

УДК 528.9:711.77

Бойко О.Л.,
boyko_lena@ukr.net, ORCID: 0000-0001-8654-9392,
Національний авіаційний університет, м. Київ

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ АЕРОПОРТОВИХ КОМПЛЕКСІВ НА ОСНОВІ ARCGIS

Розглянуто питання розробки та використання геоінформаційних систем для адміністративно-господарського управління аеропортами. Проведено аналіз функцій та можливостей геоінформаційних систем крупних аеропортів світу.

Ключові слова: геоінформаційна система (ГІС), аеропорт, просторове планування, прийняття управлінських рішень.

Постановка проблеми.

Кінець ХХ століття початок ХХІ століття – період ІІІ індустріальної революції, період інформатизації суспільства та всіх сфер діяльності, перехід на геоінформаційні технології. В багатьох країнах світу, таких як США, Канада, Австралія, країни Європейського союзу вже більше 40 років впроваджують різного роду геоінформаційні системи, геопортали, інфраструктури геопросторових даних для ведення кадастру, моніторингу територій та об'єктів, геоінформаційного аналізу, планування, реконструкції, прийняття управлінських рішень, тощо.

В Україні тільки останніми десятиліттями почали активно впроваджувати геоінформаційні системи та технології: розробляються системи містобудівного кадастру населених пунктів, геопортали різного призначення - політико-адміністративного устрою, нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення, населених пунктів, природно-заповідного фонду, водного фонду. Впроваджуються геоінформаційні системи різного рівня та призначення: транспортні ГІС, житлово-комунального господарства, Національна інфраструктура геопросторових даних та інші.

Дослідженнями в галузі створення, обробки, аналізу та використання геопросторової інформації в Україні займаються Карпінський Ю.О., Лященко А.А., Палеха Ю.Н., Черін А.Г., Криштоп Т.В., Зацерковний В.І., Путренко В.В. та багато інших науковців.

Якщо розглядати геоінформаційне забезпечення аеропортових комплексів, то вже більше 20-ти років в аеропортах світу активно впроваджуються комплексні геоінформаційні системи, які охоплюють всі

сфери діяльності аеропорту: отримання, обробка та аналіз просторової інформації; аналіз даних та управління роботою аеропорту; підтримка та розвиток інфраструктури; інвентаризація майна і управління активами; контроль стану оточуючого середовища, тощо. Нажаль, в Україні дослідження, пов'язані з розробкою та впровадженням ГІС аеропортів майже не проводяться.

Мета і задачі.

Метою даного дослідження є аналіз досвіду розробки та впровадження геоінформаційних систем в аеропортах світу, їх функцій і можливостей для просторового планування та управління територією аеропортів.

Задачею дослідження є аналіз та систематизація реалізованих функцій та можливостей ГІС аеропортів для забезпечення управління територіально-господарським комплексом, просторового планування, реконструкції, будівництва та моніторингу інфраструктури.

Основою для написання статті стали матеріали журналу ArcReview, який з 1997 року на своїх сторінках висвітлює розробки та впровадження геоінформаційних систем на основі програмного забезпечення ArcGIS і їх застосування в різноманітних сферах людської діяльності, в тому числі впровадженню ГІС в аеропортах.

Виклад основного матеріалу.

Територіально-господарська структура аеропортових комплексів складна і включає в себе велику кількість елементів, які є складовими єдиного безперерійно діючого механізму, що забезпечує функціонування аеропорту та безпеку пасажирів [1].

Сучасні аеропорти містять аеродром зі злітно-посадковою смугою; приаеродромну територію, на якій здійснюються маневрування літаків; службово-технічну територію з ангарами та авіаремонтними приміщеннями; аеровокзал, лінії комунікацій, радіонавігаційне обладнання, тощо. Розглядаючи об'єкти, розташовані на території аеропортових комплексів, можна виділити наступні групи:

- об'єкти інфраструктури аеропортів (пасажирські та вантажні термінальні комплекси, цехи бортового харчування, об'єкти забезпечення авіаційним паливом), об'єкти неавіаційної діяльності тощо;

- об'єкти наземної інфраструктури, ангарні комплекси, авіаційно-технічні бази, навчально-тренажерні центри, профілакторії, адміністративні будівлі, складські об'єкти;

- поверхні, призначені для посадки, зльоту, руху, стоянки повітряних суден, руху наземного транспорту на території аеродрому, ґрунтові елементи аеродрому, об'єкти обслуговування повітряного руху, засоби зв'язку, навігації та спостереження, візуальні засоби забезпечення польотів, об'єкти та засоби

аварійно-рятувального та протипожежного забезпечення, забезпечення авіаційної безпеки, метеорологічного обслуговування, електрозабезпечення аеродрому, споруди та мережі інженерних комунікацій, що забезпечують роботу аеродромних об'єктів.

Провідні аеропорти світу відводять комплексним геоінформаційним системам центральне місце, аналізуючи в них дані з різних інформаційних систем для пошуку кращих рішень. Більше 200 аеропортів успішно використовують ГІС для управління їх інфраструктурою. ГІС допомагає візуалізувати аеронавігаційні дані, термінальні споруди, освітлення, знаки злітно-посадкової смуги, наземні, підземні та надземні інженерні мережі. Відображення інформації на ГІС-картах дозволяє набагато швидше підготувати пропозиції щодо проведення адміністративно-організаційних, архітектурних та інженерно-технічних заходів [2].

Геоінформаційні системи в аеропортах світу давно набули поширення, і це пов'язано з тим, що майже вся інформація, яка використовується в аеропортових комплексах, має просторову прив'язку. В світовій практиці використання ГІС в аеропортах зарекомендували себе як потужний інструмент для збору, зберігання, інтеграції, інтелектуального аналізу та візуалізації геопросторової інформації та прийняття ефективних управлінських рішень [2].

Технологія геоінформаційних систем надає потужні інструментальні засоби інтеграції даних різних типів з їх повним аналізом, моделюванням і представленням на 2D та 3D картах, взаємодією з багатьма інформаційними системами та платформами. Це відноситься як до основних термінальних комплексів та інших об'єктів, транспортних систем та мереж інженерних комунікацій, злітно-посадкових смуг і повітряного простору в районі аеропортів [3].

GIS платформа компанії Esri є потужним механізмом, на базі якого розроблені ГІС багатьох аеропортів світу. Крім загальної функціональності та різноманітних програмних продуктів, компанія Esri пропонує також спеціалізоване рішення ArcGIS для авіації, яке надає користувачам можливість створювати, керувати, переглядати та обмінюватися галузевими даними і представлено двома додатками: ГІС для господарства аеропортів (ArcGIS for Aviation: Airports) та ГІС для роботи з аеронавігаційною інформацією (ArcGIS for Aviation: Charting). Разом вони надають сучасне стандартизоване геопросторове середовище для виробництва аеронавігаційних карт, обміну даними на основі стандартної моделі AIXM (Aeronautical Information Exchange Model) для управління і картографічного відображення даних по діяльності аеропортів [3].

Узагальнюючи основні функції та напрямки застосування ГІС в аеропортах, виділяють наступні сфери: екологічна безпека аеропорту і прилеглих територій, оцінка ризиків, пов'язаних з впливом природи, прогнозування надзвичайних ситуацій, управління майном аеропортів і контроль за орендою площ, обслуговування вантажів та складських приміщень, обслуговування злітно-посадкової смуги, тощо.

Екологічна безпека аеропорту і прилеглих територій

Геоінформаційні системи успішно використовуються для визначення екологічного стану аеропорту та території навколо нього. Одним з перших застосувань ГІС в аеропортах був аналіз рівня шуму і перешкод. Можливості геоінформаційних систем дозволяють не тільки моделювати контури рівнів шуму, але і накладати ці контури на докладні карти прилеглих населених пунктів, щоб визначити зони допустимого впливу шуму чи його перевищення. Цей аналіз часто береться за основу при розробці заходів щодо зменшення шкідливого ефекту, при цьому на рівні об'єктів нерухомості ці заходи можна в свою чергу каталогізувати і візуалізувати в ГІС. Ряд аеропортів йде далі і використовує ГІС, щоб встановити зв'язок між скаргами на шум і конкретними рейсами, зіставляючи час скарги з часовою міткою на лінії шляху польоту. По отриманим даним видаються щомісячні звіти, які супроводжуються картами ізоліній шумового забруднення, а також картами, що відображають маршрути польотів спільно з випадками скарг на шум [4].

Оцінка ризиків, пов'язаних з впливом природи

Багато аеропортів використовують ГІС для каталогізації обстежень і підрахунків диких тварин та птахів, для документування робіт по догляду за рослинним покривом льотного поля, тощо. Розділивши територію аеропорту на квадрати координатної сітки, можна підрахувати в польових умовах кількість птахів та інших диких тварин і ввести результати в систему за допомогою мобільного ГІС, щоб дати менеджерам аеропорту інформацію про місця найбільшого скупчення небезпечних для виконання польотів диких тварин. Крім того, ГІС використовують для фіксації на карті всіх випадків зіткнень з птахами і передачі цієї інформації до органів цивільної авіації для подальшого аналізу [4].

Аварійна посадка рейса 1549 компанії US Airways в річку Гудзон в січні 2009 р., після зіткнення з птахами, через що було пошкоджено обидва двигуни, показала всю важливість оцінки ризиків, пов'язаних з впливом дикої природи, і розробки плану управління подібними ризиками для всіх аеропортів.

Для відображення поточної ситуації та статусу порушення, розроблені спеціальні інформаційні панелі, на яких відображаються дані про проблеми, їх

тип, місцезнаходження, пріоритет, що є важливим для прийняття рішення по їх ліквідації.

Прогнозування надзвичайних ситуацій

За допомогою геоінформаційних систем проводиться прогнозування надзвичайних ситуацій (пожеж, повеней, землетрусів, селів, ураганів) - розраховується ступінь потенційної небезпеки і на основі цього приймається рішення про надання допомоги. Оцінюється необхідна кількість сил і засобів для ліквідації надзвичайних ситуацій, планується і оптимізується маршрут руху до місця лиха, досліджується можливість нанесення шкоди і його наслідки для аеропорту та аеродрому. При моделюванні розвитку надзвичайних ситуацій використовується атрибутивна інформація на потенційно небезпечних об'єктах, засобах для її ліквідації та наслідків. В результаті моделювання всі вихідні дані (місця джерел виникнення, дислокація сил і засобів ліквідації, знаходження людей і т.п.) відображаються на шарах карти [5].

Раніше підготовка до проведення навчальної евакуації було вкрай складним завданням, так як потрібно було аналізувати безліч планів і незв'язних даних. Застосування ГІС-технологій дозволило зв'язати інформацію про всі об'єкти аеропорту і відобразити її на карті. За допомогою геоінформаційних систем вдалося розробити різні сценарії проведення евакуації в залежності від місць розташування джерела надзвичайної ситуації, розташування і опису протипожежного обладнання, розміщення всіх дверей і знаків небезпеки [5].

На основі інформації про нещасні випадки та інших інцидентах, що відслідковуються за допомогою ГІС, керівництво і служба безпеки можуть прийняти рішення про підвищення безпеки на території будівлі аеропорту, аеродрому і на прилеглий території. Використання ГІС додатків допомагає проаналізувати та спрогнозувати забруднення під час аварії на території аеропорту, рівень шумового забруднення, тощо. При екстремальних ситуаціях потрібно оперативно і більш точно оцінити ситуацію і вибрати спосіб ліквідації наслідків.

Управління майном аеропортів і контроль за орендою площ

Наявність геоінформаційної системи інфраструктури аеропорта та будівель і споруд дає можливість аналізувати і планувати розташування основних об'єктів нерухомості на території підприємства і відстежувати в них зміни, які відбуваються з часом. База геоданих дозволяє візуалізувати різні представлення території аеропорту, поєднувати в єдиному середовищі загальний тривимірний план, поверхові плани будівель, схеми комунікацій і іншу інформацію; моделювати поведінку об'єктів; знаходити недовикористані ресурси; обчислювати помилки в розміщенні, які створюють загрозу безпеці

або будь-які незручності, надають користувачам як загальний детальний вид території, так і поверхові плани будинків з інструментами обчислення площ і периметрів [4].

Системи управління основними фондами, орендою, обслуговуванням і безпекою використовують одні і ті ж базові дані, але для різних цілей. Так, ГІС іспанського аеропорту Барахас в Мадриді дозволяє менеджерам бачити кожен об'єкт оренди всередині терміналу разом з інформацією про платежі. Розроблена іспанською ІТ-компанією Indra автоматизована система контролю оренди забезпечує активне управління нерухомістю аеропорту для досягнення найкращих фінансових результатів [4].

ГІС використовуються також для управління підрахунком пасажирів в різних точках аеропорту, щоб визначити оптимальну частоту розміщення внутрішніх інформаційно-вказівних знаків. А міжнародний аеропорт Скай Харбор в Феніксі не тільки використовує цифрове покриття з інформацією за всіма його будівлями для адміністративно-господарського управління, а й інтегрує ці дані з системою управління обслуговуванням аеропорту. Система відстежує всі наряди і роботи по обслуговуванню терміналу і прилеглої території. Аеропорт також інтегрує з ГІС його систему управління орендою нерухомості, щоб орендарям було легше відстежити всі витрати в терміналі.

Обслуговування вантажів та складських приміщень

Окремим специфічним завданням, яке може ефективно вирішуватися за допомогою ГІС, є оперативне управління та оптимізація використання складів. Накопичення статистичної інформації щодо здійснення складської вантажопереробки і її візуалізація надає істотну допомогу в управлінні складом. Оперативне прийняття рішень про розміщення товару в найбільш підходящих для нього складах (в залежності від інтенсивності відвантажень, зручності розташування, термінів зберігання, вагогабаритних характеристик товару та інших ознак), підвищує пропускну здатність складу. Використання ГІС-технологій забезпечує чіткий контроль дотримання термінів і умов зберігання запасів. Вирішення цих завдань підвищує лояльність клієнтів за рахунок загального підвищення якості обслуговування і забезпечення додаткових можливостей сервісу [5].

Крім того, геоінформаційні системи в аеропортах дозволяють відслідковувати стан наземних і підземних резервуарів для зберігання плавномасильних матеріалів і рівень пального в них. Деякі аеропорти, наприклад вантажний аеропорт Гонгконг, починають використовувати ГІС в поєднанні з технологією радіочастотної ідентифікації (РЧІД, RFID) для вдосконалення відстеження і обробки багажу та посилок.

Обслуговування злітно-посадкової смуги

Більшість аеропортів включають в свої системи управління обслуговування злітно-посадкових смуг, часто використовуючи інформацію ГІС для проведення щоденних перевірок, виписки робочих нарядів і в традиційних системах управління аеродромним покриттям. Точна фіксація на електронній карті дефектів покриття, освітлення, знаків і розмітки злітно-посадкової смуги, завдяки інтеграції цієї інформації в систему управління обслуговуванням на основі ГІС, усуває можливі різночитання і недоопрацювання. Це також допомагає менеджерам з обслуговування аеропорту правильно розуміти ситуацію і ефективно управляти підвідомчими активами [4].

Поєднуючи в одній системі дані, що відносяться до експлуатації як льотного поля, так і терміналу, ряд аеропортів зібрало інформацію про підземні інженерні комунікації і кабельні мережі ІТ-систем. Оскільки ГІС підтримує не тільки реальне, але і схематичне подання інформації, мережеві інженери і менеджери з техобслуговування можуть використовувати різні уявлення одних і тих же даних для різних цілей. До переваг зберігання цієї інформації в ГІС відноситься можливість трасування мережі, в тому числі і в зворотному напрямку, для усунення неполадок в системі водопостачання і каналізації і витоку забруднюючих речовин.

Приклади комплексного використання ГІС

Прикладом комплексного використання геоінформаційної системи є аеропорт Брюсселя (Бельгія), де ГІС застосовуються вже більше 20 років і до її можливостей, що надаються безпосередньо додатком AirportView, постійно вдаються понад 450 співробітників аеропорту [4] (Рис.1).

В аеропорту м Перт, Австралія, четвертому за пасажиропотоком в південно-азіатському регіоні, на корпоративному рівні ГІС стали застосовувати не так давно, але масштаби впровадження вражають, хоча б з широким переліком завдань, які покликана вирішити ГІС, що розроблена за підтримки компанії Esri-Австралія. ГІС аеропорту містить дані про його інфраструктуру та інформацію про прилеглі території [8].

Аеропорт м. Манчестера, Великобританія, що має три термінали і дві злітно-посадкові смуги, щорічно обслуговує більше 20 млн. пасажирів і більше 150 тис. тонн вантажів. В аеропорту працює близько 20 тисяч людей і більше 300 компаній розміщуються в його будівлях. Протягом 30 років пасажиропотік планується збільшити більш ніж удвічі - до 50 млн. пасажирів. Всім цим господарством допомагає керувати корпоративна ГІС на платформі Esri, яка застосовується у всіх аспектах діяльності аеропорту і, за підрахунками

головного технолога аеропорту, дозволяє заощадити 220 тис. дол. і 1200 людино-годин на рік [4].



Рис. 1. Комплексна ГІС аеропорту Брюсселя (Бельгія)

Міжнародний аеропорт Хартсфілд-Джексон в Атланті, штат Джорджія, є найбільш завантаженим у світі по пасажиропотоку і найбільшим за кількістю злетів та приземлень. Для підтримки функціонування цього складного комплексу та успішного виконання широкого кола завдань в аеропорту було впроваджено сучасне корпоративне рішення на основі технології геоінформаційних систем. Команда ГІС аеропорту займається обслуговуванням різноманітних користувачів системи: експлуатаційників, планувальників, мобільних бригад на льотному полі, ремонтників та технічного персоналу, що стосуються інженерних комунікацій і мережевого господарства, осіб, які приймають рішення, підрядників, інспекторів, пасажирів, клієнтів і громадськості. Використання переваг всієї платформи ArcGIS допомагає їм в їх місії з підтримки успішного функціонування всієї організації і досягненню її

головних пріоритетів: ефективність діяльності, висока якість обслуговування клієнтів і безпеку [9].

Висновки

В результаті проведеного дослідження було проаналізовано можливості використання геоінформаційних систем крупних аеропортів світу: міжнародного аеропорту Дубая (Об'єднані Арабські Емірати), аеропорту МакКарен (Лас-Вегас, США), міжнародного аеропорту Олбані (США), міжнародного аеропорту Брюсселя (Бельгія), Женеви (Швейцарія), Хьюстона (США), міжнародного аеропорту ім.Таргуда Маршала в Балтиморе (США, Вашингтон), аеропорту Еппі Кйрфілд (США), міжнародного аеропорту Гімпо (Південна Корея), міжнародного аеропорту Скай Харбор (США), аеропорту м. Перт (Австралія), аеропорту м. Манчестер (Великобританія), аеропорту Едмонтону (Канада), аеропорту Хартсфілд-Джексрн (Атланта, США) та інших.

Аналіз функцій та можливостей використання комплексних геоінформаційних систем для управління, просторового планування території аеропортів та прилеглих територій показав, що впровадження ГІС систем дає можливість проводити моніторинг об'єктів; контролювати використання земельних ділянок, будівель, споруд та злітно-посадкових смуг, використовувати геопросторові дані при реконструкції аеропортів та проектуванні розвитку територій, залучення інвестицій, тощо.

Проведений аналіз розкриває широкі можливості для подальших досліджень щодо встановлення вимог до формування геопросторової інформації, розробки методології формування баз геопросторових даних, метаданих, розробки геоінформаційних систем аеропортів з урахуванням кращих напрацювань аеропортів світу.

Література.

1. Бойко Е.Л., Глущенко В.И. Использование ГИС систем для управления инфраструктурой аэропортовых комплексов / Материалы международной научной конференции «Информационные технологии и системы 2016», (БГУИР, Минск, Беларусь, 26.10. 2016), С.74-75;

2. Бойко О.Л. Модернізація аеропортів з використанням геоінформаційних технологій / Матеріали III Міжнародного науково-практичного конгресу «Міське середовище – XXI ст. Архітектура. Будівництво. Дизайн» (Київ, Україна, 14-16.03.18 р.), К.-НАУ, 2018.-С.54-55;

3. Гохман В.В., ГИС для авиационной отрасли / ArcReview. Журнал. Вып.№4 (75), 2015;

4. Гохман В.В., Глебов С.Е. Аэропорты мира полагаются на возможности ГИС / ArcReview. Журнал. Вип.№3 (66), 2013;
5. Самый загруженный аэропорт в мире высоко взлетает с помощью ГИС / ArcReview. Журнал. Вип.№1 (76), 2016;
6. Джеффри Питерс. Интеллектуальная оценка местоположения помогает аэропорту Женевы сэкономить миллионы / ArcReview. Журнал. Вип.№3 (86), 2018;
7. По материалам доклада на Конференции пользователей ESRI 2002. Это вам не игра! / ArcReview. Журнал. Вип.№1 (24), 2003;
8. По материалам Esri и сайта аэропорта г. Перт Международный аэропорт города Перт в Австралии / ArcReview. Журнал. Вип.№1 (76), 2016;
9. По материалам Esri. Самый загруженный аэропорт в мире высоко взлетает с помощью ГИС / ArcReview. Журнал. Вип.№1 (76), 2016.

Бойко Е.Л.,
Национальный авиационный университет, г. Киев

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ АЭРОПОРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ ARCGIS

Рассмотрен вопрос разработки и использования геоинформационных систем для административно-хозяйственного управления аэропортами. Проведено анализ функций и возможностей геоинформационных систем крупных аэропортов мира.

Ключевые слова: геоинформационная система (ГИС), аэропорт, пространственное планирование, принятие управленческих решений.

Olena Boyko
National Aviation University, Kyiv

GEOINFORMATION SYSTEMS OF AIRPORT COMPLEX BASED ON ARCGIS

The question of the development and use of geographic information systems for the administrative and economic management of airports has been considered. The analysis of the functions and capabilities of geographic information systems of major airports in the world.

Key words: geographic information system (GIS), airport, spatial planning, management decision making.