

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ТА ПРИРОДООХОРОННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В АЕРОПОРТАХ*Запорожець О.І., Синило К.В.,**Національний авіаційний університет, м. Київ*

В статті наведено концептуальні положення і практичне значення застосування ГІС-технологій до забезпечення безпеки і природоохоронної діяльності в аеропортах. На прикладі задачі оцінки локального забруднення атмосферного повітря в районі аеропорту наведені структури баз даних, алгоритми обчислення та елементи шарів представлення картографічної інформації формування поля концентрації забруднюючих речовин, що викидаються основними джерелами аеропорту.

Ключові слова: аеропорт, безпека, природоохоронна діяльність, карти екологічні, ГІС-технології, бази даних, екологічні карти, інвентаризація викидів

Постановка проблеми. Забезпечення безпеки в аеропортах було істотно переглянуте в останні роки завдяки запровадженню геоінформаційних систем (ГІС). З'явилися ГІС-розробки управління природоохоронною діяльністю, безпекою польотів, авіаційною безпекою, кризовими ситуаціям, тощо. ГІС надають потужні аналітичні можливості для розуміння уразливості існуючих об'єктів, а також шляхи інтеграції розрізнених засобів інформаційної безпеки в єдине середовище. Наприклад, адміністрації аеропортів вже усвідомили, що ГІС є невід'ємною частиною добре продуманої інфраструктури забезпечення безпеки по периметру – від керування терміналом контролю і управління доступом.

Корпоративна ГІС об'єднує потужність баз даних і розвинуті можливості візуалізації на основі електронних карт. Важливою особливістю ГІС в таких застосуваннях є те, що вони всі використовують єдину програмну й інформаційну основу та відносно мало залежать від апаратних засобів. Причому на різних видах транспорту є свої специфічні задачі, які можуть ефективно вирішуватися за допомогою ГІС. Ось тільки деякі з них для аеропортів: управління майном аеропортів; управління територією; вибір місць і будівництво нових об'єктів інфраструктури аеропорту; моніторинг і планування повітряних коридорів; оцінка і планування пропускної спроможності; оптимізація паркування літаків; екологічна оцінка; моделювання і моніторинг шумового забруднення; управління орендними площами; інформування пасажирів про плани розвитку аеропорту і найближчого його оточення.

Основні результати досліджень. Аеропорт використовує ГІС-застосування для відображення впливу його об'єктів на довкілля: концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, поверхневих водах і ґрунті; рівнів шумового або електромагнітного забруднення; ризиків третьої сторони; утворення і розміщення відходів; розміщення та споживання паливних і енергетичних ресурсів, т.д.

ГІС-карти складають основу документів, потрібних для фінансування робіт по захисту від шуму та інших екологічних чинників населення, що проживає поблизу цього аеропорту, де рівень шуму (концентрацій забруднення повітря, ризиків третьої сторони та інших чинників) перевищує встановлені стандартами норми. Крім того, ГІС використовується при плануванні розширення аеропорту, а саме для аналізу можливої дії екологічних чинників на населені пункти при різних варіантах розміщення злітно-посадочних смуг. Крім накладання на карту ізоліній (контурів) шуму (інших чинників), ГІС має необмежений потенціал для широкого використання в службах наземного і повітряного забезпечення: підтримка нормативно-законодавчої бази діяльності аеропорту; ідентифікація і документування подій шуму (концентрацій забруднення повітря, ризику третьої сторони), пов'язаних з повітряними суднами (ПС); виявлення ПС, які порушують правила польотів (коридорів уздовж маршрутів польоту); створення і опублікування звітів про події шуму і інших чинників впливу на оточуюче середовище; зниження (мінімізація) впливу шуму, створюваного ПС в поточні і прогностичні періоди; ефективна обробка скарг населення на вплив шуму, з прив'язкою до реальної статистики, виявлення типу і місця ПС; створення енвайроментального іміджу аеропорту; прогноз і оптимізація графіків руху ПС з інтеграцією даних підсистем ГІС з розрахунковими моделями. Таким чином підсистема «ГІС-шум» є очевидним рішенням в підготовці документів «Програми зменшення впливу шуму літаків в околиці аеропорту. Щоб визначити, які будинки і землеволодіння потрапляють в області з рівнями шуму понад нормативні значення, наприклад 65 дБА, еквівалентного рівня шуму в денний період доби, аеропорт повинен створити відповідну базу даних. ГІС створює карти окремих земельних ділянок, де відображаються дані про використання земель, адреси, вулиці, магістралі, юридичні межі, зонування і загальні планові позначення, а також супутня інформація.

«ГІС-забруднення атмосферного повітря» – це, в першу чергу, моделювання емісії, розповсюдження і впливів забруднюючих речовин (ЗР) від точкових, лінійних та просторових джерел в атмосферному повітрі, оцінка найближчих та майбутніх наслідків екстремальних ситуацій забруднення. Сучасні системи дозволяють розглядати сценарії, які включають джерела емісії ЗР [5]: повітряні судна до 500 типів літаків і вертольотів; дорожній рух – понад 70000 дорожніх ділянок (1500 джерел на кожній ділянці); індустриальні джерела до 1500 точкових, лінійних, площинних і об'ємних джерел (сховища паливно-мастильних матеріалів, бойлерні або котельні, тренувальні майданчики протипожежного захисту, тощо); агреговані джерела (сіткові джерела) – до 3000 вузлів розрахункової сітки для джерел малої інтенсивності, наприклад, засобів обслуговування ПС в аеропорту.

Методичні основи функціонування підсистеми «ГІС-забруднення атмосферного повітря». Сценарій повітряного руху в районі

досліджуваного аеропорту включає злітно-посадковий цикл (ЗПЦ) руху ПС, роботу аеродромного транспорту, аеродромного устаткування та установок, що використовуються для обслуговування ПС перед зльотом та після посадки, в процесі технічного обслуговування і ремонту ПС та/або авіаційних двигунів (АД), і операції випробування АД. Методика [1] направлена, в першу чергу, на оцінку поля концентрацій забруднення атмосферного повітря від ЗПЦ руху ПС в районі досліджуваного аеропорту і від випробування АД. Решта характерних джерел забруднення розраховується з використанням інших методик, в першу чергу, на основі нормативної методики ОНД-86 [2].

Поля концентрацій ЗР в повітрі розраховуються для переліку, що використовуються для оцінки екологічної досконалості авіаційних двигунів [4] та отримуються відповідно до методики оцінки валових викидів від ПС і окремих АД під час їх обслуговування [3]. З метою єдиного підходу до нормування викидів ЗР ІКАО було введено поняття стандартного ЗПЦ, який включає всі операції ПС з моменту запуску двигунів до набору висоти 915 м, а також з моменту заходу на посадку з висоти 915 м до зупинки двигуна після посадки літака. Значення відносної тяги двигунів на етапах (режимах роботи), що їх характеризують, є середньостатистичними для світового парку ПС цивільної авіації, а значення тривалості етапів ЗПЦ ІКАО зорієнтовані на крупні міжнародні аеропорти. Параметри ЗПЦ ІКАО наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Параметри злітно-посадкового циклу ІКАО

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

Основними чинниками, що визначають забруднення атмосферного повітря в результаті викиду ЗР від двигунів ПС в районі авіапідприємства є: тип ПС і тип двигуна в силовій установці ПС; режим роботи двигуна та режим польоту (рух на аеродромі) ПС на досліджуваному етапі ЗПЦ; схеми розміщення і руху ПС на аеродромі; метеорологічні умови; топографічні умови – вид поверхні, її шорсткість.

Для оцінки миттєвого значення концентрації ЗР в атмосферному повітрі від ПС використовується модель точкового джерела, що рухається, на основі рішення нестационарного рівняння турбулентної дифузії [1]. На окремих етапах ЗПЦ методика дозволяє розраховувати концентрації ЗР від нерухомих точкових, лінійних і площинних джерел. Інтегрування модельних рішень для усіх джерел протягом характерного інтервалу усереднення (20 хв., 24 год. або рік) з подальшим нормуванням на величину інтервалу

усереднення дозволяє оцінити характерні усереднені значення концентрації ЗР для порівняння з ГДК досліджуваних ЗР.

Вираз для оцінки миттєвого значення концентрації c домішки ЗР в точці (x, y, z) у момент часу t з урахуванням попереднього розбавлення домішок ЗР струменем відпрацьованих газів двигуна (визначається значеннями дисперсій меж струменя σ_{x_0} , σ_{y_0} , σ_{z_0}) та з урахуванням спливання струменя на висоту H має вигляд:

$$c(x, y, z, t) = \int_0^{T_d} \frac{M \times \exp \left[-\frac{(x - x')^2}{2\sigma_{x_0}^2 + 4k_x(t + t')} - \frac{(y - y')^2}{2\sigma_{y_0}^2 + 4k_y(t + t')} \right]}{\{8\pi^3 [\sigma_{x_0}^2 + 2k_x(t + t')][\sigma_{y_0}^2 + 2k_y(t + t')]\}^{1/2}} \times \left\{ \frac{\exp \left[-\frac{(z - z' - H)^2}{2\sigma_{z_0}^2 + 4k_z(t + t')} \right] + \exp \left[-\frac{(z + z' + H)^2}{2\sigma_{z_0}^2 + 4k_z(t + t')} \right]}{[\sigma_{z_0}^2 + 2k_z(t + t')]^{1/2}} dt' \right\} \quad (1)$$

де T_d – час дії джерела (інтервал залпу) викиду, M (г/с) – залповий викид маси ЗР за одиницю часу роботи двигунів ПС; k_x, k_y, k_z – коефіцієнти атмосферної турбулентної дифузії, t' – змінна інтегрування; поточні значення координат джерела викиду ЗР x', y', z' (вісь ОХ направлена по вітру) визначаються як:

$$\begin{aligned} x' &= x_0 + u_{ПС} t' + 0,5 a t'^2 + u_g(t+t'); \\ y' &= y_0 + v_{ПС} t' + 0,5 b t'^2; \\ z' &= z_0 + w_{ПС} t' + 0,5 c t'^2, \end{aligned}$$

де x_0, y_0, z_0 – початкові значення координат джерела викиду (ПС); $u_{ПС}, v_{ПС}, w_{ПС}$ – складові вектора швидкості руху джерела; a, b, c – складові вектора прискорення руху джерела, u_g – швидкість вітру.

Максимальне миттєве значення концентрації c_{mm} в досліджуваній точці утворюється у момент часу t_{max} :

$$t_{max} = \Delta x / u_g + \sqrt{\Delta x k_x / u_g}, \quad (2)$$

де Δx – відстань між досліджуваною точкою і точкою початку процесу атмосферної дифузії та перенесення домішок ЗР вітром.

Значення максимально разової c_{mp} (усередненої протягом 20-30 хв.) концентрації в досліджуваній точці (x, y, z) в результаті викиду забруднюючих речовин двигунами ПС можна визначити використовуючи співвідношення:

$$c_{mp} = \frac{c_{mm}}{K_{30}}, \quad (3)$$

де c_{mm} – максимальне значення миттєвої концентрації ЗР, мг/м^3 (визначене за формулою (1) для моменту часу t_{max} за формулою (2)); K_{30} – коефіцієнт перерахунку [1].

Послідовність розрахунку викидів і концентрацій ЗР. Розроблене програмне забезпечення PolEmiCa [11] дозволяє обчислювати викиди і концентрації ЗР в атмосферному повітрі аеропорту:

1. За даними служб аеропорту будуються масиви точок простору, в яких знаходилося ПС під час ЗПЦ. Кількість масивів визначається кількістю сценаріїв руху ПС.

1. В першу чергу за методикою [3] визначаються валові викиди ПС основних ЗР (інвентаризація ЗР).

2. Маса викидів для кожного виду ЗР від даного типу ПС визначається як сума значень мас ЗР в результаті кожного залпу. Формули (1-3) використовуються для визначення поля концентрації ЗР в межах усієї розрахункової області від одного залпового викиду.

3. Кількість залпів від ПС задається вибраною дискретизацією в просторі. Для визначення сумарної концентрації ЗР від одного ЗПЦ підсумовуються відповідні усереднені концентрації від усіх залпів, ці ж концентрації створюють повну картину поля концентрацій на даній території. За наявності двох або більше ПС концентрації підсумовуються шляхом складання відповідних компонент забруднення.

4. При здійсненні операцій випробування двигуна додатково (як точкові джерела) враховується розташування стоянок АД випробування на території аеродрому.

5. Залежно від того, які концентрації визначаються (залежно від усереднення ГДК), моделювання проводиться для відповідних сценаріїв з використанням відповідних усереднень.

6. За результатами отриманих значень концентрацій у вузлах сітки будуються ізолінії концентрацій ЗР (у частках ГДК або в абсолютних значеннях – залежно від потреб) та формуються відповідні зображення. Також визначаються значення концентрацій ЗР в окремих точках.

Архітектура системи. Для виконання інвентаризації викидів та моделювання їх розсіювання, програмне забезпечення PolEmiCa (як будь-яке інше програмне забезпечення обчислення локальної якості повітря в аеропорту [5]) функціонально складається з декількох шарів взаємодії. На рівні інтерфейсу користувач виконує введення даних (з можливістю перевірки параметрів), виконує команди і отримує візуальний зворотний зв'язок стосовно введених даних та отриманих результатів.

Ця архітектура є типовою для сучасних багаторівневих прикладних розробок і забезпечує модульність компонентів шляхом розподілу функцій

між управлінням базами даних, розрахунковою логікою та графічним інтерфейсом користувача. Забезпечення модульності є важливою перевагою, особливо у зв'язку переходу в майбутньому комплексу PolEmitCa у більш широке середовище екологічних рішень (наприклад, як комплекс EDMS в середовищі AEDT).

Зовнішні інтерфейси для PolEmitCa включають в себе програмні комплекси: AERMAP, AERMET, AERMOD і MOBILE, які підтримуються Агенством з охорони навколишнього середовища США (EPA). PolEmitCa генерує файли вхідних даних для використання моделлю оцінки розсіювання AERMOD, в тому числі від процесора метеорологічних даних AERMET та процесора територіальних даних AERMAP. Процесор обчислення емісії використовує комбінацію моделей EPA і найкращих наявних моделей з інших джерел, таких як комітету з охорони довкілля від впливу авіації CAEP для розрахунку викидів повітряних суден, викидів дорожніх і позашляхових транспортних засобів та викидів від стаціонарних джерел. Зокрема викиди дорожніх транспортних засобів розраховуються за алгоритмами моделі MOBILE (визнана і підтримується EPA, а також CAEP). Модуль моделювання розсіювання ЗР генерує вхідні дані для моделі розсіювання EPA AERMOD. PolEmitCa містить компонент звітності отриманих результатів інвентаризації викидів.

Схема аеропорту визначає фізичні компоненти інфраструктури аеропорту, за допомогою яких визначаються робочі параметри джерел викидів в аеропорту. Компоненти інфраструктурної мережі включають злітно-посадкові смуги, руліжні доріжки і місця стоянки, вони рекомендуються для виконання інвентаризації викидів, але є обов'язковими при вимозі точних розрахунків інвентаризації викидів і необхідні для обчислення розсіювання викидів ЗР. Будинки не впливають на викиди, але можуть впливати на характеристики розсіювання, особливо від точкових джерел викидів. Користувачі PolEmitCa також мають можливість наочно побачити схему розташування аеропорту і взаємодіючи безпосередньо з графічним представленням аеропорту розміщувати, переміщати і змінювати різні джерела.

Крім того, шляхи руління (ШР) ПС вказують ланцюжки тих РД, якими ПС мають пересуватися від злітно-посадкової смуги (ЗПС) до місця стоянки, а конфігурації ЗПС повинні вказувати – які саме злітно-посадкові смуги будуть активними протягом певного часу доби відповідно до характерних погодних (метеорологічних) умов. Іншими словами, ШР – це масив тих РД, які зв'язують місця стоянки ПС з відповідними торцями ЗПС (для ШР «відправлення») або виходу зі ЗПС з місцем стоянки окремого типу ПС (для ШР «прибуття»). Така модель ланцюжка окремих РД визначає миттєві координати місця розташування ПС протягом його руху уздовж РД, що визначаються відповідним ШР. Миттєві координати місця розташування використовуються для призначення викидів ПС джерелам, які представляють окремі РД. Ці елементи також необхідні для моделювання затримки і

послідовності зльотів ПС та визначають час, що ПС витрачає на кожній ділянці наземного руху для того, щоб більш чітко виділити викиди на цих ділянках з метою більш точного обчислення розсіювання викидів. Ці компоненти не є обов'язковими, якщо необхідна тільки інвентаризація викидів, але потрібні для обчислення розсіювання викидів.

Місце стоянки (МС або гейт) є фізичною кінцевою або початковою точкою циклів прибуття і відправлення ПС відповідно. Розташування МС може впливати на загальну річну інвентаризацію викидів за рахунок зміни відстані (і пов'язаних з цим викидів), яку потрібно подолати ПС між гейтами і ЗПС. Місця розташування гейтів також використовуються для визначення розміщення таких джерел викидів як допоміжні силові установки (APU) і наземне обладнання обслуговування ПС (GSE).

Обсяг даних, що необхідний для виконання аналізу розсіювання викидів значно більший, ніж дані, які необхідні тільки для інвентаризації викидів. Всі необхідні дані для інвентаризації викидів є також необхідними для моделювання розсіювання. Крім того, деякі варіанти моделі, які не є обов'язковими для інвентаризації викидів, є необхідними при обчисленні розсіювання, у тому числі:

- 1) точні профілі експлуатації або графіки руху ПС;
- 2) моделювання льотно-технічних характеристик ПС;
- 3) моделювання затримки і послідовності відправлення ПС;
- 4) погодинні погодні дані;
- 5) розміщення точок визначення концентрацій забруднення.

Інвентаризація викидів виконується наперед від оцінки розсіювання. Алгоритми оцінки розсіювання використовують вибрані експлуатаційні графіки руху (профілі) ПС, активні джерела змінюються залежно від часу. Важливо використовувати точні профілі, бо зміни індивідуальних джерел можуть істотно вплинути на результат оцінки розсіювання. Для забезпечення кращої точності моделювання послідовності ПС використовуються чверть-годинні інтервали.

Таблиця 2 – Коефіцієнти для оцінки профілю польоту літака Іл-86

ACFT_ID	Op type	Flap_ID	B	C	D	R
И86	A	D-40			0.075518	0.173462
И86	A	D-25			0.085047	0.158049
И86	A	U-5			0.101404	0.134474
И86	D	40	0.001214	0.069709		0.173462
И86	D	25	0.001561	0.078505		0.158049
И86	D	5	0.002385	0.093603		0.134474
И86	D	2	0.002682	0.096712		0.145382
И86	D	ZERO	0.002722	0.098964		0.154109

Методологічний підхід реалізації моделі інвентаризації викидів в околиці аеропорту складається з двох етапів. Перший етап полягає в оцінці типових профілів польоту для ПС, що розглядаються, уздовж встановлених в

районі аеропорту маршрутів зльоту/посадки. На другому етапі здійснюється оцінка емісії АД для розрахованих режимів і часу польоту на етапах траєкторії. Зокрема в табл. 2 наведені дані коефіцієнтів для оцінки профілю польоту (*Aerodynamic coefficients table* на рис. 1) літака Ил-86 у форматі методик [5, 6].

Типовий профіль зльоту/набору висоти, наприклад до висоти 3000 м (при дослідженні шуму) може включати до 10 і більше характерних відрізків. Взагалі кінцевий відрізок траєкторії визначається умовою досягнення висоти 915 м для емісії або закриття контуру шуму досліджуваного задачею значення. Профіль повинен розпочинатися з розгону літака уздовж ЗПС. Відрізки прискорення польоту (до значень швидкості або висоти ухвалення рішення, наприклад, прибирання закрилків і переведення двигунів на номінальний режим) і стаціонарного набору висоти слідує один за іншим до висоти 3000 м. Тому база даних повинна включати всі необхідні коефіцієнти (табл. 2 і рис. 1) для розрахунку траєкторій.

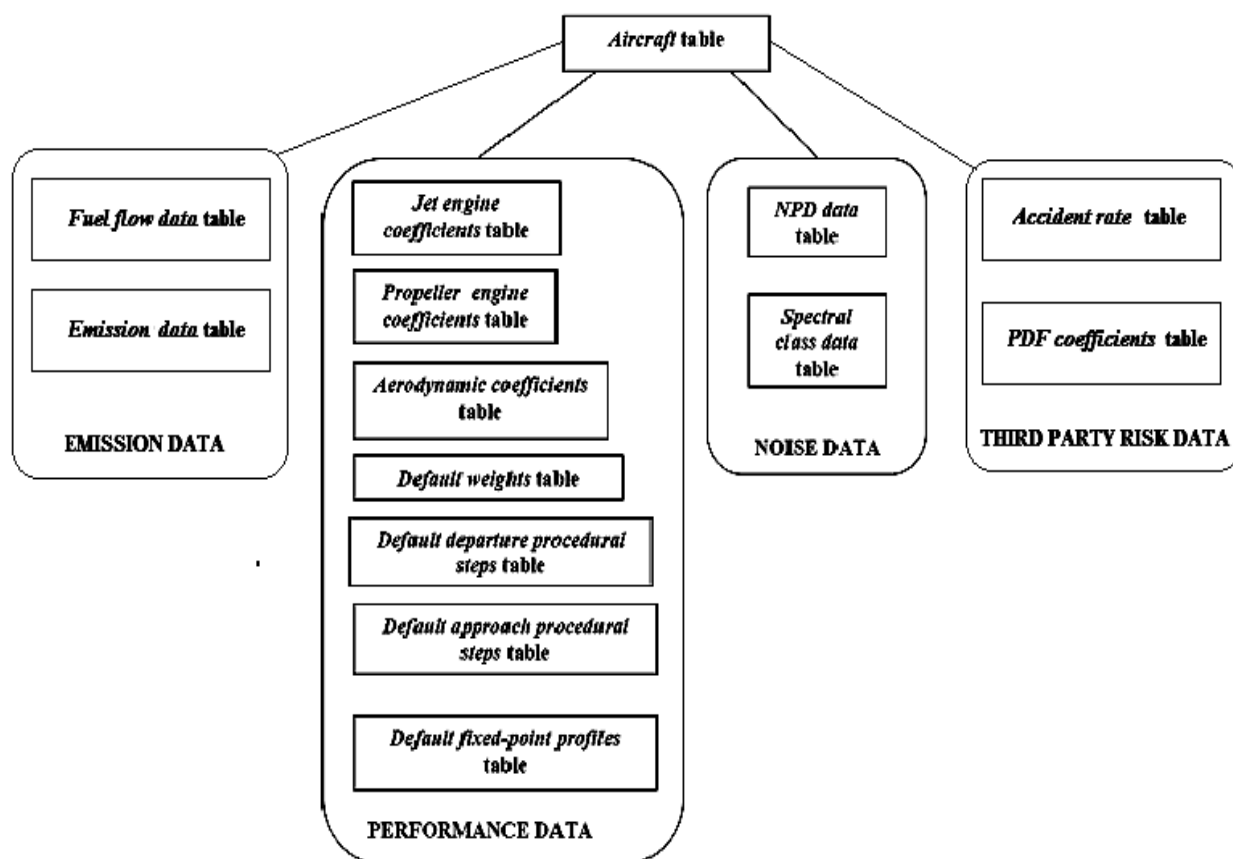


Рисунок 1 – Структура баз даних розрахунку профілів польоту літаків та їх екологічних чинників в районі аеропорту: емісії АД; шуму ПС; ризику третьої сторони

Розрахунковий приклад. Наведена вище система обчислення впливу емісії авіадвигунів на стан атмосферного повітря в районі аеропорту застосована для задачі верифікації обчислювальних систем CAEP (CAEPort) [10, 11]. Основні джерела викидів забруднюючих речовин включають:

злітно-посадковий цикл (LTO) руху ПС; авіаційні пускові установки, бортові і наземні (APU/GPU); наземну техніку обслуговування повітряних суден (GSE); стаціонарні джерела викидів – бойлерні/котельні (*Power plants*), сховища паливно-мастильних матеріалів (*Fuel farms*); наземний транспорт в околиці аеропорту (*Roadways and Parking*).

В таблиці 3 наведені дані обчислення викидів основних забруднюючих речовин для злітно-посадкових циклів руху повітряних суден разом із запуском двигунів (*Startup*). Час етапів руління перед зльотом (*Taxi Out*) та після посадки (*Taxi In*) використаний за даними диспетчерської служби аеропорту. Час повітряних етапів – зльоту (*Take Off*), набору висоту (*Climb Out*) і зниження перед посадкою (*Approach*) обчислений за вище наведеним алгоритмом ICAO Doc 9911. Для порівняння у таблиці 4 наведені дані обчислення для тривалості етапів за циклом ICAO (таблиця 1) – для всіх видів емісії та для пального (*Fuel*) реальні дані тривалості етапів обумовлюють суттєво нижчі значення інвентаризації.

Інвентаризація викидів від АПУ (APU/GPU) та наземної техніки обслуговування повітряних суден (GSE) виконана за вимогами керівництва ICAO Doc 9889 [5], наприклад, питомі дані викидів GSE наведені у таблиці 5.

Таблиця 3 – Викиди основних забруднюючих речовин для злітно-посадкових циклів руху повітряних суден (дані наведені у кг)

Вид ЗР	Startup	Take Off	Climb Out	Approach	Taxi In	Taxi Out	Разом
CO	0	4312,28	3973,13	17306,70	68080,37	135094,50	228767,0
HC	9473,8	428,94	298,17	1483,88	14612,35	24963,62	41786,96
NOx	0	149876,06	94733,97	50205,95	13242,71	25685,51	333744,2
SOx	0	27084,03	22230,21	26078,33	13176,07	26440,19	115008,8
Fuel	0	5416805,5	4446042,5	5215666,5	2635217,0	5287988,5	23001720

Таблиця 4 – Викиди основних забруднюючих речовин для злітно-посадкових циклів руху повітряних суден для тривалості етапів за циклом ICAO (дані наведені у кг)

Вид ЗР	Take Off	Climb Out	Approach	Taxi In	Taxi Out	Разом
CO	2691,72	7683,41	17834,30	68080,37	135094,50	231384,30
HC	266,08	658,30	1654,50	14612,35	24963,62	42154,84
NOx	94428,18	189885,86	56853,30	13242,71	25685,51	380095,56
SOx	17393,46	44286,82	28865,23	13176,07	26440,19	130161,77
Fuel	3478317,25	8857684,00	5774003,50	2635217,00	5287988,50	26033210,0

Інвентаризація емісії від АПУ комплексом PolEmission виконана в залежності від витрат пального на роботу АПУ, питомі показники якого для 6-ти характерних груп АПУ наведені у таблиці 6. Інвентаризація викидів від стаціонарних джерел комплексом PolEmission виконується за стандартними методиками, узгодженими Міністерством охорони довкілля України [6, 7], а

від пересувних джерел за стандартними методиками, узгодженими Держкомстатом України і Міністерством транспорту України [8, 9]. Зведені дані обчислення наведені у таблиці 5.

Таблиця 5 – Питомі дані викидів від наземної техніки обслуговування повітряних суден (кг)

Вид ЗР	Широкофюзеляжний літак	Літак з фюзеляжем звичайного діаметру
NO _x	0.900	0.400
HC	0.070	0.040
CO	0.300	0.150
PM ₁₀	0.055	0.025
CO ₂	58	19

Висновки. Розроблені сьогодні моделі та розрахункові програми визначення впливів цивільної авіації на довкілля все більше знаходять застосування в ГІС. Корпоративні ГІС аеропорту все більше включають аналітичні моделі екологічної безпеки, безпеки польотів та авіаційної безпеки. В статті наведений приклад розроблення окремого елемента корпоративної ГІС аеропорту, що визначає показники якості повітря в залежності від характерних джерел емісії, стаціонарних та пересувних. Можливості ГІС-технологій обумовлюють більш точні результати обчислення за рахунок ведення баз даних для повітряних суден, авіаційних двигунів, наземної техніки обслуговування повітряних суден.

Розроблена в НАУ комплексна система PolEmitCa відповідає вимогам ІКАО до засобів обчислення якості повітря і даний час відбувається верифікація даного комплексу робочою групою «Моделі і бази даних» комітету САЕР, результати якої для етапу інвентаризації наведені в статті.

Результати верифікації обчислення комплексною системою PolEmitCa концентрацій забруднення атмосферного повітря є предметом наступних досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методика розрахунку концентрацій забруднення атмосферного повітря викидами повітряних суден (проект) – Національний авіаційний університет, Науково-дослідний центр екологічних проблем аеропортів, 2011.
2. Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. – Л. : Гидрометеоздат, 1987. – 97 с.
3. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ двигателями воздушных судов гражданской авиации. – М. : ФГУП ГосНИИГА, ЗАО ЦЭБ ГА, 2007.
5. Международные стандарты и рекомендуемая практика «Охрана окружающей среды». Том 2. «Эмиссия авиационных двигателей». – Монреаль, 2005.

6. Airport Air Quality Guidance Manual : ICAO Doc 9889. – 2011.

7. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 ГКалл в час (с учетом методического письма НИИ Атмосфера № 335/33-07 от 17 мая 2000 г.). – Москва, 1999.

7.8. Методические указания по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров. – Новополюк, 1997.

8.9. Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів. Наказ № 452 від 13.11.2008. – (Нормативний документ Державного Комітету Статистики України).

9.10. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті. Наказ № 43 від 10.02.1998. – (Нормативний документ Міністерства транспорту України).

11. CAEP8 MODTF 5 WP03 LAQ Sample Problem. – Montreal, 2007.

12. CAEP.8.IP.042.1. Status Report on Model Evaluations in Ukraine. – Montreal, 2010.

Запорожец А.И., Синило К.В. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В АЭРОПОРТАХ

В статье приведены концептуальные положения и практическое значение применения ГИС-технологий по обеспечению безопасности и природоохранной деятельности в аэропортах. На примере задачи оценки локального загрязнения атмосферного воздуха в районе аэропорта приведены структуры баз данных, алгоритмы вычисления и элементы слоев представления картографической информации формирования поля концентрации загрязняющих веществ, выбрасываемых основными источниками аэропорта.

Ключевые слова: аэропорт, безопасность, природоохранная деятельность, карты экологические, ГИС-технологии, базы данных, экологические карты, инвентаризация выбросов.

Zaporozhets A.I., Sinilo K.V. INFORMATION TECHNOLOGIES OF PROVIDING SAFETY AND NATURE PROTECTION ACTIVITY AT THE AIRPORTS

The concept ideas and practical value of GIS-technologies and their applications on providing safety and environment protection activities in airports are shown. The structures of databases, calculation algorithms and elements of layers of cartographic information presentation of forming contamination substances' concentration field produced by the basic emission sources of the airport.

Keywords: the airport, safety, nature protection activity, ecological cards, GIS-technologies, databases, inventory of emissions.