

РОЗРОБЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОПЕРАТИВНОГО РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ

Ляшенко О.М., Ложкін Р.С.

Херсонський національний технічний університет

Бериславське шосе, 4, 73008, м. Херсон

olenakntu@gmail.com, ruslanlozhkin@gmail.com

В останні десятиліття в Україні окреслилася стійка тенденція зростання числа НС. Джерелами НС є небезпечні природні явища, результатом впливу яких є зниження рівнів економічного, соціального та екологічного потенціалів країни. У цих умовах актуальним є розроблення інформаційної системи оперативного реагування на НС, головним призначенням якої є підвищення рівня знань про потенційну небезпеку об'єктів НС та поліпшення інформаційного обслуговування фахівців із ліквідації НС в режимах повсякденного функціонування, підвищеної готовності (у разі загрози виникнення НС) та надзвичайної ситуації (у разі виникнення НС та її ліквідації). В статті описано основні напрями роботи інформаційної системи, серед яких найбільш важливими є постійний моніторинг і прогнозування зони можливого поширення НС та масштабів можливих наслідків. Наведено структуру інформаційної системи, яка складається з п'яти взаємопов'язаних підсистем: підсистеми оперативного доступу, підсистеми ведення бази ситуаційних планів дій під час загрози, виникнення та ліквідації НС, підсистеми прогнозування (моделювання), сховища даних та інформаційно-довідкової підсистеми. Наведено структуру сховища даних інформаційної системи. Описано архітектуру програмного додатку в середовищі розроблення Borland Delphi. Для розв'язання науково-прикладної проблеми моделювання та розроблення інформаційної технології оперативного реагування на НС використано методологію об'єктно-орієнтованого проєктування програмних систем, методи інтелектуального аналізу даних, моделі та методи прийняття рішень. Використання запропонованих у роботі програмних засобів і технологій дасть змогу зменшити тривалість ліквідації НС завдяки використанню оперативної інформації про обстановку в зоні НС та мінімізувати ресурсні й матеріальні витрати завдяки своєчасному коректуванню й уточненню планів дій із ліквідації наслідків НС. *Ключові слова:* інформаційна система, надзвичайні ситуації, прогнозування, моніторинг.

Development of information technology for operational response to emergencies. Liashenko O., Lozhkin R.

In recent decades, Ukraine has seen a steady upward trend in the number of emergencies. Sources of emergencies are dangerous natural phenomena, the result of which is a decrease in the level of economic, social and environmental potentials of the country. Under these conditions, it is urgent to develop an information system for emergency response, the main purpose of which is to increase the level of knowledge about the potential danger of emergencies and to improve the information services of emergency response specialists in daily operation, high alert (in case of emergency) and emergency situations (in case of emergency and elimination of consequences). The paper describes the main directions of the information system, among which the most important is the constant monitoring and forecasting of the zone of possible spread of emergencies and the extent of possible consequences. The structure of the information system is presented, which consists of five interconnected subsystems: operational access subsystems, subsystems for maintaining a database of situational action plans for threats, emergencies and emergency response, forecasting subsystems (modeling), data warehousing and information and reference subsystems. The structure of the data warehouse information system. The software application architecture in the Borland Delphi development environment is described. To solve the scientific and applied problem of modeling and development of information technology for rapid response to emergencies, we used the methodology of object-oriented design of software systems, data mining methods, models and decision-making methods. Using the software and technologies proposed in this work will reduce the duration of emergency response due to the use of operational information about the situation in the emergency zone and minimize resource and material costs due to timely adjustment and refinement of emergency response plans. *Key words:* information system, emergencies, forecasting, monitoring.

Постановка проблеми. В останні десятиліття в Україні окреслилася стійка тенденція зростання числа надзвичайних ситуацій (далі – НС).

Джерелами НС є небезпечні природні явища, наслідком впливу яких є зниження рівнів економічного, соціального та екологічного потенціалів країни.

Отже, науково-прикладною проблемою дослідження є моделювання та розроблення інформаційної технології оперативного реагування на НС природного та техногенного характеру.

Застосування інформаційної технології дасть змогу підвищити рівень знань про потенційну небезпеку об'єктів НС та поліпшити інформаційне обслуговування фахівців під час ліквідації наслідків НС.

Актуальність дослідження. На території України можливе виникнення практично всього спектра небезпечних природних явищ і процесів геологічного, гідрогеологічного, метеорологічного, а також медико-біологічного походження, які є джерелами НС – масштабних процесів, що призводять до людських жертв, великих екологічних та економічних збитків.

У цих умовах актуальним є розроблення інформаційної технології оперативного реагування на НС, головним призначенням якої є отримання оперативної інформації про загрозу або виникнення НС, характеристики уражаючих факторів із метою визначення масштабів поширення і тяжкості наслідків від їхнього виникнення.

Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями. Дослідження виконано відповідно до пріоритетних цілей, сформульованих у «Стратегії державної екологічної політики України на період до 2030 року». Також тема дослідження є складовою частиною науково-дослідних робіт (далі – НДР), що проводяться в Херсонському національному технічному університеті в межах держбюджетних НДР «Розроблення теоретичних та методологічних основ формування системи управління лісовими ресурсами регіону» (№ 0113U007939) та «Моделювання процесів координаційного керування та прийняття рішень в умовах виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру» (№ 0117U007290).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нині найбільш активним напрямом досліджень є інформаційні технології, предметна галузь яких пов'язана саме з ліквідацією наслідків НС.

Аналіз робіт [1–4] показав, що досить широка аудиторія дослідників ставила перед собою завдання інформаційної підтримки під час ліквідації наслідків НС.

Зокрема, в роботі [1] запропоновано моделі сценаріїв управління ліквідацією НС, характерними особливостями яких є облік міжрівневих інформаційних зв'язків в ієрархічній структурі системи управління, а також облік зв'язків і взаємодії процесів розвитку небезпечних факторів НС і дій із їхньої ліквідації. Використання запропонованих моделей дає змогу оперативно прогнозувати сумарні втрати від НС з урахуванням обраного плану ліквідації. Також у роботі [1] запропоновано структуру і функціональний елементний склад системи, використання яких під час реалізації інформаційного забезпечення систем запобігання та ліквідації НС дає змогу підвищити оперативність і ефективність формування планів управління, розширити функціональні можливості учасників ліквідації в частині оцінки й оптимізації реалізованих сценаріїв управління.

У роботі [2] запропоновано модель СППР, що дає змогу координувати дії сил, засобів і відомств суміжних держав, що залучаються для ліквідації НС транскордонного характеру. Запропонована в роботі [2] технологія дала можливість об'єднати різноманітні ресурси, а також закласти основи для створення інтегрованих інформаційних СППР з управління аварійно-рятувальними роботами в разі виникнення НС та пожеж транскордонного характеру.

У роботі [3] предметом дослідження є процеси прийняття управлінських рішень під час ліквідації пожеж і НС з використанням багатоагентного підходу. Для вдосконалення прийняття рішень керівниками пожежно-рятувальних підрозділів у роботі запропоновано методи інтелектуального аналізу даних і механізми розподілу ресурсів. Також у роботі [3] запропоновано метод моделювання організаційної структури системи управління

пожежно-рятувальними підрозділами з використанням технології багатоагентних систем, що дає змогу з урахуванням наявних людських ресурсів і можливостей визначити, які саме люди повинні обійняти ті чи інші посади в структурі управління. В роботі також запропоновано схему узгодження рішення для організації взаємодії різних підрозділів під час ліквідації пожеж і НС.

У роботі [4] запропоновано технологію побудови ситуативної бази знань ІС підтримки прийняття рішень, сутність якої полягає у формалізації концептуальних знань про НС в ситуативній базі знань (далі – СБЗ). СБЗ заснована на взаємодії трьох моделей подання знань: у формі прецедентів, у формі правил і у формі об'єктних моделей процесу управління.

Основою технології розроблення СБЗ є запропонований автором об'єктно-орієнтований аналіз, у процесі якого відбувається формування понять предметної галузі й визначення відносин між ними на підставі об'єктно-орієнтованих моделей на мові UML.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується означена стаття. Важливу роль у зниженні тяжкості наслідків від НС різного походження відіграє процес оперативного реагування.

Організація оперативного реагування на НС полягає в поетапному здійсненні організаційних і управлінських заходів від планування реагування на НС, інформування, переведення органів управління і сил у вищі ступені готовності, безпосереднього управління ними, організації взаємодії та всебічного забезпечення до забезпечення безпеки людей у зоні НС.

Отже, виникає необхідність у моделюванні та розробленні інформаційних технологій для розв'язання завдань оперативного реагування в умовах невідомості та неповноти інформації про параметри поширення НС, необхідні темпи ліквідації, необхідний обсяг ресурсів, а також рівень складності робіт із ліквідації НС.

Новизна. У дослідженні поставлено та вирішено науково-прикладну проблему моделювання та розроблення інформаційної технології оперативного реагування на НС.

Для вирішення поставленої науково-прикладної проблеми використано методологію об'єктно-орієнтованого проектування програмних систем, методи інтелектуального аналізу даних, моделі та методи прийняття рішень.

Методологічне або загальнонаукове значення. Запропоновані програмні засоби і технології забезпечать підвищення рівня знань про потенційну небезпеку об'єктів НС та поліпшать інформаційне обслуговування фахівців із ліквідації НС у режимах повсякденного функціонування, підвищеної готовності (у разі загрози виникнення НС) та надзвичайної ситуації (у разі виникнення НС та її ліквідації). Також використання інформаційної технології дасть

змогу зменшити тривалість ліквідації НС завдяки використанню оперативної інформації про обстановку в зоні НС та мінімізувати ресурсні та матеріальні витрати завдяки своєчасному коректуванню й уточненню планів дій із ліквідації наслідків НС.

Виклад основного матеріалу. Реагування на надзвичайні ситуації – це скоординовані дії щодо реалізації планів дій (аварійних планів), уточнених в умовах конкретного виду та рівня надзвичайної ситуації з метою надання невідкладної допомоги потерпілим, усунення загрози життю та здоров'ю людей.

Організація оперативного реагування на НС полягає в поетапному здійсненні організаційних і управлінських заходів від планування реагування на НС, інформування, переведення органів управ-

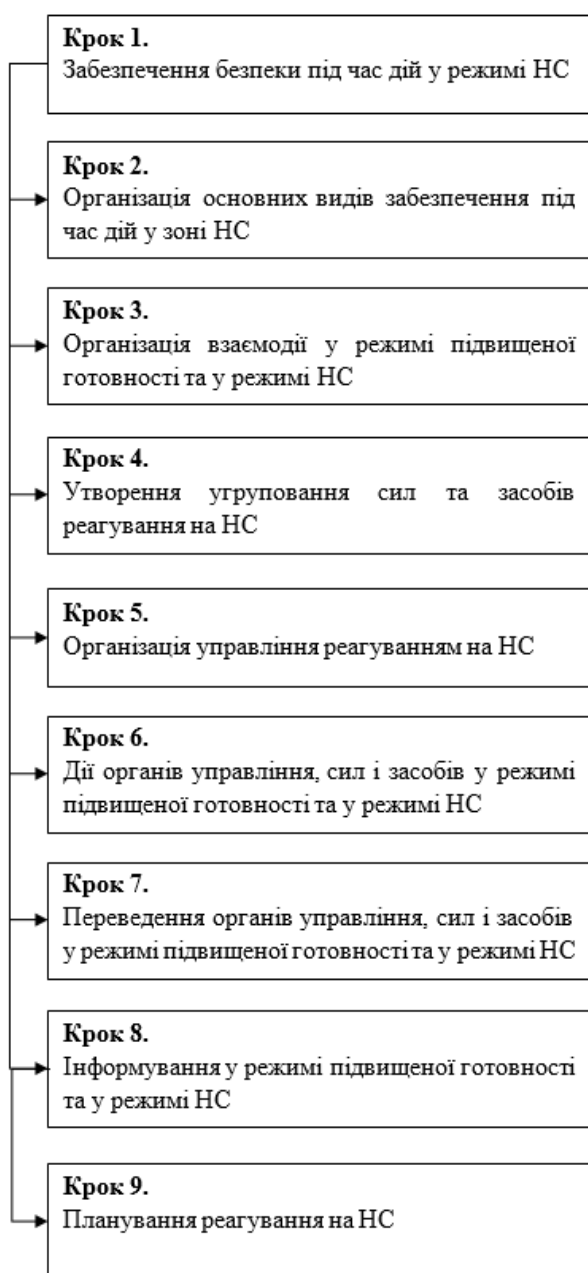


Рис. 1. Алгоритм оперативного реагування на НС

ління і сил у вищій ступені готовності, безпосереднього управління ними, організації взаємодії та всебічного забезпечення до забезпечення безпеки людей у зоні НС [5].

Алгоритм оперативного реагування на НС подано на рис. 1.

Здійснення інформаційної підтримки фахівців із ліквідації наслідків НС забезпечує інформаційна система оперативного реагування на НС. Структуру ІС подано на рис. 2.

Застосування системи спрямовано на підвищення рівня знань про потенційну небезпеку об'єктів НС та поліпшення інформаційного обслуговування під час ліквідації наслідків НС.

Головним призначенням інформаційної системи (далі – ІС) є отримання оперативної інформації про загрозу або виникнення НС, характеристики уражаючих факторів із метою визначення масштабів поширення і тяжкості наслідків від їхнього виникнення.

Отже, основними напрямками роботи ІС є такі:

- визначення зони надзвичайної ситуації;
- здійснення постійного прогнозування зони можливого поширення надзвичайної ситуації та масштабів можливих наслідків;
- розроблення ситуаційних планів дій в умовах виникнення НС;
- уточнення (у разі потреби) планів реагування на надзвичайні ситуації, здійснення заходів щодо запобігання їхньому виникненню;
- організація робіт із локалізації та ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, залучення для цього необхідних сил і засобів;
- уточнення (у разі потреби) планів та організація і здійснення заходів щодо життєзабезпечення постраждалого населення;
- уточнення (у разі потреби) планів та організація і здійснення радіаційного, хімічного, біологічного, інженерного та медичного захисту населення і території від наслідків надзвичайної ситуації;
- здійснення безперервного контролю за розвитком надзвичайної ситуації та обстановкою на аварійних об'єктах і прилеглих до них територіях.

ІС складається з п'яти взаємопов'язаних підсистем: підсистеми оперативного доступу, підсистеми ведення бази ситуаційних планів дій у разі загрози, виникнення та ліквідації НС, підсистеми прогнозування (моделювання), СД та інформаційно-довідкової підсистеми.

Підсистему оперативного доступу призначено для вибору режиму роботи ІС. Залежно від масштабу й особливостей НС, що прогнозується або виникла в межах конкретної території, встановлюється один із таких режимів функціонування ІС:

- повсякденного функціонування;
- підвищеної готовності (у разі загрози виникнення НС);
- надзвичайної ситуації (у разі виникнення НС та її ліквідації).

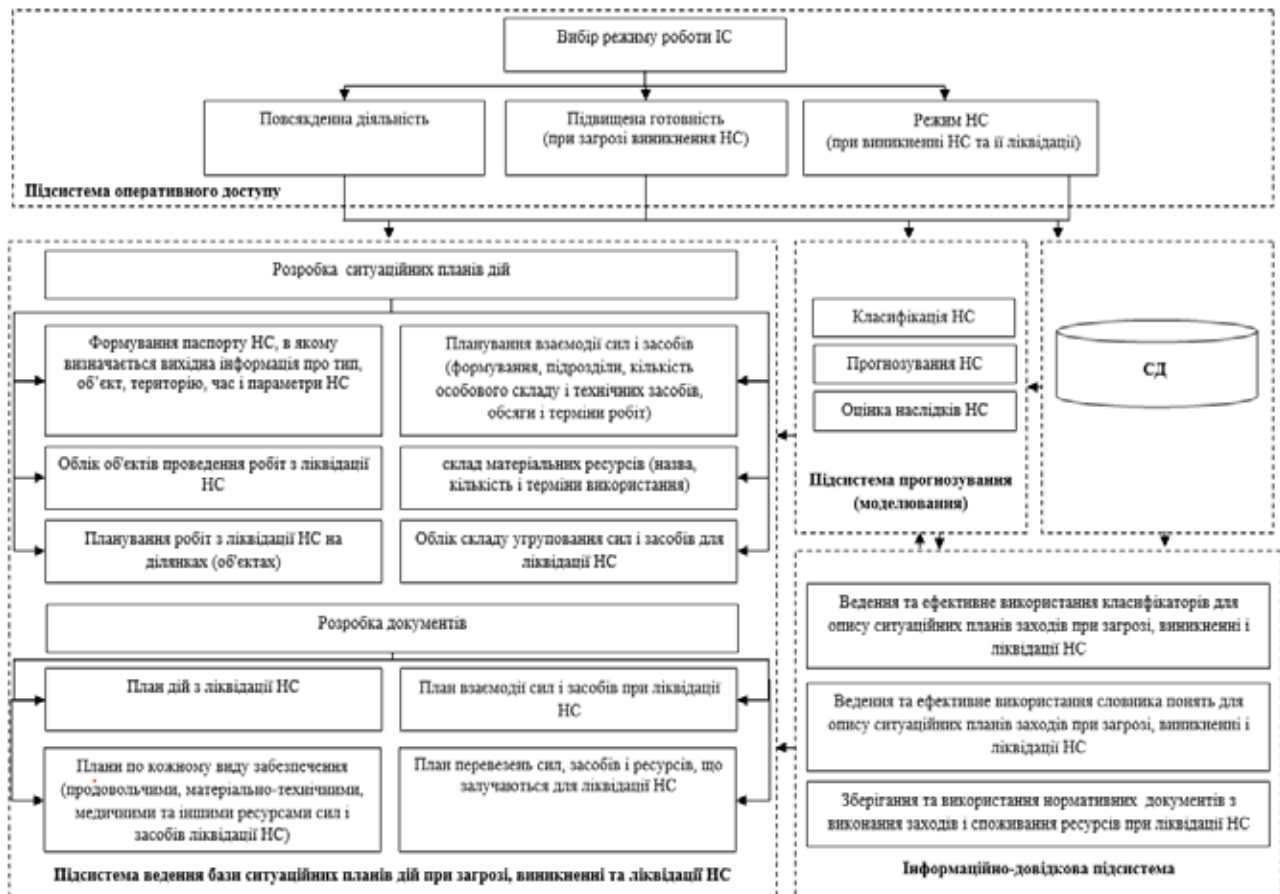


Рис. 2. Структура ІС

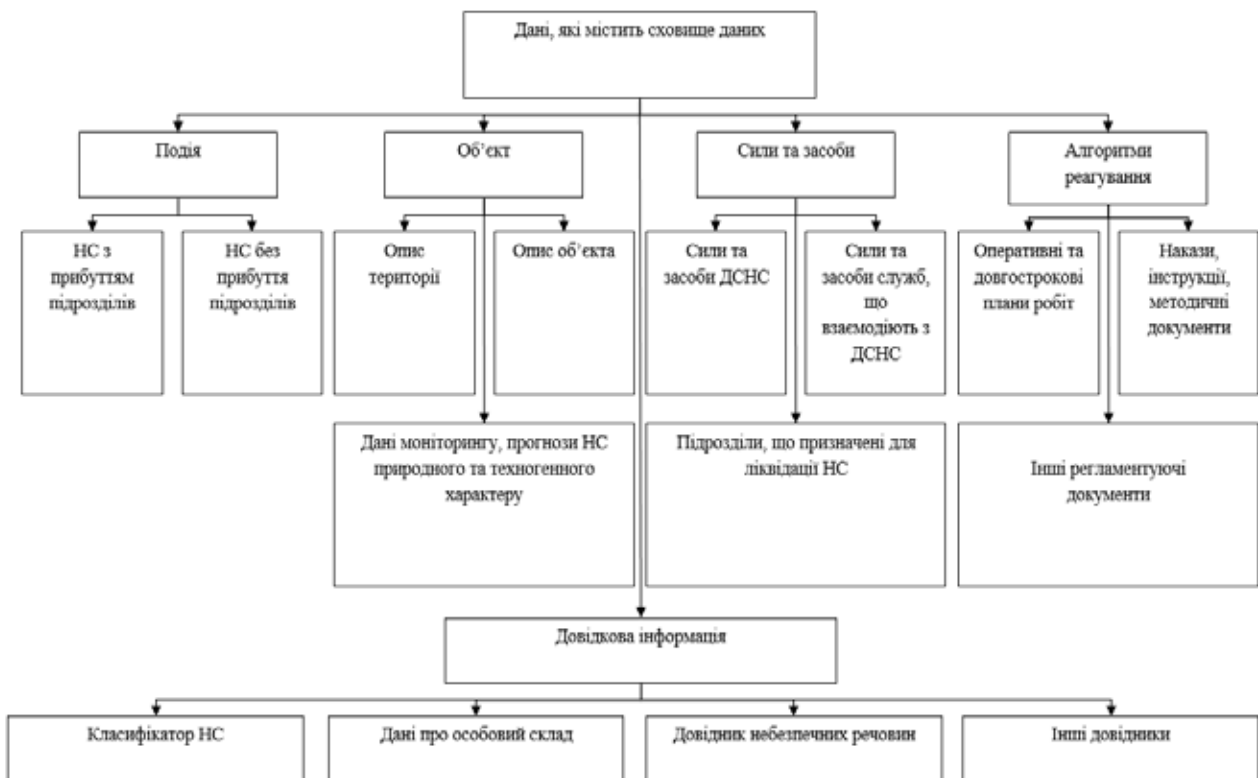


Рис. 3. Структура даних сховища даних ІС

Підсистему ведення бази ситуаційних планів дій у разі загрози виникнення та ліквідації НС призначено для розроблення ситуаційних планів дій і документів, що необхідні для успішної реалізації цих планів.

Підсистему прогнозування (моделювання) призначено для здійснення прогнозування масштабів і наслідків НС.

Основою ІС є сховище даних (далі – СД). СД – це особлива форма організації бази даних (далі – БД), що призначена для зберігання в погодженому вигляді агрегованої інформації, яка отримується з різних систем і зовнішніх джерел.

СД характеризуються предметною орієнтацією, інтегрованістю, підтримкою хронології, незмінністю і мінімальною надлишковістю [6].

Предметна орієнтація. Дані в СД організовані відповідно до основних напрямів діяльності фахівців із ліквідації наслідків НС. У цьому полягає відмінність СД від організації оперативної БД, в якій дані подаються відповідно до процесів. Предметна організація даних не лише спрощує аналіз, а й значно прискорює проведення аналітичних розрахунків.

Інтегрованість. Первинні дані оперативних БД перевіряються, певним чином заповнюються, приводяться до одного вигляду, необхідною мірою агрегуються (тобто розраховуються їхні сумарні показники) і завантажуються в СД. Такі інтегровані дані набагато простіше аналізувати.

Підтримка хронології. Дані, які вибираються з оперативних БД, нагромаджуються в СД у вигляді «історичних пластів», кожен із яких характеризує певний період часу. Це дає змогу проводити аналіз зміни показників у часі.

Незмінність. Дані СД, що характеризують кожен «історичний пласт», в жодному разі не підлягають зміні. Це теж є суттєвою відмінністю даних, що зберігаються у СД, від оперативних даних. Оперативні дані можуть дуже часто змінюватися, а до даних сховища можна застосувати лише операції їхнього первинного завантаження, пошуку та зчитування.

Мінімальна надлишковість. Незважаючи на те, що інформація в СД завантажується з БД, це не призводить до надлишковості даних. Зведення до мінімуму надлишковості даних забезпечується тим, що, перш ніж завантажувати дані до сховищ, їх фільтрують і певним чином очищають від таких даних, які не потрібні і не можуть бути використані в системах.

Отже, основа СД – це дані, які зберігаються в ньому і які є ключем для реалізації процесу координаційного управління в умовах виникнення НС. Тому до даних у СД висуваються такі вимоги: достовірність, повнота, несуперечливість, ненадлишковість, актуальність, цілісність, надіндексованість, денормалізованість.

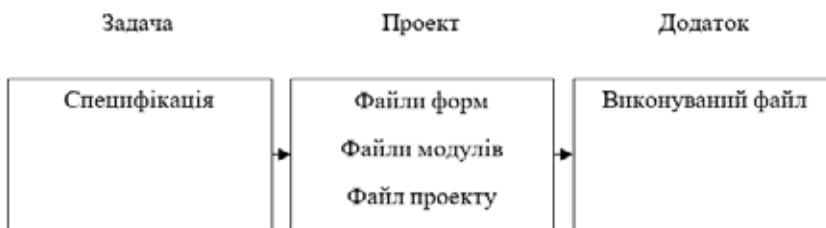


Рис. 4. Процес створення програмного додатка в середовищі Borland Delphi

Індекси використовуються для швидкого доступу до даних і є критичними для виконання запитів, що обробляються в СД.

Сховище даних містить свідомо надлишкову інформацію (тобто містить архіви та історичні дані). Денормалізація сприяє швидкому виконанню запитів. Процес нормалізації використовується для групування атрибутів спеціальними засобами, для мінімізації збитковості і функціональної залежності даних. Для СД цей процес має суб'єктивний характер, оскільки висока нормалізація даних уповільнює виконання запитів.

Структуру даних сховища даних ІС оперативного реагування на НС наведено на рис. 3.

Для програмної реалізації ІС було обране середовище розроблення програмних додатків Borland Delphi.

Програмний додаток складається з багатьох елементів: форм, програмних модулів, зовнішніх бібліотек, картинок, піктограм та іншого. Кожен елемент розміщується в окремому файлі і має строго певне призначення. Набір усіх файлів, необхідних для створення програмного додатка, називається проектом.

Компілятор послідовно обробляє файли проекту та будує з них виконуваний файл. Основні файли проекту можна розділити на кілька типів:

1. Файли опису форм – текстові файли з розширенням DFM, що описують форми з компонентами. У цих файлах запам'ятовуються початкові значення властивостей, що встановлені у вікні властивостей.

2. Файли програмних модулів – текстові файли з розширенням PAS, що містять вихідні програмні коди на мові Delphi. У цих файлах описано методи обробки подій, що генеруються формами і компонентами.

3. Головний файл проекту – текстовий файл із розширенням DPR, що містить головний програмний блок. Файл проекту підключає всі використовувані програмні модулі і містить оператори для запуску програми. Цей файл програмне середовище Borland Delphi створює і контролює самостійно.

На підставі сказаного вище можна представити процес створення програмного додатка в середовищі Borland Delphi від постановки завдання до отримання готового виконаного файлу (рис. 4).

Крім основних файлів проекту, є низка додаткових файлів:

1. Файл із розширенням ФО (Delphi Опції файлу), де зберігаються задані розробником параметри компіляції і збірки проекту.

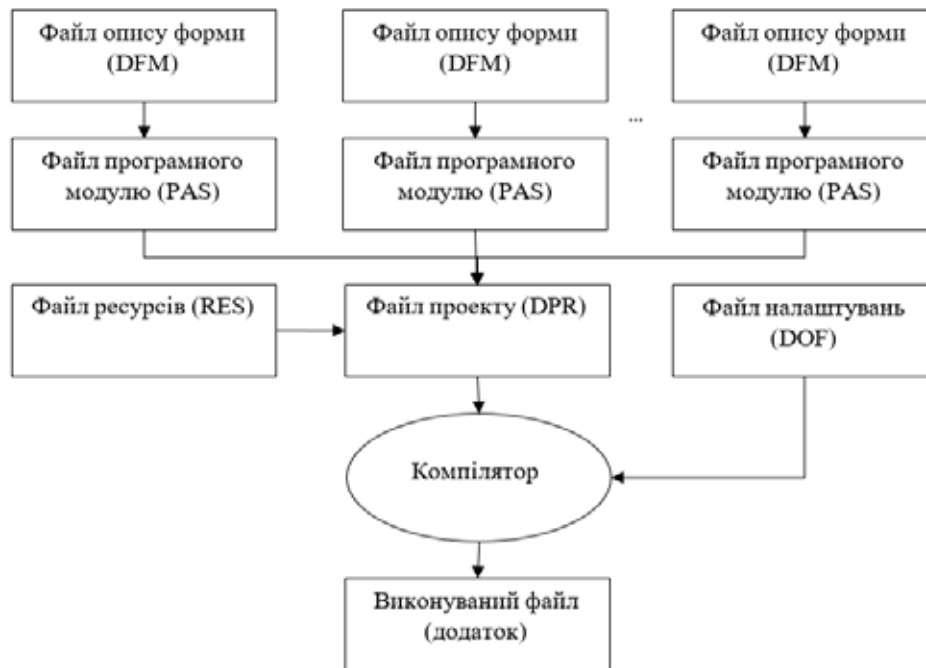


Рис. 5. Склад проекту в середовищі Borland Delphi

2. Файл із розширенням DSK (Desktop), де зберігаються налаштування середовища Borland Delphi для цього проекту. Щоб середовище Borland Delphi зберігало свої налаштування в DSK-файлі, необхідно вибрати команду «Інструменти → Налаштування оточення» і в діалоговому вікні «Параметри навко-

лишнього середовища» на вкладці «Налаштування» в групі «Налаштування» автозберігання зазначити пункт «Project Desktop».

3. Файл із розширенням CFG (Конфігурація), де зберігаються налаштування для консольного варіанта компілятора.

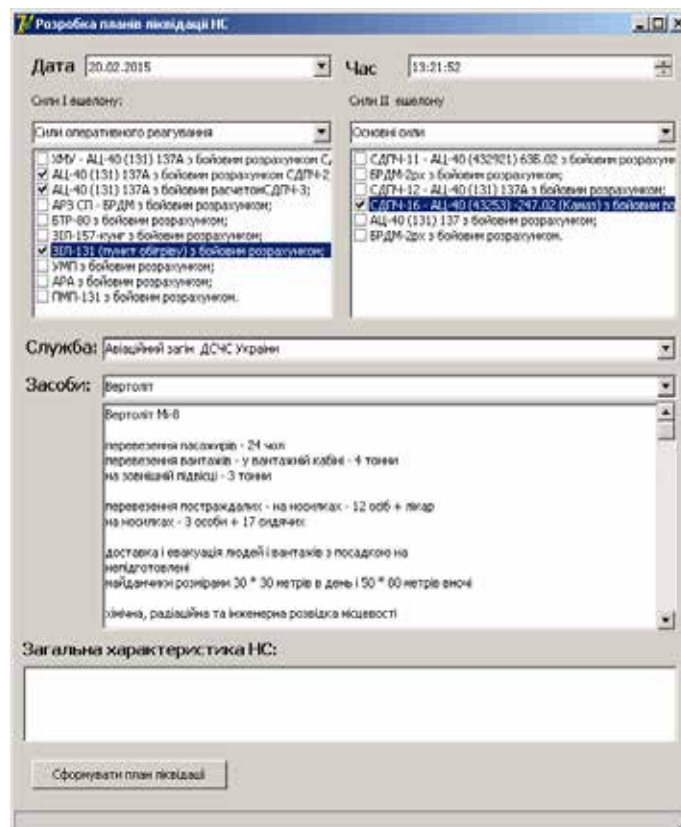


Рис. 6. Розроблення планів ліквідації НС

4. Файл із розширенням DCI (Delphi CodeInsight), де середовище Borland Delphi зберігає налаштування для програмного «суфлера» (CodeInsight).

5. Файл із розширенням DCT (Delphi Компонент Шаблони), де зберігаються заготовки компонентів.

6. Файл із розширенням DMT (Delphi Шаблони меню), де зберігаються заготовки меню.

7. Файл із розширенням DRO, де зберігаються налаштування і додатки до сховища компонентів.

8. Файл із розширенням TODO – записник для зберігання завдань на розроблення і коротких приміток.

9. Файл із розширенням DDP (Delphi Схема Портфоліо), де зберігаються графічні схеми, що наочно пояснюють взаємозв'язки між компонентами.

10. Файл ресурсів із розширенням RES (ресурси). У ньому, наприклад, зберігається значок програми, який відображається на панелі завдань. У проєкт можуть входити також логічно автономні елементи: точкові рисунки (BMP-файли), значки (ICO-файли), файли довідки (HLP-файли) тощо, проте ними керує сам розробник.

На рис. 5 наведено склад проєкту в середовищі розроблення Borland Delphi.

Приклад екранної форми програмного додатка наведено на рис. 6.

Головні висновки. Розроблено ІС оперативного реагування на НС, головним призначенням якої є підвищення рівня знань про потенційну небезпеку об'єктів НС та поліпшення інформаційного обслуговування фахівців із ліквідації НС у режимах повсякденного функціонування, підвищеної готовності (у разі загрози виникнення НС) та надзвичайної ситуації (у разі виникнення НС та її ліквідації).

Наведено структуру та опис основних підсистем ІС: підсистеми оперативного доступу, підсистеми ведення бази ситуаційних планів дій у разі загрози виникнення та ліквідації НС, підсистеми прогнозування (моделювання), СД та інформаційно-довідкової підсистеми.

Описано архітектуру програмного додатка в середовищі розроблення Borland Delphi.

Література

1. Kulikov A. Informational decision support on the basis of management scenarios modeling in the course of eliminating of technogenic emergencies. *PhD Thesis*. Ufa : Ufa State Aviation Technical University, 2002. P. 150.
2. Berdashev B. Model of adaptive management system of information of disaster management of cross-border nature. *PhD Thesis*. Moscow : Academy of the State Fire Service of EMERCOM of Russia, 2014. P. 155.
3. Semenov A. Improvement of fire-rescue control system of units at eliminating of large fires and emergencies. *PhD Thesis*. Moscow : Academy of the State Fire Service of EMERCOM of Russia, 2006. P. 161.
4. Андрощук О.С. Ситуаційна база знань інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень в управлінні органами охорони державного кордону. *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*. 2008. Вип. 3 (18). С. 171–174.
5. Гузенко В.А., Камардаш О.І., Неклонський І.М., Самарін В.О. Організація та управління ліквідацією наслідків надзвичайних ситуацій : конспект лекцій. Харків : НУЦЗУ, 2014. 163 с.
6. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. Санкт-Петербург : БХВ. Петербург, 2004. 336 с.