

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ,
ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЦИВІЛЬНОЇ ТА ПРОМИСЛОВОЇ
БЕЗПЕКИ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ Б.Д. Халмурадов
« _____ » _____ 2022 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

СПЕЦІАЛЬНОСТІ 263 «ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА»

Тема: «Прогнозна оцінка техногенного навантаження на атмосферне повітря в аеропортах України»

Виконавець: студент групи ЦЗ-410 Дан Яніслав Сергійович
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: к.т.н., доцент кафедри цивільної та промислової безпеки Синило К.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Нормоконтролер: Козлітін О.О.
(підпис) (П.І.Б.)

КИЇВ 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій
Кафедра цивільної та промислової безпеки
Напрямок (спеціальність, спеціалізація): спеціальність 263«Цивільна безпека»
(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Б.Д. Халмурадов
« ____ » _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ
на виконання дипломної роботи
Дана Яніслава Сергійовича

1. Тема роботи «Прогнозна оцінка техногенного навантаження на атмосферне повітря в аеропортах України» затверджена наказом ректора від «12» квітня 2022 р. № 372/ст.

2. Термін виконання роботи: з 23.05.2022р по 19.06.2022р.

3. Вихідні дані роботи: матеріали про техногенний стан аеропортів цивільної авіації, характеристика та відомості про вплив аеропортів на атмосферне повітря, нормативно правові документи.

4. Зміст пояснювальної записки: аналіз контролю регулювання заходів з охорони атмосферного повітря, встановлення причин та факторів викидів забруднюючих речовин, визначення засобів і заходів для зменшення техногенного навантаження .

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиці, рисунки, схеми: 49с, 18 рис., 7 табл., 28 літературних джерел

6. Календарний план-графік

№ п/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Аналітичний огляд літературних джерел	15.05.2020 – 20.05.2020	
2	Складання календарного плану дипломної роботи, пошук та збір інформації, аналіз наукової літератури	20.05.2020– 22.05.2020	
3	Загальна характеристика	22.05.2020– 23.05.2020	
4	Підготовка додатків до пояснювальної записки	23.05.2020– 24.05.2020	
5	Підготовка основної частини (Розділ I)	24.05.2020– 26.05.2020	
6	Підготовка основної частини (Розділ II)	26.05.2020– 28.05.2020	
7	Підготовка основної частини (Розділ III)	28.05.2020– 30.05.2020	
8	На основі проаналізованої інформації написати загальні висновки	30.05.2020– 02.06.2020	
9	Передзахист дипломної роботи	07.06.2020	
10	Підготовка до захисту: доповідь, презентація, ілюстративний (роздатковий) матеріал	13.06.2020	
11.	Захист дипломної роботи	17.06.2020	

7. Дата видачі завдання: «15» травня 2022 р.

Керівник дипломної роботи (проекту): _____ Синило К.В.
(підпис керівника)(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: _____ Дан Я.С.
(підпис випускника)(П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Прогнозна оцінка техногенного навантаження на атмосферне повітря в аеропортах України»: 49с, 18 рис., 7 табл., 28 літературних джерел.

Об'єкт дослідження.

Техногенне навантаження на якість атмосферного повітря в аеропортах України

Предмет дослідження.

Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря під час експлуатації повітряних суден в межах аеропорту.

Мета і завдання виконання дипломної роботи.

Дослідити техногенний вплив на якість атмосферного повітря в межах аеропортів України. Ідентифікувати основні джерела викидів забруднюючих речовин під час експлуатації повітряних суден протягом злітно-посадкового циклу. Проаналізувати тенденції зростання рівнів забруднення атмосферного повітря при реконструкції регіональних аеропортів України. Розробити заходи щодо скорочення техногенного навантаження викидів повітряних суден на стан атмосферного повітря, спираючись на методи та практики розвинених міжнародних аеропортів.

Методи дослідження.

Методи математичного моделювання для оцінки викидів повітряних суден, допоміжної силової установки та наземного допоміжного обладнання.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. Контроль та регулювання заходів з охорони атмосферного повітря при експлуатації об’єктів цивільної авіації.....	9
1.1. Глобальні та локальні проблеми охорони атмосферного повітря при експлуатації об’єктів цивільної авіації.....	9
1.2. Нормування забруднення атмосферного повітря від викидів авіадвигунів та основні підходи до зменшення їх несприятливого впливу на якість повітря.....	14
РОЗДІЛ 2. Оцінка рівнів забруднення атмосферного повітря внаслідок викидів повітряних суден	25
2.1. Методика розрахунку забруднення атмосферного повітря від викидів авіадвигунів на території аеропорту.....	25
2.2. Аналіз результатів розрахунку валових викидів авіадвигунів, допоміжної силової установки та допоміжного наземного обладнання для аеродромів класу В(4С).....	28
РОЗДІЛ 3. Заходи з регулювання несприятливого впливу викидів джерел аеропорту на місцеву якість повітря.....	37
ВИСНОВКИ.....	43
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	45

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АП – атмосферне повітря;

АД – авіаційний двигун;

ДСУ – допоміжна силова установка;

ПС – повітряне судно;

НПС – надлегке повітряне судно;

ЗПС – злітно-посадкова смуга;

СЗЗ - санітарно-захисна зона;

ПММ - паливно-мастильні матеріали;

ЗР – забруднюючі речовини;

ЦА – цивільний авіація;

НДО – наземне допоміжне обладнання;

ВСТУП

Актуальність теми.

Забруднення АП при здійсненні експлуатаційних операцій авіатранспортними системами є важливою екологічною проблемою. Викиди АД є основним фактором забруднення АП як у нижньому шарі атмосфери в межах аеропорту – ЗПС (локальне, регіональне забруднення) так і у верхній атмосфері – крейсерський політ (глобальне забруднення)

Локальне забруднення АП внаслідок викидів АД є актуальною проблемою, оскільки доведено їх домінантність та несприятливий вплив на якість АП в межах аеропорту та на прилеглих територіях.

Серйозною проблемою є також регіональне забруднення АП, яке обумовлено впливом експлуатаційних операцій аеропорту на якість АП на прилеглих територіях. Ця проблема є предметом прискіпливої уваги, у зв'язку з наближенням районів житлової забудови до аеропортів, розширенням існуючих та упровадженням нових маршрутів прильоту та відльоту, що часто прокладені над житловими масивами великих населених пунктів.

Мета і завдання виконання дипломної роботи.

Дослідити техногенний вплив на якість атмосферного повітря в межах аеропортів України. Ідентифікувати основні джерела викидів забруднюючих речовин під час експлуатації повітряних суден протягом злітно-посадкового циклу. Проаналізувати тенденції зростання рівнів забруднення атмосферного повітря при реконструкції регіональних аеропортів України. Розробити заходи щодо скорочення техногенного навантаження викидів повітряних суден на стан атмосферного повітря, спираючись на методи та практики розвинених міжнародних аеропортів.

Об'єкт дослідження.

Техногенне навантаження на якість атмосферного повітря в аеропортах України

Предмет дослідження – Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря під час експлуатації повітряних суден в межах аеропорту.

Методи дослідження.

Методи математичного моделювання для оцінки викидів повітряних суден, допоміжної силової установки та наземного допоміжного обладнання.

Наукова новизна отриманих результатів.

Досліджено аналіз тенденцій зростання рівнів забруднення атмосферного повітря при реконструкції регіональних аеропортів України. На базі виконано аналізу розроблені заходи щодо скорочення техногенного навантаження викидів повітряних суден на стан атмосферного повітря, спираючись на методи та практики розвинених міжнародних аеропортів.

Практичне значення отриманих результатів.

Практичне використання перевірених та доведених в цій роботі даних дозволить цивільним аеропортам:

- Оцінювати та регулювати впливи на якість атмосферного повітря;
- Зменшити витрати шляхом впровадження інноваційних рішень;
- Обґрунтувати систему екологічного менеджменту в частині зменшення несприятливого впливу викидів авіадвигунів на якість атмосферного повітря.

1. Контроль та регулювання заходів з охорони атмосферного повітря при експлуатації об'єктів цивільної авіації

1.1. Глобальні та локальні проблеми охорони атмосферного повітря при експлуатації об'єктів цивільної авіації

Конференція ООН з навколишнього середовища та розвитку, проведена у Ріо-де-Жанейро в червні 1992р. (UNCED), особливо відзначила шкоду, що її завдають навколишньому природному середовищу (НПС) транспортні засоби, зокрема, авіаційні. У підсумковому документі було підкреслено, що стан НПС є одним із найважливіших чинників глобальної, національної, регіональної та локальної безпеки. Якщо розглядати наведений висновок у площині несприятливого впливу авіаційного транспорту на атмосферу, слід підкреслити, що викиди АД у національному масштабі є досить незначними. Так, наприклад, на викиди об'єктів цивільної авіації (ЦА) аеропорту Атланта припадає 0,4 % оксидів азоту, 0,3 % вуглеводнів, 0,2 % оксиду вуглецю від загальної кількості викидів на даному рівні. У регіональному масштабі складова авіаційного транспорту зростає, а у локальному – домінує (рис. 1.1) .

Забруднення АП при здійсненні експлуатаційних операцій авіатранспортними системами є важливою екологічною проблемою. Прогноз ІКАО відносно обсягів пасажирських та вантажних перевезень на поточне десятиріччя становить 5-6 % їх зростання . Але, враховуючи, що інтенсивність експлуатації ПС ЦА в Україні сьогодні значно нижча за ту, що була наприкінці 80-х років, а також значно поступається аналогічним показникам провідних авіаційних держав, очікувані рівні впливу ЦА на НПС також є значно нижчими. Однак, за рахунок збільшення обсягів міжнародних контактів та інтенсифікації внутрішніх, має місце тенденція зростання обсягів авіаційних перевезень. Викиди АД є основним фактором забруднення АП як у нижньому шарі атмосфери в межах аеропорту – ЗПС (локальне, регіональне забруднення) так і у верхній атмосфері – крейсерський політ (глобальне забруднення)

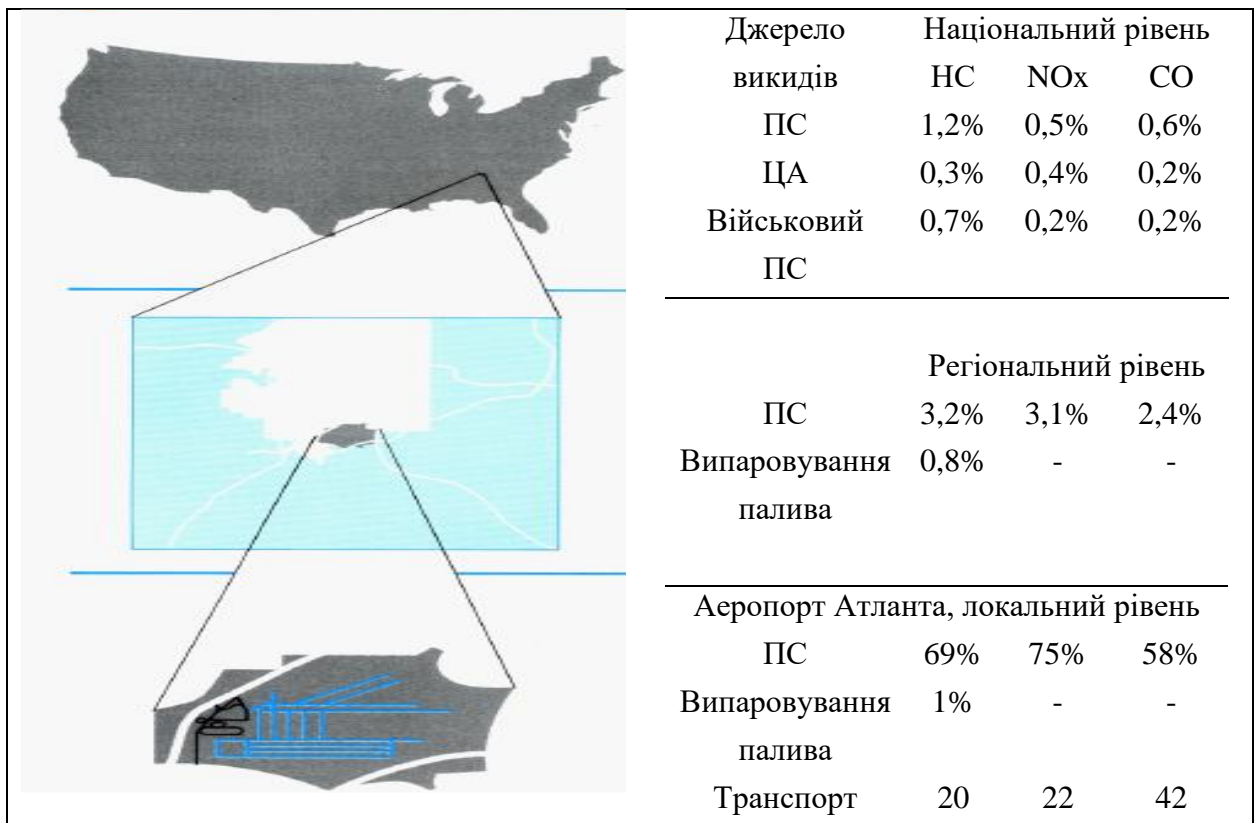


Рис. 1.1. Несприятливий вплив викидів авіаційного транспорту на стан атмосфери у глобальному, регіональному та локальному масштабах

Викиди домішок ЗР при експлуатації ПС є продуктами повного або неповного згорання палива. Річні витрати палива і відповідні викиди у АП від авіаційного транспорту порівняно з іншими видами транспорту, у глобальному масштабі, рис. 1.2.

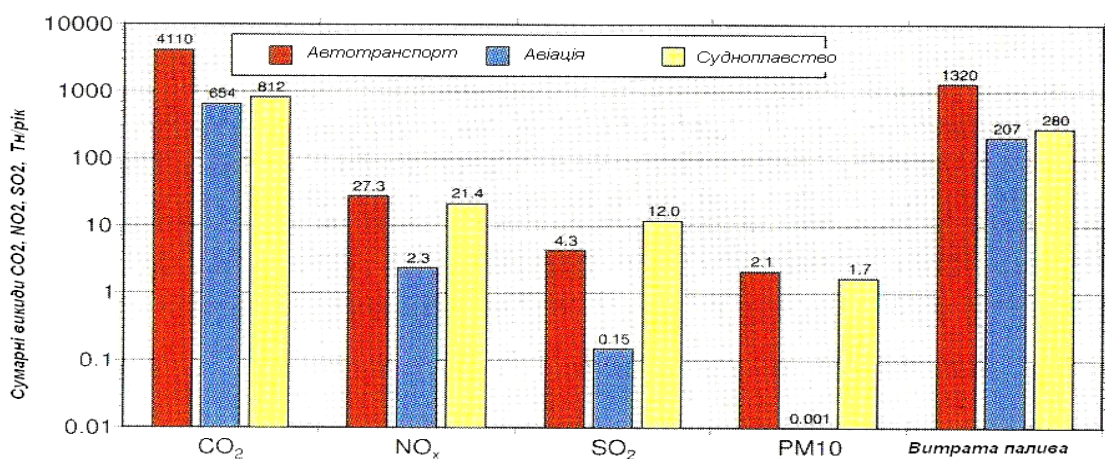


Рис. 1.2. Сумарні викиди діоксиду вуглецю, оксидів азоту, діоксиду сірки та зважених часток від транспорту за 2000 рік

За даними міжнародної організації ІРПС, яка досліджує проблеми зміни клімату, сумарний вплив авіаційного транспорту становить 3,5 % (викиди

діоксида вуглецю – 0,2-0,4 %, викиди оксидів азоту – приблизно 1 %) від загального забруднення атмосфери, рис. 1.3 .

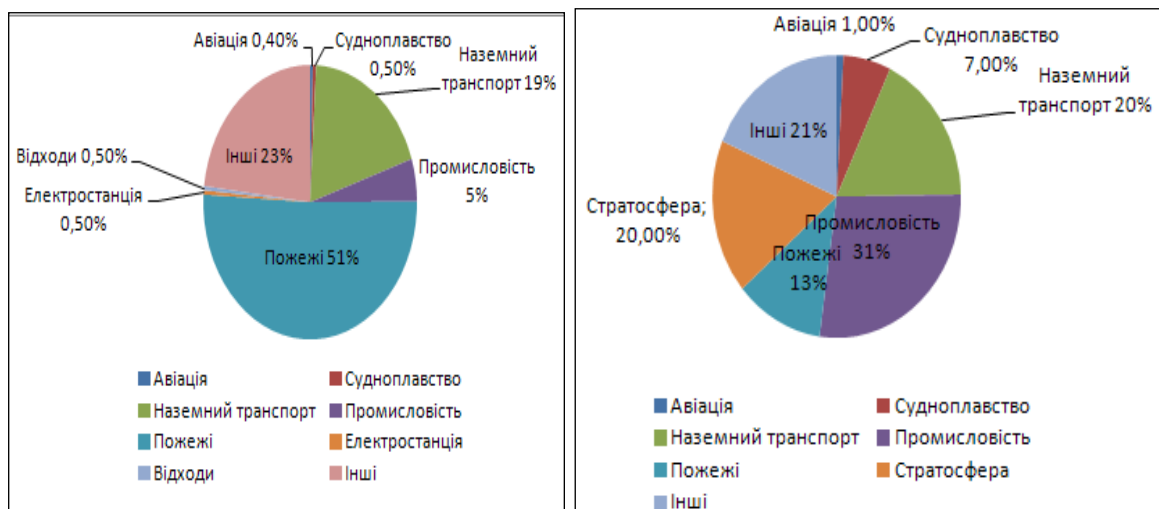


Рис. 1.3. Сумарні викиди оксиду вуглецю (а, 2900 т/рік) та оксидів азоту (40-50 т/рік) за рік

Викиди діоксида вуглецю, парів води та утворення інверсійного сліду від ПС призводить до порушення структури шарів верхньої тропосфери, а саме утворення пір'їстих хмар, що спричиняє виникнення парникового ефекту і позначається на кліматі . Викиди оксидів азоту у нижній стратосфері призводять до зменшення концентрації озону. Питання контролю і нормування емісії АД у процесі крейсерського польоту, в першу чергу NO_x , було ключовим у прийнятті відповідних рішень комітетом ІСАО з довілля САЕР/4, САЕР/6, САЕР/8. Забруднення повітря аеропорту обумовлено експлуатацією пересувних і стаціонарних джерел, викиди яких є продуктами згорання та випаровування палива, а саме – домішки оксиду азоту (NO_x), діоксида вуглецю (CO_2), оксиду вуглецю (СО), вуглеводнів (СН), бензолу, сажі та зважених часток ($ЗЧ_{10}$) .

Проведені роботи з інвентаризації джерел забруднення повітря в аеропортах України ,табл. 1.1, та Німеччини, рис. 1.4, показали, що основними джерелами викиду ЗР є:

- ПС;
- спецавтотранспорт;

- пасажирський автотранспорт;
- сховища ПММ;
- бойлерні та котельні установки;
- технологічні ділянки авіаційно-технічної бази аеропорту.

Таблиця 1.1

Результати інвентаризації джерел забруднення аеропорту України
з інтенсивністю 50 тис. зльотів-посадок на рік

Вид ЗР	Джерела (тонн/рік)						У цілому (тонн/ рік)	
	ПС	сховища ПММ		спецав- тотран- спорт	пас. авто- транс- порт	котло- агре- гати		перели- вання палива
CO	1329	-	-	573	189	0,31	-	2092
NO _x	1005	-	-	128	16	1,57	-	1150
CH	261	0,81	126	33	21	0,08	149	591
SO _x	86	-	-	0,45	2	0,01	-	88
ЗЧ ₁₀	37	-	-	1,03	5	0,08	-	43

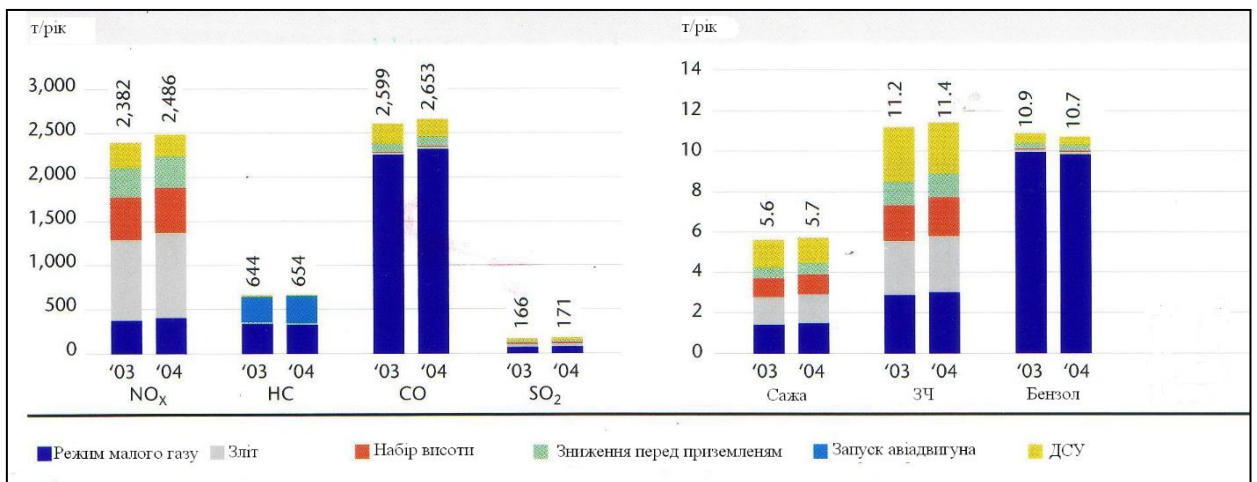


Рис. 1.4. Порівняння річних викидів домішок забруднюючих речовин від авіадвигуна під час злітно-посадкового циклу повітряного судна

Отже, локальне забруднення АП внаслідок викидів АД є актуальною проблемою, оскільки доведено їх домінантність та несприятливий вплив на якість АП в межах аеропорту та на прилеглих територіях.

Серйозною проблемою є також регіональне забруднення АП, яке обумовлено впливом експлуатаційних операцій аеропорту на якість АП на

прилеглих територіях. Ця проблема є предметом прискіпливої уваги, у зв'язку з наближенням районів житлової забудови до аеропортів, розширенням існуючих та упровадженням нових маршрутів прильоту та відльоту, що часто прокладені над житловими масивами великих населених пунктів.

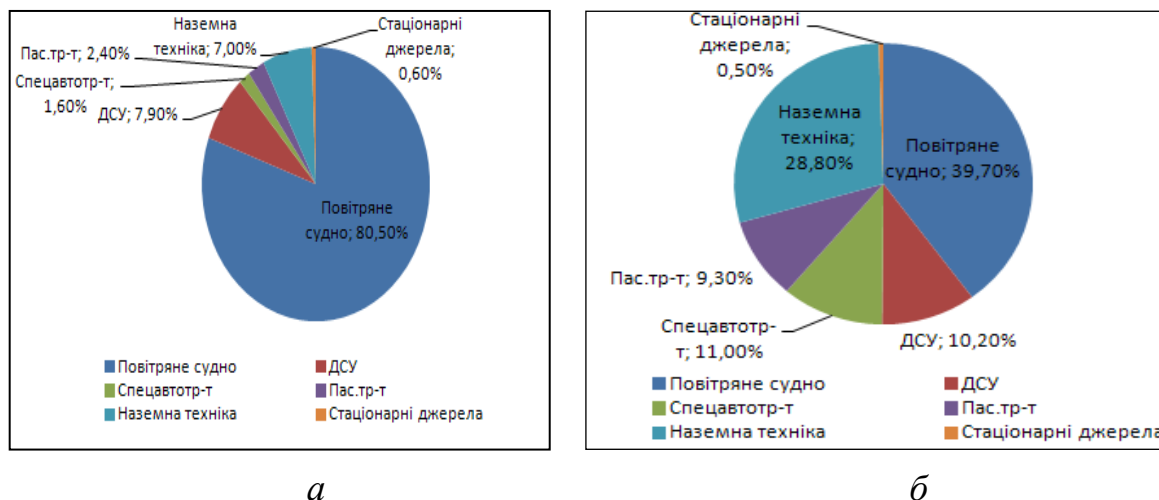


Рис. 1.5. Результати інвентаризації джерел викидів оксидів азоту (а, сумарний викид – 3,284 т/рік) та ЗЧ₁₀ (б, сумарний викид – 25 т/рік) у межах міжнародного аеропорту Франкфурт-на-Майні за 2005 рік з інтенсивністю 1 300 зльотів-посадок на добу

Відповідно до представлених результатів інвентаризації джерел викидів ЗР, домінантним джерелом забруднення АП у межах аеропорту є ПС. Друга позиція за інтенсивністю викидів припадає на спецавтотранспорт та автотранспорт, третя – на стаціонарні джерела забруднення.

Хімічний склад струменя газів від АД та їх розподіл у відсотковому співвідношенні за даними міжнародної організації ІРРС представлено на рис. 1.5. Склад ЗР залежить від виду палива, засобів його спалювання та режимів експлуатації.

З метою нормування емісійних характеристик АД, ІСАО впровадило поняття ЗПЦ, який обмежується висотою атмосферного пограничного шару (900 м), табл. 1.2, рис. 1.6 .

Під час експлуатації ПС ЦА на території аеропорту викид шкідливих ЗР здійснюється з моменту запуску АД перед зльотом і до моменту зупинки АД

після посадки. Досліджуючи поле концентрації ЗР, необхідно розглядати всі наземні етапи руху ПС: злітний цикл – запуск та прогрівання АД, рулювання ПС пероном та рубіжними доріжками (РД), розбіг уздовж злітно-посадкової смуги (ЗПС), початковий зліт (повітряний етап руху літака у межах зони аеропорту); посадковий цикл – зниження літака глісадою, пробіг по ЗПС, рулювання на РД та пероні до місця стоянки ПС.

Виконаний у даній роботі аналіз результатів інвентаризації викидів АД у період ЗПЦ показав, що викиди продуктів неповного згорання палива СО, НС, бензол та ЗЧ₁₀ є максимальними для етапів запуску та прогрівання АД, для руління ПС перед стартом і після посадки, тобто на тих етапах ЗПЦ, коли режими роботи АД близькі до малого газу. Викиди оксидів азоту є максимальними на етапах зльоту і початкового набору висоти (рис. 2.1).

Відповідно до результатів процедури інвентаризації емісій АД у межах міжнародного аеропорту Франкфурт на Майні, 97,3 % від загальної маси викиду вуглеводнів протягом ЗПЦ припадає на етап запуску та прогрівання АД, а 94,3 % оксиду вуглецю – на етап руління перед стартом і після посадки. Забруднення приземного шару атмосфери оксидами азоту відбувається під час етапів набору висоти, зльоту, зниження перед приземленням та складає відповідно 53,6 %, 26,7 % та 10,5 % від загальної маси викиду NO_x протягом ЗПЦ, рис. 1.4

1.2. Нормування забруднення атмосферного повітря від викидів авіадвигунів та основні підходи до зменшення їх несприятливого впливу на якість повітря

При виборі території для будівництва нових промислових об'єктів, а також при розвитку існуючих населених пунктів необхідно здійснювати оцінку та контроль якості повітряного середовища. Метою оцінки є запобігання можливому несприятливому впливу атмосферного забруднення на здоров'я населення, умови його проживання та відпочинку, та стан навколишнього середовища.

Нормування забруднення атмосферного повітря при здійсненні експлуатаційних операцій авіатранспортними системами виконується шляхом впровадження наступних підходів:

- **санітарно-гігієнічний контроль** з метою оцінки рівнів забруднення атмосферного повітря на границі санітарно-захисної зони аеропорту та на приаеродромних територіях;
- **заходи** (технічні, експлуатаційні, економічні та інші) з метою зниження рівня забруднення атмосферного повітря в районі аеропорту (ст.84 X розділ “Повітряний Кодекс України” [1]);
- **просторове зонування** території навколо аеропорту: встановлення санітарно-захисної зони навколо аеропорту та підтвердження її розмірів розрахунками та вимірюваннями (ст.84 X розділ “Повітряний Кодекс України” [1]).

Виконання наведених підходів здійснюється на підставі аналізу інформації, одержаної шляхом інструментальних замірів (*моніторинг*) вмісту шкідливих домішок на стаціонарних, маршрутних, підфакельних постах спостереження та прогнозних розрахунків (*моделювання*) очікуваного рівня забруднення атмосферного повітря, що виконані згідно з діючими нормативно-методичними документами.

На жаль, на сьогодні інструментальний контроль забруднення атмосферного повітря від пересувних джерел в аеропортах України відсутній

взагалі через неврегульованість законодавчої бази з даного питання. Отже, оптимальним методом для нормування забруднення атмосферного повітря внаслідок експлуатаційних операцій авіатранспортними системами є розрахунок поля концентрацій пріоритетних забруднюючих речовин (оксиди азоту, діоксид вуглецю, зважених частинок та оксид сірки) за рекомендованими системами моделювання (PolEmitCa, ALAQS, AEDT/EDMS, LASPORT) згідно з керівництвом ICAO з контролю якості повітря аеропорту .

Розміри санітарно-захисної зони аеродрому ЦА з умов хімічного забруднення атмосферного повітря визначаються згідно з вимогами **законів України:**

1. "Повітряний Кодекс України", ВВР зі змінами, 2011, ст. 54, 83, 84 [1];
2. "Про охорону навколишнього природного середовища" , 25.06.1991 [3];
3. "Про охорону атмосферного повітря", 16.10.1992 [4];
4. "Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя

населення" від 28.02.1994 [5].

у відповідності до діючих норм України:

– ДСП № 173 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів, Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19.06. 1996 р. N173 [6];

– Наказ Міністерства охорони здоров'я від 18.05.2018 N 952 Про затвердження Змін до Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів (http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/RE33133.html) [7]

– АПУ, ч.21 «Сертифікація повітряних суден, пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання, а також організацій розробника та виробника» від 22.05. 2019 р. № 543/33514 [8]

– ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій (https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/b_2_2_12/1-1-0-1802) [9]

– Правила сертифікації цивільних аеродромів України (затв. наказом Державіаслужби від 25.10.2005р. № 796, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 10 листопада 2005 р. за N 1357/11637) [10];

- ПКМУ від 13 грудня 2001 р. N 1655 «Про Порядок ведення державного обліку в галузі охорони атмосферного повітря» [11];
- ПКМУ від 29 листопада 2001 р. N 1598 Про затвердження переліку найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин, викиди яких в атмосферне повітря підлягають регулюванню [12];
- Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 14.01.2020 № 52 «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць» [13];
- Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України від 10 лютого 1995 року N 7 “Про затвердження Інструкції про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві” [14];
- Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86, 1987 [15];
- Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин від авіаційного транспорту. В кн.: Методики розрахунку викидів забруднюючих речовин пересувними джерелами (Мінекобезпеки, Мінстатистики та Мінтранс України, 1997р.) [16];
- Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин від авіаційного транспорту // Методики розрахунку пересувними джерелами. – Киев: УкрНТЕК, 1996. – 13 с. [17].

Забруднення атмосферного повітря при здійсненні експлуатаційних операцій авіатранспортними системами також регламентується **міжнародними вимогами та рекомендаціями:**

- Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation. Vol. II: Aircraft engine emissions. - Montreal: ICAO, Vol. II, 2017 [18];
- Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation. Vol. III: Aeroplane CO₂ emissions. - Montreal: ICAO, Vol. III, 2017 [19];

- ICAO Doc 9501. Environmental Technical Manual. Volume III — Procedures for the CO₂ Emissions Certification of Aeroplanes First Edition, 2018 [20];
- ICAO Doc 9646-AN/943. Engine Exhaust Emissions Databank [21];
- Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation. Vol. IV: Aeroplane CO₂ emissions. - Montreal: ICAO, Vol. III, 2017 [22];
- ICAO Circular 303. Operational opportunities to minimize fuel use and reduce emissions [23]
- ICAO Doc 9184. Airport Planning Manual. Land Use and Environment Control. Third Edition. Part2, 2002 [24];
- Directive 2008/50/EC of the European Parliament and the council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe [25];
- ICAO Circular 351. Community Engagement for Aviation Environmental Management, 2017 [26].

Чинне природоохоронне законодавство України оперує низкою гігієнічних нормативів для регулювання несприятливого впливу джерел викидів на якість атмосферного повітря та відповідних наслідків погіршення здоров'я населення (ст. 5, 6, 9 Закону України «Про охорону атмосферного повітря» [4]):

1. Гранично-допустима концентрація (ГДК) забруднюючих речовин:
 - a) Максимально-разова, інтервал усереднення – 20 хвилин;
 - b) Середньодобова, інтервал усереднення – 24 години;
 - c) Нормування у повітрі робочої зони, інтервал усереднення – 8 годин.
2. 0,8 ГДК забруднюючих речовин у місцях масового відпочинку населення з урахуванням комбінованої дії речовин або продуктів їх трансформації в атмосфері.
3. Орієнтовно безпечного рівня впливу (ОБРВ) забруднюючих речовин у повітрі сельбищних територій.

4. Забороняються викиди в атмосферу забруднюючих речовин, на які не встановлені гігієнічні нормативи (ГДК або ОБРВ).

Аналізуючи характер та період експозиції забруднення атмосферного повітря об'єктами ЦА, *максимально-разова* (20 хвилин) та середньодобова (24 години) ГДК буде використовуватися як *основний санітарно-гігієнічний норматив* оцінки якості атмосферного повітря:

$$q = \frac{1}{T} \times \int Q(t) \times \psi(x, y, z, t) \times dt, \quad (1)$$

де ψ – функція розподілу ЗР у часі та просторі в результаті дії різних механізмів переносу в приземному шарі атмосфери; T – період осереднення концентрації (20 хв. та 24 год.).

В даній роботі *максимально-разова концентрація* буде розглядатися в якості базового критерію оцінки забруднення атмосферного повітря на приаеродромних територіях, табл.1.2 . Максимально-разова концентрація використовується в нормативній базі України для оцінки рівнів забруднення атмосферного повітря для визначення розмірів *санітарно-захисної зони (СЗЗ)* авіапідприємства та розробки конкретних заходів щодо зниження рівнів забруднення атмосферного повітря.

Забороняються викиди в атмосферу шкідливих речовин, на які не встановлені гігієнічні нормативи (ГДК або ОБРВ). Забороняється розташовувати нові, реконструювати існуючі об'єкти, що є джерелами забруднення атмосферного повітря, на територіях з рівнем забруднення, який перевищує гігієнічні нормативи. Реконструкція, розширення і технічне переобладнання діючих об'єктів дозволяється на таких територіях тільки за умови зменшення на них викидів в атмосферу до рівня гранично-допустимих викидів (ГДВ) з урахуванням перспективи розвитку, а також при наявності можливості організації достатніх санітарно-захисних зон.

Гранично-допустимі концентрації
забруднюючих речовин у атмосферному повітрі населених місць

Речовина	Гранично-допустимі концентрації, мг/м ³		Клас небезпечності
	максимально-разова	середньодобова	
Діоксид азоту, NO ₂	0,2	0,04	2
Оксид вуглецю, CO	5,0	3,0	4
Діоксид сірки, SO ₂	0,5	0,05	3
Сажа (PM ₁₀)	0,15	0,05	3

Таким чином, заходи з охорони атмосферного повітря спрямовані на досягнення нормативного рівня якості атмосферного повітря, як в межах аеропорту, так й на прилеглих жилих районах.

Промислові підприємства, а також об'єкти з технологічними процесами, які супроводжуються викидами шкідливих речовин в атмосферу, повинні мати санітарно-захисні зони, створені відповідно до вимог пп. 5.4-5.10 ДСП 173-96.

З метою забезпечення оптимальних умов життєдіяльності людини в районах житлової забудови, масового відпочинку і оздоровлення населення, при визначенні місць розміщення нових, реконструкції діючих підприємств та інших об'єктів з технологічними процесами, які супроводжуються викидами шкідливих речовин в атмосферу, повинні мати СЗЗ, створені відповідно до вимог пп. 5.4-5.10 ДСП 173-96 .

СЗЗ – функціональна територія між промисловим підприємством або іншим виробничим об'єктом, що є джерелом надходження шкідливих чинників в навколишнє середовище, і найближчою житловою забудовою (чи прирівняними до неї об'єктами). Мета її створення – зменшення залишкового впливу цих факторів до рівня гігієнічних нормативів з метою захисту населення від їх несприятливого впливу.

СЗЗ слід встановлювати від джерел шкідливості до межі житлової забудови, ділянок громадських установ, будинків і споруд, в тому числі

дитячих, навчальних, лікувально-профілактичних установ, закладів соціального забезпечення, спортивних споруд, а також територій парків, садів, скверів та інших об'єктів зеленого будівництва загального користування, місць відпочинку та інших, прирівняних до них об'єктів.

На зовнішній межі СЗЗ, зверненої до житлової забудови, концентрації та рівні шкідливих факторів не повинні перевищувати їх гігієнічні нормативи (ГДК, ГДР, ОБРВ), на межі курортно-рекреаційної зони – 0,8 від значення нормативу. Територія санітарно-захисної зони не повинна розглядатись, як резерв розширення підприємств та сельбищної території.

Нормативна СЗЗ – мінімальна санітарно-захисна зона для окремих видів виробництв залежно від класу їх небезпеки, розмір якої визначено нормативними документами санітарного законодавства, зокрема санітарною класифікацією підприємств, виробництв, споруд (ДСП-173-96 [6]) та іншими діючими на цей час нормативними документами.

Фактична СЗЗ – санітарно-захисна зона, розмір якої встановлюється для конкретного промислового чи іншого виробничого об'єкта залежно від ступеня його впливу на навколишнє середовище і можливої небезпеки для здоров'я населення, відповідно до санітарного законодавства.

Нормативний розмір санітарно-захисних зон представлено у відомостях щодо СЗЗ, відповідно до ДСП 173-96 [6], для підприємств, виробництв та споруд.

Нормативний розмір СЗЗ повинен перевірятися розрахунками забруднення атмосферного повітря, відповідно до вимог "Методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий", (методика ОНД-86 [15]), з урахуванням перспективи розвитку об'єкта та фактичного забруднення атмосферного повітря.

У тих випадках, коли розрахунками не підтверджується розмір нормативної санітарно-захисної зони або неможлива її організація в конкретних умовах, необхідно приймати рішення про зміну технології виробництва, що передбачає зниження викидів шкідливих речовин в

атмосферу, його перепрофілювання або закриття. Основою для встановлення санітарно-захисних зон є санітарна класифікація підприємств, виробництв та об'єктів, що наведена у додатку до Державних санітарних норм та правил планування та забудови населених пунктів [6].

Надається обґрунтування розміру СЗЗ, проводиться аналіз витрат, пов'язаних з реалізацією заходів щодо її створення. Збільшення або зменшення розміру СЗЗ для конкретного об'єкта у порівнянні з нормативним, а також розміри СЗЗ для нових видів виробництва затверджуються при належному обґрунтуванні Головним державним санітарним лікарем України, відповідно до пункту 5.9 ДСП-173-96 [6] або установа аналогічного характеру.

У санітарно-захисних зонах не можна допускати розміщення:

- ✓ житлових будинків та прибудинкові території, гуртожитків, готелів, будинків для приїжджих, аварійних селищ;
- ✓ дитячих дошкільних закладів, загальноосвітніх шкіл, лікувально-профілактичних та оздоровчих установ загального та спеціального призначення зі стаціонарами, наркологічних диспансерів, спортивних споруд, садів, парків, садівницьких товариств;
- ✓ охоронних зон джерел водопостачання, водозабірних споруд та споруд водопровідної розподільної мережі.

Не допускається використання для вирощування сільськогосподарських культур, пасовищ для худоби земель санітарно-захисної зони підприємств, що забруднюють навколишнє середовище високотоксичними речовинами та речовинами, що мають віддалену дію (солі важких металів, канцерогенні речовини, діоксини, радіоактивні речовини та ін.). Можливість сільськогосподарського використання земель санітарно-захисних зон, що не забруднюються вище переліченими речовинами, необхідно визначати за погодженням з територіальними органами Мінсільгоспроду і Міністерства охорони здоров'я України.

У санітарно-захисній зоні допускається розташовувати:

✓ пожежні депо, лазні, пральні, гаражі, склади (крім громадських та спеціалізованих продовольчих), будівлі управлінь, конструкторських бюро, учбових закладів, виробничо-технічні училища без гуртожитків, магазини, підприємства громадського харчування, поліклініки, науково-дослідні лабораторії, пов'язані з обслуговуванням даного та прилеглих підприємств;

✓ приміщення для чергового аварійного персоналу та добової охорони підприємств за встановленим складом, стоянки для громадського та індивідуального транспорту, місцеві та транзитні комунікації, ЛЕП, електростанції, нафто- і газопроводи, свердловини для технічного водопостачання, водоохолоджуючі споруди, споруди для підготовки технічної води, каналізаційні насосні станції, споруди оборотного водопостачання, розсадники рослин для озеленення підприємств та санітарно-захисної зони.

Для зниження рівня забруднення атмосферного повітря необхідно передбачати заходи планувального, технологічного, санітарно-технічного і організаційного характеру, а саме:

✓ виведення із житлової забудови промислових підприємств, що несприятливо впливають на повітряне середовище сельбищної території (або їх перепрофілювання);

✓ максимальне використання безвідходних і маловідходних технологічних процесів з обґрунтуванням досяжності рішень, що приймаються;

✓ впровадження технологічного чи санітарно-технічного обладнання, що забезпечує вловлювання, утилізацію, знешкодження викидів і відходів або повне їх виключення;

✓ регулювання викидів шкідливих речовин в атмосферу з урахуванням прогнозу несприятливих метеорологічних умов;

✓ створення об'їзних доріг для транзитного транспорту, будівництво автомобільних доріг вантажного призначення в промислово-складських зонах, організацію безупинного руху за принципом "зеленої хвилі", впровадження нейтралізаторів відпрацьованих газів, заборону використання у великих містах і курортних центрах етилованого бензину.

2. Оцінка рівнів забруднення атмосферного повітря внаслідок викидів повітряних суден

2.1. Методика розрахунку забруднення атмосферного повітря від викидів авіадвигунів на території аеропорту

З метою нормування емісійних характеристик АД, ІСАО впровадило поняття **злітно-посадкового циклу (ЗПЦ)**, який включає в себе всі операції ПС з моменту запуску двигунів до набору висоти 915 метрів (3000 футів), а також з моменту заходу на посадку з висоти 915 метрів до зупинки двигуна після посадки ПС, рис. 2.1.

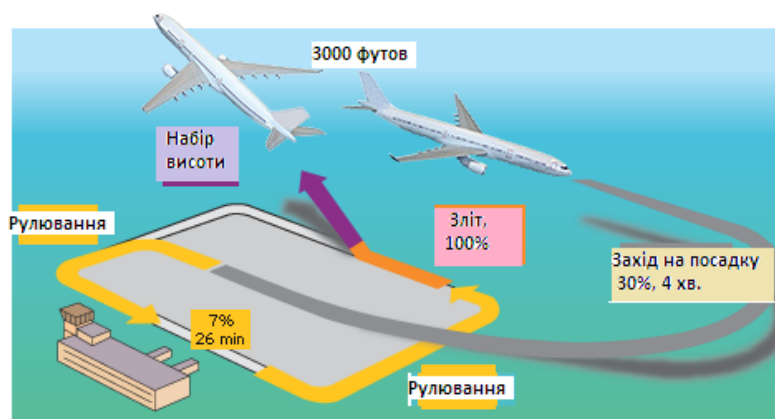


Рис. 2.1. Злітно-посадковий цикл повітряного судна

Значення відносної тяги АД на етапах (режимах) є середньостатистичними для світового парку ПС цивільної авіації, а значення тривалості етапів ЗПЦ ІСАО зорієнтовані на крупні міжнародні аеропорти. Параметри ЗПЦ ІСАО наведено у табл.2.1.

Таблиця 2.1

Нормування емісій забруднюючих речовин від авіадвигунів протягом злітно-посадкового циклу від ІСАО

Етапи ЗПЦ	Відносна тяга двигуна, %	Тривалість етапу ЗПЦ, хв.
Зліт	100	0,7
Набір висоти 915 м	85	2,2
Зниження та захід на посадку з висоти 915 м	30	4
Рулювання (режим малого газу)	7	26

Для оцінки викидів ЗР від АД та забруднення АП внаслідок експлуатації ПС протягом ЗПЦ, в якості базового критерію емісії ЗР від АД було встановлено індекс емісії ЗР EI. Індекс емісії EI для кожної ЗР визначається як відношення кількості грамів ЗР на кілограм згорілого палива для кожного встановленого режиму роботи АД ЗПЦ, г/кг:

$$EI_{ji} = \frac{M_{ji}}{G_i} \quad (1)$$

де M_{ji} – секундний викид ЗР j -го виду від АД при i -му експлуатаційному режимі; G_i – витрата палива при i -му режимі роботи АД.

Емісії АД ЦА регламентується нормативами та умовами національного регулювання ,а також вимогами міжнародної сертифікації емісій АД ІСАО, додаток № 16, Том 2 .

Встановлені норми передбачають обмеження емісії **оксидів вуглецю, оксидів азоту, вуглеводнів та диму** для турбореактивних АД (ТРД) і турбовентиляторних АД (ТВД), з метою зниження забруднення приземного шару атмосфери.

Маса емісії ЗР j -го виду від АД при i -му експлуатаційному режимі обчислюється за наступною формулою [8]:

$$M_j = EI_{ji} \times G_i \times \tau_i \times n \quad (2)$$

Маса емісії ЗР j -го виду від АД протягом одного ЗПЦ ПС обчислюється шляхом підсумовування величин емісій ЗР j -го виду для кожного з етапу ЗПЦ:

$$M_{jLTO} = \sum_{i=1}^4 EI_{ji} \times G_i \times \tau_i \times n \quad (3)$$

Валова емісія ЗР j -го виду від АД ПС обчислюється шляхом підсумовування величин емісій ЗР j -го виду для всій кількості ЗПЦ для заданого періоду дослідження:

$$M_{jT} = N \times \sum_{i=1}^4 EI_{ji} \times G_i \times \tau_i \times n \quad (4)$$

де EI_{ji} індекс емісії ЗР для конкретного експлуатаційного етапу ЗПЦ, г/кг; G_i – витрата палива при i -му режимі роботи АД; τ – період роботи АД, сек; n – кількість АД; N – кількість ЗПЦ досліджуваного типу ПС протягом року.

Згідно з рекомендаціями ICAO ,оцінка індексів емісії нелетючих та летючих твердих часток виконується за FOA3.0 методом.

Розрахунок нелетючих твердих часток ґрунтується на трьох параметрах авіаційного двигуна:

- [1]. число димності (SN);
- [2]. співвідношення палива та повітря (AFR),
- [3]. ступінь двоконтурності (BPR).

Значення нормованих параметрів SN та BPR представлено для чотирьох режимів роботи авіадвигуна у базі даних ICAO [2]. Проте встановлено, що для значної кількості двигунів величини показника SN відсутні або представлені тільки для максимального режиму.

З метою усунення зазначених прогалин необхідно використовувати інструкцію Дж.У.Калверта [3], яка дозволяє обчислити коефіцієнт масштабування SF для подальшого розрахунку відсутнього параметру SN.

Коефіцієнт масштабування – співвідношення параметрів SN для будь-якого та максимального режимів роботи авіадвигуна:

$$SF = \frac{SN_i}{SN_{\max}} \quad (1)$$

де SF – коефіцієнт масштабування; SN_{mode} – величина SN для одного з етапів ЗПЦ; SN_{\max} – максимальна величина SN.

Рекомендовані величини SF для обчислення параметру SN наведено у табл.1 у випадку, якщо для досліджуваного авіадвигуна інформація в банку даних ICAO відсутня.

2.2. Аналіз результатів розрахунку валових викидів авіадвигунів, допоміжної силової установки та допоміжного наземного обладнання для аеродромів класу В(4С).

На підставі зазначеного методу відповідно до ICAO Doc 9889 була виконана оцінка масових викидів від авіадвигунів, допоміжної силової установки (ДСУ) та наземне допоміжне обладнання (НДО) для поточного стану (2020-2021 рр.) та для перспективного розвитку (2030 р) регіональних аеродромів класу В(4С).

Інвентаризація викидів у межах КП «Миколаївський міжнародний аеропорт Миколаївської обласної ради»

Структура парку повітряних суден, які експлуатуються на аеродромі Миколаїв за вихідними даними 2020 р наведена на рис. 2.2

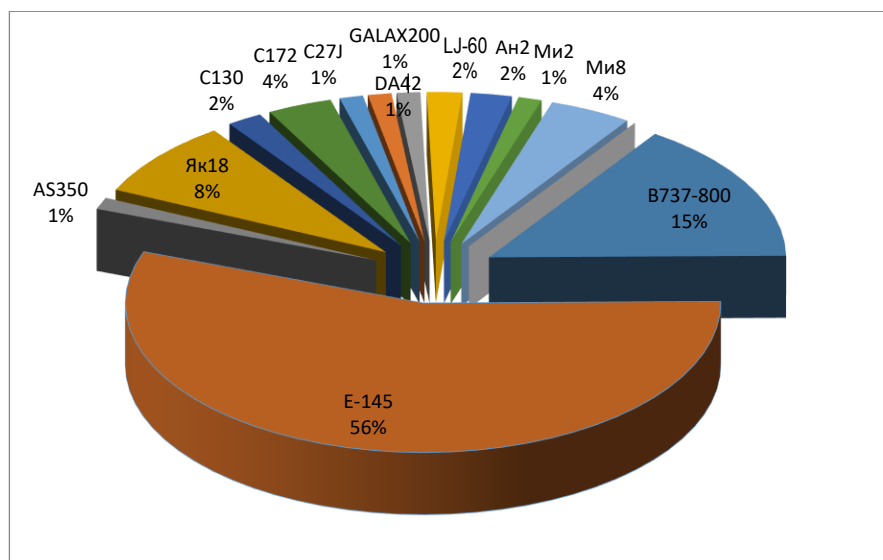


Рис. 2.2 Структура парку повітряних суден, які експлуатуються на аеродромі Миколаїв за період 2020 р.

Отже, аналіз поточної інтенсивності польотів та авіапарку аеродрому Миколаїв демонструє, що превалююча складова транспортних перевезень здійснюється *E145* (56 %), *B738* (15%), *Як18Т* (8%), *C172* (4%).

Результати обчислення валових викидів від авіадвигунів, ДСУ та НДО зведено на рис.2.3.

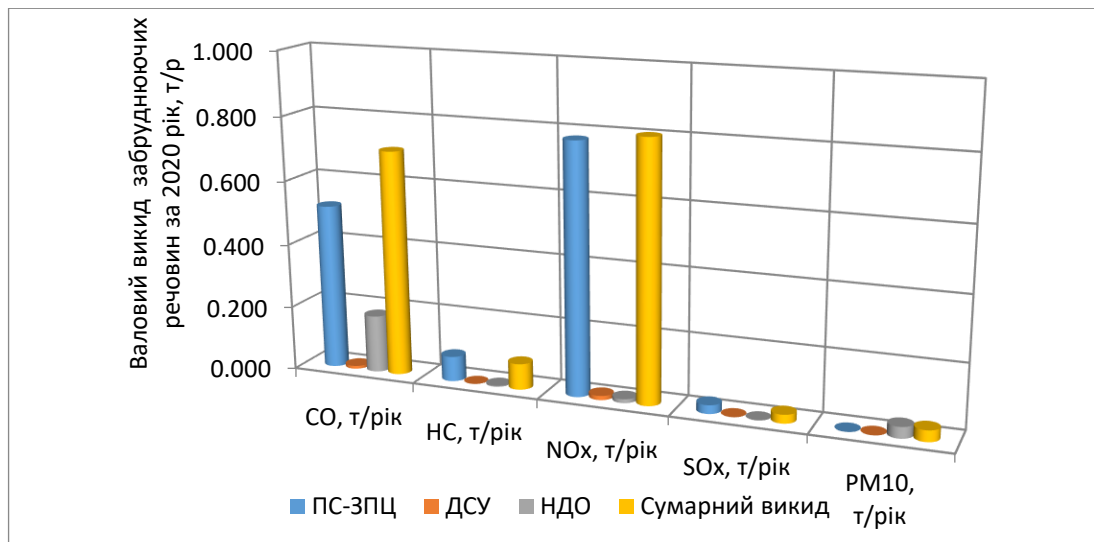


Рис.2.3. Результати інвентаризації валових викидів забруднюючих речовин від авіадвигунів, допоміжних силових установок та допоміжного наземного обладнання за 2020 р

Згідно з результатами інвентаризації валових викидів, слід зазначити, що внесок НДО сягає 25 % від валової величини викиду CO й лише 1,5 % від валової величини викиду NOx .

На підставі аналізу наданої перспективи щодо кількості ЗПО, які очікуються на аеродромі у найближчі 5 років (табл.3.7) було сформовано прогнозований розрахунковий сценарій для оцінки рівнів забруднення атмосферного повітря в умовах перспективного завантаження аеродрому у 2025 р. з урахуванням пасажирських та вантажних перевезень.

Таблиця 2.2

Очікувана кількість ЗПО за прогнозом розвитку аеродрому Миколаїв

Рік	2020	2021	2022	2023	2024	2025
ЗПО пасажирських ПС	330	1302	2080	2756	3276	3956
ЗПО вантажних ПС	10	252	-	-	-	608
Загальна кількість ЗПО за рік	340	1554	-	-	-	4564
Загальна кількість ЗПО за годину пік	1	2	2	4	4	6

Структура парку ПС, які планується експлуатувати на аеродромі Миколаїв у 2025 р. наведена на рис. 2.4.

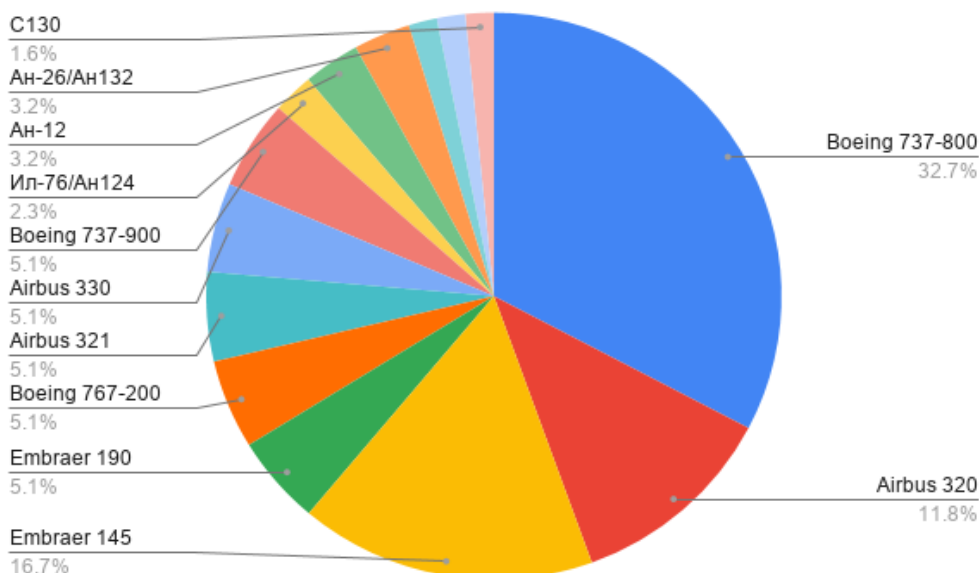


Рис. 2.4. Структура авіапарку за прогнозом розвитку аеродрому Миколаїв на 2025 р.

Відповідно до зазначених вище пасажирських та вантажних типів ПС було виконано обчислення масових викидів від авіадвигунів, ДСУ та НДО за зазначеною вище методологією для перспективного завантаження аеродрому у 2025 р., табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Результати інвентаризації валових викидів від авіадвигунів, допоміжних силових установок та допоміжного наземного обладнання за прогнозованим сценарієм на 2025 р.

Джерело викидів ЗР	СО, т/рік	НС, т/рік	NO _x , т/рік	SO _x , т/рік	ЗЧ ₁₀ т/рік
ПС – ЗПЦ	16,547	2,842	25,058	0,907	-
ДСУ	0,303	0,014	0,204	0,0	0,0
НДО	9,784	0,191	0,111	0,015	0,13
Сумарний викид	26,634	3,047	26,602	0,922	0,13

Згідно з результатами інвентаризації валових викидів, слід зазначити, що внесок НДО сягає 36,7 % від валової величини викиду СО й лише 0,5 % від валової величини викиду NO_x. Водночас внесок ДСУ достатньо низький й складає 1,1 % та 0,8 % відповідно для СО й NO_x, рис.2.5.

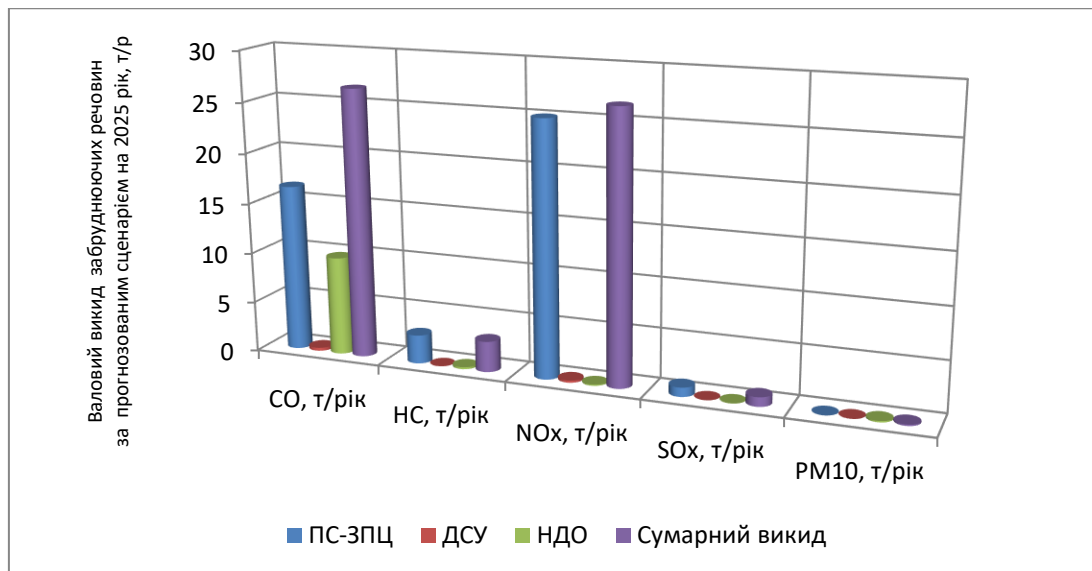


Рис.2.5. Результати інвентаризації валових викидів від авіадвигунів, допоміжних силових установок та допоміжного наземного обладнання за прогнозованим сценарієм на 2025 р

Порівняння результатів інвентаризації валових викидів ПС, НДО та ДСУ для поточного (2020 р.) та прогнозованого (2025 р.) варіантів розрахунку, вказує на збільшення величини валового викиду оксиду вуглецю та оксидів азоту – у 37 разів, що обумовлено збільшенням авіаційних перевезень у 13 разів та внесенням низки типу ПС (*B738, B-739, B474, B767, A320, ІЛ-76, Ан-124, Ан-12, Ан-26*) до авіапарку на перспективу, що вирізняються високими емісійними характеристиками.

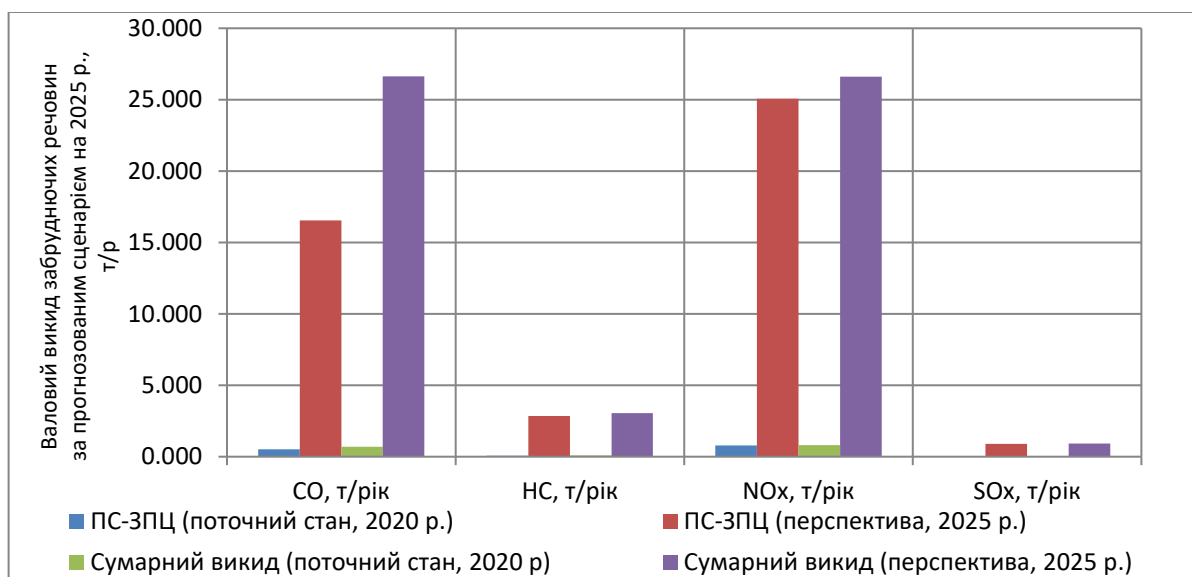


Рис.2.6. Результати інвентаризації валових викидів від авіадвигунів, допоміжних силових установок та допоміжного наземного обладнання для поточного (2020 р.) та перспективного навантаження (2025 р.)

Інвентаризація викидів у межах ТОВ « Міжнародний аеропорт Дніпро»

Структура парку повітряних суден, які експлуатуються на аеродромі Дніпро за даними 2019-2020 рр (поточний стан) наведена на рис. 2.7.

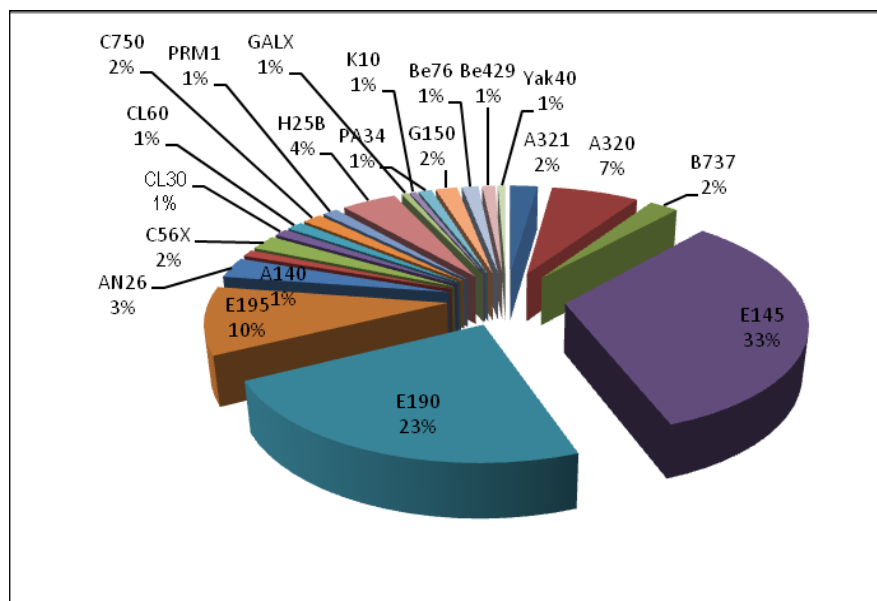


Рис. 2.7. Структура парку повітряних суден, які експлуатуються на аеродромі Дніпро за період з 1.02.2019 р.- 1.02.2020 рр.

Отже, аналіз поточної інтенсивності польотів та авіапарку аеродрому Дніпро демонструє, що превалююча складова транспортних перевезень здійснюється *E145 (33%), E190 (23%), E195 (10%), A320 (7%), H25B (4%)* на етапі підготовчих та будівельних робіт.

Оцінка викидів авіадвигунів здійснюється на основі індексів емісії (EI), відповідно до встановленого ЗПЦ ІСАО [23]. Результати обчислення валових викидів від зазначених вище джерел забруднення атмосферного повітря зведено у табл. 2.4

Результати інвентаризації валових викидів від авіадвигунів, ДСУ та ДНО у межах МА «Дніпропетровськ» за 2019-2020 рр

Джерело викидів ЗР	СО, т/рік	НС, т/рік	NO _x , т/рік	SO _x , т/рік	ЗЧ ₁₀ т/рік
ПС – ЗПЦ	4,326	0,872	11,011	0,387	0,000
ДСУ	0,025	0,002	0,064	0,000	0,000
ДНО	7,134	0,197	0,879	0,024	0,035
Сумарний викид	11,485	1,071	11,954	0,411	0,035

Згідно з результатами інвентаризації викидів, слід зазначити, що складова ДНО достатньо вагома у порівнянні з валовими викидами авіадвигунів (рис.4.1.8). Зокрема, для СО внесок ДНО взагалі переважає й сягає 64 % від валової величини викиду за період 2019-2020 рр.

Аналіз результатів інвентаризації валових викидів авіадвигунів за типами повітряних суден (рис.2.8 - 2.10) на етапі виконання підготовчих і будівельних робіт (2019-2020 р.) демонструє, що *A320, E145, E190, E195, H25B* є переважаючими за величиною викиду, як за СН, СО, так і NO_x.

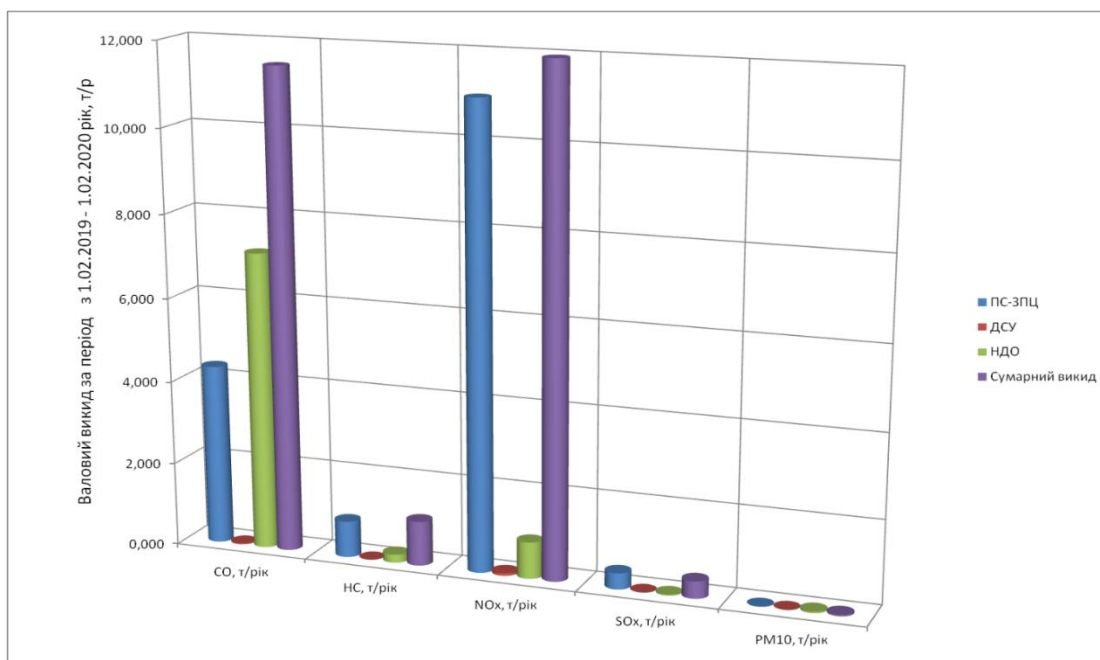


Рис2.8. Результати інвентаризації валових викидів від авіадвигунів, допоміжних силових установок та допоміжного наземного обладнання за період з 1.02.2019р.-1.02.2020 р (етап виконання підготовчих і будівельних робіт)

На базі аналізу даних за Концепцією будівництва та розвитку МА «Дніпропетровськ» щодо обсягу очікуваних авіап перевезень й очікуваної кількості ЗПО за рік та за годину пік було сформовано прогнозований розрахунковий сценарій для оцінки рівнів забруднення атмосферного повітря під час експлуатації повітряних суден на етапі впровадження планової діяльності (2030 р).

Відповідно до зазначених вище розрахункових типів ПС для етапу впровадження запланованої діяльності було виконано обчислення масових викидів від авіадвигунів, ДСУ та ДНО (*транспорт для пасажирського багажу, вантажний транспорт, сервіс із прибирання*) за системою моделювання EDMS на перспективу (2030 р). Результати обчислення валових викидів за прогнозованим сценарієм на 2030 р. від зазначених вище джерел забруднення атмосферного повітря зведено у табл. 2.5

Таблиця 2.5

Результати інвентаризації валових викидів від авіадвигунів, допоміжних силових установок та допоміжного наземного обладнання за прогнозованим сценарієм на 2030 р.:

на етапі впровадження планової діяльності

Джерело викидів ЗР	СО, т/рік	НС, т/рік	NO_x, т/рік	SO_x, т/рік	ЗЧ₁₀ т/рік
ПС – ЗПЦ	7,190	1,152	48,383	1,328	0,000
ДСУ	0,003	0,002	0,006	0,000	0,000
НДО	14,262	0,236	0,236	0,017	0,003
Сумарний викид	21,455	1,390	48,625	1,345	0,003

Аналіз результатів інвентаризації валових викидів СО вказує, що превалює складова НДО та перевищує валовий викид авіадвигунів у 2 рази й сягає 50% від валової величини викиду за 2030 р.

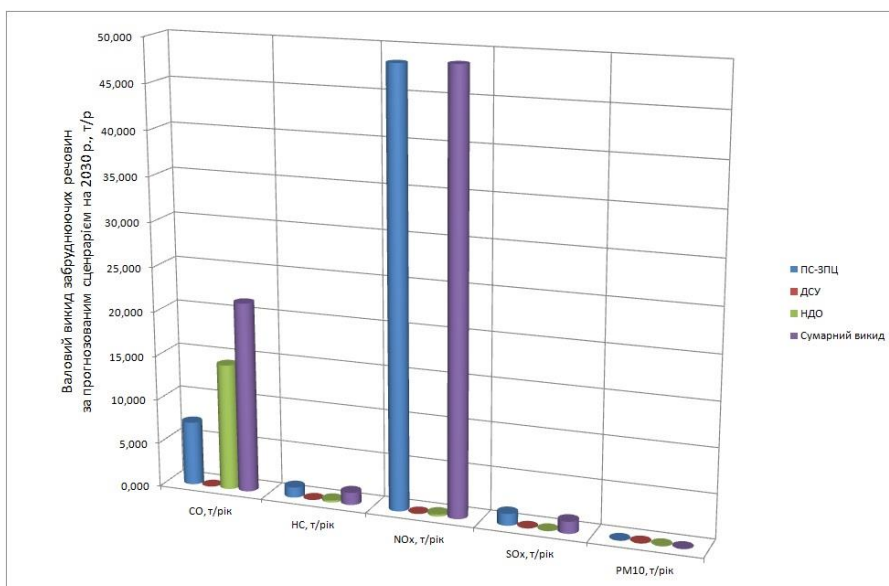


Рис.2.9. Результати інвентаризації валових викидів від авіадвигунів, допоміжних силових установок та допоміжного наземного обладнання за прогнозованим сценарієм на 2030 р.

Аналіз результатів інвентаризації викидів ПС, ДНО та ДСУ, вказує на збільшення величини валового викиду оксиду вуглецю у 2 рази, а оксидів азоту – 4,5 рази на етапі впровадження планової діяльності, що обумовлено збільшення авіаційних перевезень у 3рази.

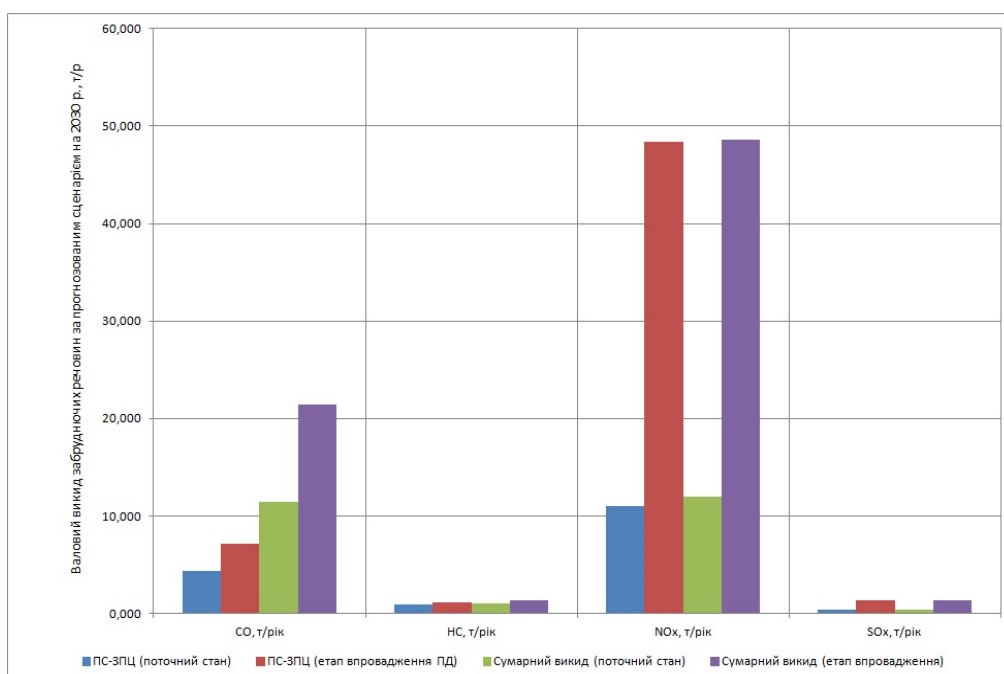


Рис.2.10. Результати інвентаризації валових викидів від авіадвигунів, допоміжних силових установок та допоміжного наземного обладнання для поточного стану (2019 р.) та для перспективного прогнозу (2030 р.)

Згідно з наданим прогнозом очікується збільшення авіаційних перевезень у 10 разів на перспективу (2030 р.) в порівнянні з 2020р.. Таким чином, з метою урахування екологічних обмежень доцільним кроком буде впровадження експлуатаційних заходів із скорочення викидів авіадвигунів (підрозділ 3.1) та організація контролю якості атмосферного повітря та розміру СЗЗ на базі систем інструментального моніторингу.

РОЗДІЛ 3. Заходи з регулювання несприятливого впливу викидів джерел аеропорту на місцеву якість повітря.

Основними заходами, метою яких є зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферу, є:

- 1) Електрифікація наземного транспорту обслуговування аеропорту
- 2) Збільшення складової відновлювальних джерел енергії
- 3) Підвищення ефективності використання ресурсів та енергії

У 2009 році, міжнародною радою аеропортів (ACI), була прийнята програма по акредитації авіаузла з точки зору їх впливу на екологію (Airport Carbon Accreditation). Метою програми є скорочення негативного впливу аеропортів на навколишнє середовище та перехід максимальної кількості авіаузлів до нульового балансу викидів вуглекислого газу, що зробило б їх «нейтральними». Участь є добровільною, але щороку до програми приєднуються нові аеропорти, прагнучи поліпшити свої показники. Відповідно до класифікації програми, шкідливі викиди поділені на дві категорії: контрольовані та не контрольовані аеропортом. Перші залежать від рішень керівництва аеропорту, другі виникають в результаті діяльності підрядників — логістичних компаній, постачальників або громадського транспорту. Керівництво аеропорту може, наприклад, замінити перонні автобуси аналогами, що працюють на електриці. Водночас, для аналогічної заміни автобусів громадського транспорту, необхідна робота з партнерами, діалог з міським управлінням, умови для заохочення використання екологічно чистого транспорту та інші подібні кроки.

У 2015 році державами-членами Ради ООН були прийняті 17 глобальних цілей (SDG's) до 2030 року [Рис. 3.1.], спрямованих на поліпшення якості життя з економічних, соціальних та екологічних параметрів. Ці цілі не мають прямого відношення до аеропортів, але створюють контекст, в

рамках якого формуються подальші стратегії щодо поліпшення екологічної ситуації, в тому числі для транспортної інфраструктури. У наприкінці 2015 року, також було підписано Паризьку Угоду з клімату та прийнята міжнародна загальногалузева програма компенсації емісії вуглецю (CORSIA), яка визначає порядок та можливості відшкодування негативного впливу аеропортів на еко-середовище.

ГЛОБАЛЬНІ ЦІЛІ Сталого Розвитку



Рис. 3.1. Глобальні цілі сталого розвитку.

Для сертифікації будівель та споруд, відповідно до вимог по екології та енергоефективності, існують досить відомі стандарти LEED (США), BREEAM (Англія) та німецький стандарт DGNB. Нові термінали аеропортів можуть будуватися відповідно до тих чи інших стандартів, в

залежності від країни та вибору проектувальників. Крім цього існують міжнародні стандарти ISO з природокористування (14001), з енергетичного менеджменту (50001), по газах, що викликають парниковий ефект (14064), та інші, що визначають якісні характеристики матеріалів та технологій. Що стосується аеропортів, то програма Airport Carbon Accreditation - єдина, орієнтована тільки на них.

Відповідно до неї, перехід до нульового викиду вуглекислого газу ділиться на чотири етапи:

1. Mapping - підрахунок шкідливих викидів;
2. Reduction - поліпшення інфраструктури та скорочення негативного впливу;
3. Optimisation - підрахунок викидів, які не контролюються аеропортом та розробка стратегії по їх скороченню;
4. Neutrality - компенсація викидів вуглекислого газу, що залишились, і які не вдалося скоротити на перших етапах, і, як наслідок, досягнення нульового балансу.

Важливо розуміти, що на 100% скоротити кількість шкідливих викидів аеропорт не може. Тому, для досягнення «нейтральності», фінальним етапом є компенсація викидів (offsetting), тобто заповнення кількості CO₂, що залишилася, шляхом інвестицій в проекти інших аеропортів або інфраструктур, порядок яких описаний в програмі CORSIA.

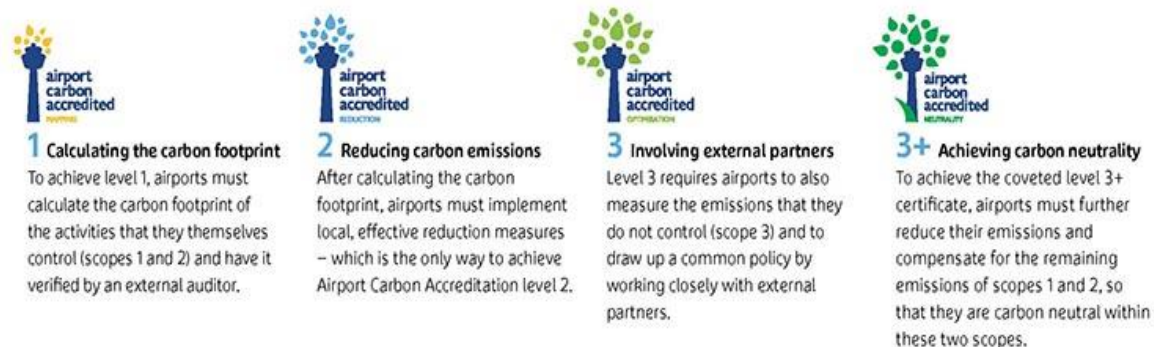


Рис.3.2. Етапи скорочення та контролю шкідливих викидів аеропорту.

Більш детально стратегії та способи скорочення шкідливих викидів можна розглянути на прикладі конкретних аеропортів. Серед них є як великі міжнародні хаби, яким впровадження стійких технологій дозволяє економити на експлуатації, так і невеликі аеропорти, яким простіше впроваджувати екологічні рішення на ранніх етапах.

Основними джерелами забруднення в аеропорту є літаки, що виконують операції зльоту та посадки, рулювання на доріжках, наземний транспорт аеропорту, а також громадський та особистий транспорт, який доставляє людей до аеропорту. Крім цього, існує шумове забруднення, але шляхом постійної модернізації літаків, воно істотно скорочується. Докладний список всіх шкідливих викидів зібраний на сайті програми акредитації аеропортів.

Перший міжнародний аеропорт, який здобув нейтрального статусу у 2009 році став стокгольмський Арланда, який обслуговує 27 мільйонів пасажирів на рік. Забрудненість повітря в аеропорту відповідає рівню загазованості середнього за величиною міста — для Швеції це від 50 до 200 тисяч жителів. Починаючи з 2005 року, аеропорту вдалося скоротити викиди CO₂ на 70%. При цьому вони не перевищують рівень 1990-х років, не дивлячись на значне зростання трафіку за минулий час. Система

опалення аеропорту повністю працює на біопаливі, а 100% всієї споживаної електроенергії виробляється з поновлюваних джерел. Поступово аеропорт замінює наземний транспорт на аналогічний, що працює на біопаливі та електриці, попри те, що його вартість в рази дорожче.

Ще одним аеропортом, який досяг нейтрального статусу та активно працює над поліпшенням екологічної ситуації, є Схіпхол. З 2018 року енергія, споживана аеропортом, повністю виробляється за допомогою вітрових станцій. Враховуючи кількість енергії - 200 мільйонів кіловатів, що еквівалентно 50 тис. домогосподарств, аеропорту необхідно оптимізувати її використання. Тому для терміналу, чотирьох пірсів та готелю встановлена система збереження енергії (TESS), що дозволяє використовувати менше викопного палива для опалення або охолодження будівель. Освітлення в аеропорту замінено на світлодіодне. Крім цього, аеропорт володіє найбільшим парком в 100 автобусів, які не виробляють вихлопних газів. На довгострокову перспективу аеропорт розробляє стратегії адаптації інфраструктури під стандарти BREEAM-NL та будівництво нових будинків з нейтральним статусом викидів вуглецю. Крім аеропорту Схіпхол, керівна компанія Royal Schiphol Group володіє ще трьома в Ейндховені, Гаазі, Роттердамі та невеликим в Лелістаді. Серед них — Ейндховен, який вже досяг статусу нейтральності, і в планах компанії досягнення такого ж рівня іншими авіавузлами.

Наступним великим аеропортом, з пасажиропотоком близько 26 мільйонів в рік, є Брюссельський аеропорт, який отримав нейтральний статус у 2018 році. Також аеропорт сертифікований за стандартами природокористування (ISO 14001) та енергетичного менеджменту (ISO 50001). При реконструкції інфраструктури та будівництві нової, все освітлення в аеропорту було замінено на світлодіодне, що дозволило

скоротити енергоспоживання в три рази. Для опалення та охолодження будівель аеропорт використовує геотермальні джерела енергії та систему збереження енергії — аналог TESS в аеропорту Схіпхол. За останні десять років, Брюссельському аеропорту вдалося скоротити рівень викидів CO₂ на 34%. Площа зони шумового забруднення в 55 дБ, за останні 20 років скоротилася на 49%.

Аеропорт в Гельсінкі є не тільки нейтральним, але розвивається за принципом міста-аеропорту, більше відомого як Авіаполіс Вантаа. У зв'язку з цим, аеропорту також важливо підтримувати комфортне екологічне середовище на навколишній території. Для скорочення викидів аеропорт використовує комплекс заходів: використання енергії відновлюваних джерел (сонячні батареї, вітряки), світлодіодне освітлення, будівництво та реконструкція інфраструктури відповідно до сертифікації BREEAM, використання біопалива, робота з партнерами. Більш того, компанія Finavia, яка керує крім Гельсінкі, ще 20-ма аеропортами в Фінляндії, планує повністю знизити контрольовані викиди CO₂ всієї мережі до 2020 року.

Існує також ряд прикладів аеропортів, які використовують екодизайн. При цьому більшість з них не демонструють прогрес в зниженні шкідливих викидів. Найвідоміший — Сінгапурський аеропорт з великою кількістю озеленення і де нещодавно відкрився новий термінал «Перлина Чангі», більше схожий на ботанічний сад або оранжерею. В аеропорту Сан-Франциско дизайн інтер'єрів терміналу 2 та 3, які отримали сертифікат LEED Gold, виконані в спокійних тонах з природним освітленням та обробкою під дерево. Перед аеропортом Сакраменто розбитий ландшафтний парк, а в інтер'єрах використовують панелі під дерево. Новий термінал аеропорту Кутаїсі, за проектом UN Studio, спроектований з використанням клеєних дерев'яних конструкцій. З

кожним роком кількість таких прикладів зростає, аеропорти все більше уваги приділяють якості обслуговування, емоційному комфорту пасажирів та екологічній безпеці.

Існує цілий ряд заходів, що дозволяють істотно скоротити шкідливі викиди у навколишнє середовище та зменшити витрати на експлуатацію аеропорту. Розробляються спеціальні матеріали: низьковуглецевий бетон, дерево, фотокаталітичні мембрани, біопаливо та ін. Багато аеропортів встановлюють сонячні панелі, наприклад, аеропорт Цюріха, де їх площа становить 6 тис. м², Сан-Франциско, Денвер, Сакраменто, Схіпхол, Гельсінкі, Брюссель, Кочин, Мактан-Сьобу та інші. Для оптимізації витрат аеропорти замінюють освітлення на світлодіодне та встановлюють різноманітні системи збереження енергії. Транспорт, який використовується для руху на пероні та сполученням з містом замінюється на електрокари або працює на біопаливі. Крім цього, окремі поліпшення, наприклад, встановлення сонячних панелей, не дадуть суттєвого результату. Для досягнення нейтральності необхідна комплексна екологічна стратегія: починаючи від переходу на поновлювані джерела енергії, закінчуючи розведенням бджіл поблизу аеропорту. В середньому, авіавузлам вдається скоротити прямі контрольовані викиди CO₂ на 20-40%. Решта викидів скорочуються партнерами та коштом компенсації (offsetting).

Як можна бачити, багато аеропортів, в першу чергу в Європі, почали впроваджувати заходи з відновлення екологічного балансу. Неможливість повного переходу до «зеленого» транспорту не означає відсутність сенсу покращувати ситуацію, а успішний досвід розвитку міського середовища це наочно демонструє. Через те, що аеропорт є невід'ємною частиною міста, а в разі великого хаба, він сам розвивається як урбанізоване середовище, можливо варто впроваджувати ті ж принципи сталого розвитку, до яких ми прагнемо в містах.

ВИСНОВКИ

Порівняння результатів інвентаризації валових викидів ПС, НДО та ДСУ для поточного (2020 р.) та прогнозованого (2025 р.) варіантів розрахунку для «КП «Миколаївський міжнародний аеропорт Миколаївської обласної ради»», вказує на збільшення величини валового викиду оксиду вуглецю та оксидів азоту – у 37 разів, що обумовлено збільшенням авіаційних перевезень у 13 разів та внесенням низки типу ПС (*B738, B-739, B474, B767, A320, ІЛ-76, Ан-124, Ан-12, Ан-26*) до авіапарку на перспективу, що вирізняються високими емісійними характеристиками.

Аналіз результатів інвентаризації викидів ПС, ДНО та ДСУ для «**Міжнародний аеропорт Дніпро**», вказує на збільшення величини валового викиду оксиду вуглецю у 2 рази, а оксидів азоту – 4,5 рази на етапі впровадження планової діяльності, що обумовлено збільшення авіаційних перевезень у 3рази.

Згідно з наданим прогнозом очікується збільшення авіаційних перевезень на перспективу (2030 р.) в порівнянні з 2020р.. Таким чином, з метою урахування екологічних обмежень доцільним кроком буде впровадження заходів із скорочення викидів авіадвигунів та організація контролю якості атмосферного повітря та розміру СЗЗ на базі систем інструментального моніторингу.

Основними заходами, метою яких є зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферу, є:

- 1) Електрифікація наземного транспорту обслуговування аеропорту
- 2) Збільшення складової відновлювальних джерел енергії
- 3) Підвищення ефективності використання ресурсів та енергії

Зазначені заходи реалізуються в межах системи екологічного менеджменту авіапідприємства й передбачають зміни в інфраструктурі аеропорту.

Провівши дослідження викидів в атмосферне повітря в аеропортах цивільного користування, та практики європейських розвинених аеропортів можна прийти до висновку, що впровадження систем екологічного менеджменту призведе до позитивних наслідків в різних аспектах. А саме :

- Економія енергії природних ресурсів;
- Оцінка та регулювання впливів на довкілля
- Зменшення витрат шляхом впровадження інноваційних рішень;
- Підвищення іміджа авіапідприємства у сфері використання прородоохоронних вимог;
- Сприйняття екологічних викликів, як можливостей для розвитку.

На основі викладеного можна визначити, що схема розробки і впровадження екологічних стратегій включає: визначення основних екологічних проблем підприємства і пошук шляхів їх вирішення; впровадження системи екоконтролю (екоаудиту, екомоніторингу); зміни в організаційної структурі; формування екополітики та її адаптація, внесення змін і удосконалення; впровадження екологічних факторів в усі аспекти діяльності підприємства (завдяки системі екологічного менеджменту). Графоаналітичний підхід дозволяє дати комплексну оцінку ефективності, структурі, збалансованості, рівню реалізації екостратегії підприємств авіаційної галузі, виявити наявні резерви для удосконалення екостратегії та розробити обґрунтовані управлінські рішення в цілях підвищення конкурентоспроможності. Тому для подальшого розгляду ставляться питання впровадження оптимальної маркетингової стратегії авіатранспортного підприємства. В перспективі пропонується використовувати запропоновані критерії для оцінки екологічної ефективності.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ

ДЖЕРЕЛ

1. Повітряний кодекс України від 19.05.2011 № 3393-VI // Відомості Верховної Ради України. – 2011. – № 48-49. – С.536.
2. ICAO Doc 9889. Airport Ait Quality. – 1st ed. – 2011. – 200 p.
3. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища", 25.06.1991р.
4. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» від 16.10.1992 № 2707-XII// Відомості Верховної Ради України. – 1992. – № 50. – ст.678.
5. Закон України "Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення" від 28.02.1994
6. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів № 173 від 19 червня 1996 р. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96>
7. Наказ Міністерства охорони здоров'я від 18.05.2018 N 952 Про затвердження Змін до Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів (http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/RE33133.html)
8. АПУ, ч.21 «Сертифікація повітряних суден, пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання, а також організацій розробника та виробника» від 22 травня 2019 р. № 543/33514
9. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій (https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/b_2_2_12/1-1-0-1802)
10. Правила сертифікації цивільних аеродромів України (затв. наказом Державіаслужби від 25.10.2005р. № 796, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 10 листопада 2005 р. за N 1357/11637);
- 11.ПКМУ від 13 грудня 2001 р. N 1655 « Про Порядок ведення державного обліку в галузі охорони атмосферного повітря»;

- 12.ПКМУ від 29 листопада 2001 р. N 1598 Про затвердження переліку найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин, викиди яких в атмосферне повітря підлягають регулюванню;
- 13.Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 14.01.2020 № 52 «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць»;
- 14.Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України від 10 лютого 1995 року N 7 “Про затвердження Інструкції про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві”
- 15.Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 97 с.
- 16.Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин від авіаційного транспорту. В кн.: Методики розрахунку викидів забруднюючих речовин пересувними джерелами (Мінекобезпеки, Мінстатистики та Мінтрансу України, 1997р.);
- 17.Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин від авіаційного транспорту // Методики розрахунку пересувними джерелами. – Киев: УкрНТЕК, 1996. – 13 с.
- 18.Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation. Vol. II: Aircraft engine emissions. – ICAO, 1993. – 2nd ed. – 249 p. – [International standards and recommended practices].
- 19.Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation. Vol. III: Aeroplane CO₂ emissions. - Montreal: ICAO, Vol. III, 2017;
- 20.ICAO Doc 9501. Environmental Technical Manual. Volume III — Procedures for the CO₂ Emissions Certification of Aeroplanes First Edition, 2018;
- 21.ICAO Doc 9646-AN/943. Engine Exhaust Emissions Databank;

22. Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation. Vol. IV: Aeroplane CO₂ emissions. - Montreal: ICAO, Vol. III, 2017;
23. ICAO Circular 303. Operational opportunities to minimize fuel use and reduce emissions
24. ICAO Doc 9184. Airport Planning Manual. Land Use and Environment Control. Third Edition. Part 2, 2002;
25. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe;
26. ICAO Circular 351. Community Engagement for Aviation Environmental Management, 2017.
27. 21. Запорожец А.И., Страхолес В.В. Оценка концентраций загрязнения воздуха выбросами вредных веществ от турбовинтовых двигателей / А.И. Запорожец, В.В. Страхолес // Средства управления охраной труда и окружающей среды на предприятиях гражданской авиации: Сб. науч. тр. – Киев: КИИГА, 1993. – С.59–62.
28. 22. Запорожец А.И., Страхолес В.В., Токарев В.И. Расчет масс выброса вредных веществ и концентраций загрязнения воздуха в районе аэропорта / А.И. Запорожец, В.В. Страхолес, В.И. Токарев // Состояние и перспективы работ по охране окружающей среды в гражданской авиации: Тез. док. 3-ей НТК. – М.: ВДНХ, ГосНИИГА, 1991. – С.18–20.