

УДК 614.8

**Орещенко А. В.**, к. геогр. н.  
*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

## СТВОРЕННЯ ДОВІДКОВО-АНАЛІТИЧНОЇ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПРИРОДНИХ І ТЕХНОГЕННИХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

*Ключові слова: довідково-аналітична ГІС, надзвичайні ситуації.*

**Вступ.** Розвиток нових технологій, збільшення об'ємів промислового і сільськогосподарського виробництва, розширення мережі транспортних систем і систем передачі енергії супроводжуються зростанням техногенного навантаження на біосферу. Наслідками цього є надзвичайні ситуації та катастрофи, які виникають все частіше і характеризуються значними матеріальними, соціальними та екологічними наслідками. Стала очевидною необхідність розроблення нових підходів для забезпечення безпеки людей і природного середовища. Саме тому в розвинутих країнах сформувалась нова галузь знань – аналіз екологічних і геоекологічних ризиків і керування ними.

**Актуальність теми.** Створення геоінформаційної системи, яка міститиме інформацію про надзвичайні ситуації, дозволить спростити їх оброблення, аналіз і прогноз. Функції такої ГІС можна поділити на 3 групи: довідкові, геопросторові, аналітичні та підтримка прийняття рішень. До першої групи належать підготовка різноманітних звітів, оброблення статистичних даних, отримання інформації по певній катастрофі.

Операції з просторовою інформацією – визначення відстаней, географічного положення з прив'язкою до населених пунктів, створення вибірок за територією, отримання координат тощо є типовими функціями ГІС.

Аналітичні функції, наприклад обчислення імовірності виникнення надзвичайної ситуації в певному місці у певний час теоретично можуть бути виконані на основі великої кількості даних про природні явища та наявності достовірної інформації про технічний стан інженерних об'єктів. Але механічно приймати рішення за результатами роботи програми вважаємо неприйнятним. В будь-якому випадку ці результати потребують оброблення та інтерпретації фахівцем. Аналітичні ж можливості фахівця не замінить ніщо, його увага і знання про географічне середовище не йдуть ні в яке порівняння з інформацією найповнішої бази даних. Крім того, кількість зусиль та ресурсів, які мають бути витрачені на створення досконалої автоматизованої прогностичної системи, є значно більшими за конкретний аналіз певної проблеми, нехай і з залученням ГІС, та отримання зрозумілого для людей, обґрунтованого і коректного рішення. Тобто суть самої ГІС НС – не в представленні вже готових рішень, а в наданні можливості прийняття останнього. Тому доцільним буде створення ГІС з базовими і деякими

аналітичними функціями, а викладення теоретико-методичної складової цього процесу є метою цієї публікації.

**Аналіз останніх публікацій на цю тему.** Більшість статей описують хід виконання робіт і досягнуті результати, але не викладають організаційної складової і вибору (розрахунку) методики виконання робіт [9]. Такі праці публікують проектні організації. Наприклад, наближений до теми цієї статті проект представлено в роботі [5]. Як умовні позначення вибрано геометричні значки, що, хоч і ускладнює читання карти, проте покращує її вигляд. Майже весь перелік техногенних небезпек викладено у книзі [7]. Детальне кількісне і відсоткове співвідношення різних типів природних катастроф подано у праці [8]. Вибір програмного забезпечення описаний у статтях [12 і 1], в останній дається його детальний огляд. Робота [4] присвячена геоінформаційним системам з відкритим кодом.

**Терміни та визначення.** Геоінформаційна система – це програмно-апаратний комплекс, за допомогою якого можна вводити, зберігати, оновлювати, маніпулювати, аналізувати і виводити всі види географічно прив'язаної інформації [3]. Тобто ГІС складається з трьох компонентів – даних, програми (або кількох програм і модулів) і апаратного забезпечення. Дані, звісно, найважливіша частина. Але користування нею неможливе без певних апаратних і програмних засобів. Нехай апаратні засоби стандартні (комп'ютер), але програмне забезпечення є невід'ємним компонентом, який і визначає весь функціонал ГІС. Саме тому словосполучення «Створення ГІС природних і техногенних надзвичайних ситуацій» є дещо перебільшеним. Адже створення програмного, а тим більше апаратного забезпечення не передбачено. В цьому випадку все обмежується ГІС-проектом, тобто введенням в наявну програму даних і створенням файлу, який описуватиме їх розміщення та параметри відображення.

У випадку створення ГІС-онлайн здійснюється публікація готових карт або введення даних і створення карт на їх основі. Тобто також використовується готове програмне забезпечення.

*Довідково-картографічна система* на основі ГІС забезпечує формування цифрової картографічної моделі з можливим включенням засобів мультимедіа і пошукової системи. Вона передбачає наявність картографічних, фактографічних і текстових матеріалів та інших засобів ГІС [11] і призначена для відображення інформації без аналітичних функцій. З наявністю останніх цей продукт може називатись «Довідково-аналітична геоінформаційна система природних і техногенних надзвичайних ситуацій».

**Виклад матеріалу дослідження.** Для створення цієї системи запропоновано таку методику виконання робіт:

- огляд літературних джерел і публікацій по цій темі;
- вибір програмного забезпечення;
- встановлення переліку джерел, які містять інформацію про природні і техногенні небезпеки, надзвичайні події та явища;
- збір вихідних картографічних даних по темі дослідження, складання

їх переліку у табличному вигляді;

- збір статистичних та відомчих матеріалів, підготовка вихідних даних для карт;
- розроблення умовних позначень для карт і картосхем;
- імпорт даних, вибір географічних основ і створення карт по надзвичайним ситуаціям;
- встановлення взаємозв'язків між картами, статистичними даними та іншими матеріалами, оформлення системи як цілісного проекту;
- підготовка звіту.

Для виконання деяких етапів було використано результати попередньої науково-дослідної теми №11БФ-050-04П НДС картографії та геоінформатики, а саме: створення географічних основ у форматі ESRI Shape і визначення математичної основи для карт [10].

**Огляд програмного забезпечення.** Для реалізації проекту можна використати ГІС на основі систем автоматизованого проектування (САПР), комерційні, безкоштовні настільні чи онлайн-системи. Редактори векторної графіки не мають засобів роботи із семантикою, тому їх не розглядаємо.

Найпотужнішими з графічної точки зору є Autodesk MAP і Bentley Microstation. Є і менш досконалі програми, наприклад LibreCAD для Linux. Їх перевагою є можливість відображення найскладнішої графіки. Недоліками – звужені можливості роботи з семантикою і обмеженість запитів, особливо просторових. В САПР зручно створювати об'єкти, але не працювати з ними, оскільки це графічні програми, а не СУБД, від яких походять ГІС. Також САПР мають менші можливості зі створення тематичних карт, роботи з проєкціями і перетворення даних.

Універсальні комерційні ГІС, які використовуються найчастіше, дозволяють досягнути найшвидшого результату. Вони вже містять програмну складову, яка дозволяє вирішити більшу частину задач. Залишається наповнити систему даними, тобто зробити ГІС-проект. Такі ГІС можуть розрахувати площу водозбору, поверхню забруднення, побудувати цифрову модель рельєфу, оцінити зону видимості тощо [13].

Недоліком такого рішення є необхідність купувати стільки копій програми, скільки передбачається робочих місць. Адже кожному таку ГІС потрібно встановлювати на комп'ютері і вже в ній відкривати дані. З іншого боку, за допомогою безкоштовного вьювера можна виконувати запити і переглядати дані без редагування останніх (або такі засоби урізані – переважно це ручне редагування, засоби автоматизованої обробки відсутні). Також для роботи в комерційних ГІС потрібно мати відповідну кваліфікацію.

Часто потужні ГІС мають мову розширення (програмований інтерфейс), яка дозволяє дописати функцію, відсутню в базовій версії (розрахунок полів концентрації забруднень, моделювання наслідків аварій тощо). До таких програм належать MapInfo або ArcGIS.

Недоліком професійних ГІС є їх ціна. Якщо Microsoft Office коштує 3-6 тис. грн., то середня ГІС, як MapInfo – на порядок більше. Це зумовлено

більш вузькою аудиторією, і, як наслідок, меншою кількістю проданих продуктів. Саме тому для малих компаній придбання ГІС є проблемою. Виходом може стати використання відкритих програм. Одною з кращих є Quantum GIS. Також можна навести gvSig і Grass. Але користуватись двома останніми досить важко. Їх довідка примітивна, а для освоєння потрібно мати навички програмування (з точки зору програміста їх інтерфейс зрозумілий). Ще одною перевагою відкритих ГІС є кросплатформність. Вони можуть працювати під Windows, Linux і MacOS. Для двох останніх операційних систем альтернативи відкритим ГІС немає, оскільки комерційні випускаються тільки для Windows (ArcGIS є і для Unix). Проте використання останньої операційної системи проблематичне через відсутність драйверів до більшості компонентів сучасного ПК.

Деякі ГІС (Панорама Карта) вже мають модуль прогнозування надзвичайних ситуацій під час виникнення такої на радіаційно, хімічно небезпечному об'єкті чи гідротехнічній споруді. За допомогою цього комплексу можливий розрахунок параметрів вражаючих факторів і нанесення зони ризику на карту.

Можна виділити також цілий клас автономних систем, які не базуються на ГІС-пакетах загального призначення, а є написаними «з нуля», наприклад російська розробка «Екстремум». Перевагою таких програм є простота у вивченні і використанні, а також можливість робити потрібну кількість інсталяцій (програма, написана на замовлення, є власністю компанії). Їх недоліком є жорстка орієнтація на вирішення певного кола задач [2].

Онлайн-ГІС, на зразок ArcGIS Online – це системи з веб-інтерфейсом, які використовують «хмарну» інфраструктуру для зберігання даних. Користувачі отримують доступ до динамічних ресурсів, можуть вводити дані і наносити їх на карти, публікувати останні на цьому ж сервері. Недоліком є плата за користування таким сервісом (як правило, річна). Безкоштовна версія для користувачів не має частини функцій, які дозволяють працювати з великими обсягами даних. Проте є можливість публікувати карти, створені в настільній версії ArcGIS. Також онлайн-системи не можуть аналізувати просторові дані, на відміну від настільних ГІС.

***Складові частини довідково-аналітичної геоінформаційної системи.***

- картографічна основа і тематичні шари;
- реєстрова база даних, яка містить перелік надзвичайних ситуацій і список потенційно небезпечних об'єктів;
- прикладне програмне забезпечення для вирішення аналітичних задач і формування звітних документів.

***Функції довідково-аналітичної геоінформаційної системи.*** Базові функції, пов'язані з роботою програми (забезпечення введення, збереження даних, підключення, експорт і друк карт, виведення інформації на екран) не розглядатимемо.

1. Довідкові функції такі:

- перегляд інформації з реляційної бази даних по певному явищу, об'єкту чи надзвичайній ситуації, а також її редагування та доповнення новими даними, в тому числі шляхом їх імпорту;
- вибір і експорт даних з бази на основі запитів по семантиці;
- формування звітів за певними критеріями (на зразок Crystal Report у MapInfo);
- пошук по неповним або неточним даним.
- моніторинг і оброблення в реальному часі великої кількості джерел інформації різних типів [6].

2. Геопросторові засоби дозволять вимірювати характеристики, виявляти взаємозв'язки і просто краще зрозуміти залежність між об'єктами і явищами. Вони перераховані нижче зі зростанням складності:

- визначення координат об'єктів у різних системах і проекціях;
- отримання інформації про виділений об'єкт на карті, можливість співставити об'єкт на карті та в базі;
- визначення адрес, співставлення координат і адрес. Наприклад, моніторинг лісових пожеж передбачає використання не тільки просторових координат, але й назв лісництв і номерів лісових кварталів;
- обчислення довжин і площ, охоплених певним явищем;
- створення буферних зон;
- реалізація просторових запитів, які можуть включати семантику;
- аналіз геометрії та топології;
- генералізація (об'єднання об'єктів з подібними характеристиками);
- класифікація по растровій моделі, наприклад виявлення регіону з певним типом НС, самі НС є комірками растру;
- пошук найближчих об'єктів;
- можливість роботи з локальними географічними основами з різною деталізацією і доступ до карт геопорталів. Локальні основи призначені для створення якісних тематичних карт. Інформація з геопорталів з деталізацією від материка до окремого будинку дозволить ознайомитись із топографією обраного району. Також є можливість співставити зібрані дані з тематичною картою, наприклад картою розломів, встановивши її як основу;

3. Аналітичні і прогностичні функції. За їх допомогою здійснюється оброблення і перетворення вихідних даних у форму, придатну для обґрунтування управлінських рішень. Під час аналізу публікацій виявлено, що моделі, які використовуються для прогнозування і розрахунку наслідків НС, є досить простими і неточними. Принаймні людина швидше накреслить по карті міста зону поширення сильнодіючих отруйних речовин, отримавши з Інтернету швидкість дифузії газу і врахувавши напрям вітру. Тим не менше, математичний розрахунок природних явищ – один з найбільш перспективних напрямків у сучасній географії та картографії.

До таких функцій належать:

- створення тематичних і комплексних карт на вибрану територію в

потрібному масштабі і деталізації як географічної основи, так і тематичної складової, вибір способів картографічного зображення та імпорт нових умовних позначень;

- засоби розроблення математичних та просторових моделей і реалізації обчислень, в тому числі по графічній складовій, що передбачає потребу у скриптовій мові програмування. Також бажана наявність великої кількості вже готових підпрограм, модулів тощо для вирішення типових задач. До останніх належать такі: 1) аналіз синоптичних факторів з метою прогнозування штормових вітрів; 2) поширення промислових викидів і димове забруднення атмосфери, розрахунок поля концентрації забруднень, маршрутів стікання рідких забруднюючих речовин; 3) руслові і ерозійно-яружні процеси; 4) розрахунок зони затоплення на основі даних гідрологічних постів (кількості опадів та рівнів води), рельєфу, поглинаючої здатності ґрунтів і в'язкості води. В результаті просторового запиту можна визначити об'єкти, які потрапили в зону затоплення, кількість населення тощо; 5) розрахунок зон транспортної доступності і прокладення оптимальних маршрутів для ліквідації наслідків аварії; 6) місце аварій в електромережах піз час раптового зниження температури повітря; 7) час і місце наступного землетрусу.

Для вирішення таких завдань зараз використовуються вузькоспеціалізовані засоби або створюється технологічний ланцюжок з використанням багатьох програм.

**Вимоги до довідково-аналітичної геоінформаційної системи.** 1. Отримання економічного ефекту від використання ГІС. Можна помітити, що в багатьох випадках розроблення цього продукту нічого не дає компанії, яка його замовила, крім відчуття даремно витрачених грошей. Так, фірма отримує дорогу іграшку, яку можна показати на презентації, – і все. А проблеми, які існували до створення ГІС, з таким же успіхом вирішуються і після розроблення останньої. Наприклад, ГІС графічно відображає несправність на трубопроводі. Але для ліквідації останньої інженери використовують дані сенсорів, не звертаючись до зображення.

2. Можливість впровадження ГІС. Це проблема багатьох сучасних перспективних розробок. Вона пов'язана як з відсутністю нагальної потреби, критичної маси потенційної аудиторії для впровадження і підтримки останньої, так і зі складністю реалізації технології, бюрократичними перешкодами, конкуренцією, можливістю нелегального використання тощо. Також сучасна швидкість науково-технічного прогресу може привести до застарівання технології ще до виходу на ринок. Тому для успішного впровадження ГІС-проекту потрібно:

- орієнтуватись на швидкий результат. В сучасних умовах швидкий результат важливіше, ніж повний і якісний, саме перший вимагатиме замовник;

- уникати проектів, які дадуть змогу вирішити уже вирішену задачу;

- технологію реалізації проекту робити якомога простішою [12].

3. Можливість залучення зовнішніх авторів до наповнення такої ГІС, бажано на громадських засадах. Одною з головних проблем для природничих наук є отримання даних, для чого використовуються мережі спостереження за природними явищами. Із залученням користувачів така мережа може бути значно розширена. Прикладом такого проекту можна назвати Wikipedia, а в картографії – OpenStreetMap. Автори можуть додавати записи і наносити на карту дані, наприклад про катастрофи. Такий спосіб роботи дасть можливість досягнути економічного ефекту хоч би за рахунок створення довідкової бази надзвичайних ситуацій.

Але створення такої системи потребує залучення багатьох людей, які не завжди бажатимуть наносити дані на карту. Простіше надіслати дані за допомогою СМС або електронної пошти. В такому випадку потрібно передбачити спосіб інтерпретації повідомлень чи листів і їх нанесення на карту.

З іншого боку, це означає можливість надсилання помилкової інформації, що потребує додаткової перевірки. Подібним чином реалізована база публікацій Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

До технічних вимог можна віднести такі. 4. Зручний інтерфейс, щоб спростити картографування і використання системи нефахівцями. Цій вимозі відповідають комерційні ГІС і деякі безкоштовні (MapInfo, ArcGIS, QuantumGIS). Протилежний приклад – GRASS.

5. Можливість створювати більш-менш якісні карти з подальшим доопрацюванням у векторних редакторах. Онлайн-ГІС, як правило, функцій експорту не мають.

6. Кросплатформність. В онлайн-ГІС створення та публікація інтерактивних карт і додатків може виконуватися на будь-якому пристрої за наявності браузера й доступу до Інтернету.

7. Мобільність. Безкоштовні додатки для смартфонів і планшетів дозволяють одержати доступ до карт та іншої географічної інформації за наявності Інтернету. З їх допомогою можна збирати польову інформацію, генерувати звіти та переглядати карти.

8. Сумісність обраної ГІС з іншими програмними продуктами – текстовими і векторними редакторами.

**Висновки і перспективи подальших розвідок.** Можна встановити, що картографічна система є в будь-якому випадку допоміжним елементом у процесі прийняття рішення. Вона виконує ті задачі, яку людина внаслідок біологічної будови не може досягнути. Також вона забезпечує колективне виконання роботи і доступ до зібраної інформації. Наявність прогностичних функцій дозволить робити попередні висновки про перебіг того чи іншого явища.

Багатьом екстремальним природним і техногенним явищам властиві просторові і часові закономірності. Їх виявлення покладено на людину. ГІС є лише допоміжним інструментом.

### Список використаних джерел:

1. Бахарев Т. С. Применение геоинформационных систем для решения прикладных задач предупреждения чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] / Т. С. Бахарев, В. А. Гадышев, Ю. А. Плотников // Вестник Санкт-Петербургского университета ГИС МЧС России. – 2010. – Выпуск №2. – С. 12-17. – Режим доступа: <http://vestnik.igps.ru/wp-content/uploads/V22/3.pdf>.
2. Бусыгин Б. С. Геоинформационная система Рапид как средство мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] / Б. С. Бусыгин, С. Л. Никулин, В. А. Бойко. – Режим доступа : [http://gis.dp.ua/downloads/uploads/text/5gis\\_rapid.pdf](http://gis.dp.ua/downloads/uploads/text/5gis_rapid.pdf).
3. Геоінформаційні системи у військових задачах // Другий науково-технічний семінар. – 21-22 січня 2011 року. – Львів : АСВ, 2011. – 5 с.
4. Дубинин М. Открытые настольные ГИС: обзор текущей ситуации [Текст] / Максим Дубинин, Денис Рыков // Геопрофиль. – 2010. – N-02-10. – С. 34-44.
5. Иванов В. Ю. Создание макета ГИС-проекта «Петропавловский геодинамический полигон» для информационного обеспечения системы комплексных геофизических наблюдений [Текст] В. Ю. Иванов, В. А. Касимова // Вестник КРАУНЦ. – Науки о Земле. – 2009. – Выпуск №13. – С. 208-213.
6. Кузёмин А. Я. Разработка распределенной геоинформационной системы для управления чрезвычайными ситуациями [Текст] / А. Я. Кузёмин, И. Н. Климов, И. А. Бухтиярова // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2010. – Т. 12. – № 3. – С. 65-70.
7. Макашев В. А. Опасные ситуации техногенного характера и защита от них: учебное пособие [Текст] / Владимир Александрович Макашев, Сергей Викторович Петров. – М. : ЭНАС, 2008. – 190 с.
8. Осипов В. И. Природные опасности и стратегические риски в мире и в России [Текст] / Виктор Иванович Осипов // Экология и жизнь. – 2009. – №11-12 (96-97). – С. 5-15.
9. Стручкова Г. П. Формирование геоинформационной базы данных при решении задач природно-техногенной безопасности как фактор обеспечения устойчивого развития территории [Текст] / Галина Прокопьевна Стручкова, Тамара Афанасьевна Капитонова // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – №98(04). – С. 3-10.
10. Теоретичні та прикладні картосеміотичні основи моделювання стану навколишнього природного середовища України : Звіт про науково-дослідну роботу [Текст] / [Молочко А., Бондаренко Е., Орещенко А та ін]. – Київ, 2013. – С. 8-32.
11. Фалеев М. И. О развитии ГИС-технологий управления рисками чрезвычайных ситуаций [Текст] / М. И. Фалеев, А. А. Быков // Проблемы анализа риска. – 2012. – № 5. – Том 9. – 9 с.
12. Фрай Д. М. Как начать разработку ГИС для трубопровода [Текст] / Дэвид М. Фрай // ГИС-обозрение. – 2000. – №1. – С. 14-22.



13. Шарапов Р.В. Некоторые аспекты применения ГИС в чрезвычайных ситуациях [Текст] / Шарапов Р.В., Афанасьева О.В., Лакин Г.А. // Успехи современного естествознания. – 2004. – № 7. – С. 110-112.

**Орещенко А. В. Створення довідково-аналітичної геоінформаційної системи природних і техногенних надзвичайних ситуацій**

У статті здійснено обґрунтування потреби створення довідково-аналітичної геоінформаційної системи для моніторингу природних і техногенних надзвичайних ситуацій. Представлено попередню методику виконання робіт. Оглянуто програмне забезпечення, яке придатне для виконання задачі. Визначено вимоги до цієї системи та її можливості.

**Ключові слова:** довідково-аналітична ГИС, надзвичайні ситуації.

**Орещенко А. В. Создание справочно-аналитической геоинформационной системы природных и техногенных чрезвычайных ситуаций**

В статье осуществлено обоснование потребности создания справочно-аналитической геоинформационной системы для мониторинга естественных и техногенных чрезвычайных ситуаций. Представлена предыдущая методика выполнения работ. Рассмотрено программное обеспечение, пригодное для выполнения задачи. Определено требования к этой системе и ее возможности.

**Ключевые слова:** справочно-аналитическая ГИС, чрезвычайные ситуации.

**Oreshchenko A. Creating of inquiry and analitic geoinformation system of natural and technogenic emergencies**

There is realized the necessity justification of inquiry and analytic geoinformation system creating for natural and technogenic emergencies monitoring in the article. The previous work methods are presented. There are considered the software, suitable for the task fulfillment. The system demands and capabilities are defined.

**Keywords:** inquiry and analytic GIS, emergencies.