аеропортами з інтенсивністю менше 10 тис. повітряних перевезень на рік. Тим не менш, багато з них важливі зі зв'язків та економічних причин. Необхідно зауважити, що

вартість відхилення та скасування рейсів через одноденне закриття аеропорту через повінь оцінюється приблизно в 3 млн євро для аеропортів середнього розміру та 18 млн євро для великих аеропортів [423, 424].

Крім того, більш високі температури також вплинуть на характеристики літаків, що потенційно призведе до зниження максимальної злітної маси в аеропортах з більш короткими злітно-посадковими смугами [425]. Таким чином, зацікавленим сторонам необхідно й надалі адаптуватися та підвищувати стійкість до цих впливів, інтегруючи міркування, пов'язані зі зміною клімату, у свої процеси планування та майбутні інвестиції [403].

Таким чином, необхідно усунути прогалини у знаннях у розумінні зв'язків між довгостроковою зміною клімату та ризиками для авіаційного сектора, щоб забезпечити обґрунтування послідовної стратегії та прийняття короткострокових рішень. Цьому може сприяти тісніша координація у межах всього сектора [403].

Безпека є ключовим елементом культури авіаційного сектора, і цей принцип знаходить свій відбиток на всіх рівнях. Усі зацікавлені сторони поділяють та підтримують основні переконання, цінності та правила авіаційної безпеки – як офіційно закріплені, так і негласні – і вважають їх найважливішою запорукою успішного та ефективного ведення бізнесу.

У рамках концепції «Зелений пакт для Європи» ці основоположні принципи необхідно застосовувати до всієї стратегії захисту довкілля, щоб забезпечити життєздатність галузі у довгостроковій перспективі [403].

Агентством з авіаційної безпеки ЄС (EASA) за підтримки Європейського агентства з навколишнього середовища (EEA) були розроблені рекомендації, які спрямовані на підвищення рівня захисту навколишнього середовища у сфері цивільної авіації та на допомогу ЄС для забезпечення вкладу авіаційного сектора у досягнення цілей Зеленого пакту для Європи за допомогою ефективної співпраці, зобов'язань та перевірки [403]. Ці рекомендації передбачають наступні напрямки розвитку авіаційного сектору ЄС (рис. 3.1).

По-перше, підтримка досягнень європейських екологічних цілей, а саме:

1. Встановити довгострокові шляхи зниження шуму та викидів, а також перспективні цілі для європейської авіації з точки зору внутрішньогалузевих (наприклад, технології, операції, паливо) та позагалузевих (наприклад, ринкових) заходів щодо пом'якшення наслідків, тобто:

➤ Підтримка цілей «Зеленого пакту для Європи»:

- скорочення чистих викидів парникових газів у масштабах усієї економіки не менше ніж на 55% до 2030 р. порівняно з рівнем 1990 р. та досягнення кліматичної нейтральності до 2050 р.;

- скорочення викидів парникових газів, пов'язаних із транспортом, на 90% до 2050 р. порівняно з рівнем 1990 р.;

- зменшення частки людей, які зазнають хронічного занепокоєння через транспортний шум, на 30% до 2030 р. порівняно з 2017 р.;

- поліпшення якості повітря для досягнення 55% скорочення кількості передчасних смертей, викликаних забрудненням повітря, до 2030 р. порівняно з 2005 р., у тому числі поблизу аеропортів, за рахунок скорочення викидів забруднюючих речовин від літаків та роботи аеропортів [403].

➤ Посилення зобов'язань авіаційного сектора щодо планування необхідних інвестицій для переходу до стійкої та кліматично нейтральної економіки [403].

2. Доповнити інформацію, що лежить в основі EAER, та забезпечити надійну систему моніторингу ЄС екологічних показників європейського авіаційного сектора на підтримку реалізації законодавства ЄС та його цілей, а також допомогти у верифікації досягнення цих цілей. Це передбачає необхідність у розширенні наборів даних та аналітичних можливостей для забезпечення об'єктивного, всебічного, прозорого та точного контролю над фактичним та прогнозованим прогресом у досягненні цілей [403].

По-друге, інтеграція ефективних екологічних заходів до європейської системи управління повітряним рухом, а саме:

1. Підвищити ефективність впровадження ініціативи SES («Єдине небо Європи») через мережевий менеджмент, аеронавігаційні сервіси (АНС),

аеропорти та інших постачальників послуг із перспективою створення умов та стимулювання користувачами повітряного простору використання «зелених» траєкторій польотів. А також, стимулювати просування міжнародних рішень та мінімізацію мережевих обмежень.

2. Подальше вивчення економічних стимулів, які сприяють більшій ефективності та покращенню екологічних показників користувачів повітряного простору, таких як загальні одиничні тарифи та модуляція плати за аеронавігаційне обслуговування [403].

3. Розробка екологічних індикаторів для кращого відображення екологічної ефективності ANSPs за умови впровадження схеми SES, а також інших зацікавлених сторін.

По-третє, розширення поставок та збільшення використання екологічно перспективного авіаційного палива (SAF), а саме:

1. Вивчити можливість створення довгострокової узгодженої структури підтримки для забезпечення успішного впровадження нових способів виробництва в Європі SAF із високим потенціалом скорочення викидів, тобто:

➤ створення Клірингової палати ЄС для підтримки виробників SAF у процесі допуску палива та вивчення паливного стандарту ЄС для забезпечення надійних процесів сертифікації, що підтримують цілі захисту навколишнього середовища;

➤ підтримка допусків паливних сумішей з підвищеним вмістом SAF (до 100%) на основі різноманітної вихідної сировини. Різні типи SAF можуть підтримувати різні сегменти авіаційного ринку у середньостроковій перспективі [403].

2. Розглянути можливість використання Інноваційного фонду EU ETS для підтримки інвестицій з високою часткою ризику у виробництві SAF та інших механізмів, що стимулюють використання SAF.

По-четверте, просування досліджень та визначення рішень, спрямованих на боротьбу з впливом на довкілля та клімат, а також на підвищення стійкості до зміни клімату, оскільки авіаційний сектор є ключовим вразливим сектором

економіки, який знаходиться лише на ранній стадії адаптації до зміни клімату, а саме:

1. Координація та поглиблення розуміння небезпек та ризиків для авіаційного сектора, пов'язаних з впливом клімату та екстремальними погодними явищами.

2. Інтеграція факторів адаптації та стійкості до зміни клімату в процесі планування, здійснення майбутніх інвестицій та застосування критеріїв, що використовуються при розробці дизайну та критичної інфраструктури [403].

3. Координувати та проводити подальші дослідження загального впливу авіації на клімат, включаючи викиди відмінних від CO₂ газів та утворення інверсійного сліду, для зменшення наукової невизначеності та отримання інформації для вживання економічно ефективних заходів, тобто:

➤ визначення та застосування безпрограшних рішень, що знижують викиди як CO₂, так і відмінних від CO₂ газів, і, при необхідності, оцінка співвідношення переваг та недоліків заходів щодо пом'якшення наслідків за допомогою надійної оціночної методології, щоб забезпечити загальне зниження впливу авіації на клімат та якість повітря (наприклад, зміна технічних характеристик палива, таких як зниження вмісту ароматичних сполук та/або сірки, «зелені» траєкторії польотів та використання екологічно перспективного авіаційного палива).

4. Прискорити розробку та впровадження технологічних рішень та рішень з управління повітряним рухом у співпраці з ключовими партнерами для покращення екологічних показників європейського та світового повітряного флоту [403].

По-п'яте, стимулювання технологічних інновацій шляхом постійного міжнародного співробітництва у сфері регулятивних норм, а саме:

1. Оцінити вплив на навколишнє середовище нових ринкових сегментів (наприклад, дронів, систем міської аеромобільності, надзвуку), та розробити стандарти сертифікації, що забезпечують єдиний високий рівень захисту довкілля, що полегшує їх інтеграцію до авіаційної системи.

2. Розробити на основі останніх даних суворіші нормативні обмеження для існуючих стандартів екологічної сертифікації ІКАО, які є технологічно здійсненними, економічно обґрунтованими та екологічно вигідними [403].

По-шосте, сприяння екологізації роботи та інфраструктури аеропортів, а саме:

1. Підтримувати актуальність планів переходу на високоточну навігацію (PBN) та повністю реалізувати їх відповідно до дат застосування Регламенту ЄС 2018/1048 про встановлення вимог щодо використання повітряного простору та процедур дій, що стосуються PBN. Тобто необхідна оцінка та оптимізація екологічних вигод (щодо шуму та викидів) від впровадження PBN у процесі підготовки планів переходу.

2. Стимулювати та створювати умови для розробки та впровадження необхідної екологізації інфраструктури та роботи аеропортів (наприклад, стандарти постачання SAF/водню/електрики).

3. Просувати плани дій щодо зниження шуму аеропортів, які пом'якшують негативний вплив авіаційного шуму на здоров'я громадян шляхом переходу до рівнів авіаційного шуму, рекомендованих Всесвітньою організацією охорони здоров'я для Європейського регіону [403].

По-сьоме, просування інвестицій та ринкових заходів для підвищення стійкості авіаційного сектору, а саме:

1. Забезпечити екологічну достовірність добровільних та заснованих на дотриманні квот на викиди вуглецю, що використовуються для компенсації чи скорочення викидів в авіаційному секторі.

2. Продовжити прогресуюче включення до ринкових цін витрат, пов'язаних з впливом авіації на навколишнє середовище та клімат.

3. Заохочувати використання таксономії ЄС для стимулювання сталих інвестицій в авіаційний сектор [403].

Навесні 2021 р. п'ять європейських асоціацій, що представляють авіакомпанії, виробників, аеропорти та постачальників повітряних навігаційних послуг, опублікували звіт Destination 2050. Він окреслює дорожню карту для

авіаційного сектору у співпраці з регулюючими органами щодо значної декарбонізації до 2030 р. та досягнення чистих нульових викидів CO₂ до 2050 р., а також зобов'язує сектор: зменшення чистих викидів CO₂ від усіх рейсів у межах ЄС та вильотів з ЄС на 45% у 2030 р. порівняно з гіпотетичним базовим сценарієм; досягнення чистих нульових викидів CO₂ до 2050 р. на всіх рейсах у межах ЄС та вильотів з ЄС [403].

Очікується, що вдосконалення технологій літаків і двигунів включатимуть: літаки з водневими двигунами на маршрутах всередині ЄС з 2035 р.; поступову зміну енергоефективності від нових типів літаків у наступні десять років; оптимізовану дальність і місткість гібридно-електричних літаків. Для цього знадобиться високий рівень технологічної готовності до 2027-2030 рр., нові процедури сертифікації для проривних технологій і прискорене оновлення парку.

Поліпшення в управлінні повітряним рухом і експлуатації повітряних суден можуть бути реалізовані до 2035 р. завдяки впровадженню Єдиного європейського неба, яке рухається до мережево-орієнтованої та цифрової системи, прискоренню інновацій та швидкій декарбонізації наземних операцій.

Очікується, що постачання сталого авіаційного палива (SAF) становитиме 83% від загального споживання палива в 2050 р. Однак, щоб це стало реальністю, необхідно збільшити виробництво та розгортання SAF, одночасно забезпечуючи надійні та прозорі критерії сталості та диверсифіковану і сталу сировинну база. Також необхідно збільшити максимальне співвідношення змішування з 50% до 100%.

Нарешті, ринкові заходи (P3) є вирішальними в короткостроковій перспективі (наприклад, EU ETS, ICAO CORSIA). До 2030 р. P3 відповідатимуть за 27% скорочень CO₂, тоді як до 2050 р., оскільки сектор більше покладається на скорочення всередині сектора, P3 відповідатимуть за 8% скорочень CO₂. До того часу EU ETS має бути посилено, щоб відповідати цілям Паризької угоди, а вуглецеві кредити в рамках CORSIA мають бути найвищої якості [403].

Прогноз до 2050 р. включає три різні сценарії розвитку Європи та європейської авіації в майбутньому (рис. 12). Ці сценарії враховують економічне зростання, цілі сталого розвитку та регулювання, а також пропускну спроможність аеропорту, високошвидкісну залізницю та надходження нових літаків, палива та силової установки. У найбільш ймовірному «базовому» сценарії авіаційні перевезення відновлюються після низьких показників COVID-19, а потім поступово зростають до 12,2 млн рейсів в аеропортах ЄС-27+ЄАВТ до 2050 р., що є історично низьким середньорічним зростанням на 0,9% протягом 2019-2050 рр. Середній річний темп зростання пасажиро-кілометрів протягом 2019-2050 рр. становить -0,3%, 1,1% і 1,7% для сценаріїв низького трафіку, базовий сценарій і сценарій високого трафіку відповідно [403].

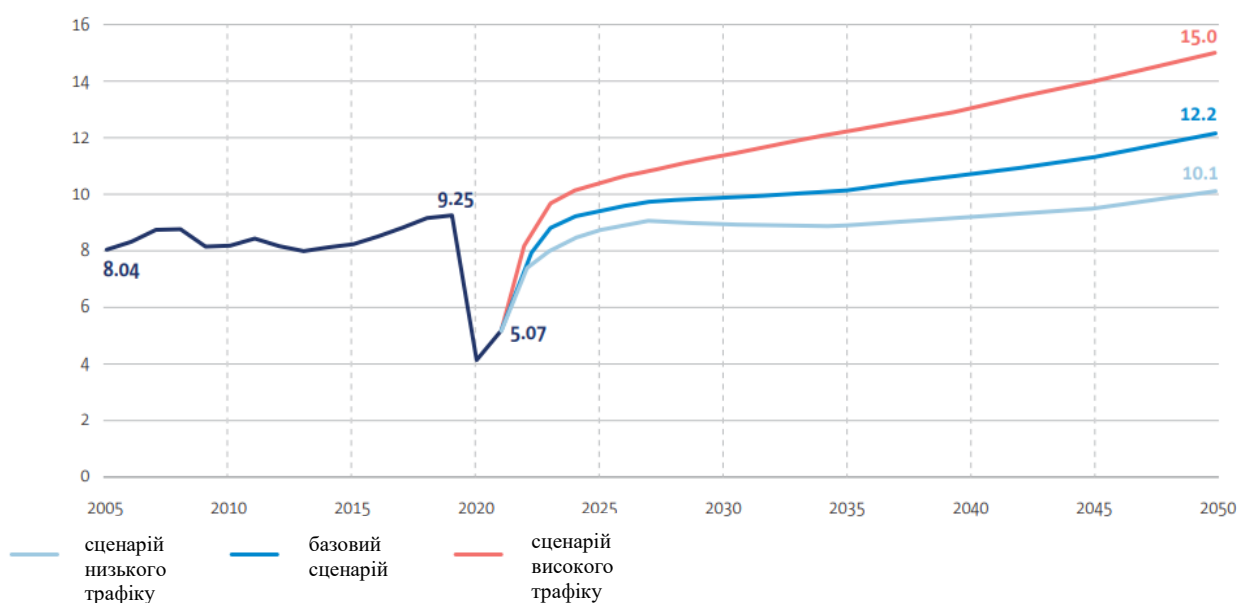


Рисунок 12 - Динаміка кількості рейсів, які прибувають і вилітають в аеропортах ЄС 27+ЄАВТ протягом 2005-2022 рр. та прогноз на 2023-2050 рр., млн [403]

За трьома сценаріями зростання трафіку очікується, що оновлення парку літаків останнього покоління більш тихими літаками призведе до зниження середнього рівня шуму, вимірюваного за допомогою показників L_{den} і L_{night} протягом наступних двох десятиліть (рис. 13). Це в першу чергу пов'язано з

проникненням у флот нових типів реактивних літаків (наприклад, A320neo, Boeing 737MAX), на які припадає більшість енергії шуму при посадці та зльоті. Однак ці показники можуть знову почати зростати в довгостроковій перспективі, якщо виробники не розроблять нові більш тихі типи літаків, щоб компенсувати зростання трафіку [403].

Як бачимо з рис. 13, відповідно до сценарію низького трафіку кількість людей в межах шуму $L_{den} 55 \text{ dB}$ у 2050 р. складатиме в межах 1,44-2,44 млн чол., базового сценарію – 1,09-1,80 млн чол. і сценарію високого трафіку – 0,79-1,29 млн чол. [403].

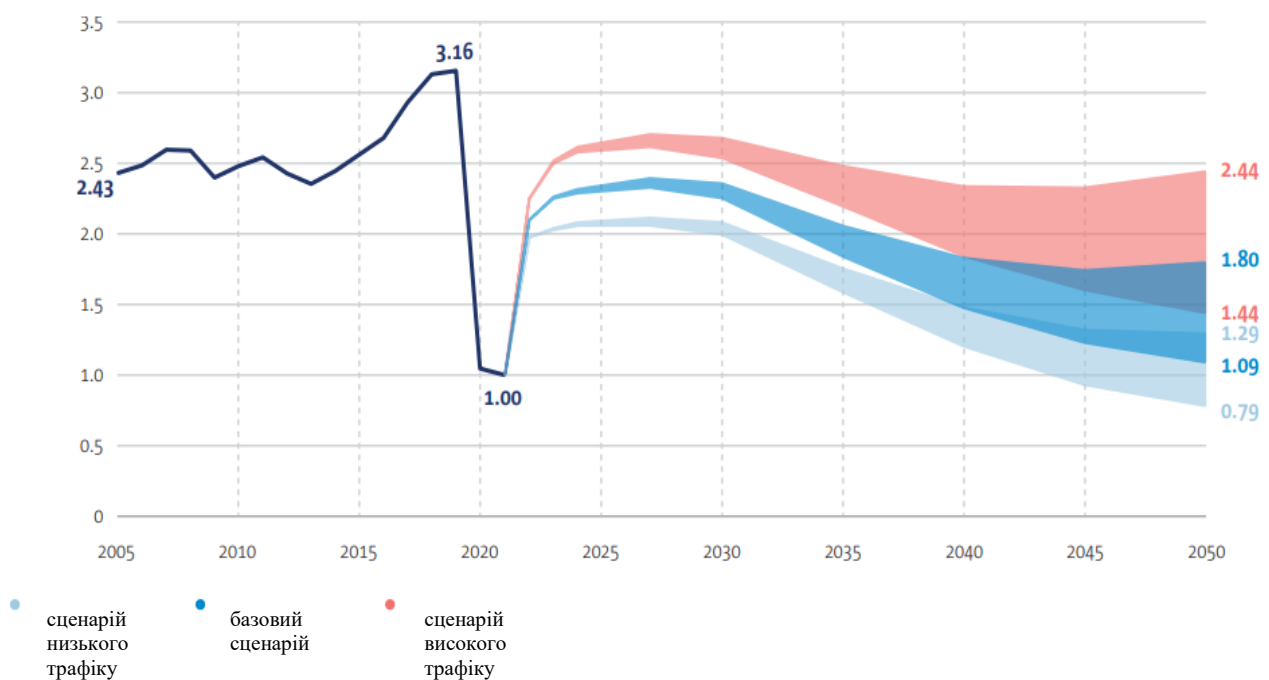


Рисунок 13 - Динаміка кількості людей в межах шуму $L_{den} 55 \text{ dB}$ у 98 великих аеропортах протягом 2005-2022 рр. та прогноз на 2023-2050 рр., млн чол. [403]

На рис. 14 показано тенденції викидів CO_2 під час повного польоту протягом 1990-2022 рр. та майбутні прогнози протягом 2023-2050 рр. за різними сценаріями руху, технологій і управління повітряним рухом.

Як бачимо з рисунку, відповідно до сценарію низького трафіку обсяги повних викидів CO₂ у 2050 р. складатимуть в межах 96-130 млн т, базового сценарію – 137-188 млн т і сценарію високого трафіку – 177-245 млн т [403].

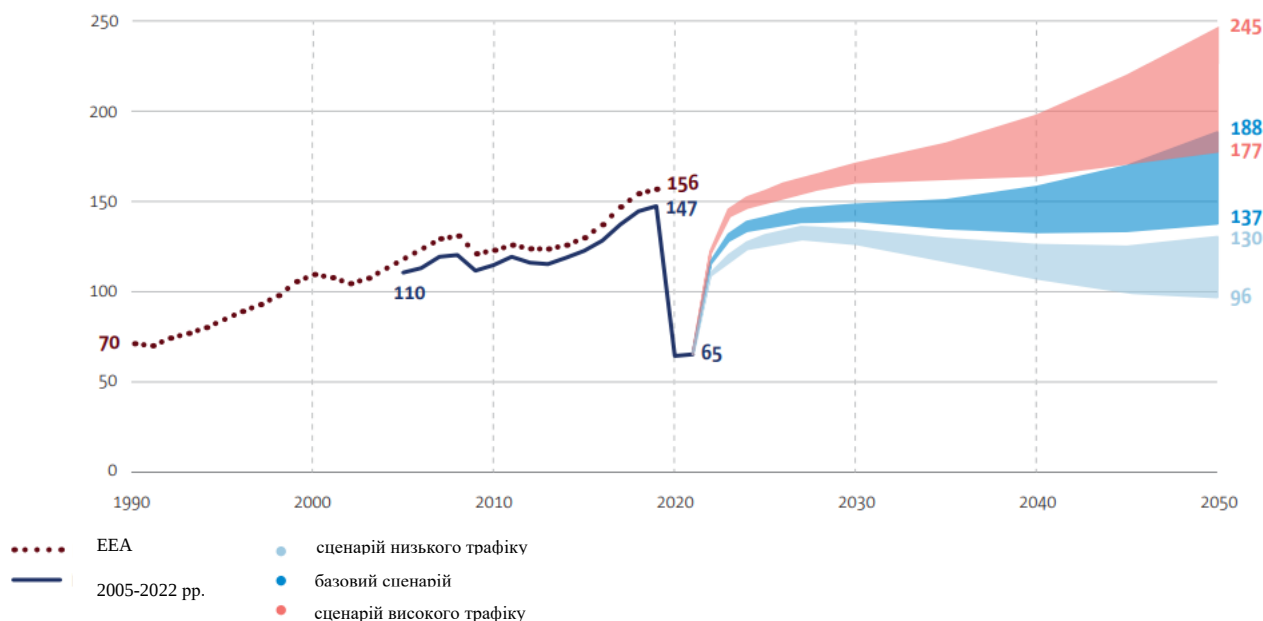


Рисунок 14 - Динаміка повних викидів CO₂ всіх вильотів із країн ЄС-27+ЄАВТ протягом 1990-2022 рр. та прогноз на 2023-2050 рр., млн т [403]

На рис. 15 можливо спостерігати динаміку чистих (тобто життєвий цикл) викидів CO₂, включаючи вплив Системи торгівлі викидами ЄС (ETS) на період 2013-2020 рр. та внутрішньогалузевих заходів, включаючи екологічне авіаційне паливо та нові двигуни (електричні та водневі) повітряні судна після 2035 р. за базовим сценарієм руху. Однак, варто зауважити, що через поточні дискусії щодо ETS і CORSIA на європейському рівні та рівні ICAO не було зроблено жодного прогнозу скорочення викидів за рахунок ринкових заходів [403].

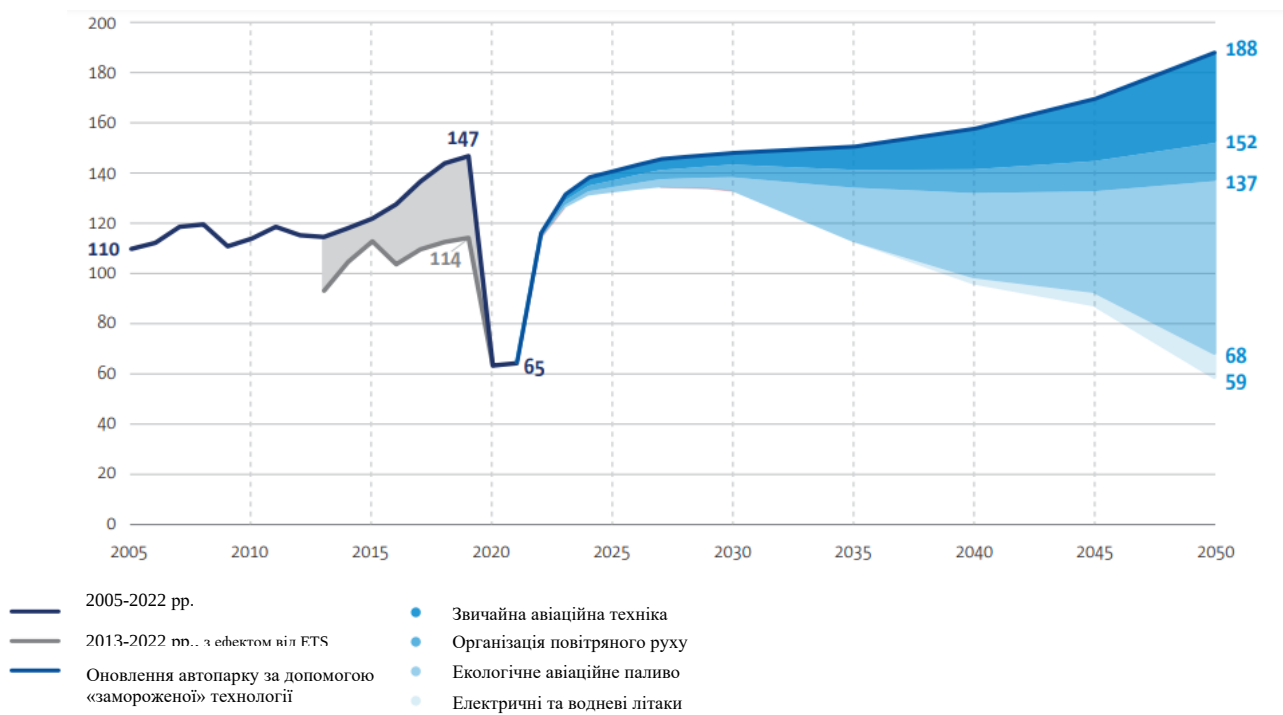


Рисунок 15 - Динаміка чистих викидів CO₂ всіх відправлень з ЄС27+ ЄАВТ за базовим сценарієм протягом 2005-2022 рр. та прогноз на 2023-2050 рр., млн т [403]

Підсумовуючи, можна стверджувати, що за прогнозами лише за сценарієм низького трафіку можливе зниження шкідливих викидів CO₂ від авіаційного сектору. Крім того, перед ЄС стоїть важливе завдання щодо реалізації рекомендацій, які спрямовані на підвищення рівня захисту навколишнього середовища у сфері цивільної авіації та на допомогу ЄС для забезпечення вкладу авіаційного сектору у досягнення цілей Зеленого пакту для Європи.

Для досягнення кліматичної нейтральності ЄС необхідно скоротити транспортні викиди на 90% до 2050 р. порівняно з рівнем 1990 р. Загалом на цивільну авіацію припадає 13,4% від загальних викидів CO₂ від транспорту ЄС. [427]. Щоб суттєво зменшити викиди, авіаційний сектор має зменшити свою нинішню виняткову залежність від викопного реактивного палива та прискорити перехід на інноваційні та стійкі види палива та технологій.

Згідно з новими правилами, термін «екологічне авіаційне паливо» включатиме синтетичне паливо, деякі види біопалива, що виробляються з

відходів сільського господарства або лісового господарства, водоростей, біологічних відходів, відпрацьованої кулінарної олії або деяких тваринних жирів. Перероблене авіаційне паливо, отримане з газів, що відходять, і відходів пластику, також вважається «зеленим».

Депутати Європарламенту гарантували, що кормове та продовольче паливо, а також паливо, отримане з пальмової та соєвої сировини, не класифікуватиметься як «зелене», оскільки воно не відповідає критеріям стійкості. Їм також вдалося включити відновлюваний водень до складу екологічно чистого паливного балансу – багатообіцяючу технологію, яка поступово може сприяти декарбонізації повітряного транспорту [426].

Екологічне авіаційне паливо має потенціал для значного скорочення авіаційних викидів. Однак цей потенціал значною мірою невикористаний, оскільки наразі таке паливо становить лише 0,05% від загального споживання палива в авіаційному секторі [429].

Рада Європи прийняла свій загальний підхід щодо пропозиції, спрямованої на створення рівних умов для сталого сектору повітряного транспорту (ініціатива авіації ReFuelEU) [429]. Авіаційні правила RefuelEU є частиною пакету «Придатний для 55» – плану ЄС зі скорочення викидів парникових газів як мінімум на 55% до 2030 р. порівняно з рівнями 1990 р. та забезпечення того, щоб ЄС став кліматично нейтральним до 2050 р. Вони спрямовані на заохочення авіаційного сектора використовувати екологічне авіаційне паливо для скорочення викидів [426].

У рамках пакету «Придатний для 55» від липня 2021 р. Комісія запропонувала Постанову, спрямовану на стимулювання впровадження SAF на повітряному транспорті у контексті ініціативи «ReFuelEU Aviation». Для досягнення кліматичних цілей ЄС запропоновані правила встановлюють гармонізовані на рівні ЄС зобов'язання постачальників палива та експлуатантів повітряних суден щодо розширення використання SAF (Sustainable aviation fuels) для рейсів, що вилітають із усіх аеропортів ЄС, що перевищують певний поріг трафіку. Згідно з нормативною пропозицією, постачальники палива повинні

будуть змішувати 2% палива SAF до 2025 р., 5% до 2030 р. і не менше 63% до 2050 р. (рис. 16), а авіакомпанії повинні використовувати паливо, змішане з SAF, доступне в аеропортах ЄС. Ця пропозиція про мандат ЄС щодо змішування SAF зосереджена на передових біопаливах та синтетичних електронних паливах [403].

Пропозиція спрямована на збільшення як попиту, так і пропозиції екологічно чистого авіаційного палива (SAF), включаючи синтетичне авіаційне паливо. Зокрема, зобов'язання постачальників авіаційного палива гарантувати, що все паливо, доступне операторам повітряних суден в аеропортах ЄС, містить мінімальну частку SAF з 2025 року – 2 %, а з 2030 р. – мінімальну частку синтетичного палива, причому обидві частки поступово збільшуються до 2050 р. Загальний підхід також передбачає збільшення мінімальної частки до 2030 р. з 5 до 6%. Це важлива пропозиція, яка має на меті поставити повітряний транспорт на траєкторію кліматичних цілей ЄС на 2030 р. і 2050 р., оскільки SAF є одним із ключових коротко- та середньострокових важелів для декарбонізації авіації [429].

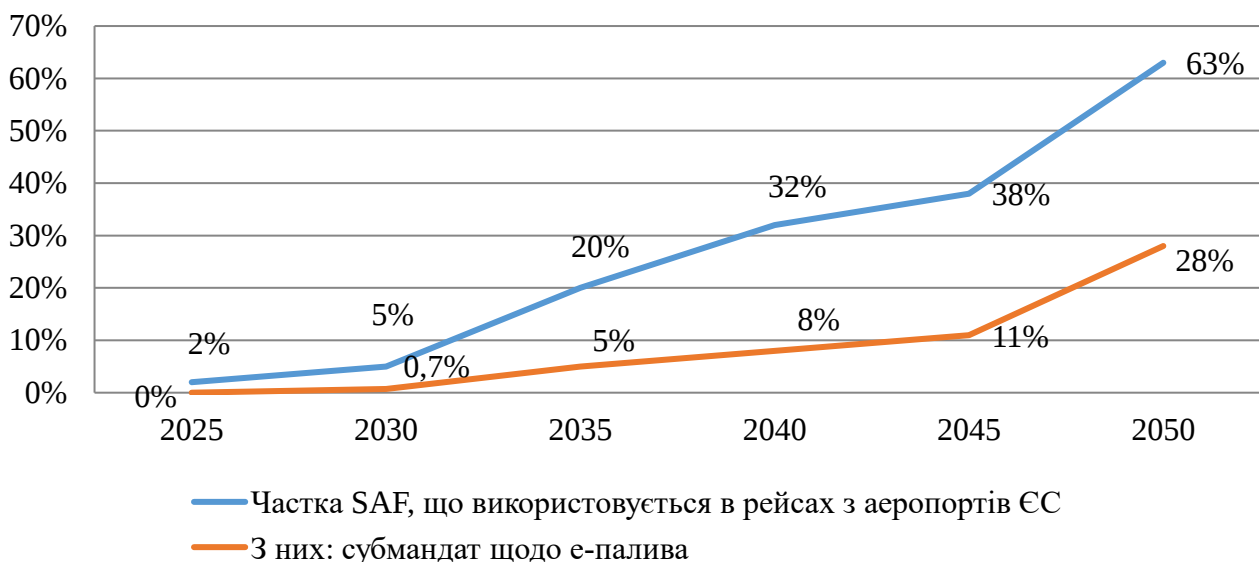


Рисунок 16 - Прогноз частки SAF у паливній суміші в рамках пакету
«Придатний до 55» на 2025-2050 рр., %*

*Побудовано авторами за даними [403]

Деякі європейські країни запровадили, а інші розглядають політику стимулювання майбутнього використання SAF. Наприклад, з січня 2020 р.

Норвегія запровадила мандат на змішування SAF у розмірі 0,5% починаючи із 2022 р. з метою збільшення з часом. Швеція йде подібним шляхом із перспективою збільшувати даний показник до 27% до 2030 р. Франція визначила свою дорожню карту SAF у 2019 р. (цілі споживання SAF становлять 2% до 2025 р., 5% до 2030 р. та 50% до 2050 р.) і почала регулювати постачальників палива тощо. Німеччина зосереджується на паливі PtL у рамках своєї національної водневої стратегії з метою збільшити виробництво до 200 тис. т до 2030 р. (2% від продажів авіаційного палива Німеччини у 2019 р.). Нідерланди розглядають можливість отримати 14% частки SAF до 2030 р. та повністю замінити викопне реактивне паливо до 2050 р. [403].

За межами Європи США запровадили SAF Grand Challenge, щоб виробляти щонайменше 3 млрд галонів (приблизно 8,6 млн т) на рік до 2030 р. Крім того, такі країни, як Південна Корея, Японія, Сінгапур, Бразилія та Нова Зеландія, оголосили про різноманітні ініціативи щодо сприяння застосуванню SAF [403].

Європейські авіакомпанії також оголосили корпоративні цілі. Наприклад, International Airlines Group (IAG) і Ryanair зобов'язалися використовувати 10% і 12,5% SAF до 2030 р. відповідно. На глобальному рівні Airlines for America, асоціація великих авіакомпаній США, у березні 2021 р. пообіцяла сприяти тому, щоб до 2030 р. в США було комерційно доступно близько 6 млн т SAF, що становитиме приблизно 10% від їх прогнозованої кількості витрат палива для літаків на 2030 р. [403].

У вересні 2023 р. члени Європарламенту схвалили новий закон, спрямований на збільшення використання екологічно чистих видів палива, таких як сучасне біопаливо чи водень у авіаційному секторі. Депутати Європарламенту встановили амбітні терміни забезпечення «зеленим» авіапаливом, зобов'язавши аеропорти ЄС та постачальників палива забезпечити, щоб, починаючи з 2025 р., принаймні 2% авіаційного палива були «зеленими», причому ця частка має збільшуватися кожні п'ять років на 6%. Крім того, певна частка паливного балансу (1,2% у 2030 р., 2% у 2032 р., 5% у 2035 р. і 35% у 2050 р.) повинна включати синтетичне паливо, таке як електронний керосин [426].

Також, щоб сприяти декарбонізації авіаційного сектору та краще інформувати громадськість, депутати Європарламенту забезпечили запровадження з 2025 р. маркування ЄС для екологічних показників польотів. Авіакомпанії зможуть продавати свої рейси з етикеткою, що вказує на очікуваний вуглецевий слід на одного пасажера та очікувану ефективність викидів CO₂ на кілометр. Це дозволить пасажерам порівняти екологічні показники рейсів, що виконуються різними компаніями по тому самому маршруту [426].

Більше того, експлуатанти літаків, що вилітають з аеропортів ЄС, також повинні заправлятися лише тією кількістю, яка потрібна для польоту, щоб уникнути викидів, пов'язаних з додатковою вагою або витоком вуглецю, викликаною практикою «заправки», тобто навмисним перевезенням надлишкового палива, щоб уникнути дозаправки за допомогою SAF.

З іншого боку, аеропорти повинні гарантувати, що їхня заправна інфраструктура доступна і придатна для розподілу SAF.

Постанова стосується всіх рейсів, що вилітають з аеропортів ЄС, у тому числі далекомагістральних, і тягне за собою фінансовий штраф за недотримання.

Авіакомпанії мають намір отримати 2 млрд. євро фінансування від вуглецевого ринку ЄС для підтримки переходу на SAF [427].

За прогнозами, із запровадженням мандату на змішування SAF на рівні ЄС попит на авіаційне паливо в аеропортах ЄС становитиме близько 46 млн т у 2030 р. Щоб досягти 5% до 2030 р. для всіх рейсів, що вилітають з аеропортів ЄС, буде потрібно приблизно 2,3 млн т SAF [403].

Наразі максимальна потенційна потужність виробництва SAF в ЄС оцінюється приблизно в 0,24 млн т, тобто лише 10% від кількості SAF, необхідної для виконання запропонованого мандату до 2030 р. Оголошення про значне збільшення потужностей цих існуючих виробників SAF у поєднанні з виробництвом від нових учасників ринку означає, що рівень мандата до 2030 р. є амбітним, але реалістичним [403].

Більше компаній оголосили про плани вийти на ринок SAF до 2030 р. Аналіз показав, що якби всі існуючі біопаливні підприємства в Європі були залучені для максимізації виробництва SAF, потенційна потужність могла б досягти приблизно 2,3 млн т. За оцінками, понад 60% поставок європейського SAF у 2030 р. покриватиметься паливом HEFA та Alcohol-to-Jet (рис. 17), за яким йдуть імпорт і паливо PtL. Таким чином, очікується, що більшість необхідної сировини складатимуть використані кулінарні олії, тваринні жири та відпрацьовані олії, покривні культури та інша стійка біомаса [403].

Варто зауважити, що прогнозування виробництва та попиту на 2040 р. та 2050 р. є складним завданням через відсутність публічних повідомлень від виробників палива. Однак моделювання, виконане в рамках авіаційної ініціативи ReFuelEU, пропонує корисну перспективу досяжності встановлених цілей і необхідних ресурсів [403].

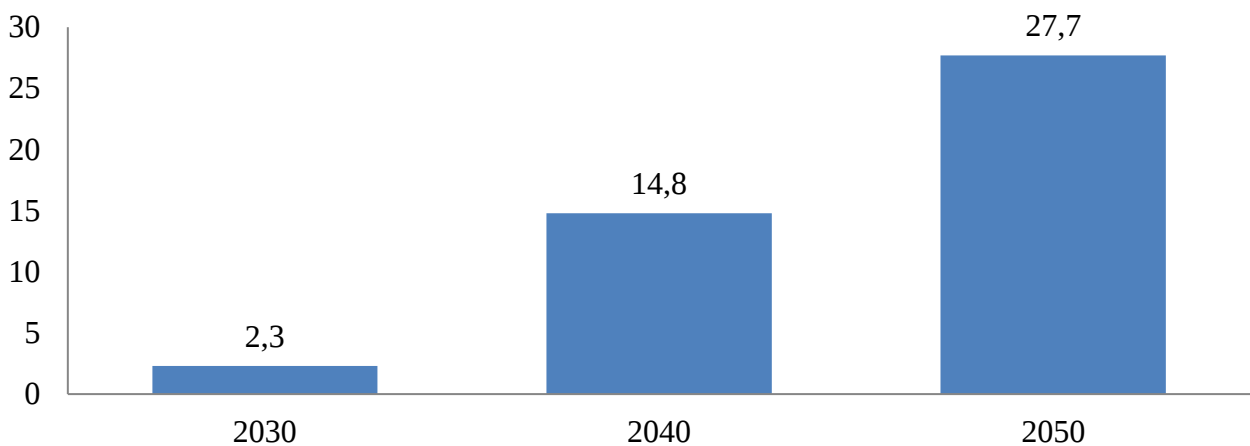


Рисунок 17 - Прогнози пропозиції SAF на ринку ЄС-27 у 2030 р., 2040 р. та 2050 р., млн т*

*Побудовано авторами за даними [403]

Підтримка електронного керосину особливо важлива, оскільки це єдиний вид палива, масштаби якого можна збільшити для задоволення потреб сектора палива.

Загальний обсяг виробництва синтетичного палива в ЄС може досягти 1,8 млн т на рік у 2030 р., що набагато перевищує 1,2% палива, запропонованого

на 2030-2031 рр., оскільки 1% усього авіаційного палива, що використовується сьогодні, еквівалентний 500 тис. т. Прогнозується, що в найближчі кілька років цей показник зросте ще більше, що дозволить галузі інвестувати більше у SAF [427].

За прогнозами, попит на авіаційне паливо в Європі відновиться з рівня 1,2 млн барелів на день у материковій Європі в 2022 р. до 1,7 млн барелів на день у 2030 р., досягнувши піку наприкінці 2030-х років і знизившись до 1,4 млн барелів на день 2050 р.

Це означає, що в 2030 р. потрібно близько 100 тис. барелів екологічно чистого авіаційного палива на добу, а до 2050 р. ця цифра збільшиться майже до 900 тис. барелів на добу, з яких 400 тис. барелів на добу будуть синтетичними, а близько 5 тис. барелів на добу може бути SAF на основі біопалива [427].

Пропозиція ReFuelEU Aviation вимагатиме, щоб у 2040 р. та 2050 р. 32% та 63% авіаційного палива, споживаного рейсами з аеропортів ЄС, було SAF відповідно. З урахуванням запропонованого мандату на змішування SAF, загальний попит ЄС на авіаційне паливо оцінюється в 46 млн т у 2040 р. та 45 млн т у 2050 р. Це означає, що до 2040 р. буде потрібно приблизно 14,8 млн т SAF щорічно, та 28,6 млн т до 2050 р. (рис. 17) [403].

Крім того, відповідно до прогнозів ReFuelEU Aviation, до 2030 р. в ЄС знадобиться 7 додаткових заводів з виробництва SAF, а до 2050 р. – 104 додаткові заводи. За оцінками, щоб покрити попит на паливо PtL, 0,4% та 5,5% відновлюваної електроенергії в ЄС знадобляться відповідно до 2030 р. та 2050 р. [403]. Інші дослідження свідчать про ще більшу потребу, приблизно з 30 додаткових заводів з виробництва SAF до 2030 р. та 250 заводами до 2050 р. і більшою часткою попиту на електроенергію в ЄС для виробництва розрахункового обсягу палива PtL [430, 431]. Ці прогнози демонструють масштаби, яких необхідно досягти у виробництві SAF, щоб підтримати декарбонізацію авіаційного сектора [403].

На основі відсотка скорочення викидів CO_{2e} різними шляхами запровадження SAF у поєднанні з моделюванням майбутнього виробництва SAF

та обов'язкового використання, на рис. 18 можна побачити значний вплив впровадження SAF на загальні викиди в європейському авіаційному секторі та його внесок у досягнення цілей кліматичного плану до 2030 р.

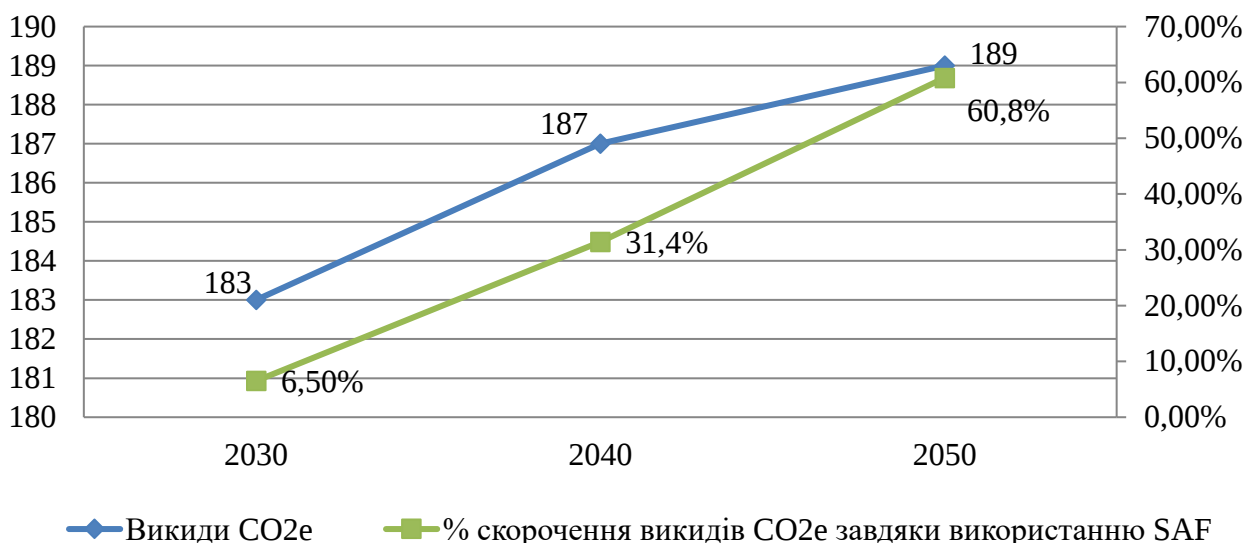


Рисунок 18 - Розрахункові викиди CO₂e у 2030 р., 2040 р. та 2050 р. та відсоток скорочення викидів CO₂e завдяки використанню SAF, Mt, %*

*Побудовано авторами за даними [403]

Крім того, ціна авіаційного палива на основі викопного палива становить приблизно 600 євро за тонну, тоді як поточні ціни на SAF можуть коливатися в 1,5-6 разів вище [432]. Існують різні причини такого широкого діапазону, включно з різними рівнями промислової та технологічної зрілості SAF і низьким рівнем визначеності виробничих витрат певних шляхів SAF.

Важко точно передбачити, як будуть розвиватися ціни на SAF у майбутньому. Ціни на сировину та зміна цін на електроенергію залежать від багатьох факторів, у тому числі від невизначеності на світових ринках і збільшенням залежності держав у всьому світі від біоенергетики для декарбонізації. Тим не менш, очікується, що довгостроковою тенденцією буде скорочення витрат на виробництво SAF за рахунок економії на масштабах і технологічного прогресу. Додаткові економічні стимули від ринкових заходів (наприклад, EU ETS, CORSIA) і потенційні податкові пільги також допоможуть

зменшити ціновий розрив порівняно з викопним паливом для реактивних двигунів [403].

Варто зауважити, що існують значні прогалини в поставках SAF, що виникають до кінця цього десятиліття і з часом зростають. Основною проблемою доступності SAF є постачання відповідної сировини для біопалива, яка відповідає вимогам ЄС щодо того, що вона є потоком «відходів чи залишків», наприклад, відпрацьованої кулінарної олії.

Ще однією проблемою, пов'язаною з SAF на основі біопалива, є його ціна: зазвичай воно в 5 разів дорожче за реактивне паливо на основі викопного палива. Крім того, вартість синтетичних реактивних літаків, ймовірно, буде вищою, ніж SAF на біопаливі. Також, вимога збільшення частки SAF в авіапаливі призведе до підвищення цін для європейських споживачів, що може знизити попит через високі ціни, оскільки ціна палива зазвичай становить від чверті до третини вартості авіаквитка для споживачів.

Таким чином, у короткостроковій перспективі SAF будуть дорожчими і в розумній мірі вплинуть на ціни на авіаквитки. Однак, у довгостроковій перспективі очікується, що керосин стане дедалі дорожчим у міру зростання цін на викопне паливо, що зробить SAF найкращим рішенням з точки зору витрат і вигод у майбутньому [427].

Більшість поточних пропозицій SAF не є повністю зрілими, і тому вони все ще не вирішують усіх потенційних проблем, пов'язаних із політикою виробництва, постачання та використання SAF. Висвітлення таких викликів має вирішальне значення, щоб прокласти шлях до більш ефективної політичної основи. Такі виклики можна підсумувати таким чином (рис. 19):

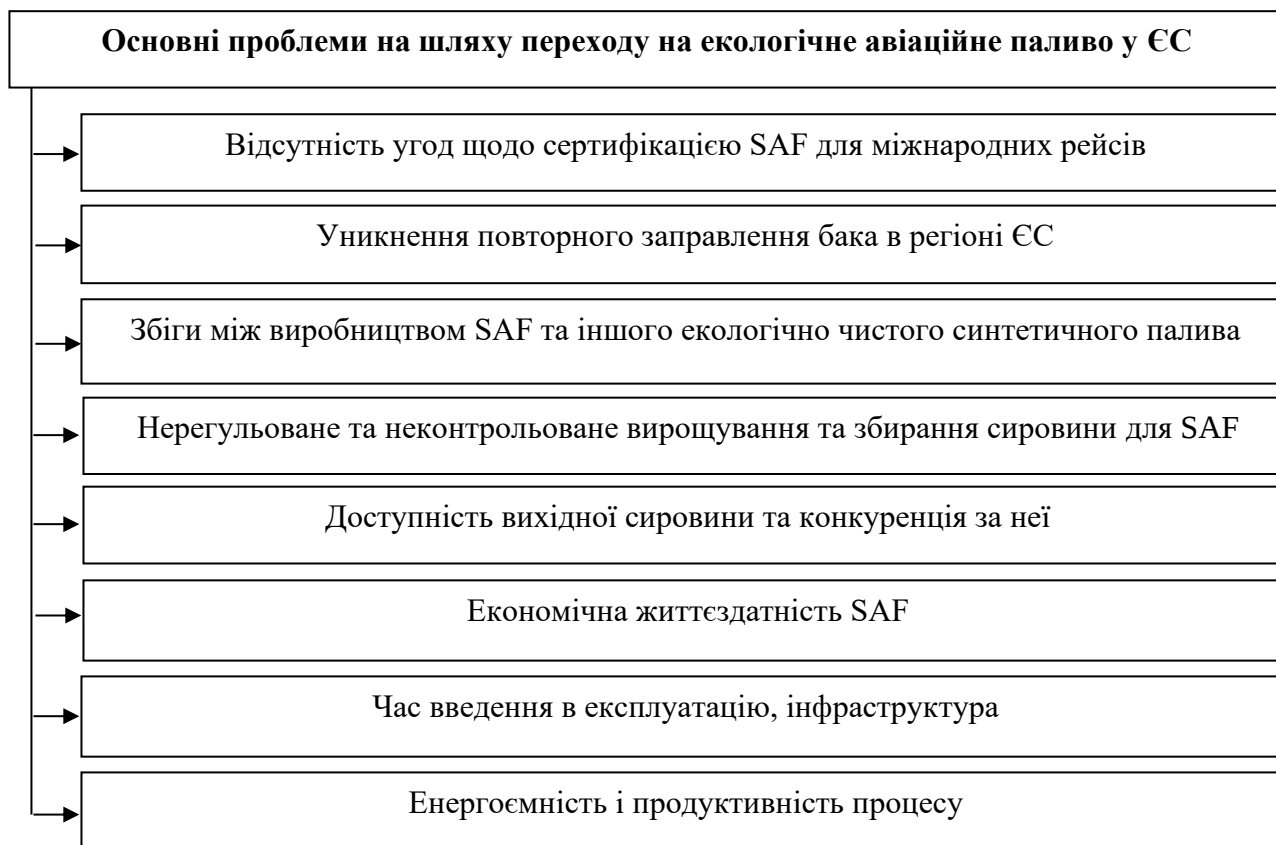


Рисунок 19 - Основні проблеми на шляху переходу на екологічне авіаційне паливо у ЄС*

*Побудовано авторами за даними [426, 427, 428, 429]

1. Наразі немає угод про те, як працювати з міжнародними рейсами, які надходять із сертифікацією SAF або без неї з іншої країни. Те саме стосується рейсів між Великобританією та ЄС. Мандати регулюють лише внутрішні рейси або рейси, які починаються чи закінчуються в країні чи регіоні, де діє мандат. Таким чином, необхідна комплексна структура з повною співпрацею на глобальному рівні, щоб максимально узгодити політику та уникнути ризику витоку вуглецю у випадку постачання або виробництва SAF у різних країнах [428].

2. Як бути з танкерами, поки не зрозуміло. Танкерування відноситься до рейсів, які можуть бути переповнені звичайним реактивним паливом, щоб уникнути повторного заправлення бака в регіоні ЄС. Ця практика

застосовується, щоб уникнути додаткових витрат на SAF в ЄС, де паливо може бути дорожчим порівняно зі звичайним або SAF у країнах, що не входять до ЄС. Це вимагатиме чітких процедур, щоб уникнути такої практики; інакше це скомпрометує авіаційну галузь у всьому ЄС і зробить її менш конкурентоспроможною порівняно з міжнародними рейсами, які використовують дешевше реактивне паливо.

3. У повноваженнях чітко не зазначено, як впоратися з потенційним збігом між виробництвом SAF та іншого екологічно чистого синтетичного палива, особливо коли для обох видів палива потрібна аналогічна сировина.

4. Основи політики щодо імпорту сировини з країн, що не входять до ЄС. Частина сировини, що використовується у виробництві SAF, зазвичай вирощують у Східній та Південній Азії. Нерегульоване та неконтрольоване вирощування та збирання такої сировини може призвести до вирубки лісів, конкуренції з виробництвом продуктів харчування та інших екологічних проблем. Така практика зловживатиме землею та вплине на місцеві громади в таких країнах. Крім того, це буде джерелом витоку вуглецю [428].

Екологічне авіаційне паливо відіграватиме важливу роль у короткостроковій/середньостроковій перспективі та й надалі залишатиметься головним внеском у довгі міжнародні рейси. У той час, як водневі та електричні літаки, швидше за все, будуть використовуватися для менших реактивних літаків і менших відстаней. Однак, щоб широко розширити виробництво SAF, необхідно вирішити кілька технічних проблем як орієнтир для потенційних удосконалень. Деякі з цих проблем включають:

1. Доступність вихідної сировини: SAF зазвичай виробляється з відновлюваних і відходів, таких як відпрацьовані масла, рослинні олії та лігноцелюозна біомаса. Однак доступність цієї сировини обмежена, і збільшення виробництва може призвести до конкуренції з продовольчими культурами або негативного впливу на навколишнє середовище. Важливо визначити найбільш перспективну та стійку сировину на основі оцінки її

життєвого циклу, щоб збільшити її використання та прискорити широке виробництво SAF [428].

2. Конкуренція сировини: та сама сировина, яку можна використовувати для виробництва SAF, може використовуватися в інших транспортних засобах, включаючи морські судна та залізниці.

3. Економічна життєздатність: виробництво SAF наразі дорожче, ніж звичайне авіаційне паливо, через що авіакомпаніям може бути важко виправдати додаткові витрати, особливо коли норми прибутку низькі [428].

4. Час введення в експлуатацію: поточна виробнича потужність SAF недостатня для задоволення попиту на неї. Це означає, що потрібно спроектувати та ввести в експлуатацію більше заводів, щоб збільшити виробництво SAF. Ця проблема може призвести до зростання витрат і збоїв у ланцюзі поставок.

5. Інфраструктура: інфраструктура виробництва, транспортування та зберігання SAF в аеропортах ще недостатньо розвинена. Це означає, що потрібно буде побудувати нову інфраструктуру, щоб забезпечити збільшення використання SAF [428].

6. Енергоємність і продуктивність процесу: виробництво SAF вимагає значної кількості енергії, що може призвести до збільшення викидів парникових газів, якщо енергія виробляється з невідновлюваних джерел. Таким чином, використання електроенергії з відновлюваних джерел і підвищення продуктивності виробничих процесів SAF матиме вирішальне значення для скорочення викидів і збільшення виробничих потужностей [428].

7. Сумісність SAF: термін SAF може призвести до помилкового уявлення про те, що всі SAF ідентичні, але насправді різні технології призводять до варіацій композиції між компонентами змішування SAF. Навіть якщо використовується та сама технологія, різні виробники вироблятимуть різні продукти. Проблема сумісності SAF виникає через те, що різні аеропорти можуть зберігати та розповсюджувати різні типи SAF. Тому забезпечення сумісної суміші має вирішальне значення для цілей безпеки. Крім того, можливість змішувати різні типи SAF ще не зовсім зрозуміла [428].

Отже, можна стверджувати, що дії ЄС – це величезний крок на шляху до декарбонізації авіації. Настав час урядам ЄС запровадити нові правила та підтримати галузь, щоб забезпечити економічно ефективне впровадження екологічно чистого авіаційного палива по всій Європі, а також досягнення цілей ЄС. Не можна гаяти час. У складному та конкурентному світі ReFuelEU – це чудова можливість позиціонувати ЄС як світового лідера у виробництві та використанні SAF [426].

Підсумовуючи викладений матеріал, що повітряний транспорт робить ключовий внесок у європейську економіку, маючи понад 100 регулярних авіакомпаній, мережу з понад 400 аеропортів та 60 постачальників аеронавігаційних послуг. В авіаційному секторі безпосередньо працює 1,4-2 млн людей і прямо чи опосередковано підтримує 4,7-5,5 млн робочих місць. Авіація безпосередньо вносить більше ніж 110 млрд євро до європейського ВВП. Пов'язуючи людей та регіони, повітряний транспорт відіграє життєво важливу роль в інтеграції та конкурентоспроможності Європи, а також у її взаємодії зі світом. У розвитку авіаційного сектору ЄС можна виділити наступні етапи: «Період реалізації зобов'язань Римського договору» (1950-1970 рр.), «Період розширення та поглиблення співпраці між державами-членами Євросоюзу» (80-ті роки XX ст.), «Період створення транспортної мережі» (90-і роки роки XX ст.), «Період спільної транспортної політики» (з 2000 р. і дотепер).

Стрімкий розвиток авіаційного транспорту та зростання його ролі в житті людини не могло не вплинути на навколишнє середовище. Було встановлено основні напрямки впливу авіаційного сектору на навколишнє середовище, а саме: хімічне та механічне забруднення довкілля, сильне акустичне (шумове) забруднення, електромагнітне, теплове та біологічне, естетичне забруднення довкілля, робота промислових підприємств (авіаційних, нафтопереробних, металургійних, хімічних тощо). І це далеко не повний перелік екологічних проблем, що виникають під час антропогенної діяльності через експлуатацію авіаційної техніки.

Щодо європейського «зеленого» законодавство про кліматично нейтральний та сталий розвиток авіаційного сектору, то тут варто зауважити, що авіаційний сектор традиційно був високо регульованою галуззю. З

11 грудня 2019 р. Європейський Зелений Курс служить дорожньою картою для розвитку сталої економіки ЄС, який затверджує рух до кліматично нейтрального європейського континенту у 2050 р. До складових частин Зеленого Курсу відноситься і сталий та «розумний» транспорт. Також, у 2021 р. було опубліковано законодавчі пропозиції «Придатний до 55». Ці пропозиції охоплюють широкий спектр сфер політики, деякі з яких впливають на авіаційну галузь (наприклад, перегляд Директиви ЄС про систему торгівлі викидами щодо авіації, авіаційна ініціатива ReFuelEU, перегляд Директиви про відновлювані джерела енергії та перегляд Директиви про оподаткування енергії).

Кількість рейсів в аеропортах ЄС-27+ЄАВТ зросла на 15% протягом 2005-2019 рр. до 9,3 млн, а пасажиро-кілометри майже подвоїлися (на 90%). Однак, у 2021 р. через пандемію коронавірусу кількість рейсів скоротилася до 5,1 млн. У 98 великих європейських аеропортах протягом 2019 р. 3,2 млн людей зазнали впливу авіаційного шуму $L_{den} 55 \text{ dB}$, а 1,3 млн людей зазнали впливу понад 70 dB щодня. Це на 30% і 71% більше, ніж у 2005 р. відповідно. У 2019 р. на 10 найбільших аеропортів з точки зору впливу на населення $L_{den} 55 \text{ dB}$ припадала половина загального впливу на населення в 98 великих європейських аеропортах. Викиди CO_2 усіх рейсів, що відправляються з аеропортів ЄС-27+ЄАВТ, сягнули 147 млн т у 2019 р., що на 34% більше, ніж у 2005 р. Далекі рейси (понад 4000 км) становлять приблизно 6% вильотів протягом 2019 р. та половину всіх викидів CO_2 і викидів NO_x . Однофюзеляжні реактивні літаки мали більшу частку польотів і шуму, але двофюзеляжні реактивні літаки мали більшу частку спалювання палива та викидів. Середні викиди CO_2 в грамах на пасажиро-кілометр знизилися в середньому на 2,3% на рік і досягли 89 грамів у 2019 р., що еквівалентно 3,5 літрам палива на 100 пасажиро-кілометрів. У 2020 р. через пандемію коронавірусу викиди скоротилися більш ніж на 50%, а вплив шуму на населення знизився приблизно на 65%, тоді як середні викиди CO_2 в

грамах на пасажиро-кілометр зросли до рівня 2005 р. Оновлення авіапарку може призвести до зменшення загального рівня шуму в європейських аеропортах, вимірюного за показниками L_{den} і L_{night} протягом наступних двадцяти років.

Ринкові заходи спрямовані на зниження впливу авіації на клімат за межами того, що досягається технологіями, експлуатаційними заходами та сталим авіаційним паливом, а також стимулюють такі заходи. Протягом 2013-2020 рр. Система торгівлі викидами ЄС (ETS) призвела до загального скорочення чистих викидів CO₂ від авіації на 159 Мт (приблизно еквівалентно річним викидам Нідерландів у 2018 р.) завдяки фінансуванню скорочення викидів в інших секторах. Моніторинг, звітність і перевірка викидів CO₂ згідно зі схемою компенсації та скорочення викидів вуглецю для міжнародної авіації (CORSIA) ІКАО почалися в 2019 р. 88 країн добровільно взяли участь у пілотному етапі компенсації CORSIA з 2021 р., включаючи всі країни ЄС і ЄАВТ. У 2022 р. ця кількість зросла до 107 країн і становить більшість країн-членів ІКАО. Системи торгівлі викидами (наприклад, EU ETS) мають обмеження на викиди парникових газів, що охоплюють сектори економіки, тоді як компенсаційні схеми (наприклад, CORSIA) компенсують викиди за рахунок скорочень в інших секторах, але без відповідного обмеження викидів. Екологічна цілісність компенсацій залежить від їх здатності продемонструвати, що скорочення викидів не відбулося б за відсутності ринкового механізму, який фінансує компенсацію. На Конференції ООН зі зміни клімату у 2021 р. було погоджено правила обліку в рамках Паризької угоди для міжнародних передач одиниць вуглецевого ринку, включаючи уникнення подвійного обліку скорочення викидів щодо CORSIA та національно визначених внесків країн відповідно до Конвенції про зміну клімату. Міжнародне співробітництво є ключовим у нарощуванні потенціалу для вирішення глобальних проблем навколишнього середовища та сталого розвитку, з якими стикається авіаційний сектор. Заходи, що фінансуються ЄС, покращили відносини з країнами-партнерами щодо впровадження CORSIA та інших сфер захисту навколишнього середовища. У

Європі обговорюються й інші заходи, пов'язані з ініціативами щодо ціноутворення на вуглець, актуальні для авіаційного сектора.

Викиди забруднювачів повітря від авіації зросли в ЄС. Ефективні дії вимагають кращої характеристики конкретного внеску авіації порівняно з іншими джерелами викидів. Зростання авіаційних викидів CO₂ прискорювалося до пандемії коронавірусу, причому майже половина глобальних викидів CO₂ протягом 1940-2019 рр. припадала на період з 2000 р. Для обмеження потепління до 1,5°C необхідно негайно, швидко та широкомасштабно скоротити викиди парникових газів, і що авіаційний сектор все ще перебуває на ранніх стадіях адаптації до зростаючих кліматичних небезпек. До основних впливів авіації на навколишнє середовище можна віднести шум, якість повітря та зміни клімату. Також було встановлено основні ризики для авіаційного сектору ЄС через зміну клімату, а саме: підвищення температури, зміни режиму дощу та снігу, зміни у характері штормів, зміни у характері вітру та ураганів, більш часті та тривалі посухи, збільшення частоти та масштабів лісових пожеж, підвищення рівня моря, танення вічної мерзлоти.

Рекомендації, які спрямовані на підвищення рівня захисту навколишнього середовища у сфері цивільної авіації та на допомогу ЄС для забезпечення вкладу авіаційного сектора у досягнення цілей Зеленого пакту для Європи передбачають наступні напрямки розвитку авіаційного сектору ЄС: підтримку досягнень європейських екологічних цілей (встановлення довгострокових шляхів зниження шуму та викидів, доповнення інформації, що лежить в основі EAER, та забезпечити надійну систему моніторингу ЄС екологічних показників європейського авіаційного сектору), інтеграцію ефективних екологічних заходів до європейської системи управління повітряним рухом (підвищення ефективності впровадження ініціативи SES («Єдине небо Європи»), стимулювання просування міжнародних рішень та мінімізацію мережевих обмежень, подальше вивчення економічних стимулів, які сприяють більшій ефективності та покращенню екологічних показників користувачів повітряного простору, розробка екологічних індикаторів), розширення поставок та

збільшення використання екологічно перспективного авіаційного палива, просування досліджень та визначення рішень, спрямованих на боротьбу з впливом на довкілля та клімат, а також на підвищення стійкості до зміни клімату, стимулювання технологічних інновацій шляхом постійного міжнародного співробітництва у сфері регулятивних норм, сприяння екологізації роботи та інфраструктури аеропортів, просування інвестицій та ринкових заходів для підвищення стійкості авіаційного сектору.

За планом авіаційний сектор має зменшити чисті викиди CO₂ від усіх рейсів у межах ЄС та вильотів з ЄС на 45% у 2030 р. порівняно з гіпотетичним базовим сценарієм; досягнути чистих нульових викидів CO₂ до 2050 р. на всіх рейсах у межах ЄС та вильотів з ЄС. Очікується, що вдосконалення технологій літаків і двигунів включатимуть: літаки з водневими двигунами на маршрутах всередині ЄС з 2035 р.; поступову зміну енергоефективності від нових типів літаків у наступні десять років; оптимізовану дальність і місткість гібридно-електричних літаків. Прогнозується, що в 2050 р. внутрішньогалузеві заходи можуть скоротити викиди CO₂ на 69% до 59 млн т у порівнянні зі звичайним сценарієм «заморожування технологій» (19% від технологій/дизайну, 8% від ATM-Ops, 37% від SAF і 5% від електричних/водневих літаків).

Рада Європи прийняла свій загальний підхід щодо пропозиції, спрямованої на створення рівних умов для сталого сектору повітряного транспорту (ініціатива авіації ReFuelEU), які є частиною плану ЄС зі скорочення викидів парникових газів як мінімум на 55% до 2030 р. порівняно з рівнями 1990 р. Згідно з нормативною пропозицією, постачальники палива повинні будуть змішувати 2% палива SAF до 2025 р., 5% до 2030 р. і не менше 63% до 2050 р. Європейські країни активно запроваджують та розглядають політику стимулювання майбутнього використання SAF. Також до ініціативи доєдналися і європейські авіакомпанії, зокрема, International Airlines Group. У вересні 2023 р. члени Європарламенту схвалили новий закон, спрямований на збільшення використання екологічно чистих видів палива, таких як сучасне біопаливо чи водень у авіаційному секторі. З 2025 р. запроваджується маркування ЄС для

екологічних показників польотів; встановлена вимога до експлуатантів літаків, що вилітають з аеропортів ЄС, які повинні заправлятися лише тією кількістю, яка потрібна для польоту; аеропорти повинні гарантувати, що їхня заправна інфраструктура доступна і придатна для розподілу SAF. Прогнозується, що попит на авіаційне паливо в Європі зростатиме, тому перспективним є запровадження використання SAF. Однак, було встановлено основні проблеми на шляху переходу на екологічне авіаційне паливо у ЄС, а саме: відсутність угод щодо сертифікацією SAF для міжнародних рейсів, уникнення повторного заправлення бака в регіоні ЄС, збіги між виробництвом SAF та іншого екологічно чистого синтетичного палива, нерегульоване та неконтрольоване вирощування та збирання сировини для SAF, доступність вихідної сировини та конкуренція за неї, економічна життєздатність SAF, час введення в експлуатацію, інфраструктура, енергоємність і продуктивність процесу.