

*В.М. Попов, к.т.н., доцент, проректор, НУЦЗУ,  
І.А. Чуб, д.т.н., професор, НУЦЗУ*

## **ПРОГНОЗУВАННЯ НАСЛІДКІВ МОЖЛИВОЇ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ ПРИ ФОРМУВАННІ ПРОГРАМИ РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ**

Для реалізації програми розвитку системи техногенної безпеки території виникає необхідність прогнозування загроз для потенційно небезпечних об'єктів регіону та динаміки зміни їх стану під впливом природних, техногенних та інших факторів в рамках підсистеми моніторингу. Показано застосування геоінформаційної системи, інтегрованої до складу системи моніторингу системи техногенної безпеки регіону для прогнозування наслідків аварії з викидом аміаку на АОЗТ «Холодопром» м. Харків.

**Ключові слова:** системам техногенної безпеки регіону, хімічна аварія, прогноз наслідків, ГІС.

**Постановка проблеми.** Економічна, соціально-політична і екологічна ситуація, яка складається в різних територіях України (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. Запобігання негативним наслідкам техногенної аварії можливе тільки на основі реалізації комплексу задач соціально-економічного, науково-технічного розвитку території та охорони навколишнього середовища. Основою множини заходів програми забезпечення техногенної безпеки (ТБ) території є підвищення ефективності територіальної системи техногенної безпеки (ТСТБ) з урахуванням динаміки розвитку системи в контексті збереження прийнятого рівню техногенної безпеки регіону, яке 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] проаналізовані 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 системи техногенної безпеки, призначені для реалізації заданих функцій, що містять підсистему моніторингу, підсистему збереження даних, аналітичну та керуючу підсистеми. 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 геоінформаційних систем (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. Але, незважаючи на велику кількість робіт, практично відсутні дослідження щодо розробки засобів інформаційно-аналітичної підтримки процесу автоматизації прогнозування можливих наслідків техногенних НС підсистеми моніторингу ТСТБ.

**Постановка завдання та його вирішення.** Відповідно до вищесказаного, метою статті є розробка методики прогнозування наслідків хімічної аварії на ПНО з використанням ГІС в рамках підсистеми моніторингу системи техногенної безпеки регіону.

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.

Для здійснення оперативного контролю за станом ПНО регіону та розв'язання задач прогнозування наслідків НС техногенного характеру виникає необхідність реалізації в рамках системи моніторингу техногенної безпеки регіону підсистеми, що виконує наступні основні завдання:

- інформаційна підтримка робіт, які виконуються з метою підготовки та реалізації заходів щодо забезпечення безпечного функціонування ПНО;
- збір, обробка, зберігання та передача інформації про параметри стану ПНО та інші необхідні дані;
- прогнозування загроз для ПНО та динаміки зміни їх стану під впливом природних, техногенних та інших факторів.

Прогнозування наслідків хімічної аварії на ПНО з використанням ГІС. Прогнозування наслідків хімічної аварії на ПНО з можливим викидом сильнодіючих отруйних речовин (СДОР) є багатокроковим процесом, тому що обстановка на місці аварії залежить від багатьох факторів, головними з яких є кількість та характеристики СДОР, напрямлення та швидкість вітру, температура зовнішнього середовища, стан атмосфери, пора року, параметри рельєфу та щільність забудови. До таких об'єктів належать промислові підприємства, на яких можливий розлив аміаку. Зона хімічного забруднення може займати десятки квадратних кілометрів та покривати житлові райони, що призводить до втрат серед незахищеного персоналу та населення. Тому для забезпечення захисту необхідне прогнозування можливих наслідків аварії. Існуюча методика [8] дозволяє розраховувати максимально можливу площу зони забруднення для оперативної евакуації персоналу та населення. Причому, засоби моделювання, інтегровані в ГІС-пакети, дозволяють оперативно прогнозувати розвиток ситуації з урахуванням просторових даних, а цифрова карта є зручним засобом візуалізації розрахункових і статистичних даних і служить невід'ємною складовою при прийнятті управлінських рішень.

Розглянемо застосування ГІС для прогнозування наслідків аварії з викидом аміаку на АОЗТ «Холодопром» м. Харків.

*Оперативно-тактична характеристика об'єкту.* Акціонерне об'єднання закритого типу «Холодопром» розташоване у Фрунзенському районі м. Харкова за адресою вул. Хабарова, 1.

В охолоджувальних системах підприємства знаходиться 26,5 тон аміаку.

Алгоритм розрахунку та відображення зони зараження при хімічній аварії з використанням ГІС наведено на рис. 1.

Для прогнозування аварії та відображення зони зараження складається векторна карту місцевості на основі топографічного плану масштабом 1:200. Загальна кількість об'єктів будівель на карті – 775. Загальна площа – 43,9 км<sup>2</sup>.

Шар будівель необхідно для побудови моделі зони зараження. Без цього шару зона зараження буде створено як для відкритої місцевості, що неможливо в умовах міста.



Довжина вісі хмари для відкритої місцевості є табличним значенням [9] та для 26,5 т аміаку, з урахуванням збільшення довжини на 5% при температурі 20°C, дорівнює 1,124. Тому,  $L = 1,124$  м.

$$\Gamma_{\text{ЗМЕНШ}} = 1,124 - 0,32 = 0,804 \text{ км.}$$

Визначення розрахункової глибини зони здійснюємо за формулою:

$$\Gamma_{\text{РОЗР}} = \Gamma_{\text{ТАБЛ}} K_B / K_{\text{ХР}} - \Gamma_{\text{ЗМЕНШ}}, \quad (2)$$

де  $K_B$  – поправочний коефіцієнт на швидкість вітру;  $K_X$  – коефіцієнт зменшення глибини зони зараження при розливі у піддон (обвалування).

Для даних умов  $K_B = 1$ ,  $K_{\text{ХР}} = 1$  – не обваловані ємності

$$\Gamma_{\text{РОЗР}} = 1,68 \times 1 / 1 - 0,8 = 0,88 \text{ км.}$$

Остаточна глибина розрахункової зони визначається за формулою

$$\Gamma = \min \{ \Gamma_n; \Gamma_{\text{РОЗР}} \}, \quad (3)$$

де  $\Gamma_n$  – глибина переносу переднього фронту зони зараження;  $\Gamma_n = 4W$ ;  $W$  – швидкість переносу повітряних мас при даних швидкості и вітру та ступені вертикальної стійкості повітря, км/ч.

$$\Gamma_n = 4 \times 5 = 20.$$

Остаточна глибина розрахункової зони дорівнює

$$\Gamma_{\text{РОЗР}} = 0,88 \text{ км.}$$

*Визначення ширини розрахункової зони зараження.* Розрахунок ширини зони зараження залежить від ступеню вертикальної стійкості атмосфери. При інверсії розрахунок виконується наступним образом

$$\text{Ш} = 0,2 \Gamma_{\text{РОЗР}} = 0,2 \times 0,88 = 0,176 \text{ км.} \quad (4)$$

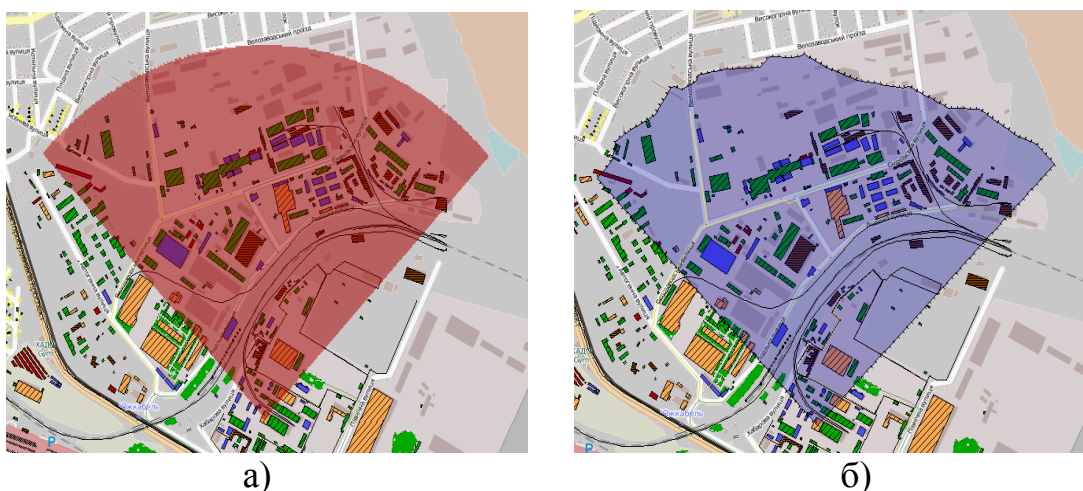
*Визначення площі розрахункової зони зараження.* Площа зони зараження розраховується за формулою

$$S = 8,72 \cdot 10^{-3} L^2 \varphi, \quad (5)$$

де  $\varphi$  – кутові розміри розрахункової зони зараження,

$$S = 8,72 \cdot 10^{-3} \times 1,124^2 \times 90 = 1,38 \text{ км.}$$

Результати розрахунку наведені на рис. 2.



**Рис. 2. Розрахункові зони зараження при викиді 26.5 т аміаку**  
**а) зона зараження без врахування територіальних особливостей;**  
**б) зона зараження з урахуванням об'єктів території**

Площа зони зараження без врахування об'єктів території – 1,38 км<sup>2</sup>, з урахуванням об'єктів території – 1,27 км<sup>2</sup>.

**Висновки.** Наведено методику прогнозування наслідків хімічної аварії на ПНО з використанням ГІС підсистемою моніторингу техногенної безпеки регіону. Реалізація методики показана на прикладі умовної аварії з викидом аміаку на АОЗТ «Холодопром» м. Харків.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Попов В.М. Інформаційна технологія підвищення техногенної безпеки регіону / В.М. Попов, І.А.Чуб // Системи обробки інформації. – 2015. – Вип. 3(128). – С. 147-151.
2. Бакланов А.И. Системы наблюдения и мониторинга / А.И. Бакланов. – М.: Бином, 2009. – 240 с.
3. 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.
4. Заяц Е.В. Применение геоинформационных технологий при управлении безопасностью территорий / Е.В. Заяц, С.А. Митакович // Безопасность жизнедеятельности. – 2007. – №8. – С. 29-35.
5. Попов В.М. Использование геоинформационных технологий в системах мониторинга техногенной безопасности региона / В.М. Попов, И.А.Чуб, С.Э. Важинский // Вестник Белгородского государственного технологического университета. – 2013. – №6. – С. 190-193.

6. 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. – Вип. 3(23). – С. 206-209.

7. Методика прогнозирования масштабов заражения территории сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и на транспорте, РД 52.04.253-90, М., 1990.

В.М. Попов, И.А. Чуб

**Прогноз последствий возможной чрезвычайной ситуации при формировании программы развития территориальной системы техногенной безопасности**

Для реализации программы развития системы техногенной безопасности территории возникает необходимость прогнозирования угроз для потенциально опасных объектов региона и динамики изменения их состояния под воздействием природных, техногенных и других факторов в рамках подсистемы мониторинга. Показано применение геоинформационной системы, интегрированной с состав системы мониторинга системы техногенной безопасности региона для прогнозирования последствий аварии с выбросом аммиака на АОЗТ «Хладопром», г. Харьков.

**Ключевые слова:** техногенная безопасность региона, химическая авария, прогноз последствий, ГИС.

V.M. Popov, I.A. Chub

**Evaluation of the impact of any emergency at the formation of the program of development of territorial system of technogenic safety**

For implementation of the program of development of the system of technogenic safety area it is necessary to predict threats to the critical infrastructure of the region and the dynamics of change in their condition caused by natural, technological, and other factors within the monitoring subsystem. It shows the use of a geographic information system, integrated with the structure of the monitoring system of technological safety of the region to predict the consequences of the accident with the release of ammonia at the JSC "Hladoprom", Kharkov.

**Keywords:** technogenic safety of the region, chemical accidents, weather effects, GIS.