

БУДІВНИЦТВО ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ДОРІГ І АЕРОДРОМІВ

УДК 629.7.067:004.94(043.2)

Закревський А.І., канд. техн. наук, Вольвах В.С., Крупко А.І.

3D МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРИТОРІЇ АЕРОПОРТУ НА БАЗІ ГІС ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ

Анотація. Досліджена необхідність 3D моделювання території аеропорту та приаеродромної території з наявними перешкодами та поверхнями обмеження перешкод. Обґрунтовано використання ГІС технологій для створення тривимірних моделей, поєднання їх з картографічними даними та вимогами міжнародного законодавства у сфері аеронавігації і безпеки польотів. Запропонована комплексна тривимірна модель, яка може бути використана, як аеронавігаційний набір даних для вирішення спектру задач з метою забезпечення безпеки польотів.

Ключові слова: 3D моделювання, аеропорт, ГІС технології, безпека польотів, поверхні обмеження перешкод, перешкоди.

UDC 629.7.067:004.94(043.2)

Zakrevskiy A., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), Volvakh V., Krupko A.

3D MODELING THE AIRPORT TERRITORY ON THE GIS BASIS OF TECHNOLOGIES TO PROVIDE FIRE SAFETY

Abstract. The needs of 3D modeling of airport and pre-airport territory with existing obstacles and obstacles limitation surfaces were explored. The application of GIS technology for creation of three-dimensional models, combining them with the map data and the requirements of international law in the field of air navigation and safety were based. The complex of three-dimensional model that can be used as an

aeronautical set data to address for solving the spectrum of tasks in order to ensure safety was offered.

Keywords: 3D modeling, Airport, GIS technology, flights safety, obstacles limitation surfaces, obstacles

УДК 629.7.067:004.94(043.2)

Закревський А.И., канд. техн. наук, Вольвах В.С., Крупко А.И.

3D МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ АЭРОПОРТА НА БАЗЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

Аннотация. Исследована необходимость 3D моделирования территории аэропорта и приаэродромной территории с имеющимися препятствиями и поверхностями ограничения препятствий. Обосновано использование ГИС технологий для создания трехмерных моделей, сочетание их с картографическими данными и требованиями международного законодательства в сфере аэронавигации и безопасности полетов. Предложена комплексная трехмерная модель, которая может быть использована, как аэронавигационный набор данных для решения спектра задач в целях обеспечения безопасности полетов.

Ключевые слова: 3D моделирование, аэропорт, ГИС технологии, безопасность полетов, поверхности ограничения препятствий, препятствия.

Вступ

Будівництво нових аеропортів або реконструкція діючих вимагають постійного моніторингу перешкод та перевищень перешкод для забезпечення необхідного рівня безпеки польотів. З 2015 року ІКАО у зв'язку із зростанням обсягу авіаперевезень та з міркувань безпеки польотів зобов'язала усі міжнародні аеропорти розробити тривимірні моделі даних на приаеродромну територію та висотні перешкоди, поверхні обмеження перешкод а також регулярно оновлювати створені бази даних. Тому запропонована тематика дослідження є актуальною. Оскільки аеропорти повинні мати повітряний простір, вільний від перешкод, для зльоту і посадки повітряних суден,

оптимальним шляхом вирішення цієї задачі є 3D моделювання аеродрому, приаеродромної території, наявних перешкод та поверхонь обмеження перешкод. ГІС є універсальним інструментом для створення 3D моделей і поєднання їх з картографічними даними та з дотриманням вимог міжнародних нормативних документів у сфері аеронавігації і безпеки польотів.

Так, на сьогоднішній день, питання безпеки польотів, визначення перешкод та поверхонь обмеження перешкод закріплюються у додатках до Чиказької Конвенції про міжнародну *цивільну авіацію* 1944 р. Безпека польотів є пріоритетом в роботі авіації, тому головна причина «оцифрування» аеродромів – збільшення швидкості прийняття рішень екіпажем.

ГІС для авіації є частиною комплексної системи ефективного управління даними і технологічними процесами. Можливість вбудовування лідарних даних, цифрової моделі рельєфу і даних геодезичної зйомки в тривимірний простір робить ГІС оптимальним засобом аналізу місцевості і перешкод навколо вузлового диспетчерського району та льотного поля та литовища.

Перешкодами вважаються всі нерухомі тимчасові або постійні об'єкти, об'єкти що рухаються, або їх частини, що розміщені в зоні, призначеній для руху повітряних суден по робочій площі, або які перевищують умовну поверхню, призначену для забезпечення польотів повітряних суден.

Для того, щоб гарантувати належний рівень безпеки польотів, в аеропорту повинні проводитись регулярні обстеження і моніторинг існуючих перешкод. Інформація про перешкоди має велике значення для безпеки польотів. Це особливо важливо на етапі заходу ПС на посадку, коли літак знижується і вирішальне значення має дотримання мінімальних безпечних висот прольоту перешкод.

За допомогою точних і надійних електронних даних про місцевість і перешкоди (eTOD), досягається істотне підвищення рівня безпеки польотів.

Під час виявлення висотних перешкод, повинні бути отримані дані про їх місцезнаходження і висоту з наступним внесенням їх в "Перелік перешкод аеродрому".

Вимоги щодо одержання даних про розташування і висоту перешкод, щодо забезпечення конкретній поверхні обмеження перешкод і розміри цих поверхонь класифікуються за типами злітно-посадкової смуги.

Виявленню підлягають висотні перешкоди, розташовані на аеродромі та приаеродромній території, що можуть створювати небезпеку для виконання польотів повітряних суден.

Оптимальним шляхом вирішення цієї задачі є 3D моделювання території аеропорту та приаеродромної території за допомогою ГІС технологій.

За допомогою поверхонь обмеження перешкод встановлюється допустима висота перешкод у повітряному просторі. Перешкоди, які перетинають поверхні обмеження, можуть впливати на збільшення абсолютної/відносної висоти прольоту перешкод при заході на посадку за приладами чи візуальному польоті по колу та впливати на розробку схем польотів.

Розроблена 3D модель надає можливість виявляти перешкоди, що перевищують поверхні обмеження перешкод, та становлять потенційну загрозу виконання злітно-посадкових операцій повітряних суден.

Для ЗПС, необладнаної та обладнаної для неточного заходу на посадку, встановлені наступні поверхні обмеження висотних перешкод (Рисунок 1): зовнішня горизонтальна поверхня; конічна поверхня; внутрішня горизонтальна поверхня; перехідна поверхня; поверхня заходу на посадку; поверхня зльоту.

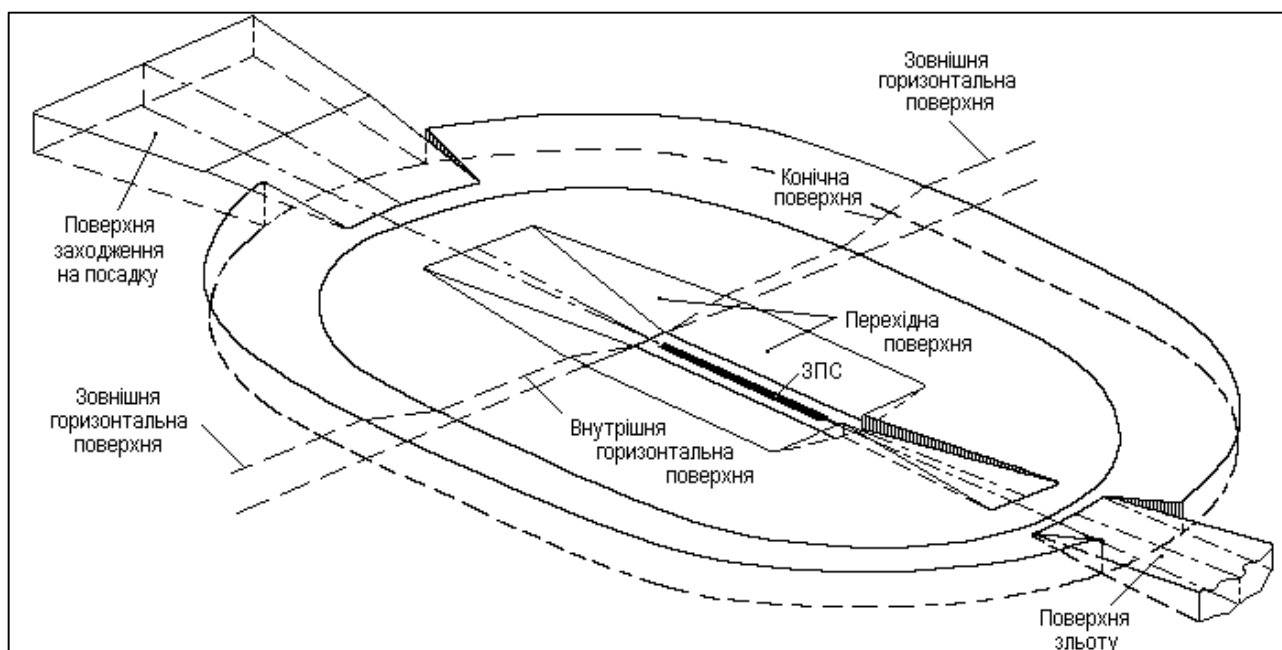


Рисунок 1 – Розташування поверхонь обмеження перешкод для аеродромів з однією злітно-посадковою смугою

При розрахунку мінімальних безпечних висот прольоту перешкод повинні враховуватися всі перешкоди, розташовані в зонах обліку перешкод, передбачених для відповідної радіотехнічної системи посадки.

Згідно з новими вимогами ІКАО (поправка 33) в додатку 15, всі держави-члени ІКАО повинні забезпечити наявність даних про місцевість і перешкоди на території аеропортів в електронному форматі. Ці дані визначаються чотирма зонами покриття навколо будь-якого аеропорту, зібраними відповідно до конкретних числових вимог для кожної області, і зберігаються в базі геоданих ІКАО з певними атрибутами для перешкод і рельєфу місцевості відповідних класів об'єктів.

Всі існуючі природні або штучні перешкоди можуть бути представлені векторними даними у вигляді точок, ліній або полігонів, що вказує на горизонтальну і вертикальну протяжність структури. Крім того існує безліч обов'язкових і необов'язкових атрибутів про місцевість і перешкоди, а також чисельні вимоги до самих даних.

Дані про місцевість можуть бути представлені у вигляді цифрової моделі рельєфу, тобто одним із шарів інформаційного блока ГІС, що містить цифрову інформацію про відмітки топографічної поверхні у вигляді растра або TIN-моделі. У цьому випадку форма представлення вихідних даних про рельєф і спосіб відновлення значень топографічної поверхні по комірках растра заданого розміру з використанням методів інтерполяції й екстраполяції складають основу її побудови.

Надійні і точні дані про перешкоди і дані про місцевість можуть бути використані на борту літака під час польоту і у програмному забезпеченні диспетчерів аеропорту та забезпечують значне підвищення рівня безпеки польотів для міжнародної цивільної авіації.

Комплексна 3D модель місцевості на територію аеропорту «Херсон» (рис. 2) побудована в програмному комплексі ArcGIS декілька етапів:

- 1) побудова просторової моделі місцевості за отриманими даними;
- 2) побудова поверхонь обмеження перешкод;
- 3) побудова перешкод;
- 4) внесення змін до 3D моделі, що сприяє кращому сприйняттю користувачами.

Запропонована 3D модель території аеропорту може слугувати користувачеві не тільки способом візуалізації а й гнучким інструментом

управління електронними даними про перешкоди та поверхні обмеження перешкод. Саме використання ГІС дає можливість постійного вдосконалення розробленої 3D та оперативне внесення поправок через мінливу кількість тимчасових споруд та ламких об'єктів, що можуть становити потенційну загрозу для здійснення злітно-посадкових операцій та змін у роботі аеропорту, зокрема розширення ЗПС чи побудови нової ЗПС.

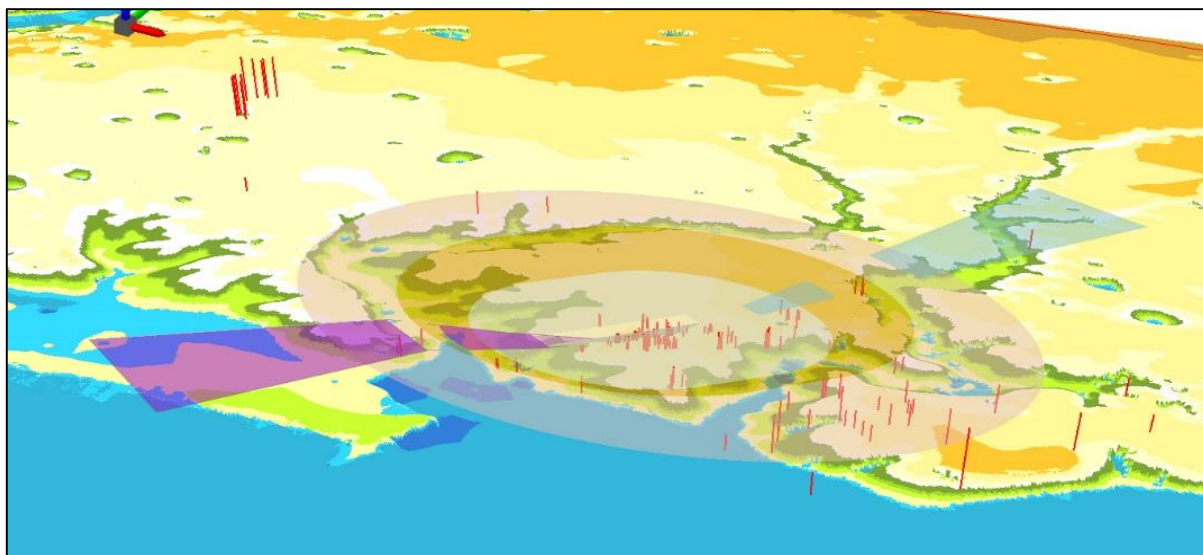


Рисунок 2 – Комплексна 3D модель аеропорту «Херсон» та приаеродромної території

Фактично, така інформаційна 3D-модель слугує тривимірним інтерфейсом для доступу до даних – користувач отримує можливість переглянути потрібну йому інформацію за допомогою вибору та натиснення на відповідний елемент моделі. Інформаційні моделі є зручним інструментом керівника авіапідприємства та потужним аналітичним інструментом. Завдяки їх застосуванню можливе зберігання, інтеграція та візуалізація даних.

Висновки

ГІС є універсальним інструментом для створення 3D моделей, поєднання їх з картографічними даними та вимогами міжнародного законодавства у сфері аеронавігації і безпеки польотів.

З використанням ГІС-технологій була розроблена комплексна тривимірна модель, яка може бути використана, як аеронавігаційний набір даних для: візуалізації місцеположення існуючих перешкод (номер, тип та координати перешкоди згідно каталогу); швидкої оцінки рельєфу та перешкод екіпажем в разі аварійної ситуації та небезпечного зближення із землею; визначення запасних схем заходу на друге коло; побудови схем польоту по приладах.

Для створення поверхонь обмеження перешкод були проведені розрахунки з метою приведення поверхонь з математичного опису на папері в 3D уявлення.

Змодельовані основні поверхні обмеження перешкод, які в подальшому використовувались для аналізу та оцінки перетину з висотними об'єктами: внутрішня горизонтальна поверхня; зовнішня горизонтальна поверхня; конічна поверхня; поверхня зльоту; поверхня заходу на посадку.

Отримана модель рельєфу, поверхонь обмеження перешкод та самих перешкод на території аеродрому та приаеродромній території дає можливість оцінки потенційних перешкод, що можуть впливати на безпеку польотів, а також можливість виявлення перешкод, що перевищують певні поверхні обмежень з одночасним визначенням типу, номеру та географічних координат перешкоди за атрибутивною таблицею. В подальшому розроблена модель візуалізації перешкод може бути доповнена у разі появи нових потенційних перешкод та виявленні факту перевищень перешкод над обмежувальними поверхнями.

На підставі вищевказаного, можна зробити висновок, що загальна мета щодо 3D моделювання території аеропорту з використанням ГІС технологій була досягнута та отримані результати дослідження мають практичне застосування.

Література

1. Повітряний кодекс України від 19.05.2011 № 3393-VI / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/3393-17>

2. Про затвердження Авіаційних правил України «Обслуговування/управління аеронавігаційною інформацією»: Наказ від 11.04.2016 р. № 258 / Державна авіаційна служби України.

3. Сертифікаційні вимоги до цивільних аеродромів України: Наказ від 17.03.2006 р. № 201 / Державна авіаційна служби України. – Режим доступу: http://www.avia.gov.ua/documents/airports/Aviation_Rules/Orders_SAA/23191.html

4. Международные стандарты и рекомендуемая практика. Аэродромы. Том I. Проектирование и эксплуатация аэродромов: приложение 14 к Конвенции о международной гражданской авиации.- Изд. 7 (AN 14–1). – Монреаль: ICAO. – 2016. – 380 с.

5. Международные стандарты и рекомендуемая практика. Службы аэронавигационной информации: приложение 15 к Конвенции о международной гражданской авиации. – Изд. 15 (AN 15). – Монреаль: ICAO. – 2016. – 162 с.

6. Guidelines for Electronic Terrain, Obstacle and Aerodrome Mapping Information (Doc 9881): ICAO – 345 с.

7. Орещенко А. В. Способи програмної реалізації тривимірних реалістичних картографічних моделей / А. В. Орещенко // Геодезія, картографія і аерофотознімання : міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 72 / Нац. ун-т «Львівська політехніка»; — Л. : Видавництво Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2009. — 84 с.

Рецензенти:

Павлюк Д.О., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.

Кияшко І.В., катн. техн. наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.

Reviewers:

Pavliuk D.O., Dr. Tech. Sci., National Transport University.

Kiiashko I.V., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), Kharkiv National Automobile and Highway University.

Стаття надійшла до редакції: **27.09.017 р.**