

<sup>2</sup>Васюхін М.І., д-р.техн. наук,  
<sup>1</sup>Запорожець О.І., д-р.техн. наук,  
<sup>1</sup>Гулевець В.Д., канд. техн. наук,  
<sup>2</sup>Касім А.М.,  
<sup>1</sup>Чукаріна Н.М.

## ПРОБЛЕМИ КАРТОГРАФІЧНОЇ ПІДТРИМКИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОМПЛЕКСНОГО ЗАХИСТУ АЕРОПОРТУ

<sup>1</sup>Національний авіаційний університет

<sup>2</sup>Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

*Розглянуто проблеми картографічної підтримки автоматизованої системи комплексного захисту аеропорту. Показана необхідність створення вітчизняних аеронавігаційних карт відповідно до вимог ІКАО з метою їх подальшого використання для цілей навігації, планування та управління рухом повітряних суден*

### **Постановка проблеми та її зв'язок із важливими практичними завданнями**

Стійка тенденція зростання терористичної атаки на особливо важливих об'єктах, у тому числі аеропортах, викликає необхідність побудови на основі геоінформаційних технологій адекватних засобів захисту. Світу авіації, який по своїй природі не знає географічних та політичних меж, потрібні карти, не схожі на ті, які використовуються наземним транспортом. Майже всі держави Міжнародної організації цивільної авіації (ІКАО) випускають аеронавігаційні карти, і більшість сегментів авіації використовують їх як довідковий матеріал в цілях планування, управління повітряним рухом і навігації. Без глобальної стандартизації аеронавігаційних карт пілотам та іншим користувачам, наприклад, диспетчерам дуже важко оперативного знаходити та інтерпретувати важливу навігаційну інформацію.

Аеронавігаційні карти, підготовлені згідно з прийнятими стандартами, які відповідають вимогам ІКАО у всіх країнах, сприяють забезпеченню не лише безпеки, але й ефективності повітряного руху. У документі цих вимогах ІКАО передбачені зобов'язання держав (це стосується і України) відносно надання певних типів електронних аеронавігаційних карт ІКАО. В них визначаються територіальний об-

хват карт, їх формат, позначення і зміст, включаючи використання стандартизованих символічних позначень і кольорів. Мета цих документів полягає у виконанні вимог до забезпечення одноманітності та узгодженості при наданні аеронавігаційних карт. Якщо в назві опублікованої аеронавігаційної карти вказано ІКАО, то це означає, що карта виготовлена відповідно до вимог.

На даний час існує 21 тип серій аеронавігаційних карт ІКАО, кожен з яких служить певній меті. Діапазон цих карт широкий – від детальних карт для окремих аеродромів до дрібномасштабних карт для цілей планування польотів, а також великомасштабні карти, що призначені для відображення потрібного району в кабіні екіпажу та на моніторах диспетчерів.

Проблемі розроблення автоматизованих систем захисту аеропорту присвячено велику кількість робіт [1–3], проте всі вони не носять комплексного характеру, а, отже, вирішують проблему лише частково, причому неоднаково повно в кожному елементі системи захисту, а головне, – не враховують динаміку процесу в реальному часі.

Встановлено, що доступна інформація про відомі методи побудови подібних систем не дозволяє в потрібному обсязі виявити методи та технологічні способи

представлення і аналізу динамічної наземної та повітряної обстановки, перш за все, через державну таємницю, а також комерційні інтереси фірм. Однак з достатньою точністю можна стверджувати, що в проаналізованих системах захисту не міститься геоінформаційної складової, яка б слугувала джерелом, що забезпечує надання картографічної інформації, необхідної для формування динамічних сцен, які відображають на її фоні рухомі символи спостережуваних повітряних суден (ПС). Таке представлення, в свою чергу, дало б можливість фахівцям адекватно оцінювати навколишню обстановку та приймати відповідні рішення.

Звідси випливає ще одна задача, пов'язана з розробкою методів візуалізації на картографічному фоні еволюції символів об'єктів, що рухаються в просторі, у реальному часі.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

В зв'язку з розвитком комп'ютеризації з'явилася можливість створювати електронні тематичні карти, які відображають розміщення ПС у навколоземному просторі або траєкторії їхнього руху на фоні географічних карт для оцінки повітряної обстановки та планування маршрутів польотів.

Географічний зміст тематичної карти умовно поділяється на дві частини, кожна з них має особливе призначення при її використанні. До першої – основної частини відносять зображення того явища, що складає тему даної карти. Цю частину називають спеціальним змістом карти. Весь інший зміст тематичної карти, що не виражає безпосередньо її тему, відносять до географічної основи. Географічна основа тематичної карти потрібна, насамперед, для орієнтування в розміщенні об'єктів і явищ, що відносяться до спеціального змісту. При виборі елементів географічної основи враховують їхні взаємні зв'язки з явищами, що складають тему карти. Звідси випливає, що географічна основа може служити не тільки для фіксації розміщення об'єктів, пов'язаних з

темою карти, але й для більш глибокого розуміння причин цього розміщення та інших особливостей відображуваного явища [4–18].

Щоб на тематичних картах відобразити перераховані особливості явищ, використовують такі способи картографування:

- значковий спосіб;
- спосіб знаків руху.

Спосіб значків застосовують для показу місця розташування об'єктів, що не виражаються в масштабі карти, з плином часу. Важливо, щоб значки по можливості зберігали подібність об'єкта, без якихось зусиль запам'ятовувалися і читалися.

Значки дозволяють характеризувати якісні й кількісні особливості об'єктів, їхню структуру.

Розрізняють три види значків:

- абстрактні геометричні значки - кружки, квадрати, зірочки, ромби та ін.: розмір знака відображає кількісну характеристику (один чи декілька літаків), кольори або штрихування - якісні особливості (типи літаків), а структура знака передає структуру самого об'єкта (літак чи вертоліт);

- буквені значки - букви деякого алфавіту; наприклад, Л або В, що позначають відповідно літак та вертоліт; розмір букв може кількісно характеризувати об'єкт, хоча порівнювати їх між собою складніше, ніж геометричні фігури;

- наочні значки (пиктограми) - нагадують зображуваний об'єкт, наприклад малюнок літака позначає об'єкт - літак і т.п.; такі позначення дуже наочні, тому їх найчастіше й використовують для зображення реальних об'єктів.

Спосіб знаків руху служить для показу різних просторових переміщень аерооб'єктів у навколоземному просторі. Спосіб часто застосовують на тактичних і оперативно-стратегічних картах, для показу авіатранспортних зв'язків.

Основним графічним засобом для відображення руху і зв'язків служать вектори (стрілки), що розрізняються по орієнтуванню, формі, величині, кольору, то-

ну, структурі. Для розходження величини явища досить указати довжину і ширину. Інший засіб – стрічки (смуги), різна ширина яких виражає потужність потоків, наприклад, пасажирських, вантажних літаків і т.п. Знаки руху наочні і прості для розуміння. Це визначило їхнє широке застосування на тематичних картах.

Показ динамічності явищ реалізується шляхом створення картографічних анімацій. Картографічні анімації – це динамічні послідовності електронних карт, які передають на екрані комп'ютера динаміку, еволюцію зображуваних об'єктів і явищ, їхнє переміщення в часі й просторі. Недоліком таких картографічних анімацій є те, що тематичні зміни виступають в якості картографічних об'єктів, тобто є нерозривними від карти, що спричинює оновлення зображення карти разом зі зміною положення тематичної змінної та вимагає значних обчислювальних ресурсів.

Анімації можуть бути плоскими або об'ємними, стереоскопічними й, крім того, вони можуть сполучатися з фотозображенням. В останньому випадку виникає майже повна ілюзія реальної місцевості. Такі зображення називають віртуальними картами (віртуальними моделями), їх створюють у комп'ютерному середовищі, використовуючи для цього досить складне програмне забезпечення. Однак тривимірні анімації не застосовуються для представлення динамічних сцен через неспроможність рендерингу сцени у реальному часі.

Формулювання цілей статті та постановка завдань

В умовах масового переходу України на імпорту техніку виникає небезпека втрат національних наукових досягнень, тому особлива увага зосереджена на вітчизняні розробки, які, зокрема, виконуються Національним авіаційним університетом та Інститутом кібернетики імені В.М. Глушкова, у тому числі при безпосередній участі авторів. Перед українськими розробниками стоїть першочергова задача створення аеронавігаційних карт відповідно до вимог ICAO. В цьому на-

прямку сумісно з фахівцями Державного науково-виробничого підприємства «Геосистема» (м. Вінниця) зроблено перші кроки по створенню цифрових карт території аеропорту «Бориспіль» із застосуванням програмного пакету «*Digitalis*».

Аеронавігація оперує інформацією, яка періодично змінюється, про маршрути, пункти донесень, заборонені для польотів зони та іншою, яка у міру змін повинна оперативно вноситися в спеціальні польотні карти, котрі експлуатуються диспетчерами в режимі обмеженого часу та повинні сприяти прийняттю ними єдино правильного рішення в екстремальних умовах. В зв'язку з цим висуваються дуже жорсткі вимоги стосовно картографічної інформації, яка відображується оператору на екрані терміналу – висока оперативність і точність. Тобто, карти не повинні включати в собі ніякої зайвої інформації, а стиль оформлення повинен жорстко дотримуватися, щоб диспетчери, які звикли до певного стандарту, без втрати зайвого часу і сум'яття змогли «зняти» необхідну інформацію.

Але, як відомо, формування та відображення картографічної інформації не є самоціллю. Будь-яка карта створюється для якихось практичних потреб. Користувач повинен мати можливість маніпулювати з картою, одержувати інформацію про складну динамічну обстановку, яка представляється у вигляді динамічних сцен, для прийняття оперативних рішень та виконання деяких специфічних процедур роботи з картою. Серед них важливу частину становлять процедури перегляду ділянок карти, які цікавлять оператора, та зміни складу елементів змісту географічної основи.

### **Виклад основного матеріалу**

Завдяки використанню проекції Меркатора легко досягається зшивка карт, а також можливість зручного перегляду будь-якої ділянки карти із застосуванням масштабування. Проекція Меркатора є рівнокутною циліндричною картографічною проекцією, характерною властивістю якої є те, що всі локсодромії (лінії на

сфері, що перетинають всі меридіани під одним і тим же кутом) зображуються прямими, нахиленими до зображень меридіанів під тим же самим кутом, та широко використовується в аеронавігації.

Вибір ділянки перегляду звичайно виробляється «мишею». Завдяки проекції Меркатора відсутня проблема прив'язки географічних координат до екранних.

Розглянемо детальніше роботу з картою при визначенні поточних координат рухомого об'єкта. Слід підкреслити, що визначення поточних координат об'єкта, що рухається, зводиться до безперервного вимірювання пройденого шляху та дирекційного кута напрямку руху. Проілюструємо це на наступному прикладі. Припустимо, що рух об'єкта здійснюється із точки 0, рис. 1, початкові координати якої  $x_0$  й  $y_0$  відомі. Об'єкт із точки 0 перемістився в точку 1. Його координати в точці 1 будуть:

$$\begin{aligned} x_1 &= x_0 + \Delta x_1; \\ y_1 &= y_0 + \Delta y_1. \end{aligned}$$

Прирости координат  $\Delta x$  і  $\Delta y$  залежать від довжини шляху ( $\Delta S$ ), що подолав об'єкт, та напрямку його руху ( $\alpha$ ).

$$\begin{aligned} \Delta x_1 &= \Delta S_1 \cdot \sin \alpha_1; \\ \Delta y_1 &= \Delta S_1 \cdot \cos \alpha_1. \end{aligned}$$

Тоді:

$$\begin{aligned} x_1 &= x_0 + \Delta S_1 \cdot \sin \alpha_1; \\ y_1 &= y_0 + \Delta S_1 \cdot \cos \alpha_1. \end{aligned}$$

Наступному відрізку шляху від крапки 1 до крапки 2 будуть відповідати дирекційний кут  $\alpha_2$  і шлях  $\Delta S_2$ .

Координати точки 2:

$$\begin{aligned} x_2 &= x_1 + \Delta x_2 = x_0 + \Delta x_1 + \Delta x_2 \\ &= x_0 + \Delta S_1 \cdot \sin \alpha_1 + \Delta S_2 \cdot \sin \alpha_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_2 &= y_1 + \Delta y_2 = y_0 + \Delta y_1 + \Delta y_2 \\ &= y_0 + \Delta S_1 \cdot \cos \alpha_1 + \Delta S_2 \cdot \cos \alpha_2 \end{aligned}$$

Аналогічно для крапки  $n$ :

$$\begin{aligned} x_n &= x_0 + \Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots + \Delta x_n = \\ &= x_0 + \sum_{i=1}^n \Delta x_i = x_0 + \sum_{i=1}^n \Delta S_i \cdot \sin \alpha_i \\ y_n &= y_0 + \Delta y_1 + \Delta y_2 + \dots + \Delta y_n = \\ &= y_0 + \sum_{j=1}^n \Delta y_j = y_0 + \sum_{j=1}^n \Delta S_j \cdot \cos \alpha_j \end{aligned}$$

Запропоновані формули прості, але достатні для швидкого та точного вирішення ряду завдань, наприклад, розрахунку підльотного часу літака, що летить по ламаній траєкторії з одного пункту до іншого.

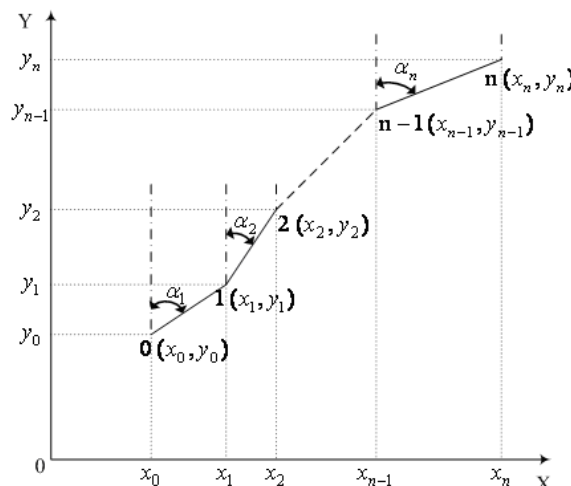


Рис. 1. Ілюстрація траєкторії переміщення об'єкта

із зазначеним приростом координат  $\Delta x$  і  $\Delta y$  та відповідних дирекційних кутів

Отже, для забезпечення безпеки польотів необхідно мати загальнодоступне, повне та достовірне джерело навігаційних

даних. Ефективним засобом для отримання такої інформації в зручній, стислій і скоординованій формі є аеронавігаційні

карти (рис. 2), які включають зведені дані про місцевість, структуру повітряного простору, місцезнаходження аеродромів, географічних координат його радіонавігаційних засобів, та багато інших даних, необхідних для повітряної навігації і безпечно здійснення польотів.

Пропонується метод представлення повітряної обстановки за допомогою тематичних карт з динамічним шаром, суттю якого є відображення за поточними координатами ПС у реальному часі на фоні аеронавігаційних карт складних символів, вид яких нагадує той чи інший аерооб'єкт, та які разом узяті утворюватимуть окремий динамічний шар тематичної карти, що забезпечить зменшення

обчислювальних витрат, зокрема оперативної пам'яті при показі анімацій, які створюють ефект руху цих символів. Відмінністю цього метода від методів, розглянутих вище, є те, що символи повітряних об'єктів не є «приклеєними» до картографічного фону, тобто при зміні кадру зображення змінюється лише положення символів, а картографічний фон нема потреби заново синтезувати (регенерувати). Реальний масштаб часу характеризує швидкість створення - використання карт, тобто темп, що забезпечує негайну обробку вхідної інформації, її картографічну візуалізацію для оцінки, моніторингу та контролю процесів і явищ, які змінюються в тому ж темпі.

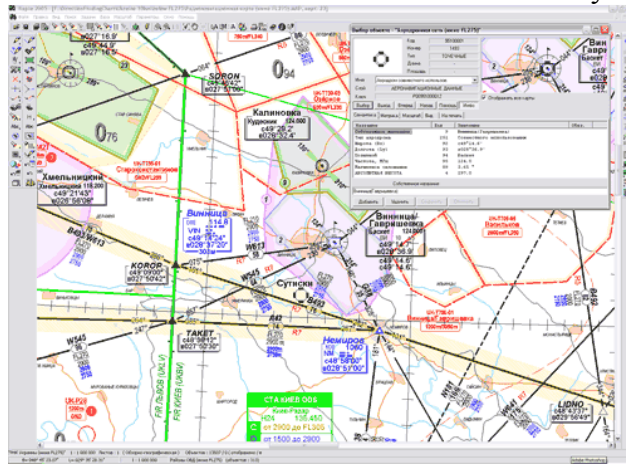


Рис. 2. Приклад електронної версії аеронавігаційної карти повітряного простору визначеного району України

Динамічний шар піддається комп'ютерним анімаціям для зміни форми, розмірів та положення на карті символів об'єктів, які складають цей шар. Так, приклад побудованої у відповідності до запропонованого методу подання повітряної обстановки тематичної карти з динамічним шаром проілюстровано на рис. 3.

На фоні карти – відразу декілька різного-

льорових значків-літаків. Чотири віддаляються від злітно-посадкової смуги, позначеної скороченням FRA. П'ять, навпаки, один за одним наближаються до неї. Колір піктограм змінюється залежно від висоти: з синього (8000-10000 футів) - на зелений (6000 - 8000), із зеленого - на жовтий (3000 - 6000), а потім - на помаранчевий (0-3000). Або навпаки.

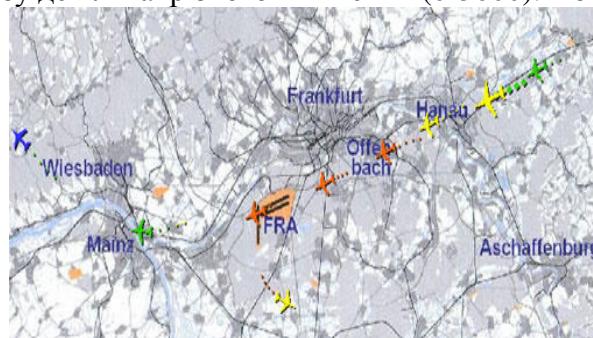


Рис. 3. Приклад відображення повітряної обстановки над Франкфуртом у вигляді тематичної карти з динамічним шаром

Для представлення динаміки обстановки пропонується також застосовувати наступні прийоми:

- переміщення лінійних знаків по полю карти, що показує лінії руху ПС;
- рух стрілок, що вказує напрямки авіатранспортних потоків;
- дефілювання кольору, тобто поступова зміна або навіть пульсація забарвлення, вібрація кольору;
- миготіння знаків, що привертає увагу до якогось важливого об'єкта на карті тощо.

Використання таких способів сприятиме гарній читабельності самих карт, ефективному зоровому сприйняттю ситуації в умовах її оперативного аналізу.

Методи, що забезпечують динаміку символів як окремого шару, нанесеного на карту, в даній статті не приводяться, оскільки не входять до завдань, що вирішуються цією публікацією.

Залишається з'ясувати питання вибору, у якому форматі, растровому чи векторному, подавати картографічний фон, що, в першу чергу, залежить від особливостей вирішуваної прикладної задачі.

Растрове зображення карти формується з окремих пікселів, впорядкованих в певній послідовності, тобто являє собою набір точок різних кольорів. Одним з варіантів растрового представлення карти є бітовий образ (бітмеп), що зберігається у файлі з розширенням *.bmp*. Інформація з *bmp*-файлів швидко відображується на екрані, проте вони займають значну кількість пам'яті на диску. Загалом картографічне зображення включає великі ділянки одного фону, які можна легко «стиснути», зменшивши кінцевий розмір файлів. Одним з найпопулярніших форматів графічних файлів, в якому реалізуються методи стиснення, є *.gif*. Даний формат найбільш ефективно стискає файли, особливо з картографічною інформацією. На жаль, *gif*-формат запатентований, і розробники багатьох аплікацій, не бажаючи вносити ліцензійні платежі, використовують інші,

менш ефективні, методи стиснення графічних даних, покладені в основу, наприклад, *jpg*-формату. Хоча цей формат чудово підходить для фотознімків ділянок місцевості, але є менш вдалим для карт, оскільки в процесі компресії втрачається чіткість ліній. Для усунення цієї перешкоди був розроблений *png*-формат. Існують ще формати: *.tif* та *.tiff*. Слід зазначити, що *tiff*-файли за обсягом займаної пам'яті не набагато відрізняються від *bmp*-файлів, але розроблено версії стисненого *.tiff*, який дозволяє значно зменшити розмір файлів. Варто врахувати, що стиснений файл повинен бути декодований перед відображенням на екрані комп'ютера, і щоб цей процес не «нервував» користувача, потрібна відповідна потужність процесора. Іншим відомим форматом є *.drg*. По суті – це той самий *tiff*-формат, але доповнений деякою калібруючою інформацією, яка дозволяє інтерпретувати положення об'єкту на карті, що виражається в пікселях, в значеннях широти і довготи, і навпаки геодезичні GPS-координати переводити в піксельні розміри і відображати позицію на електронній карті. Тобто калібрування встановлює певну відповідність між координатами реальної земної поверхні, що має певну зігнутість, та проекцією цієї поверхні на плоскій карті.

Найголовнішим недоліком растрових карт місцевості є те, що комп'ютер не розпізнає окремі об'єкти в растровому зображенні: річки, ліси, дороги, споруди сприймаються програмою як єдиний впорядкований набір кольорових точок і при збільшенні масштабу чіткість зображення погіршується. Зміна масштабу растрової карти має на увазі зменшення (віддалення) або збільшення (наближення) зображення без зміни інформації. При зміні масштабу растрової карти існує можливість замінювати її іншою картою з відповідним ступенем деталізації. Такий метод вимагає підготовки набору карт одного регіону в різних масштабах, що збільшує

кількість файлів та їх загальний обсяг пам'яті. При досягненні меж карти необхідно перемикається на сусідній лист. Можна об'єднати листи сусідніх регіонів у єдине зображення та використати для переміщення по карті смуги прокрутки, а це вимагає розробки ефективних методів скролінгу карти.

Для підвищення продуктивності обробки великих растрових зображень, що покривають велику площу, варто використовувати їх розбиття на множину малих підзображень, що дозволить завантажувати лише невеликий набір даних для поточної області відображення. При цьому кожен файл підзображення становитиме частину великої растрової мозаїки, яка доступна для відображення. Список файлів мозаїки може бути збережено у шейп-файлі з вказівкою координат меж кожного підзображення та імені його файлу. В цьому випадку окремі файли можуть мати довільні розміри та допускаються перекриття між окремими елементами мозаїки. Програма відображення повинна уміти сканувати файли мозаїки, перераховані у шейп-файлі, та відображати тільки ті з них, які необхідні в поточному вікні перегляду. Крім того, при розділенні файлу на певне число рівних частин (наприклад, на 16 частин, що відповідає двовимірному масиву з 4 елементів по двох вимірах) інформація про це може бути збережена в самому файлі. У такому разі при побудові карти вимагається прочитувати з файлу інформацію про розбиття вихідного зображення.

Іншим способом підвищення продуктивності при відображенні растрів високої роздільної здатності є побудова піраміди. У такому випадку в «растровому файлі» створюється набір копій зображення з різною роздільною здатністю. При відображенні файлу вибирається копія з роздільною здатністю, найближчою до поточного рівня деталізації карти. Однак, зазначимо, що не всі формати файлів підтримують цей механізм.

Основною перевагою растру є можливість використовувати карти будь-яких

регіонів і будь-яких масштабів, знявши електронну копію (шляхом сканування) з відповідного паперового оригіналу. За допомогою графічного редактора растрові карти місцевості можна коригувати, вручну вносячи зміни в зображення карти, наприклад, додавати графічну і текстову інформацію.

Векторизуючи космічні знімки та відскановані карти, можна створювати різні векторні карти, проте в багатьох ситуаціях для вирішення прикладних задач є необхідність у використанні растрових карт.

Карта місцевості у векторному вигляді є сховищем зображень об'єктів (доріг, споруд, лісів, водоймищ та ін.) з описом цих об'єктів із застосуванням математичних формул та алгоритмів, що визначають геометричну форму, розмір, колір, місцеположення об'єкту тощо. Іншими словами, векторна карта – це база даних, в якій міститься інформація про точки, лінії, які сполучають ці точки, та полігони, які є замкнутою послідовністю ліній, та дані, що дозволяють не тільки відображати об'єкти на карті, а й використовувати їх в різних алгоритмах пошуку, обчислення та сортування. Фактично, при виклику векторної карти вона генерується, так би мовити, «на льоту», використовуючи інформацію з бази даних. Тому основна відмінність векторної карти місцевості від растрової полягає в тому, що зберігається не саме зображення об'єкту місцевості, а інформація, на основі якої об'єкт створюється безпосередньо в процесі візуалізації на екрані комп'ютера. Таким чином, комп'ютерна програма розрізняє і пізнає кожен об'єкт індивідуально.

Якщо для визначення координат рухомого об'єкту (приймача) використовується *GPS*-технологія, то після визначення *GPS*-координат його зображення з'являється на фоні векторної карти, причому на екран з бази картографічних даних виводяться географічні об'єкти, які відповідають поточному місцеположенню приймача та ті, що розташовані в безпосередній близькості від нього. Кількість відо-

бражуваних об'єктів визначається обраним масштабом. Переміщення приймача супроводжується зміною «картини» місцевості: навігаційна програма, аналізуючи поточні координати спостережуваного об'єкту, створює на екрані нове зображення відповідно до заданого масштабу – об'єкти, які виходять за межі відображення, ховаються, а відображуються нові ділянки карти. Кожне переміщення по векторній карті вимагає перемальовування всіх її видимих об'єктів. Чим більше об'єктів і чим детальніше вони представлені, тим більше часу займе цей процес. Тому для прискорення роботи з векторною картою один і той же об'єкт залежно від вибраного масштабу може бути відображений детально, схематично або взагалі не відображатися (прихованим). Наприклад, на дрібному масштабі (при віддаленні) карти немає значення детально вимальовувати кожний поворот дороги або вигин річки, достатньо подати їх в загальному вигляді. На дрібних масштабах міста, не має сенсу відображати кожен будинок, тому що всі вони зіллються в одну єдину чорну пляму. При збільшенні масштабу (наближенні) карти, детальність карти, а саме, становлячих її об'єктів, повинна збільшуватися: той самий поворот дороги, яким доводиться нехтувати на віддаленому вигляді, набуває вагомого значення і буде важливим для навігації та орієнтування. Відображати або не відображати об'єкти на різних масштабах, вирішує програма, використовуючи при цьому атрибути об'єктів та налаштування, встановлювані користувачем. Навігаційна програма залежно від масштабу дозволяє настроювати ступінь подробиці відображення не лише об'єктів, які становлять наповнення карти, але і підписів на карті. Підписи до об'єктів також зберігаються в базі даних і можуть динамічно «підвантажуватися» для відображення на карті. Для забезпечення інтерактивного режиму з користувачем можна передбачити зміну ним налаштувань, пов'язаних з представленням написів на карті, як-то управління шрифтом, кольором і розташуванням на-

писів щодо об'єкту. Залежно від поточного масштабу написи можуть бути приховані або відображатися вибірково. У міру наближення карти необхідно програмно стежити за тим, щоб написи при відображенні по можливості не перекривалися.

Формати векторних карт, на відміну від форматів растрових карт, єдиного стандарту не мають. Є ряд форматів векторних карт, сумісних з більшістю популярних графічних програм для роботи з векторними зображеннями. Деякі ж векторні формати можуть бути використані лише для якоїсь однієї програми. «Закритість» формату обумовлена декількома причинами. По-перше, розробники навігаційних систем разом з картами змушують користувачів купувати устаткування і програми тільки своєї фірми. По-друге, картографічні дані є інтелектуальною власністю, у виробництво якої вкладаються дійсно великі гроші, і компанії не зацікавлені в розповсюдженні цих даних та використанні їх в інших навігаційних продуктах. З другого боку, «закриті» формати при бажанні можуть бути «зламани». Наприклад, це сталося з фірмовим форматом компанії «Garmin». Здебільшого це трапилося через потребу вдосконалити якість карт, що випускалися цією компанією. «Злам» форматів та поява конвертерів дозволили користувачам самостійно створювати карти потрібних регіонів, використовуючи дані інших «відкритих» й «закритих» форматів. Скажімо, російські виробники навігаційного програмного забезпечення «ГІС-Русса» і «Навітель» пропонують користувачам інтерфейсну оболонку для роботи з картами, які можна згенерувати самостійно. Проте є компанії, серед яких «iGo», «TomTom», «Destinator» тощо, які використовують базу картографічних даних відомих постачальників «TeleAtlas» і «NavTech», не поспішають відкривати свій формат, вимушуючи добросовісних користувачів придбавати карти за не малі гроші, а несумлінних – використовувати піратські копії.

**Висновки і перспективи подальших досліджень**



Отже, потреба в геоінформаційній складовій для автоматизованої системи комплексного захисту аеропорту підтверджується зростаючим попитом на інформацію, що має просторовий аспект і містить «прив'язку» до території, представленій у вигляді карти. Практично вся інформація, якою користуються служби управління повітряним рухом, має географічний контекст, тому застосування ГІС-технологій дозволить вирішувати цілий ряд завдань, які стоять перед аеронавігацією як невід'ємної частини питання захисту аеропорту безпосередньо на його території, у просторі над аеропортом та в прилеглих до нього зонах.

### Список літератури

1. Пюшки Л. Методы и средства построения автоматизированных интегрированных систем защиты особо важных объектов: дис. канд. техн. наук: 05.13.06 / Пюшки Ласло. – К., 2005. – 156 с.
2. Биченок М.М. Основи інформатизації управління регіональною безпекою. – К., 2005. – 196с.
3. Кулик В.В., Лукаш С.М., Гордеев А.Н., Колупаев В.А., Антонтовский А.А. Интегральная геоинформационная система обнаружения незаконного перемещения ядерных и радиоактивных материалов // Сборник докладов 2-го Международного форума "Физическая ядерная безопасность – меры противодействия актам ядерного терроризма". - К.: «ЛЕКС», 2007. – С.163–165.
4. Кошкарев А.В., Каракин В.П. Региональные геоинформационные системы. - М.: Наука, 1987. – 126с.
5. Королев Ю.К. Общая геоинформатика, 2-е изд. М.: Дата+, 2001. – 84с.
6. Берлянт А.М. Графические модели мира // Соросовский образовательный журнал. - 1999. - №4. – С.65–71.
7. Берлянт А.М. Электронное картографирование в России // Соросовский образовательный журнал. Том 6. – 2000. – №1. – С.64–70.
8. Берлянт А.М. Картография: Учебник для вузов. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 336 с.
9. Абламейко С.В., Апарин Г.П., Крючков А.Н. Географические информационные системы. Создание цифровых карт / НАН Беларуси; Институт технической кибернетики. – Минск, 2000. – 276 с.
10. Замай С.С., Якубайлик О.Э. Программное обеспечение и технологии геоинформационных систем: Учебное пособие / Краснояр. гос. ун-т. Красноярск, 1998. – 110 с.
11. Бугаевский Л.М., Цветков В.Я. Геоинформационные системы: Учебное пособие для вузов. – М., 2000. – 222 с.
12. Иванников А.Д., Кулагин В.П., Тихонов А.Н., Цветков В.Я. Геоинформатика. – М.: МАКС Пресс, 2001. – 349 с.
13. Варфоломеев И.В., Савельев А.С. Представление и обработка пространственных данных в ГИС: Методические указания для студентов специальности 071903 – «Геоинформационные системы». Красноярск: КГТУ, 2001. – 31 с.
14. Суховірський Б.І. Геоінформаційні системи і технології в регіональному розвитку. – К.: Знання України, 2002. – 210 с.
15. Самойленко В.М. Основи геоінформаційних систем. Методологія: Навчальний посібник. – К.: Ніка-Центр, 2003. – 276 с.
16. Южанинов В.С. Картография с основами топографии: Учебное пособие. - М.: Высшая школа, 2001. – 302 с.
17. Митчелл Э. Руководство по ГИС анализу. – Часть 1: Пространственные модели и взаимосвязи. / Пер. с англ. – К.: ЗАО ЕСОММ Со; Стилос, 2000. – 198 с.
18. Ратушняк Г.С. Топографія з основами картографії: Навчальний посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2003. – 208 с.

Подано до редакції 28.09.2010