
УДК 656.7.076

Чумаченко С. М. , д-р техн. наук, с.н.с.;
Валуйський С. В. , канд. техн. наук;
Дяченко Д. М.,
НДЦ проблем авіації та
авіаційного пошуку і рятування ІДУ ЦЗ

**МЕТОДИКА РОЗРОБКИ БАЗИ ДАНИХ АВІАЦІЙНИХ ІНЦИДЕНТІВ
ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ
РІШЕНЬ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ АВІАЦІЙНОГО ПОШУКУ І
РЯТУВАННЯ**

Розроблено дослідну модель бази даних авіаційних інцидентів на території України для подальшого використання в роботі Головного та допоміжних координаційних центрів з пошуку і рятування ДСНС України, яка може бути впроваджена в автоматизовану систему підтримки прийняття рішень АС «Пошук-1»

Разработана опытная модель базы данных авиационных инцидентов на территории Украины для использования в работе Главного и вспомогательных координационных центров по поиску и спасанию ДСНС Украины, которая может быть внедрена в автоматизированную систему поддержки принятия решений АС «Поиск-1».

Developed an experimental model of a database of aviation accidents in Ukraine for the work of the Main and auxiliary focal point for search and rescue DSNS Ukraine, which can be implemented in an automated decision support system AS "Search 1".

Вступ. Під час організації авіаційного пошуку і рятування важливим етапом є аналіз районів їх проведення та своєчасне визначення зони пошуку.

На сьогоднішній день основним інструментом для виконання даного етапу залишаються паперові карти, з нанесеною на них в ручну оперативною обстановкою району. Враховуючи сучасний розвиток технологій такі інструменти не є найбільш ефективними, так як під час їх

використання вони вимагають значного, по сучасним міркам, витрачення часу на прийняття рішень, щодо проведення авіаційних робіт з пошуку і рятування та донесення їх до відомих екіпажів повітряних суден, наземних сил та оперативних груп, що працюють в районі проведення пошуково-рятувальної операції.

Зважаючи на це, сьогодні загострилися питання з удосконалення організації й проведення пошуку і рятування в Україні.

Це обумовлено:

- висунутими вимогами до забезпечення оперативності, точності, системності, багатоаспектного аналізу при проведенні пошуково-рятувальних операцій;
- динамічним розвитком інтелектуальних інформаційно-управляючих систем, розширенням та деталізацією можливостей програмно-аналітичних комплексів.

Загальна ситуація в галузі розробки новітніх інтелектуальних інформаційних систем для підвищення ефективності авіаційних робіт з пошуку та рятування в Україні на сьогодні не може бути визнана як така, що повною мірою задовольняє вимогам Міжнародної організації цивільної авіації (ІКАО) та потребам забезпечення результативності цих систем.

З огляду на вищевикладене, виникла необхідність в удосконаленні системи авіаційного пошуку та рятування шляхом застосування новітніх підходів, а саме використання автоматизованих систем підтримки прийняття рішень на основі інтелектуального аналізу даних із застосуванням географічних інформаційних технологій при організації проведення пошуково-рятувальних операцій [1].

Перш за все потребують удосконалення алгоритми підтримки прийняття рішень шляхом впровадження новітніх інтелектуальних інформаційних технологій як інструментарію підвищення показників ефективності системи авіаційного пошуку та рятування.

Аналіз досліджень і публікацій. В даний час Головним та допоміжними авіаційними координаційними центрами з пошуку і рятування вже використовується автоматизована система підтримки прийняття рішень АС «Пошук-1», що була розроблена на основі геоінформаційної системи MapInfo [2].

Але, недостатньо дослідженими є питання вдосконалення основних компонентів системи таких як база даних, алгоритми розрахунків, через припинення подальшого розвитку продукту, отже для вдосконалення даної системи необхідно дослідити та визначити нові етапи розвитку компонентів та можливої модернізації системи підтримки прийняття рішень Головного та допоміжних координаційних центрів з пошуку і рятування.

Постановка завдання. Завданням наукової статті є визначення напрямів оптимізації баз даних геоінформаційної системи АС «Пошук-1», для її використання під час та після проведення авіаційних пошуково-рятувальних робіт.

Вивчення компонентів та платформи системи. Автоматизована система підтримки прийняття рішень для організації авіаційних пошуково-рятувальних робіт АС "Пошук-1" (далі – Комплекс або Система) призначена для збору та обробки інформації, необхідної для забезпечення функціонування єдиної державної системи проведення авіаційних пошуково-рятувальних робіт, як у черговому режимі так і під час надзвичайних ситуацій, проведення розрахунків та видачі рекомендацій щодо авіаційних робіт з пошуку і рятування. Застосування Системи дозволяє значно скоротити терміни прийняття рішення на організацію авіаційного пошуку і рятування.

Автоматизоване робоче місце Головного координаційного центру (АРМ ГКЦ) Системи функціонує у трьох основних режимах: “Довідка”; “Диспетчер”; “Пошук”.

В режимі "Довідка" Система забезпечує виконання таких функцій:

- визначення географічних координат точок на місцевості з прив'язкою до електронної карти;

- визначення відстані між точками на електронній карті по прямій та по довільній зламаний лінії;

- визначення дальності і азимута будь-якої фіксованої точки на електронній карті від базової точки (населеного пункту, аеродрому, пункту управління, аеронавігаційної точки тощо);

- визначення курсу проходження повітряного судна (ПС) з однієї точки електронної карти у іншу та відображення його на електронній карті.

- ведення довідників щодо тактико-тактичних даних ПС, обладнання ПС аварійно-рятувальними засобами та іншої інформації, яка використовується для організації та проведення авіаційних пошуково-рятувальних робіт.

В режимі “Диспетчер” Система забезпечує виконання таких функцій:

- автоматизований прийом і обробку даних, що надходять від експлуатантів авіаційної техніки, органів управління суб'єктів єдиної держаної системи проведення авіаційних пошуково-рятувальних робіт;

- формування планів чергування пошуково-рятувальних сил та його автоматизовану видачу згідно з розрахунком розсилки;

- введення, накопичення інформації по переводу пошуково-рятувальних сил і засобів у підвищені ступені готовності;

- введення, накопичення і аналіз інформації, що надходить через систему “КОСПАС”, про роботу в зоні відповідальності України аварійних передавачів;

- введення, накопичення і аналіз подій з ПС.

В режимі “Пошук” Система забезпечує виконання таких функцій:

- автоматизований розрахунок лінії шляху, профілю зниження на змушену посадку, траєкторії некерованого падіння;
- автоматизований розрахунок вихідного і ймовірного районів пошуку;
- автоматизований вибір пошуково-рятувальних сил та засобів, розрахунок їх прибуття у район пошуку;
- автоматизований розрахунок пересування аварійно-рятувальних засобів після виникнення аварійної ситуації;
- розрахунок сил і засобів на проведення аварійно-рятувальних робіт;
- оцінку ефективності проведених пошуково-рятувальних робіт;
- моніторинг дій оперативного чергового при одержанні аварійного сигналу оповіщення.

В усіх режимах програмного комплексу активно використовується база даних, робота якої забезпечується програмно-технічними комплексами, а саме – сервер баз даних (далі – сервер) та підключені до нього три автоматизовані робочі місця оперативного складу Головного координаційного центру, об'єднані у локальну обчислювальну мережу з підключенням її до автоматизованої системи обробки телеграфних повідомлень мережі AFTN (далі – АФТН) та глобальної мережі Інтернет, а також автоматизовані робочі місця оперативного складу Регіональних координаційних центрів, підключені до серверу через глобальну обчислювальну мережу.

Автоматизовані робочі місця Головного координаційного центру (АРМ ГКЦ) складають групу, у якій виділяється основний АРМ ГКЦ, який підтримує функції обміну інформацією (забезпечує обмін повідомленнями мережі АФТН з АС «Пошук-1» та отримання повідомлень КОСПАС електронною поштою), та два допоміжні АРМ, рівноцінні за функціональністю. У разі виходу з ладу основного АРМ ГКЦ один з

допоміжних АРМ-ів може зайняти його місце і взяти на себе підтримку функцій обміну інформацією за умови, що він має доступ до усіх необхідних ресурсів та переведений у відповідний режим роботи.

У складі Системи використовується сервер NetFire 3110 DP Pedestal, який функціонує під керівництвом операційної системи Windows Server – 2003. Для виконання завдань за призначенням на сервері встановлено таке програмне забезпечення:

- система управління базами даних Oracle;
- просторова база даних (електронна карта України);

Обмін інформацією між програмно-технічними комплексами Системи здійснюється за протоколом TCP/IP.

Розробка дослідної моделі. В рамках існуючого продукту пропонується вдосконалення бази даних системи, шляхом додавання структурної бази даних про авіаційні інциденти, дослідний зразок якої буде розроблено на основі програмного середовища MSAccess та MSVisio з подальшим перенесенням та оптимізації її до робочого середовища бази даних системи Oracle та прив'язки даних до робочої карти системи.

Відповідно до методології SADT [3] проектування інформаційних систем для розробки архітектури бази даних доцільно провести попереднє дослідження об'єкту інформатизації, в даному випадку Системи авіаційного пошуку і рятування(САПіР). Для забезпечення логіки проектування інформаційної системи з метою збереження смислової відповідності предметної області САПіР, подолання труднощів її моделювання за допомогою звичайних (двомірних) таблиць, доцільно створення бази даних розпочинати із семантичного (смиислового) проектування [4]. Семантичне проектування дозволяє, з одного боку, побудувати схему даних без втрат смислового зв'язку з предметною областю, а з іншої сторони, побудована схема дозволяє легко перейти до схем, виражених на мові конкретної моделі даних і по відношенню до

конкретної СУБД. ER-моделювання – один з можливих способів семантичного проектування баз даних.

Модель «сутність – зв'язок» (або ER- модель) представляє собою спосіб логічного уніфікованого представлення даних деякої предметної області. Ця модель може бути легко перетворена в будь-яку з існуючих конкретних моделей даних: ієрархічну, мережеву, реляційну, об'єктну. Суттєво, що ER- модель дозволяє представити тільки дані, але не дії, які можуть з ними здійснюватися, тому вона використовується лише для проектування структури даних, що зберігаються.

Зазвичай під сутністю розуміють абстракцію реально існуючого об'єкта, процесу, явища або деякого уявлення про об'єкт, інформацію про який необхідно зберігати в базі даних [5]. Розрізняють стрижневу (сильну), асоціативну (асоціація), характеристичну (характеристика) і підмножину асоціацій – позначення. Кожна сутність представляє собою деякий набір атрибутів, тобто властивостей, що ідентифікують, класифікують, кількісно характеризують або визначають стан сутності. Набір атрибутів сутності, що однозначно визначає екземпляр сутності, називають ключем сутності. Серед можливих ключів вибирають один первинний ключ. Елемент моделі, що відображає реально існуючі в предметній області відношення між об'єктами (екземплярами сутності), називають зв'язок. Основним видом зв'язку є бінарний зв'язок, тобто зв'язок між двома сутностями. Зв'язок зазвичай двосторонній, позначається дієсловом і характеризується модальністю (показує, чи всі екземпляри сутності приймають участь в даному зв'язку – 0 або 1) та кардинальністю (показує, яка максимальна кількість екземплярів сутності може приймати участь в даному зв'язку – 1 або N). Зв'язок зазвичай позначається через дві пари (модальність, кардинальність). Наприклад, зв'язок «один-до-багатьох» має позначатися так: $(0,1) - (0,N)$; $(0,1) - (1,N)$; $(1,1) - (0,N)$; $(1,1) - (1,N)$.

Розробка ER- діаграм зазвичай виконуються наступним чином.

Спочатку наводять діаграму із зазначенням сутностей і зв'язків між ними, не конкретизуючи останні і не вказуючи атрибути сутностей. Така діаграма не зовсім коректна, але дозволяє охопити всю предметну область, що описується. Ця діаграма відповідає створенню загальної або концептуальної моделі бази даних.

Далі створюють окремі діаграми для кожного бінарного зв'язку з зазначенням характеристик зв'язку, а також атрибутів сутності. При наявності великої кількості атрибутів у конкретній сутності обмежуються зазначенням первинного ключа і трьох крапок, а атрибути виносяться в окрему діаграму. Цей етап представляє собою створення логічної моделі бази даних.

Далі логічна модель даних перетворюється у реляційну базу даних конкретної СУБД. Відбувається перетворення сутностей логічної моделі в конкретні таблиці, атрибути сутностей – в атрибути (стовбці) таблиці, зв'язки між сутностями – в зв'язки між таблицями, первинні ключі сутностей – первинні ключі таблиць. Крім того створюються індекси таблиць, а також реалізуються обмеження цілісності бази даних засобами конкретної СУБД.

Таким чином, використовуючи елементи діаграми Чена [5] було побудовано концептуальну модель бази даних авіаційних інцидентів (рис.1), де одинарні прямокутники відображають сильні сутності, а подвійні – слабкі сутності. Приклади діаграм з уточненням бінарних зв'язків, типу слабких сутностей, атрибутів та первинних ключів деяких ділянок логічної моделі бази даних авіаційних інцидентів показано на рис.2. Відмітимо, що сутність «Тип ПС» представляє собою характеристику, оскільки повністю залежить від сильної сутності, а сутність «Область» є поясненням, оскільки може існувати незалежно від сильної сутності. Розширену логічну модель із зазначенням всіх атрибутів та первинних ключів побудовано в середовище MS Visio (рис.3).

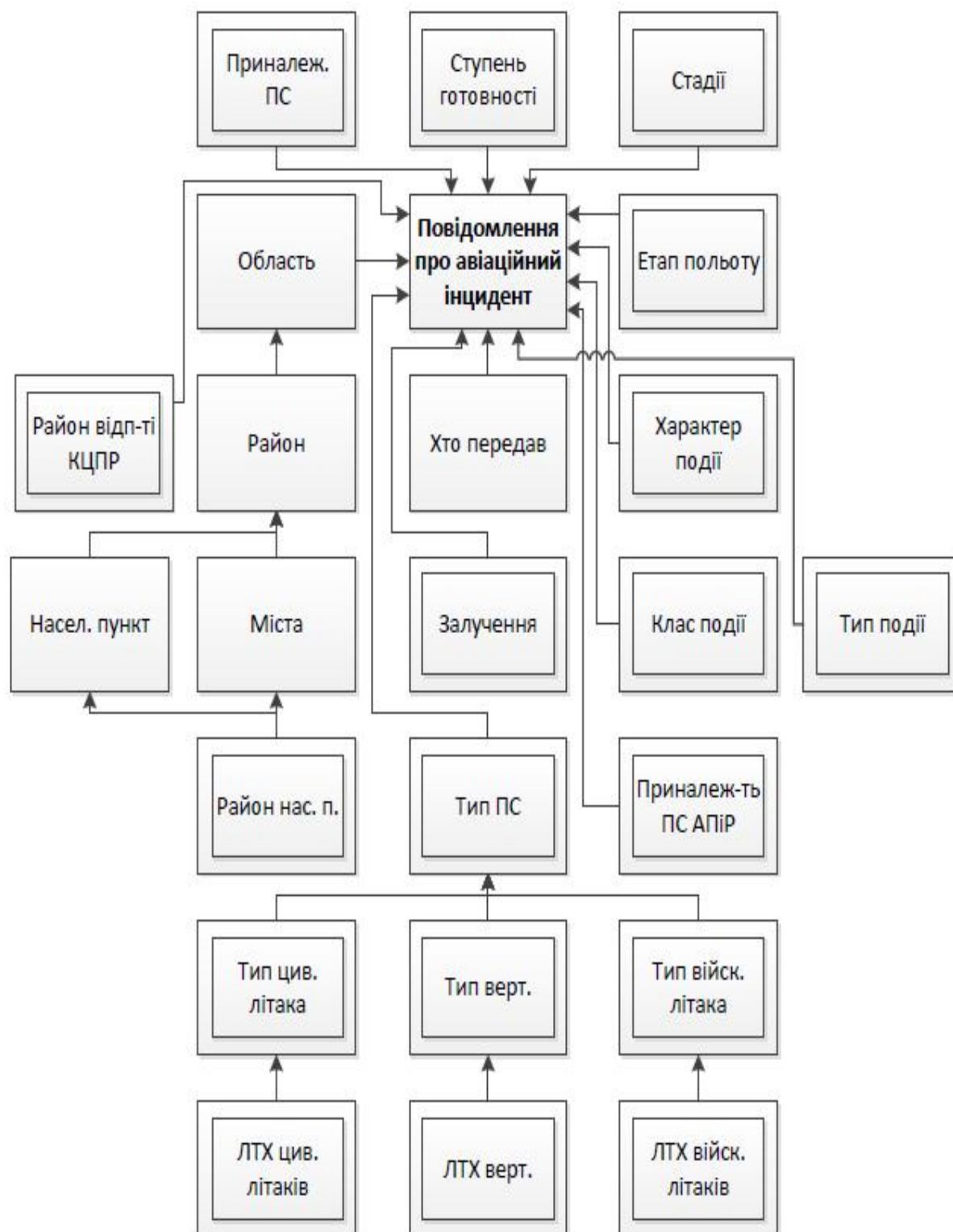
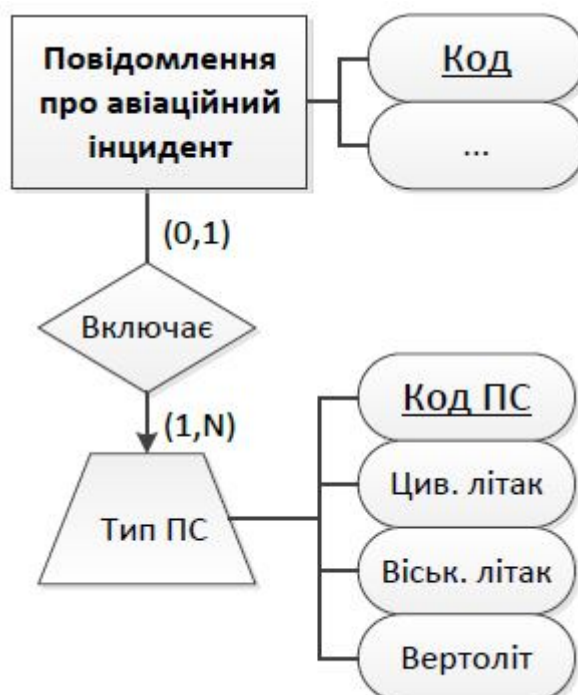


Рис. 1. Концептуальна модель бази даних авіаційних інцидентів



а)



б)

Рис. 2. Фрагменти діаграм бінарних зв'язків логічної моделі бази даних із уточненням типу слабкої сутності: «Тип ПС» – характеристика (а), «Область» – позначення (б)

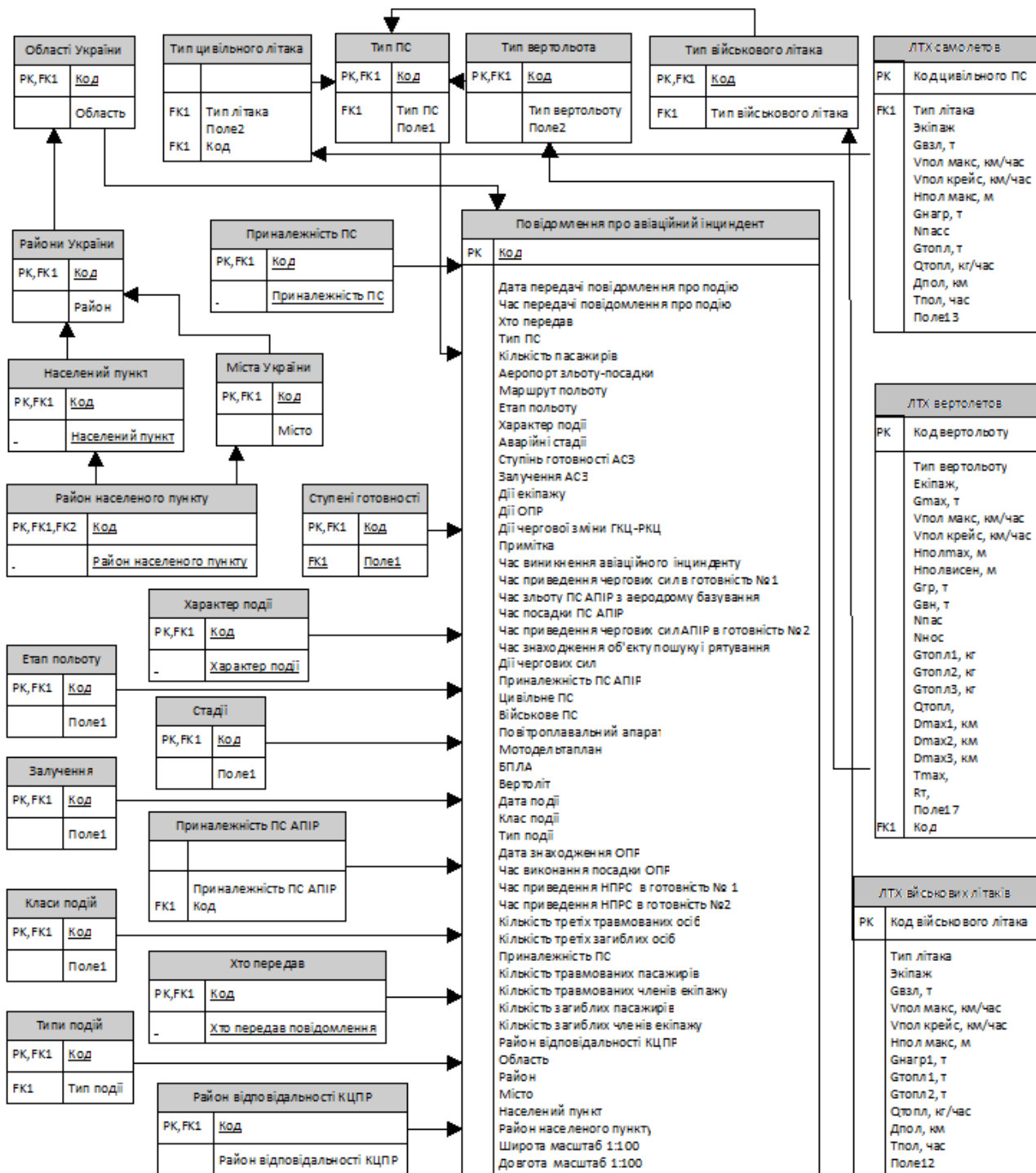


Рис. 3. Логічна модель бази даних про авіаційні інциденти, що побудована в середовищі MS Visio

Зазначені вище концептуальні та логічні моделі дозволяють просто відслідковувати смислові зв'язки між сутностями предметної області, а саме бази даних про авіаційні інциденти, та полегшувати сам процес створення бази даних. Використовуючи наведені вище моделі, була створена фізична модель бази даних про авіаційні інциденти на основі програмного середовища MSAccess. Вона дозволяє виводити повідомлення про авіаційний інцидент наступного виду (рис.4). Запропонована база даних дозволить вирішувати ряд прикладних задач, зокрема:

- збирати інформацію про найменування авіакомпанії або моделі ПС, що найчастіше потрапляють в авіаційні інциденти. Це може бути використано для оцінки надійності тих чи інших повітряних засобів;
- надавати статистичну інформацію щодо географії та інтенсивності авіаційних інцидентів по областях / районам України, що може бути використане при плануванні оптимального розміщення пошуково-рятувальних повітряних суден ДСНС на території України [1].

Повідомлення про авіаційний інцидент

Узагальнені дані щодо події Додаткові дані

Номер з/п 1 Аеропорт зльоту-посадки

Дата передачі повідомлення 11.05.2005 Дата події 11.05.2005 Дата знаходження ОПР 11.05.2005 Клас події Катастрофа

Хто передав Центральний РКЦ Тип події Авіаційна подія

Вид ПС Цивільне ПС Вертольот	Час передачі повідомлення про подію 8:20
Цивільне ПС Ан-2* Військове ПС	Час виникнення авіаційного інциденту 8:15
Приналежність ПС Україна	Час приведення чергових сил в готовність №1 11:39
Кількість пасажирів 2 Кількість третіх травмованих осіб 0 Кількість третіх загиблих осіб 0	Час зльоту ПС АПІР з аеродрому базування 0:00
Кількість травмованих пасажирів 0 Кількість загиблих пасажирів 1	Час посадки ПС АПІР 0:00
Кількість травмованих членів екіпажу 0 Кількість загиблих членів екіпажу 1	Час приведення чергових сил АПІР в готовність №2 12:05
Маршрут польоту м. Гребінка Полт. обл.-с. Колодинець Л.-Долинського р-ну Сумської обл.	Час знаходження об'єкту пошуку і рятування (ОПР) 8:16
Етап польоту Маршрутний політ	Час виконання посадки ОПР 0:00
Характер події Технічна несправність	Час приведення НПРС в готовність № 1 12:00
Аварійні стадії Лихо	Час приведення НПРС в готовність №2 12:00
Залучення сил і засобів Залучались	
Ступінь готовності АСЗ Готовність 1	
Приналежність ПС АПІР ПС МНС	

Район відповідальності КЦПР Центр. РКЦ

Область України Сумська

Район України 9. Липоводолинський район

Місто України

Населений пункт Колодинець

Район населеного пункту біля насел.пункту

Широта масштаб 1:100

Довгота масштаб 1:100

а)

Повідомлення про авіаційний інцидент	
Узагальнені дані щодо події	Додаткові дані
Дії екіпажу	О 10 год. 43 хв. після доповіді керівнику польотів, командир екіпажу, здійснив вимушену посадку близько н.п. Здолбиця Здолбунівського району, азимут 60 на віддаленні 95 км. від аеродрому Броди
Дії ОПР	Прийняв доповідь від командира повітряного судна. За командою КП ВПС ЗС, згідно плану перевірок, черговий гелікоптер Мі-8 на аеродромі Броди був приведений у готовність №1 о 10 год. 41хв
Дії чергової зміни ГКЦ-РКЦ	О 10 год. 45 хв. за київським часом 18.05.2005 р. отримав інформ. від начальника зміни "Украероцентру" про вимушену посадку гелікоптера Мі-24 при проведенні УТП на аеродромі Броди. Доповів нач-ку чергової зміни МНС, начальнику державної авіаційної пошуково - рятувальної служби. Вик. Службові обов'язки згідно з встан. порядком дій у відпов. До ситуації, що склалася на протязі всього періоду часу авіаційної події.
Дії чергових сил	За командою КП ВПС ЗС, згідно плану перевірок, черговий гелікоптер Мі-8 на аеродромі Броди був приведений у готовність №1 о 10 год. 41хв.,
	Примітка

б)

Рис. 4. Форма повідомлення про авіаційний інцидент, створена за допомогою MS Access: узагальнені дані щодо події (а), додаткові дані (б)

Після завершення вдосконалення бази даних системи наступним етапом вдосконалення пропонується розробка додаткових модулів, що підвищують ефективність прийняття рішень та забезпечують користувача додатковою інформацією.

Одним з таких етапів може стати створення модуля за допомогою якого на черговій карті буде відображатися повітряна обстановка в реальному часі з індикацією мітки літака що посилає аварійні сигнали, та відображенням повної польотної інформації літака.

Таким чином оперативно-чергова служба матиме можливість повністю відслідковувати переміщення повітряних суден в повітряному просторі України та заздалегідь виявляти аварійні ситуації та одразу

починати дії, щодо приведення в готовність пошуково-рятувальних сил, а вже потім отримувати уточнену інформацію від органів обслуговування повітряного руху про стан повітряного судна та приймати рішення щодо подальших дій.

Висновки. В роботі розроблено дослідний зразок бази даних по авіаційним інцидентам для подальшого її впровадження в автоматизовану систему підтримки прийняття рішень Головного та допоміжних координаційних центрів з пошуку і рятування АС «Пошук-1», що використовується під час проведення авіаційного пошуку і рятування та чергування оперативних служб на території України.

Запропоновано логічну й концептуальну модель, яка реалізована в програмних середовищах MS Visio та MS Access для підвищення показників ефективності, значного скорочення часу на прийняття оптимальних рішень.

Використання технологій інтелектуального аналізу даних із застосуванням географічних інформаційних систем при організації проведення пошуково-рятувальних операцій допоможе функціональним структурам системи авіаційного пошуку та рятування на основі інтелектуальної обробки даних знаходити швидкі відповіді на складні питання, моделювати виходи із нестандартних аварійних ситуацій на різних їх стадіях.

Використані джерела інформації:

1. Журкин И. Г., Шайтура С. В. Геоинформационные системы. – М.: КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. – 272 с.
2. Аналіз функціонування системи авіаційного пошуку і рятування в Україні та визначення шляхів підвищення її ефективності : звіт про НДР (заключний) / Інститут державного управління у сфері цивільного захисту ДСНС України ; кер. С. М. Чумаченко № ДР 0112U001623. Київ, 2013. – 289 с.
3. Марка Д. А., МакГоуэл К. М. Методология структурного анализа и проектирования SADT. – М.: Метатехнология, 1993. – 240 с.

4. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных // 7-е издание. – М.: Вильямс, 2001. – 441 с.
5. Пирогов В. Ю. Информационные системы и базы данных: организация и проектирование: учеб. пособие. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 528 с.
6. Руководство по международному авиационному и морскому поиску и спасению том 1-3. ИМО/ИКАО Лондон/Монреаль, 2010.