

УДК 515.2

В.М. Попов¹, І.А. Чуб¹, М.В.Новожилова²¹ Національний університет цивільного захисту України, Харків² Харківський національний університет будівництва і архітектури, Харків

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ РЕГІОНУ

Представлені основні функції інформаційно-аналітичної підсистеми підтримки управляючих рішень по забезпеченню техногенної безпеки регіону, орієнтованої на урахування динаміки структури і параметрів потенційно небезпечних об'єктів території, зовнішнього середовища системи, а також особливостей території. Визначені складові інформаційно-аналітичної платформи управління програмою розвитку територіальної техногенної безпеки, призначені для реалізації заданих функцій, що містять підсистему моніторингу, підсистему збереження даних, аналітичну підсистему.

Ключові слова: техногенна безпека регіону, інформаційна технологія, ГІС.

Вступ

Постановка проблеми. Зростання антропогенного впливу на природне середовище є складною соціально-екологічною проблемою. Особливого значення дана проблема набуває для України, як для країни, що розвивається. Запобігання негативним наслідкам можливої техногенної аварії можливе тільки на основі реалізації комплексу задач соціально-економічного, науково-технічного розвитку території та охорони навколишнього середовища.

Прийняті міжнародним співтовариством принципи сталого розвитку і закріплені в програмі діяльності зі сталого розвитку «Порядок денний на XXI століття» (конференція ООН з навколишнього середовища і розвитку, Ріо-де-Жанейро, 1992 р.), Йоганнесбурзької декларації (Всесвітня зустріч на вищому рівні з сталого розвитку, Йоганнесбург, 2002 р.) та інших міжнародних документах, визначають як основну мету, що стоїть перед сучасною державою, забезпечення благополучного та безпечного майбутнього на основі підвищення рівня життя населення, раціонального використання природних ресурсів і ефективною охороною навколишнього середовища, населення і території від негативних техногенних впливів.

Економічна, соціально-політична і екологічна ситуація, яка складається в різних територіях країни (в областях, містах, районах, на локальних територіях), визначається не тільки специфікою природно-географічних умов, рівнем розвитку продуктивних сил, особливостями виробничої та транспортної інфраструктури, але і характером і масштабами негативного впливу на природне середовище наслідків надзвичайних ситуацій (НС) на потенційно-небезпечних об'єктах (ПНО) промисловості, сільського господарства, житлово-комунального господарства, транспорту тощо.

Множину захисних заходів щодо забезпечення техногенної безпеки (ТБ) території за способами і засобами їх реалізації можна умовно розділити на пасивні (закладаються на етапі проектування систе-

ми) і активні. Активні заходи складаються з забезпечення підвищення ефективності територіальної системи техногенної безпеки (ТСТБ) з урахуванням динаміки розвитку системи в контексті збереження прийнятної рівню техногенної безпеки регіону.

Основою множини активних заходів є програмно-цільовий підхід. При цьому ефективність етапів ініціації, планування та реалізації програми розвитку ТСТБ значною мірою залежить від якості управління інформаційними зв'язками між учасниками програми.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Незважаючи на значну практичну потребу, в даний час відсутній єдиний теоретико-методологічний підхід до побудови методів, що забезпечують управління системою техногенної безпеки регіону з урахуванням особливостей території, високої динаміки множини ПНО і зовнішнього середовища, яке генерує система більш високого рівня ієрархії.

В роботі [1] розглядаються питання побудови автоматизованої системи управління техногенною (екологічною) безпекою промислово-транспортного комплексу регіону. В публікаціях [2, 3] розглядаються питання аналізу та моделювання спеціалізованих систем моніторингу, орієнтованих на підтримку прийняття рішень щодо зниження техногенного ризику для навколишнього середовища і населення. Здебільшого це пов'язано з розробкою та використанням технічних засобів автоматизованого контролю, передачі та обробки даних при організації моніторингу на різних територіях і візуалізації його результатів. Наразі в структурах існуючих систем моніторингу відсутні інформаційні потоки, що забезпечують адаптацію до поточних змін параметрів зовнішнього середовища і ПНО.

У роботах [4, 5] досліджуються проблеми впровадження в СТБ регіону геоінформаційних технологій для візуалізації та просторового аналізу даних, розробляються підходи до побудови систем підтримки прийняття рішень для локалізації та ліквідації НС з використанням ГІС.

Результати досліджень проблеми автоматизації управління ТБ промислових об'єктів в умовах НС наведені в [6], де розглядаються питання побудови інформаційної моделі системи управління безпекою промислового підприємства, проводиться аналіз критеріїв оцінки ефективності управління. Однак запропонована модель є статичною і не враховує зміни фактичного стану ПНО і його оточення.

В роботах [7, 8] розглянуті питання побудови формалізованого опису основних елементів і значущих чинників ТСТБ, яка існує у взаємодії з динамічним зовнішнім середовищем.

В роботі [9] визначені основні положення управління комунікаціями в проекті освоєння морського газового родовища на основі застосування сучасних геоінформаційних та комп'ютерних технологій.

Аналіз теоретичних досліджень та прикладних розробок в галузі використання сучасних інформаційних технологій як засобу підтримки прийняття управлінських рішень показує необхідність вдосконалення методів управління інформаційними зв'язками (комунікаціями) програми розвитку, орієнтованих не тільки на внутрішнє середовище програми (команда, ресурси, роботи програми, знання, управління), а й зовнішнє середовище, найважливішим елементом якого в даному контексті служить виробнична база території, що містить ПНО.

Мета статті – розробка і аналіз складових структури інформаційно-аналітичної підсистеми ТСТБ, що забезпечує управління комунікаціями програми з урахуванням змін параметрів просторово розподілених ПНО регіону.

Основна частина

Проблема вдосконалення управління комунікаціями в програмах розвитку ТСТБ має вирішуватися в рамках певної задачі програми розвитку, причому у подальшому засоби інформаційно-аналітичної підтримки стають такою підсистемою ТСТБ, що, поряд з персоналом ТСТБ, забезпечує властивість ТСТБ щодо самоорганізації системи.

Розвиток ТСТБ в рамках програмно-цільового підходу передбачає вирішення наступного комплексу взаємопов'язаних задач.

1. Визначення цілей і основних задач функціонування СТБ на даній території в коротко- і середньостроковому періоді.

2. Проведення аналізу поточного рівня техногенної безпеки території.

3. Порівняльне вивчення факторів, що визначають негативний техногенний вплив різних ПНО на компоненти природного середовища і населення регіону.

5. Визначення стратегії зниження негативного техногенного впливу ПНО на компоненти природного середовища і населення регіону з урахуванням його специфіки та особливостей динаміки параметрів множини ПНО і зовнішнього середовища.

6. Обґрунтування методів і способів дистанції оптимальних в умовах сформованого рівня ТБ регіону управлінських (регулюючих) рішень для забезпечення його підвищення.

7. Визначення та обґрунтування критеріїв оцінки ефективності реалізації регулюючих заходів щодо забезпечення підвищення рівня ТБ регіону.

8. Проведення оцінки наявних ресурсів для практичної реалізації конкретних регулюючих заходів з мінімізації та усунення негативного техногенного впливу ПНО на компоненти природного середовища і населення регіону.

9. Вибір методів динамічного контролю і коректування регулюючих заходів з мінімізації та усунення негативного техногенного впливу ПНО на природне середовище і населення регіону.

Таким чином, ТСТБ, структура і склад якої є адекватним викликам сучасності, як результат програми розвитку, в процесі подальшої експлуатації має виробляти керуючі рішення і реалізовувати раціональні (у тому числі економічно обґрунтовані) управлінські впливи щодо запобігання та зниження негативного впливу НС на територію.

Своєчасність і достовірність інформації, необхідної для ефективного вирішення задач 1 – 9 програми розвитку ТСТБ забезпечується на основі інформаційно-аналітичної платформи ТСТБ (ІАП ТСТБ) як засобу підтримки управління програмою.

Для подальшого використання розділимо функції ІАП ТСТБ щодо обробки оперативної інформації на системні (СФ) і аналітичні (АФ), основними з яких є наступні:

СФ1. Автоматизований збір, структурування і візуалізація необхідної інформації.

СФ2. Автоматизоване зберігання і обробка інформації, необхідної для підтримки управлінських рішень, включаючи засоби актуалізації та архівації інформації.

СФ3. Обмін даними між учасниками команди програми і з зовнішнім середовищем.

АФ1. Отримання оцінки поточного рівня техногенної безпеки регіону.

АФ2. Автоматизоване формування набору альтернативних сценаріїв запобігання, локалізації та ліквідації НС, а також зниження її негативного впливу на розглянуту територію.

АФ3. Формування раціональних управляючих впливів, спрямованих на забезпечення виконання задач програми розвитку в умовах можливої зміни трендів розвитку оточення програми.

В якості базового інструментарію реалізації функцій АФ1-АФ3 служить методичне забезпечення (математичні моделі, методи імітаційного та оптимізаційного програмування, засоби обробки експертної інформації з метою отримання знань) задач управління програмою розвитку ТСТБ.

Використовуючи підхід [10], зазначимо, що основними підсистемами ІАП ТСТБ, необхідними для

ефективного виконання множини виділених функцій, є такі:

- підсистема моніторингу (ПМ), в якій реалізується функція СФ1 і СФ3;
- підсистема зберігання та обробки даних (ПЗОД), яка реалізує функцію СФ2;
- аналітична підсистема (АП), в якій здійснюється реалізація функцій АФ1-АФ3.

Розглянемо властивості підсистеми моніторингу (рис. 1). У ПМ виконується збирання та первинна обробка інформації про параметри, що характеризують стан ТБ ПНО регіону і компонентів природного середовища, на які здійснюють негативний вплив ПНО, збір інформації про характеристики зовнішнього впливу на підсистеми СТБ регіону, а також попередня оцінка поточного рівня техногенної безпеки на розглянутій території.

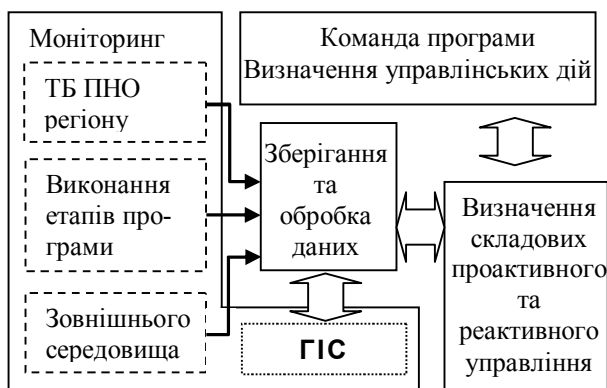


Рис. 1. Структура комунікацій програми розвитку

Значну роль відіграє геометрична інформація про виробничу систему території (розташування ПНО на території, параметри стану основних засобів, характеристики небезпечних речовин ПНО, маршрути пересування транспорту до ПНО, топологія інженерної інфраструктури міста) та характеристики просторового розподілу фонових концентрацій забруднень у регіоні – географічна, гідрологічна та топографічна інформація. Практика показує, що ця інформація існує наразі у різних муніципальних та державних служб у різних, можливо, неузгоджених, форматах, здебільшого фрагментарно, дещо у паперовому вигляді. Більш того, не існує єдиного регламенту актуалізації цієї ключової для життєзабезпечення території інформації. Це суттєво зменшує продуктивність і достовірність проектних робіт за програмою розвитку ТСТБ.

Таким чином, в силу просторової розподіленості ПНО і компонентів ТСТБ на території виникає необхідність обробки, зберігання та аналізу геоінформації, що передбачає створення відповідного організаційно-технічного блоку як інструментального засобу підтримки комунікацій програми розвитку ТСТБ. Складовими даного блоку є геоінформаційна підсистема (ГІС), що має бути інкапсульована в ко-

рпоративну інформаційну систему (КІС) ТСТБ, а також апаратне і організаційне забезпечення, тобто актуалізація КІС ТСТБ торкається структури ТСТБ в контексті організації відповідного геоінформаційного підрозділу і введення до складу ТСТБ технічних засобів створення геоданих.

Відмітимо, що після завершення програми розвитку життєвий цикл створеного програмного та апаратного забезпечення продовжується як складових ТСТБ, призначених підвищити ефективність комунікацій ТСТБ в цілому. Задля цього виділяються такі вимоги щодо архітектури даних інструментальних засобів:

- блочна структура програмного забезпечення для підтримки властивості відкритості системи;
- наявність комплексу дій з налаштування організаційного забезпечення на неперервний режим функціонування.

Укрупнено структура V інформації в програмі розвитку ТСТБ, що визначає зміст комунікацій, щодо ПМ, визначається як така:

$$V = \{ \text{ПНО}_1, \dots, \text{ПНО}_N, S_1, \dots, S_N, EI, T \}, \quad (1)$$

де ПНО_i – це інформаційний кортеж щодо i -го ПНО території, EI – упорядкована інформація щодо інженерної інфраструктури території, T – опис компонент природного середовища.

У свою чергу кортеж ПНО_i має вигляд

$$\text{ПНО}_i = \{ (x_i, y_i), P_i, K_i, S_i \}, \quad (2)$$

де (x_i, y_i) – координати центра (певної опорної точки) локації i -го ПНО на території, P_i – масив 2D точок, які формують контур i -го ПНО, $K_i = \{ k_{i1}, \dots, k_{in} \}$ – кортеж небезпечних факторів можливої НС, що включає упорядковану інформацію щодо динаміки розповсюдження забруднюючих домішок за типами (легкі, важкі) у випадку реалізації можливої НС, та середовищами розповсюдження (грунт, водойма, приземний шар атмосфери).

У цілях прозорості моделювання в даній роботі вважається, що НС порушує нормальний режим роботи найважчої за наслідками підсистеми i -го ПНО. Тоді вектор (x_i, y_i) визначає координати локації даної підсистеми.

Кожен кортеж ПНО_i супроводжується множиною S_i опису стану основних засобів відповідного ПНО_i (точніше, найбільш вразливої підсистеми) вигляду

$$S_i = \{ Ch_i^S, T_{i0}^S, t_{ic}^S, In_i^S \}, \quad (3)$$

де Ch_i^S – конструктивні характеристики підсистеми (металоконструкції, пластик, бетон та його варіації тощо), T_{i0}^S – час введення в експлуатацію, t_{ic}^S – час останнього капітального ремонту, In_i^S – структура характеристик відомих аварій на об'єкті: $In_i^S(k,1)$ – момент настання, $In_i^S(k,2)$ – характеристика аварії, $In_i^S(k,3)$ – оцінка збитків, $In_i^S(k,4)$ – людські жертви.

Кортеж

$$T = \{v, P_v, RZ_1, \dots, RZ_n\} \quad (4)$$

містить оцінку v напрямку (вектор) і сили P_v переважаючого вітру (скаляр) у межах даної території, та масиви RZ_i , $i=1,2,\dots,n$, 2D точок, які формують контур i -ї рекреаційної зони.

Структура ЕІ загалом досить складна, тому в цілях моделювання та підтримки гнучкості управління програмою використовується модельне подання (навантажений планарний граф) вигляду

$$EI = (m, \{q_m, q_{m+1}\}, g_m, Ch_i^{EI}, T_{i0}^{EI}, t_{ic}^{EI}, In_i^{EI}), \quad (5)$$

де m – номер початкової вершини дуги графа, $q_m = (x_m, y_m, z_m)$ – координати вершини графа, g_m – ознака сегмента $\{q_m, q_{m+1}\}$: $g_m=1$ – «магістральний», $g_m=2$ – «внутрішньоквартальний», властивості Ch_i^{EI} , T_{i0}^{EI} , t_{ic}^{EI} , In_i^{EI} дуги задаються аналогічно (3).

В цілому інформація (1 – 5) у підсистемі зберігання та обробки даних організована як реляційна база даних на основі СУБД InterBase 6, що підтримує властивість розподіленої обробки.

На основі даної інформації створена множина цифрових електронних карт (ЕК) ПНО, які упорядковані за типами можливих негативних впливів на територію і населення регіону.

Висновки

Розглянуто структуру комунікаційних зв'язків програми розвитку системи техногенної безпеки регіону, наведено опис її основних інформаційних блоків. Конкретизовано склад інформаційно-аналітичної платформи комунікацій програми, а саме виділено інформаційні елементи підсистеми моніторингу у взаємозв'язку з підсистемою зберігання даних, що у комплексі становить статистичну базу для виконання аналітичною підсистемою функцій АФ1-АФ3.

Визначено необхідність забезпечення властивості модульності та відкритості інструментальних засобів підтримки комунікаційних зв'язків програми розвитку ТСТБ.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА

В.М. Попов, И.А. Чуб, М.В. Новожилова

Представлены основные функции информационно-аналитической подсистемы поддержки управляющих решений по обеспечению техногенной безопасности региона, ориентированной на учет динамики структуры и параметров потенциально опасных объектов территории, внешней среды системы, а также особенностей территории. Определены составляющие информационно-аналитической платформы управления программой развития территориальной техногенной безопасности, предназначенные для реализации заданных функций, содержащих подсистему мониторинга, подсистему хранения данных, аналитическую подсистему.

Ключевые слова: техногенная безопасность региона, информационная технология, ГИС.

INFORMATION TECHNOLOGY INCREASING TECHNOLOGICAL SAFETY OF THE REGION

V.M. Popov, I.A. Chub, M.V. Novozhilova

The basic functions of information and analytical support subsystem management decisions to ensure technological safety in the region, focused on the accounting of the dynamics of the structure and parameters of potentially dangerous objects on the territory, the external environment of the system, as well as the features of the territory. The components of the information-analytical management platform development program territorial technological safety, intended for realization of the given functions containing monitoring subsystem, storage subsystem, analytical subsystem.

Keywords: technogenic safety of the region, information technology, GIS.

Список літератури

1. Иващук О.А. Теоретические основы построения автоматизированной системы управления экологической безопасностью промышленно-транспортного комплекса / О.А. Иващук, И.С. Константинов. – М: Машиностроение, 2009. – 205 с.
2. Бакланов А.И. Системы наблюдения и мониторинга / А.И. Бакланов. – М: Бином, 2009. – 240 с.
3. Макаров М.И. Принципы построения автоматизированных систем оперативного контроля состояния потенциально опасных объектов / М.И. Макаров, А.Н. Королев, С.В. Павлов, И.В. Резник // Безопасность жизнедеятельности. – 2004. – № 12. – С. 44-46.
4. Заяц Е.В. Применение геоинформационных технологий при управлении безопасностью территорий / Е.В. Заяц, С.А. Митакевич // Безопасность жизнедеятельности. – 2007. – № 8. – С. 29-35.
5. Воронкин С.Г. Интеграция геоинформационных систем с подсистемами принятия решений в интеллектуальных информационных системах / С.Г. Воронкин, А.Л. Куляница, Г.П. Чекинов // Информационные технологии. – 2005. – № 11. – С. 2-11.
6. Петухов В.В. Информационная модель системы оперативного управления природно-хозяйственными объектами в чрезвычайных ситуациях / В.В. Петухов // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2008. – № 4. – С. 6-11.
7. Попов В.М. Концептуальное представление системы техногенной безопасности региона / В.М. Попов, И.А. Чуб, М.В. Новожилова // Системы управления, навигации та зв'язку. – 2012. – Вып. 3(23). – С. 206-209.
8. Попов В.М. Моделирование системы мониторинга техногенной безопасности региона / В.М. Попов, И.А. Чуб // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – 2012. – Вып. 56. – С. 157-161.
9. Барт О.О. Концептуальні основи управління комунікаціями в проектах освоєння морських газових родовищ / О.О. Барт, В.С. Блізнов // Управління проектами та розвиток виробництва. – 2008. – №2(26). – С. 161-167.
10. Попов В. М. Модель адаптивной системы техногенной безопасности региона / В.М. Попов, И.А. Чуб, М.В. Новожилова // Системи обробки інформації. – X: ХУ ПС, 2012. – Вып. 6 (104). – С. 248-252.

Надійшла до редколегії 16.10.2015

Рецензент: д-р фіз.-мат. наук, проф. Н.Д. Сізова, Харківський національний університет будівництва та архітектури, Харків.