

С.М. Креденцар, к.т.н., доц.

Національний авіаційний університет

Н.М. Лобанчикова, к.т.н., доц.

Житомирський державний технологічний університет

Є.О. Лук'яненко, студ.

Р.С. Одарченко, к.т.н.

Національний авіаційний університет

СТВОРЕННЯ ЦИФРОВОЇ КАРТИ НИЖНЬОГО ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ УКРАЇНИ

Запропоновано методичку створення відкритої моделі цифрової карти нижнього повітряного простору України для підвищення інформованості авіадиспетчерів та мінімізації часу на прийняття управлінських рішень. В результаті роботи було проаналізовано вимоги до представлення аеронавігаційної інформації відповідно до міжнародних стандартів та визначено структуру цифрової карти нижнього повітряного простору. Модель цифрової карти побудовано на базі геоінформаційної системи MapInfo та бази аеронавігаційних атрибутивних даних. Відображення тематичної інформації здійснюється у вигляді векторних даних, що об'єднані в окремі прошарки цифрової карти відповідно до призначення. Створено таблиці атрибутивних даних для розширення можливостей систематизації та обробки даних при роботі з картою. Модель цифрової карти нижнього повітряного простору України є відкритою, що дає можливість її подальшого удосконалення та модифікації. Запропонована модель цифрової карти містить 11 прошарків: кордони 24 адміністративних областей України та АР Крим; кордони районів польотної інформації; кордони небезпечних зон; кордони зон обмеження польотів; кордони заборонених зон; позначення всіх аеропортів та аеродромів України; відмітки основних польотних маршрутів; точки обов'язкового донесення аеронавігаційної інформації; точки необов'язкового донесення аеронавігаційної інформації; розміщення ненаправлених радіомаяків; розміщення сумісних VOR/DME аеронавігаційних засобів.

Практична цінність роботи полягає у можливості використання даної цифрової карти сучасними аеронавігаційними системами для управління повітряним простором.

Ключові слова: геоінформаційна система; цифрова карта; повітряний простір; картографічний прошарок.

Вступ. Постановка проблеми. Підвищення вимог до безпеки польотів та збільшення кількості рухомих об'єктів у навколосемному просторі, що підвищує напруженість праці авіадиспетчерів, вимагає знайдення нових інформаційних технологій для впровадження в аеронавігаційні системи для підвищення інформованості та мінімізації часу на прийняття управлінських рішень. Бурхливий розвиток інформаційних технологій та їх використання в авіації створили умови використання спеціальних програмних засобів обробки оперативної аеронавігаційної інформації [1, с. 58]. Геоінформаційні технології успішно використовуються для моделювання повітряного простору, планування повітряного руху, а також для прокладання маршрутів повітряного простору в реальному часі, що дає змогу приймати більш точні, надійні та безпечні рішення щодо керування повітряним рухом [2, с. 186].

Актуальність створення цифрових аеронавігаційних карт обумовлена необхідністю сучасних аеронавігаційних систем більш детально відображати аеронавігаційну інформацію [3, с. 100; 4, с. 235]. Відповідно до вимог, ІКАО сучасні аеронавігаційні системи повинні мати геоінформаційну складову та просторову інформацію, що відображається на цифровій карті [5, с. 185; 6, с. 55].

Під час **аналізу існуючих рішень** щодо методики створення цифрової карти було обрано програмне забезпечення MapInfo як прототип геоінформаційної системи (ГІС) і зручне середовище для реалізації основних завдань роботи. MapInfo – це повнофункціональна геоінформаційна система, професійний засіб для створення, редагування та аналізу картографічної та просторової інформації, що цілком відповідає вимогам даного завдання.

Метою даної роботи є розробка відкритої моделі цифрової карти нижнього повітряного простору України, що дає можливість подальшого вдосконалення та модифікації моделі.

Основними завданнями роботи є: створення цифрової карти повітряного простору України з векторними даними, що відображаються у окремих прошарках відповідно до призначення; укладання таблиць атрибутивних даних для розширення можливостей систематизації та обробки даних при роботі з картою; показати доцільність і важливість використання цифрових карт у сучасних аеронавігаційних системах.

Викладення основного матеріалу. В роботі побудована цифрова карта нижнього повітряного простору України на базі ГІС MapInfo, що являє собою базу аеронавігаційних атрибутивних даних та інформаційну технологію їх векторного відображення у вигляді умовних позначень на картографічному фоні.

MapInfo належить до класу векторних ГІС. Основними об'єктами створеної карти нижнього повітряного простору на базі ГІС MapInfo є векторні дані, які є моделлю реальних об'єктів, що відображаються на місцевості; таблиці, що зберігають атрибутивну аеронавігаційну інформацію; методика прив'язки векторних даних до таблиць та технологія їх відображення на картографічному фоні. Побудова кожного прошарку карти виконана за допомогою трасування растрового зображення нижнього повітряного простору маршрутної карти України (до FL 275). Основою для побудови карти нижнього повітряного простору є дані, які зберігаються у вигляді наборів величин, отриманих дистанційним зондуванням земної поверхні за допомогою супутників.

У ГІС до векторних об'єктів можуть бути прив'язані семантичні дані. Структуру і типи даних було визначено відповідно до вимог ICAO до аеронавігаційної інформації. Умовно інформація для відтворення нижнього повітряного простору була поділена на тематичні прошарки, кожен з яких має графічне зображення з прив'язаною до кожного об'єкта атрибутивною інформацією [7, с. 45; 8, с.1 31]. На основі атрибутивних значень, присвоєних векторним об'єктам на карті, може будуватися тематична карта, на якій ці значення позначено кольорами відповідно до шкали кольорів або різного роду штрихуванням чи крапом.

Для відтворення карти обрано проекцію Гауса–Крюгера зона 7 (Пулково 1942). Застосування цієї проекції дає можливість практично без суттєвих спотворень зобразити досить значні ділянки земної поверхні, і, що дуже важливо, побудувати на цій території систему плоских прямокутних координат. Ця система є найбільш простою і зручною при проведенні інженерних робіт.

Створена у роботі цифрова карта складається з 11 прошарків, що містять:

1. Кордони 24 адміністративних областей України та АР Крим, що позначені зеленими лініями (рис. 1).



Рис. 1. Вигляд прошарку «REGBOUND»

2. Кордони районів польотної інформації на території України – 5 районів (FlightInformationRegion – FIR), що позначені блакитними лініями зі штрихом (рис. 2). Відповідна таблиця з атрибутивними даними складається з 4 колонок – назви району, ICAO ідентифікатора, його центру та площі.

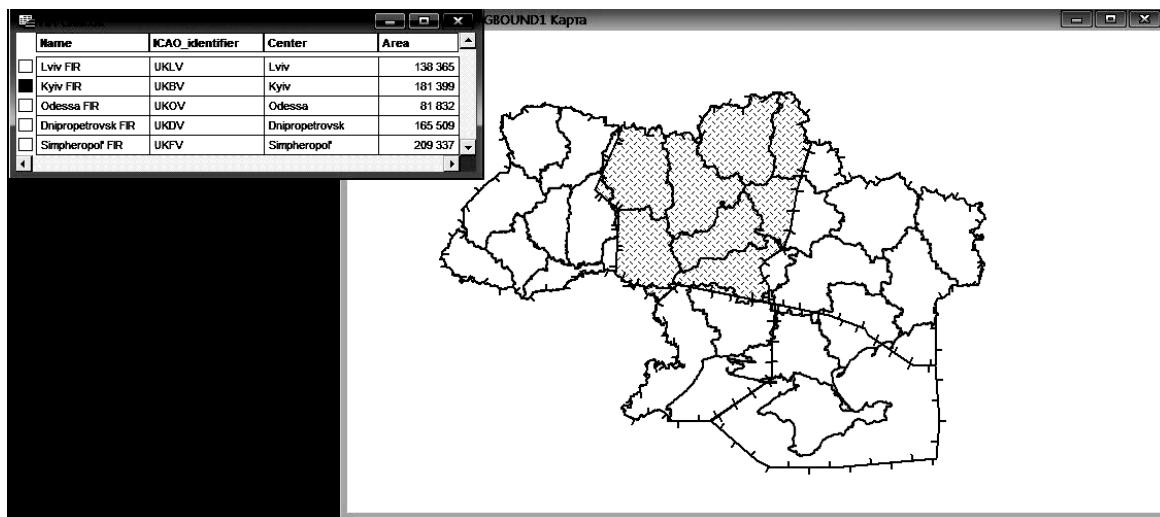


Рис. 2. Видяг прошарку «FIR» та прикладеної до нього таблиці

3. Кордони небезпечних зон – 7 зон (DangerousArea), що позначені як сині заштриховані сектори (рис. 3). Відповідна таблиця з атрибутивними даними складається з 4 колонок – назви зони, встановлених висот оперування та району польотної інформації (FIR), в якому вона розташована.

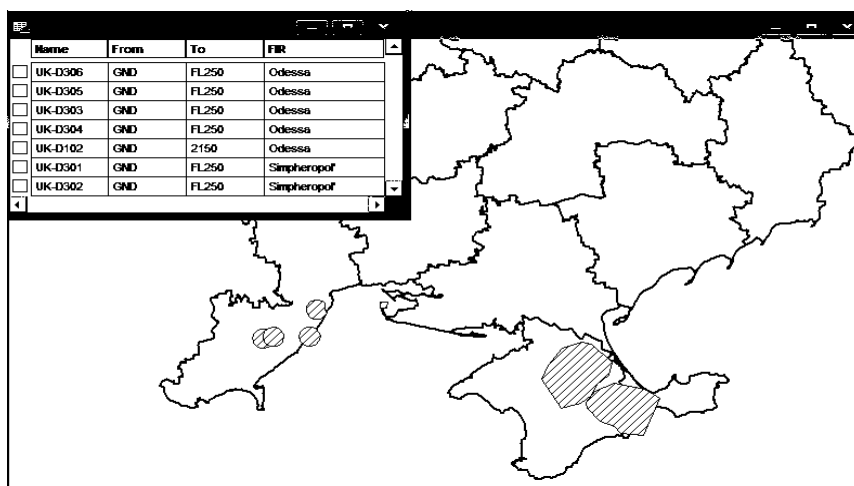


Рис. 3. Видяг прошарку «Dangerous» та прикладеної до нього таблиці

4. Кордони зон обмеження польотів – 29 зон (ProhibitedArea), що позначені як помаранчеві заштриховані сектори (рис. 4). Відповідна таблиця з атрибутивними даними складається з 4 колонок – назви зони, встановлених висот оперування та району польотної інформації (FIR), в якому вона розташована.

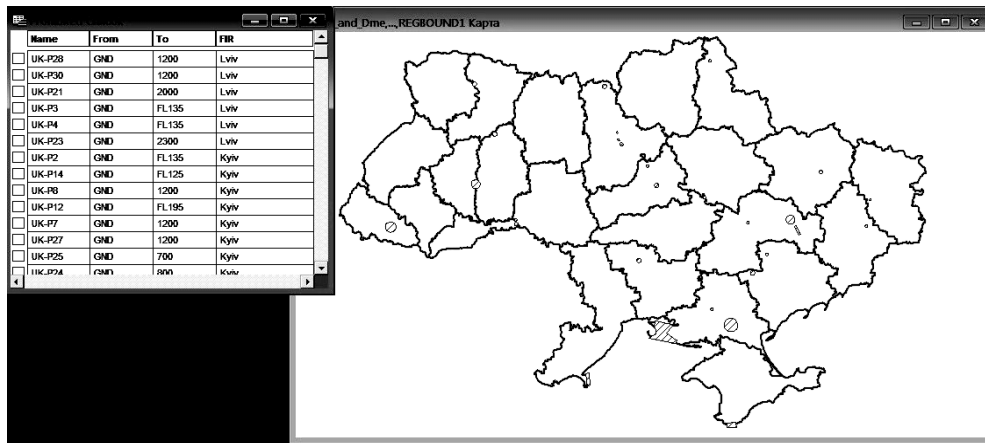


Рис. 4. Видгляд прошарку «Prohibited» та прикладеної до нього таблиці

5. Кордони заборонених зон – 188 зон (RestrictedArea), що позначені як червоні заштриховані сектори (рис. 5). Відповідна таблиця з атрибутивними даними складається з 4 колонок – назви зони, встановлених висот оперування та району польотної інформації (FIR), в якому вона розташована.

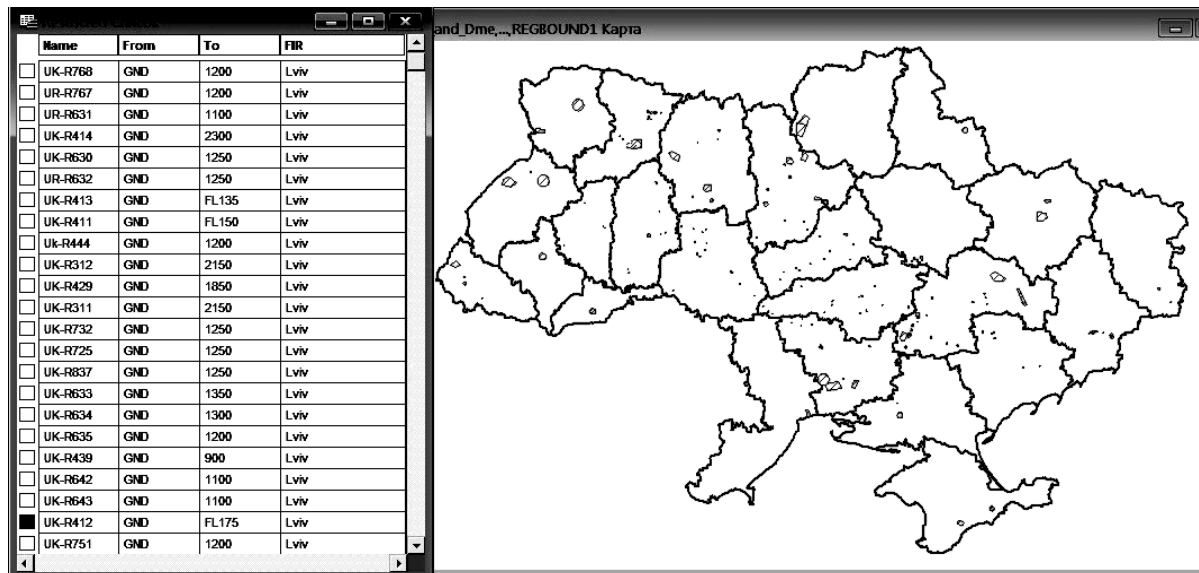


Рис. 5. Видгляд прошарку «Restricted» та прикладеної до нього таблиці

6. Позначення всіх аеропортів та аеродромів України – 62 літовища на території України, що позначені синім символом літака (рис. 6). Відповідна таблиця з атрибутивними даними складається з 4 колонок – назви аеропорту, його координат та призначення (цивільне, військове або сумісне).

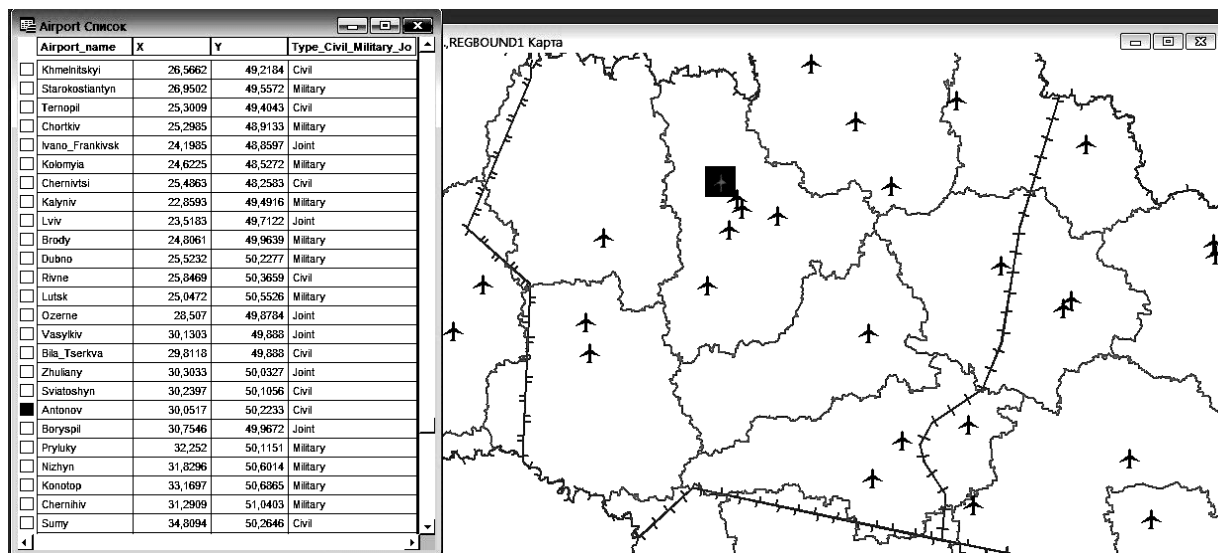


Рис. 6. Видгляд прошарку «Airport» та прикладеної до нього таблиці

7. Відмітки основних польотних маршрутів – 370 маршрутів, що з'єднують важливі точки для аеронавігації, позначені чорними лініями (рис. 7). Відповідна таблиця з атрибутивними даними складається з 7 колонок – назви маршруту, його протяжності, магнітного курсу і типу (одно- чи двосторонній), точки початку та закінчення, варіації висот для можливого використання.

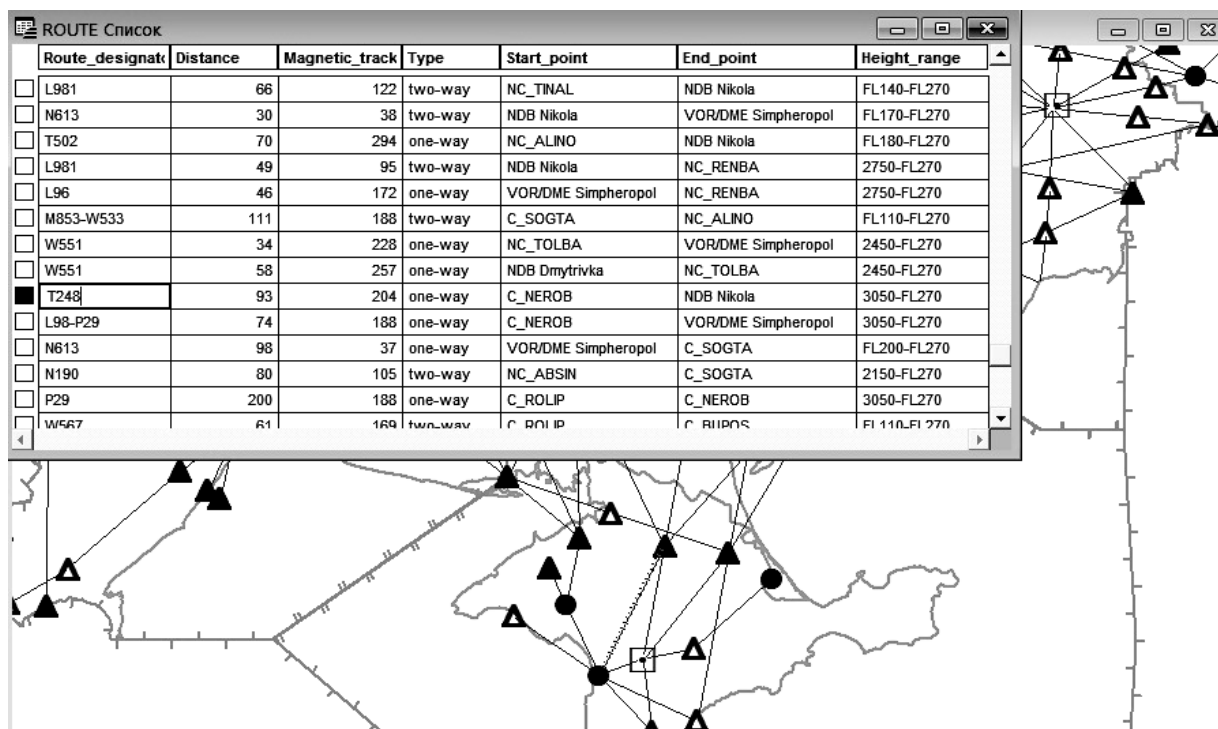


Рис. 7. Видгляд прошарку «ROUTE» та прикладеної до нього таблиці

8. Точки обов'язкового донесення аеронавігаційної інформації – 124 точки, що позначені суцільно-залитими синіми трикутниками (рис. 8). Відповідна таблиця з атрибутивними даними складається з 4 колонок – назви точки, її координат та району польотної інформації (FIR), в якому вона розташована.

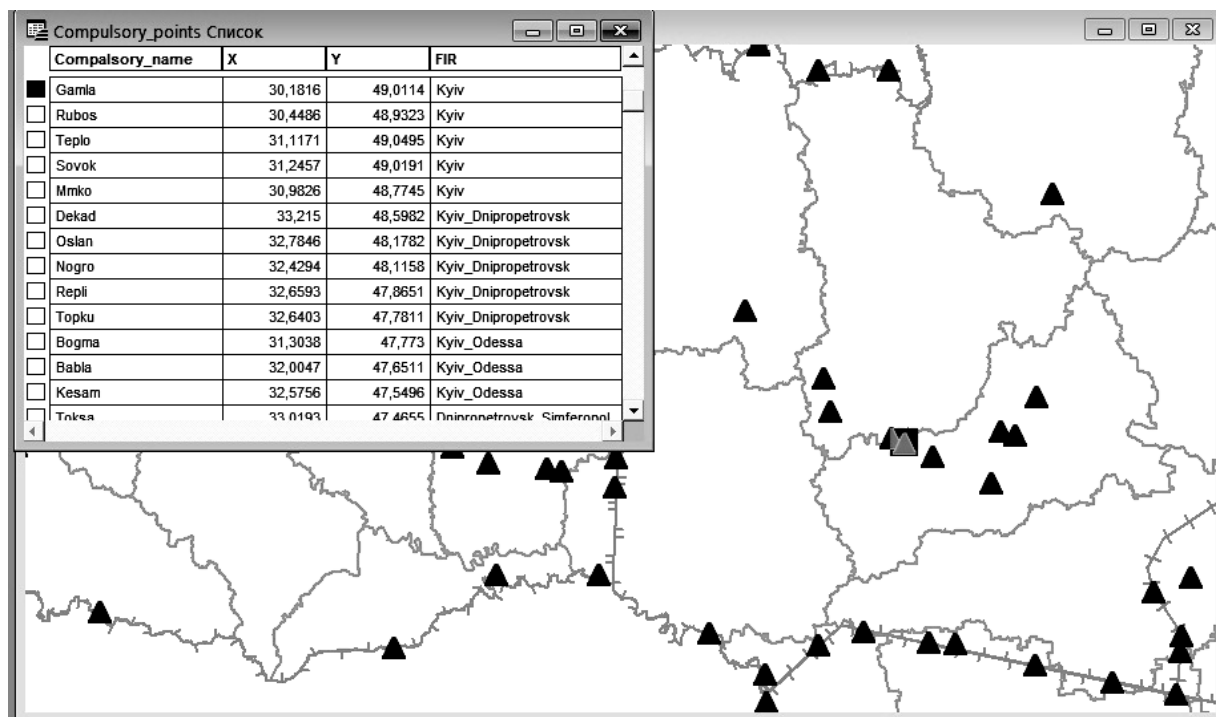


Рис. 8. Вигляд прошарку «Compulsory_points»
та прикладеної до нього таблиці

9. Точки необов'язкового донесення аеронавігаційної інформації – 76 точок, що позначені чорними контурами трикутника (рис. 9). Відповідна таблиця з атрибутивними даними складається з 4 колонок – назви точки, її координат та району польотної інформації (FIR), в якому вона розташована.

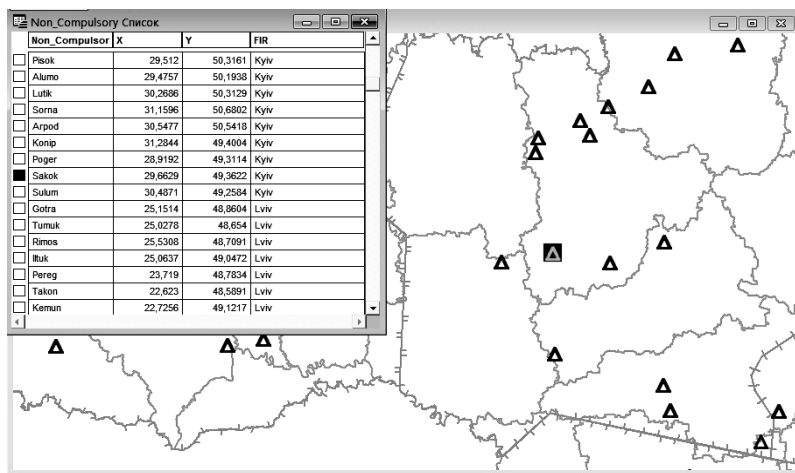


Рис. 9. Вигляд прошарку «Non_Compulsory»
та прикладеної до нього таблиці

10. Розміщення ненаправлених радіомаяків (Non-directionalradiobeacons) – 33 ненаправлених радіомаяки (Non-directionalradiobeacons), що позначені синіми крапками (рис. 10). Відповідна таблиця з атрибутивними даними складається з 4 колонок – назви радіомаяка, його координат та частоти оперування.

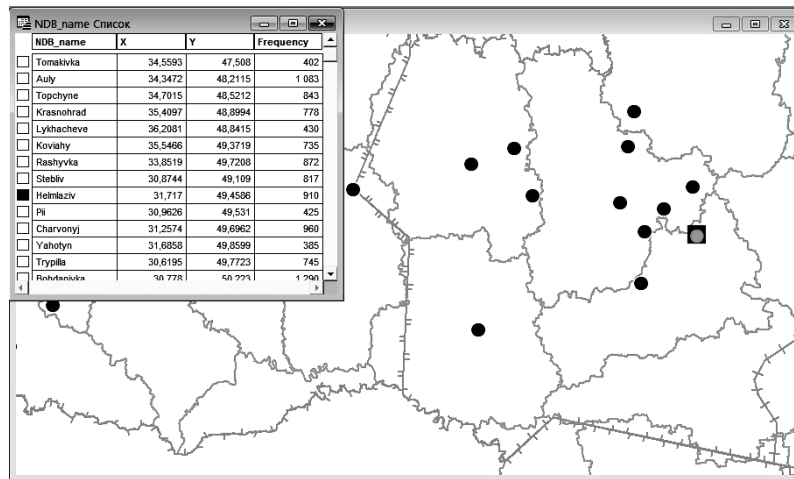


Рис. 10. Вигляд прошарку «NDB_name» та прикладеної до нього таблиці

11. Розміщення сумісних VOR/DME аеронавігаційних засобів – 7 сумісних VOR/DME, що позначені синіми квадратами з крапкою всередині (рис. 11). Відповідна таблиця з атрибутивними даними складається з 4 колонок – назви радіомаяка, його координат та частоти оперування.

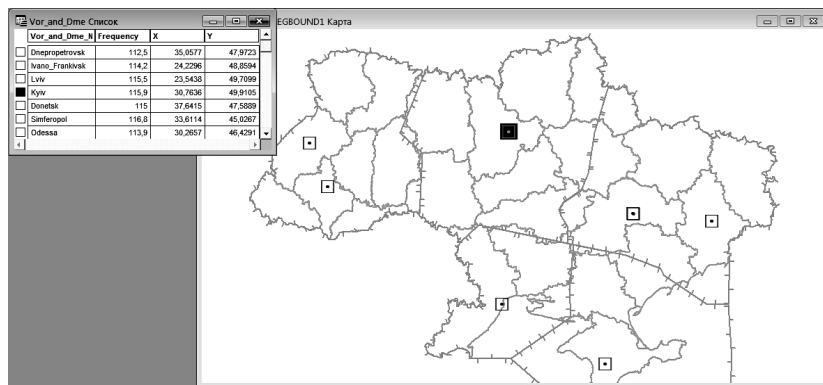


Рис. 11. Вигляд прошарку «VOR_and_DME» та прикладеної до нього таблиці

Відредагована та повністю сформована карта нижнього повітряного простору території України відображена одинадцятьма прошарками наведена нижче (рис. 12).



Рис. 12. Загальний вигляд доведеної цифрової карти нижнього повітряного простору України з відображеними векторними даними

Таким чином, залежно від поставлених завдань на карті може відображатися як один із описаних прошарків, так і всі разом.

Висновки. У результаті роботи було проаналізовано вимоги до представлення аеронавігаційної інформації відповідно до міжнародних стандартів та визначено структуру цифрової карти нижнього повітряного простору. За результатами аналізу побудовано цифрову карту нижнього повітряного простору України (до FL295) на основі маршрутної карти ICAO з перетворенням всіх об'єктів растрового зображення у векторні. Перевагою створеної карти є доступність опису кожного об'єкта карти, що дає можливість легкого подальшого редагування та вдосконалення карти. Перехід з растрового вигляду зображень до векторного мінімізує час на відображення та обчислювальні ресурси аеронавігаційних систем.

Практична цінність роботи полягає у можливості використання даної цифрової карти сучасними аеронавігаційними системами для управління повітряним простором. Також створена карта може бути використана під час підготовки спеціалістів з обслуговування повітряного руху та операторів наземних засобів керування безпілотними літальними апаратами.

Список використаної літератури:

1. *Алексеев О.М.* Развитие аэронавигационного обслуживания / *О.М. Алексеев, С.М. Креденцар, Х.Р. Скоробагата* // Вісник НАУ. – 2011. – № 4 (49). – С. 57–62.
2. *Билецкий Б.О.* О создании программных средств для нанесения оперативной обстановки на цифровые карты : зб. наук. пр. / *Б.О. Билецкий, С.В. Качан.* – К. : ПВП "Задруга", 2005. – С. 185–187.
3. *Васюхин М.И.* Алгоритмические и программно-аппаратные методы и средства построения интерактивных геоинформационных комплексов оперативного взаимодействия : дис. ... докт. техн. наук : 05.13.13 / *Васюхин Михаил Иванович.* – К., 2002. – 414 с.
4. *Васюхин М.И.* Концептуальная модель построения динамической сены оперативного управления на экранах систем отображения текущей обстановки / *М.И. Васюхин, В.Д. Гулевец, С.М. Креденцар* // Актуальні проблеми економіки. – 2011. – № 10 (124). – С. 234–240.
5. *Харченко В.П.* Методы организации динамических сцен в геоинформационных комплексах управления безопасностью полетов / *В.П. Харченко, М.И. Васюхин* // Вестник ХНТУ "Информационные технологии". – 2005. – № 1 (21). – С. 211–216.
6. *Журкин И.Г.* Геоинформационные системы / *И.Г. Журкин, С.В. Шайтура.* – М. : Кудиц-пресс, 2009. – 272 с.
7. Електронна версія пілотного проекту «Національний атлас України» / *А.І. Бочковська, Т.І. Козаченко, Л.Г. Руденко* та ін. // Український географічний журнал. – 2000. – № 1. – 86 с.
8. Основи геоінформатики : у 2-х кн. Кн. 1 : навч. посібник для студ. вузів / *Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарєв, В.С. Тикунов* та ін. ; за ред. *В.С. Тикунова.* – М. : Вид. центр "Академія", 2004. – 346 с.
9. Безпека авіації / *В.П. Бабак, В.П. Харченко, Ф.Й. Яновський* та ін. – К. : Техніка, 2004. – 584 с.
10. Енциклопедія безпеки авіації / *М.С. Кулик, В.П. Харченко, М.Г. Луцький* та ін. ; за ред. *М.С. Кулика.* – К. : Техніка, 2008. – 1000 с.

КРЕДЕНЦАР Світлана Максимівна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри аеронавігаційних систем Навчально-наукового Інституту аеронавігації Національного авіаційного університету.

Наукові інтереси:

- методи побудови моделі цифрової карти з використанням сучасних геоінформаційних систем;
- інформаційні технології та геоінформаційні системи для підвищення ефективності відображення зорової інформації на екранах аеронавігаційних систем;
- дослідження процесів представлення поточної динамічної обстановки на екранах аеронавігаційних геоінформаційних систем.

E-mail: ksm-na@ukr.net.

ЛОБАНЧИКОВА Надія Миколаївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютеризованих систем управління та автоматики Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- інформаційні технології побудови автоматизованих інтегрованих систем захисту особливо важливих об'єктів;
- інтерактивні геоінформаційні системи реального часу;
- сучасні інформаційні технології побудови комп'ютеризованих систем управління та автоматики.

E-mail: lobanchikovam@rambler.ru.

ЛУК'ЯНЕНКО Євгенія Олегівна – студентка Навчально-наукового Інституту аеронавігації Національного авіаційного університету.

Наукові інтереси:

- методи побудови моделі цифрової карти з використанням сучасних геоінформаційних систем;
- методи програмування та обробки цифрових даних при перегляді великих обсягів інформації;
- методи побудови геоінформаційних систем відображення польоту на цифрових моделях карти в режимі реального часу.

E-mail: zeschik@mail.ru.

ОДАРЧЕНКО Роман Сергійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем Навчально-наукового Інституту аеронавігації Національного авіаційного університету.

Наукові інтереси:

- сучасні інформаційні технології та телекомунікаційні системи.

E-mail: odarchenko.r.s@mail.ru

Стаття надійшла до редакції 16.10.2015.