

## ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ В КАРТОГРАФІЇ

УДК 551.21:004.9

**Бурич А. Ю.\***, **Касьянов О. В.\*\***, **Сінна О. І.\***

\*Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна,

\*\*ТОВ «ГІСІНФО» (філія «Східна» у м. Харків)

### **РОЗРОБКА БАЗИ ДАНИХ «ВУЛКАНИ ЦЕНТРАЛЬНОЇ АМЕРИКИ» ТА НАПРЯМИ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

У статті описано розроблену авторами на базі платформ «ГІС Карта 2011» та MS Access інформаційно-довідкову систему «Вулкани», реалізовану на прикладі регіону Центральної Америки. Система призначена для накопичення, обробки та зберігання даних про стан діючих і потенційно небезпечних вулканів, розташованих на досліджуваній території. На даному етапі, база даних включає інвентаризаційну карту вулканів, прив'язану базу даних з детальними характеристиками про кожен вулкан, цифрові моделі рельєфу окремих вулканів різного типу. Обґрунтована актуальність розробки такої системи у зв'язку з глобальністю вулканічних процесів, висвітлено характеристики і можливі напрямки використання на основі ГІС.

**Ключові слова:** вулканізм, база даних, геоінформаційна система, Центральна Америка, надзвичайна ситуація, цифрова модель рельєфу.

**Вступ.** Виверження вулканів були і залишаються одними із провідних природних факторів ризику для людини і середовища її проживання. У середньому за рік вивергається 50-60 вулканів,

---

© А. Ю. Бурич, О. В. Касьянов, О. І. Сінна

що викликає суттєві наслідки для природи і суспільства. Науковці ведуть безперервну роботу над вивченням вулканічних процесів, що в ряді випадків дозволило передбачити виверження з високим ступенем ймовірності [5]. Так як сучасне системне геоінформаційне картографування спирається на створення розподілених географічних баз даних, які є основою для укладання атласних творів, систем карт або розроблення інтерактивних геоінформаційних систем (ГІС), воно може розглядатися як ефективний засіб систематизації інформації та управління процесами, у даному разі – в напрямі контролю стану вулканічних процесів та оперативного реагування в надзвичайних ситуаціях [3].

**Постановка проблеми.** Тож, з огляду на глобальність надзвичайних ситуацій (НС), пов'язаних з вулканізмом, на думку авторів, актуальною є ідея створення єдиної бази даних, яка б давала змогу знайти детальну інформацію в єдиному ресурсі та оцінити небезпеку вулканічних процесів. Враховуючи, що ареною сучасного вулканізму являється басейн Тихого океану, де знаходиться близько 80% діючих вулканів світу [2], в якості території для початку дослідження та первинної апробації підходів до систематизації інформації було обрано регіон Центральної Америки (Тихоокеанське вогняне кільце). Відтак, **метою** дослідження є розробка бази даних «Вулкани Центральної Америки» як основи для інформаційно-довідкової системи «Вулкани світу», в межах якої будуть залучені та інтегровані дані про вулкани та аналітичні можливості ГІС.

**Аналіз останніх публікацій на цю тему.** Теоретичні та методичні основи використання ГІС для вивчення вулканізму, викладені в роботах О. А. Богатікова, А. Н. Хренова, А. Н. Плате, О. А. Гіріної, Є. І. Гордєєва, В. І. Кір'янова, Я. Д. Муравйова, В. В. Пономарьова та ін., доводять, що ГІС є ефективним засобом виявлення наслідків вулканічних процесів, упередження катастрофічних наслідків вивержень та оперативного реагування у випадку виникнення надзвичайних ситуацій, викликаних процесами вулканізму [1,5].

Підтвердженням цього є подібні розробки Геологічної служби США для Індонезії, а також напрацювання російських вчених: інформаційна система «Вулкани Курило-Камчатської острівної дуги», ГІС «Вулканонебезпека», спеціалізована ГІС надзвичайних ситуацій м. Новосибірськ та ін.

**Виклад матеріалу дослідження.** Першим кроком реалізації проекту було укладання інвентаризаційної векторної карти користувача в середовищі ГІС «Карта 2011». Для цього, в першу чергу, було визначено основні елементи карти, яка мала б містити інформацію про розташування вулканів регіону Центральної Америки. Було обрано масштаб і проекцію – математичну основу. Існуючий досвід картографування цієї території свідчить про те, що її краще за все відобразити у Циліндричній проекції Меркатора (що дає найменше спотворень), а у відповідності до призначення системи було обрано масштаб 1:500 000 – для всієї системи, із необхідністю збільшення використовуваних масштабів у подальших розробках – для локальних ділянок досліджень.

Занесені в базу даних місцеположення вулканів відображено локалізованими значками на фоні карти Google. Вони знаходяться в шарі «ВУЛКАНЫ» і позначені різними знаками в залежності від активності (рис. 1). Координати об'єктів було взято з ресурсу The Smithsonian Institution's Global Volcanism Program (GVP), каталогів вулканів Землі та сайту Геологічної Служби США [6].



**Рис. 1. Позначення вулканів: а) – діючий вулкан, б) – вулкан, що просинається, в) – сплячий вулкан, г) – згаслий вулкан**

Крім того кожному вулкану було задано семантичні характеристики, такі як: власна назва, альтернативна назва, активність, абсолютна висота, тип вулкану, тип породи, дата останнього виверження. Ці ж характеристики містить і база даних (рис. 2).

Для більш детальної обробки було обрано 20 активних нині вулканів, в базу даних про які було внесено інформацію про дати і характер вивержень, а також їх наслідки, кратер, з якого відбувалось виверження і посилання на ресурси додаткової інформації в мережі Internet.

У якості програми для роботи безпосередньо з базою даних була обрана реляційна СУБД корпорації Microsoft – MS Access. Вона має широкий спектр функцій, включаючи пов'язані запити, зв'язок із зовнішніми таблицями і базами даних.

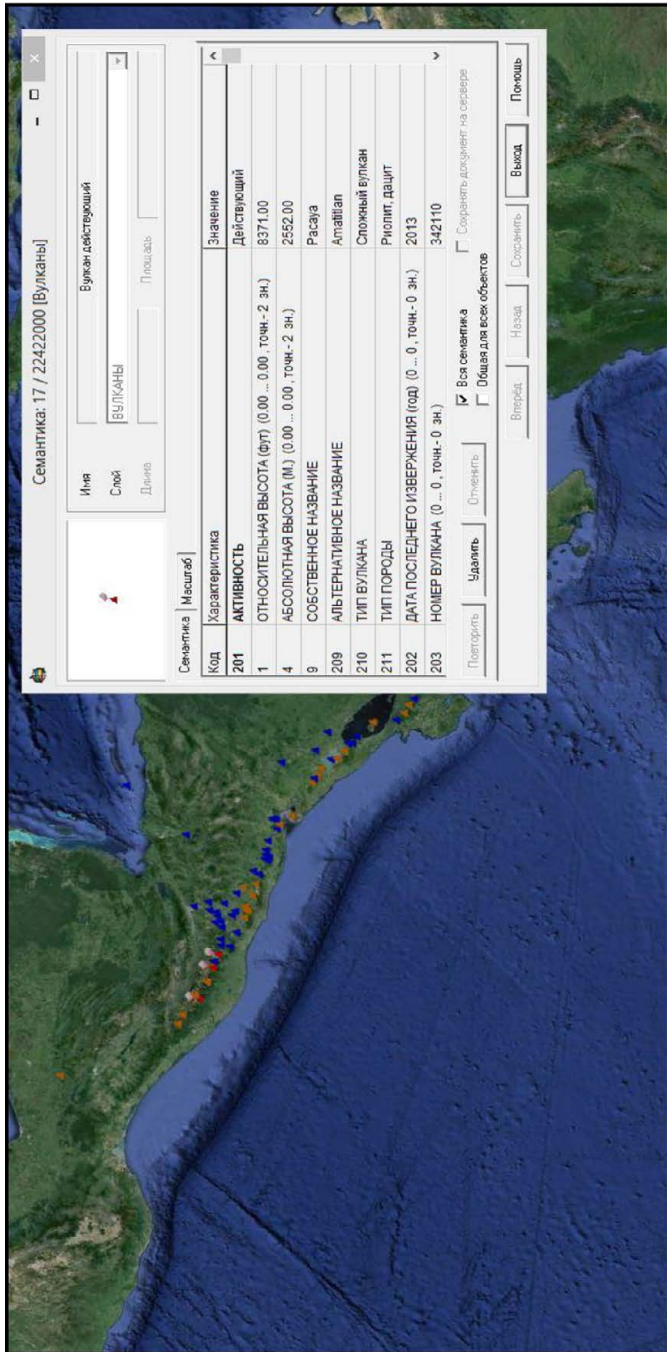


Рис. 2. Семантичні характеристики шару «ВУЛКАНЫ»

В основу бази даних покладено таблицю «Volcano», в яку було внесено коротку характеристику усіх вулканів, що представлені на карті: власна назва, альтернативна назва, активність, абсолютна висота, тип вулкану, тип породи, дата останнього виверження. Причому колонки активність, тип породи і тип вулкану записані числовим кодом, розшифровка якого зберігається в таблицях-довідниках (SP\_Activ, SP\_RockType, SP\_VolcType відповідно), що є доцільним для впорядкування та взаємоузгодження інформації в системі.

Таблицю, що містить детальну інформацію про еруптивну історію 20 активних нині вулканів, було названо «Eruptions». Їй також було задано таблицю-довідник, завдяки якій розкривається код, записаний в колонці тип виверження: «Sp\_EruptType».

Зв'язок між таблицями «Volcano» та «Eruptions» здійснюється за допомогою унікального номеру вулкана, який кожному об'єкту був присвоєний розробниками Institution's Global Volcanism Program. За цим же номером здійснюється зв'язок з таблицями, що містять посилання на ресурси в мережі Internet: Lib\_Artikle (статті) и Lib\_Video (відеоролики). Повна структура бази даних представлена на рис. 3.

Виходячи із задач проекту, було сформульовано запити, якими оперує користувач. Наприклад, один із запитів зводить інформацію з усіх таблиць в одну для всіх вулканів, інший – теж саме, але лише для активних, можна встановити пошук вулканів за заданий користувачем період часу, тощо.

На базі платформи ГІС «Карта 2011» було створено проект для роботи з базою даних. Він здійснює зв'язок між атрибутивною інформацією, що зберігається безпосередньо в базі даних, і картою розміщення вулканів. Проект працює не безпосередньо з таблицями в базі даних, а із заздалегідь сформульованими в ній запитамі, що значно полегшує роботу програми.

Зв'язок між просторовою і семантичною інформацією, що зберігається в базі даних, здійснюється через семантику, а саме – через унікальний код вулканів, який є як в шарі «ВУЛКАНЫ» на карті, так і в базі даних. Завдяки цьому користувач має можливість легко переходити від карти до текстової інформації і навпаки, не вдаючись до особливостей технічного устрою. Задля цього було розроблено «Основну форму користувача», що включає дві підлеглі їй форми: «Все вулканы» і «Активные вулканы» (рис. 4).

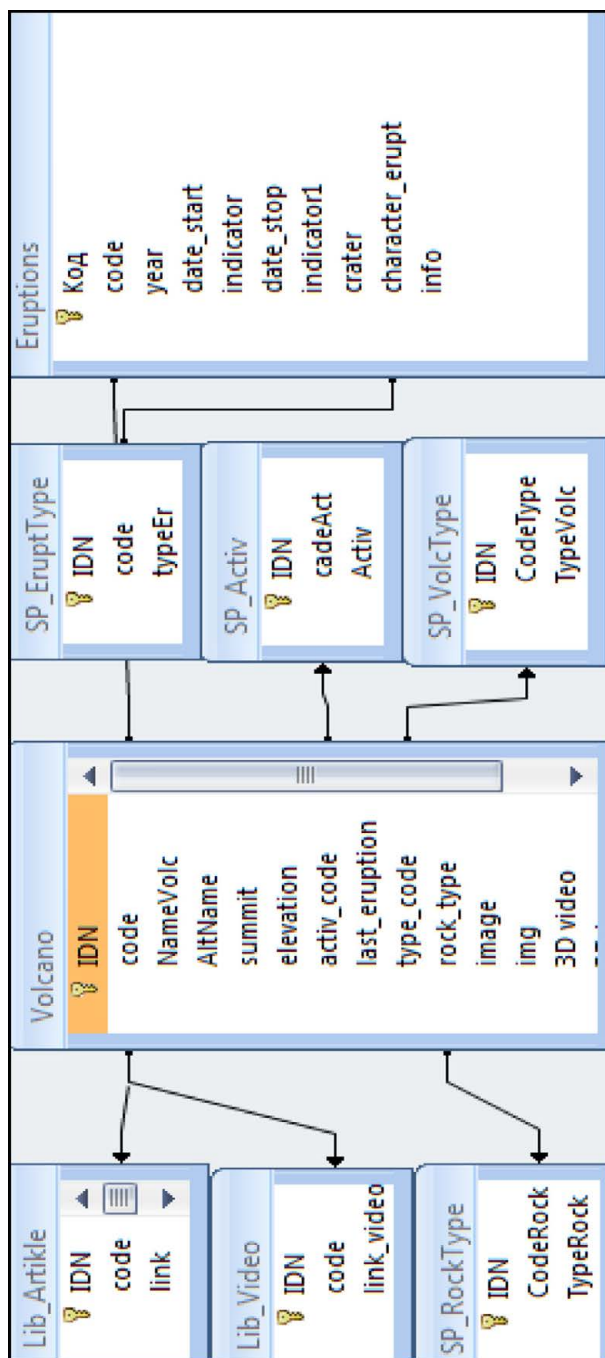


Рис. 3. Структура бази даних



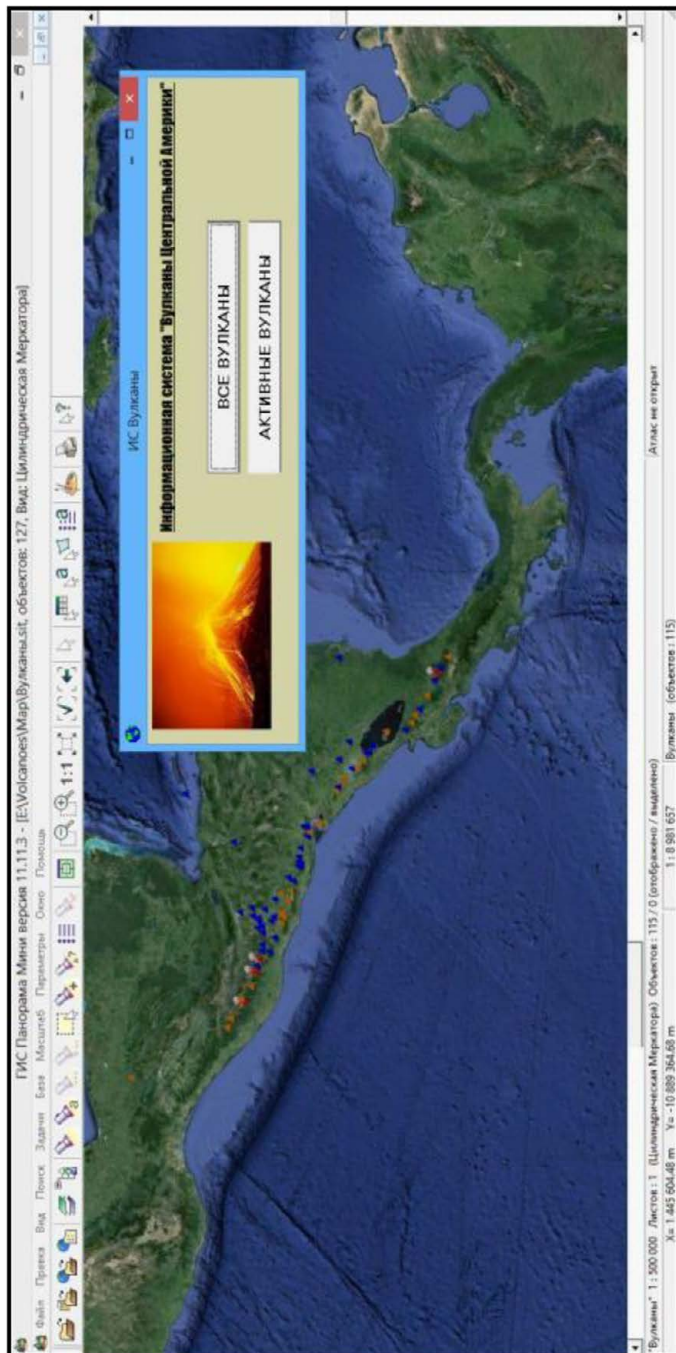


Рис. 4. Основная форма користувача



**Рис. 5. Робоча панель**

Усім формам задано уніфіковану структуру. Зверху вказано основну та альтернативну назви вулкану, зліва розміщено перелік вулканів, які містяться в базі даних, справа – поля з систематизованою інформацією, яка змінюється у відповідності до обраного об'єкту. Над списком вулканів розміщена робоча панель інструментів, через яку користувач може переходити від семантичних даних до картографічного зображення і навпаки (рис. 5). Перша кнопка дає можливість встановити фільтр для вибору необхідних об'єктів з таблиці, що містить всі об'єкти і знаходиться зправа від користувача. Друга кнопка при виділеному об'єкті підсвічує його на карті. Третя – дозволяє знайти записи в таблиці для виділеного на карті об'єкта і четверта – знімає виділення.

Першу з форм було названо «ВСЕ ВУЛКАНЫ», вона дає можливість переглянути коротку інформацію відносно всіх об'єктів шару «ВУЛКАНЫ» (рис. 6, а).

Друга містить детальні відомості про 20 активних вулканів і включає п'ять вкладок (рис. 6, б): короткі відомості; історія вивержень (усі відомі виверження, їх характер і наслідки, кратер активності); публікації (посилання на статті про даний вулкан в мережі Internet, які можна переглянути з будь якого зручного браузера: Opera, GoogleChrom, Internet Explorer); відео файли (посилання на відео про даний вулкан в мережі Internet, які також можна переглянути у браузері); 3D моделі (відео 3D моделі рельєфу вулкана, її статичне зображення і файл матричної карти, яку можна переглядати і редагувати за допомогою програми ГІС Карта 2011).

Крім того, була розроблена форма, що дозволяє по команді користувача (на панелі інструментів платформи ГІС Панорама Міні або ГІС «Карта 2011») знайти інформацію для обраного об'єкта і відобразити її на екран не в стандартному представленні семантичних характеристик шару, а в представленні інформації, що зберігається в базі даних. На рис. 7 це показано наглядно: червоним кольором підсвічується вибраний об'єкт, а форма виводить інформацію про нього із бази даних.

Як показав аналіз теоретичних основ дослідження, на перебіг вулканічних вивержень впливає висота вулкану, положення



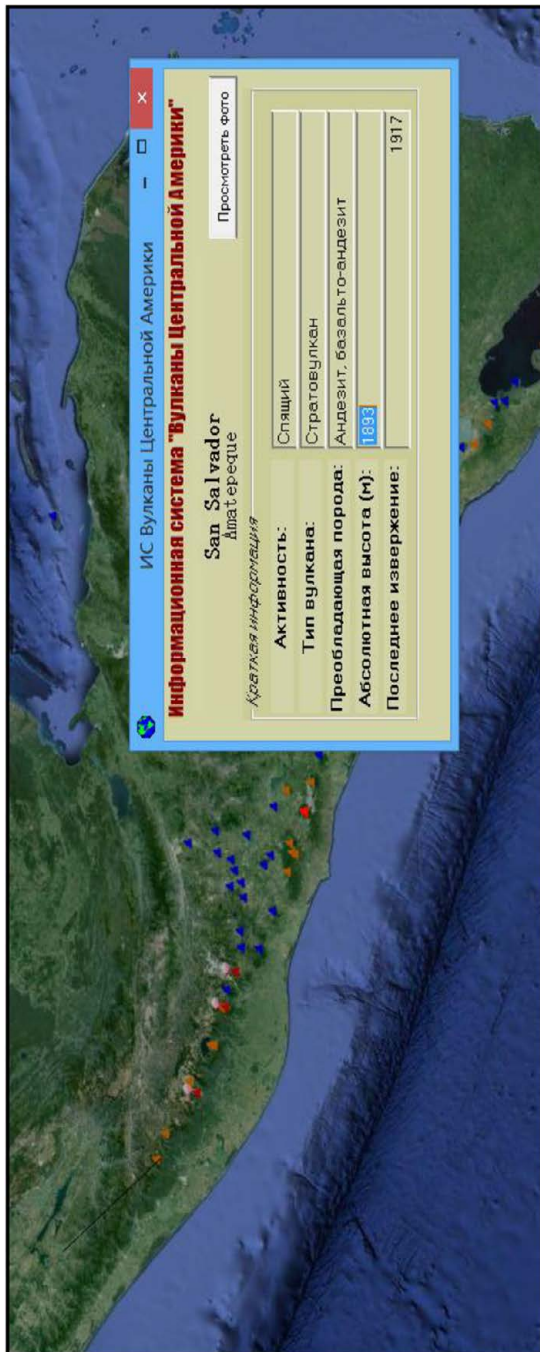


Рис. 7. Запис для об'єкту у базі даних

кратеру, склад порід, форма вулкану [5]. У зв'язку з цим, доцільним для розширення системи ми вважаємо створення цифрових моделей рельєфу (ЦМР) потенційно небезпечних вулканів зони дослідження.

У перспективі, із використанням ЦМР можна моделювати характер вивержень, поширення лавових потоків та хмар попелу, виявляти зони, різні за рівнем безпечності під час вивержень та інших процесів. Деякі з розроблених на даному етапі ЦМР представлені на рис. 8 (Атітлан зліва, Момотомбо – справа).

Середовище ГІС «Карта 2011» має потужний набір інструментів для створення цифрових моделей рельєфу різними способами. У даній роботі було використано спосіб створення матриці висот (матриця, що містить відмітки усіх абсолютних висот місцевості) шляхом векторизації топографічних карт регіону.

Програмне забезпечення (ГІС «Карта 2011» та MS Access) було обрано з міркувань доступності для користувачів. Актуальним та перспективним завданням для створеної інформаційно-довідкової системи є забезпечення публікації та подальшої підтримки оновлення системи у веб-середовищі шляхом застосування сучасних серверних технологій. Це дасть можливість кожному користувачу мережі Internet мати доступ до вулканологічних баз даних і пов'язаних з ними картографічних сервісів через єдиний веб-інтерфейс.

**Висновки і перспективи дослідження.** Таким чином, було розроблено базу даних «Вулкани Центральної Америки», яка призначена для накопичення, обробки та зберігання даних про стан діючих і потенційно небезпечних вулканів, розташованих на території Центральної Америки (Мексика, Гватемала, Сальвадор, Гондурас, Нікарагуа, Коста-Ріка, Панама). Дана розробка є прототипом ГІС для оцінки активності вулканів, яка із застосуванням сучасних засобів обробки даних про вулкани і ознаки – провісники вивержень, а також шляхом моделювання наслідків вулканічних процесів, дозволить здійснювати контроль активності вулканів, розташованих на досліджуваній території. Отримана база даних не обмежена лише своїми власними ресурсами, але й інтегрує в собі інформацію накопичену світовою науковою спільнотою.

Слід наголосити, що створення такої бази, крім названих аспектів, має велике значення у сфері доступу населення до

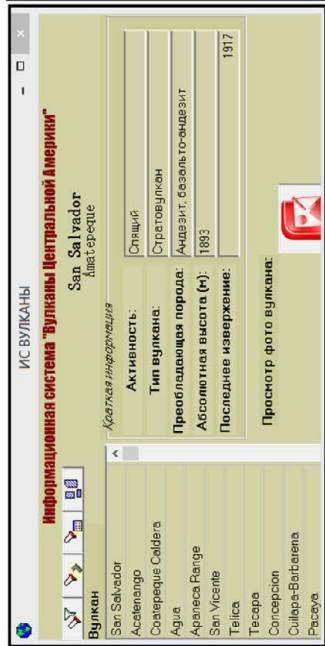


Рис. 6. Формы користувача: а) «Все вулканы» б) «Активные вулканы»

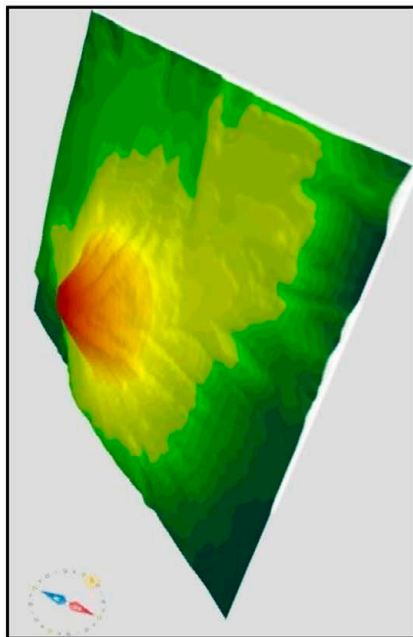
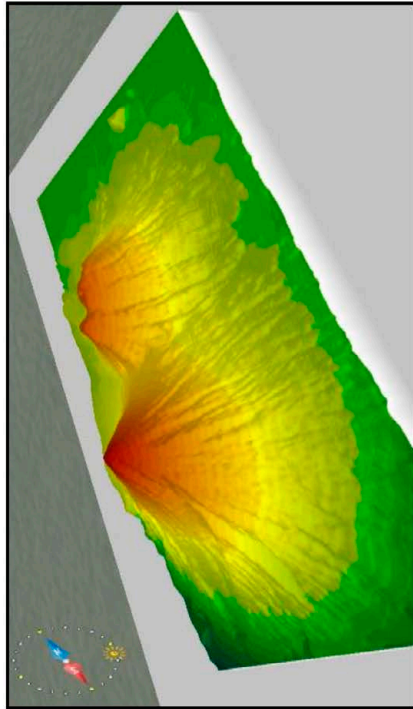


Рис. 8. 3D модель рельефу вулканів Атіглан та Момотомбо

інформації про надзвичайні ситуації. Адже, кожна людина має право знати про можливі негативні наслідки ускладнення свого життя внаслідок існуючих природних ризиків.

Перспективні можливості використання та удосконалення розробленої бази даних «Вулкани Центральної Америки» полягають у більш комплексному вивченні вулканічних процесів для вирішення задач територіального планування та забезпечення безпеки населення, господарства, а також геологічних потреб, небезпек авіасполучення. Для цього планується розширити її як кількісно, так і якісно, здійснити автоматичне оновлення, інтегрувати у веб-середовище.

Крім того, результати дослідження можуть бути досить широко впроваджені у навчальну підготовку географів і геологів у межах різних дисциплін та тем (вивчення баз даних, методів ГІС, процесів вулканізму, геоморфологічних особливостей вулканів, методів управління в надзвичайних ситуаціях тощо). Розробку детальних методичних рекомендацій за даним напрямом у даний час розпочато на кафедрі фізичної географії та картографії Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

**Рецензент – доктор географічних наук, професор  
В. А. Пересадько**

#### **Література:**

1. Ритман А. А. Вулканы и их деятельность [Текст] / А.А. Ритман. – М. : Мир, 2008. – 246 с.
2. Руденко Л. Г. Концепція створення Атласу природних, техногенних, соціальних небезпек і ризиків виникнення надзвичайних ситуацій в Україні [Текст] / [Л. Г. Руденко, О. Л. Дронова, Д. О. Ляшенко та ін.] – К. : Інститут географії НАН України, 2010. – 47 с.
3. Шкарин В. Е. Использование средств дистанционного зондирования и ГИС технологий для мониторинга современного вулканизма : материалы ежегодной школы молодых ученых, (Москва, 10-13 ноября 2006 г.) [Текст] / ФГУП «РНИИ КП». – М., 2006.
4. Kwan M. Emergency Responser after 9/11: the Potential of Real-Time 3D GIS for Quick Emergency Response in Micro-Spatial Environments, Computers, Environment and Urban System 29 (2005)

93–113 / M. Kwan, Lee J. – 2005. – 113 p.

5. Simkin T. *Volcanoes of the World* / T. Simkin, L. Siebert. – Tucson, Arizona : Geoscience Press, 1994. – 349 p.

6. Smithsonian Institution's Global Volcanism Program [Electronic resource]. – Mode of access : <http://volcano.si.edu>.

А. Ю. Бурич, О. В. Касьянов, Е. И. Сенная

### **РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ «ВУЛКАНЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АМЕРИКИ» И НАПРАВЛЕНИЯ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

В статье описана разработанная авторами на базе платформ «ГИС Карта 2011» и MS Access справочно-информационная системы «Вулканы», реализованную на примере региона Центральной Америки. Система предназначена для накопления, обработки, хранения данных о состоянии действующих и потенциально опасных вулканов, расположенных на исследуемой территории. На данном этапе, база данных включает инвентаризационную карту вулканов, привязанную базу данных с подробными характеристиками про каждый вулкан, цифровые модели рельефа вулканов разного типа. Обоснована актуальность разработки такой системы в связи с глобальностью вулканических процессов, изложены характеристики и возможные направления использования на основе ГИС.

**Ключевые слова:** вулканизм, база данных, геоинформационная система, Центральная Америка, чрезвычайная ситуация, цифровая модель рельефа.

A. Burych, O. Kasyanov, O. Sinna

### **DEVELOPMENT OF A DATABASE «THE VOLCANOES OF CENTRAL AMERICA» AND DIRECTIONS OF ITS USE WITH GIS**

The article presents the description of the designed information systems «Volcanoes» on the example of the Central American region, which is intended for accumulation, processing, storage of data about the status of active and potentially dangerous volcanoes which are located on this area. Why Central America? Because here it is concentrated about 80 percent of the world's active volcanoes (Pacific Ring of Fire). The system based on as platforms as GIS «Map 2011» and MS Access.

The system «Volcanoes» is relevant because of the emergency

associated with volcanism are global. It includes an inventory map of volcanoes with a linked database and a digital elevation model.

In the system «Volcanoes», the user can view summary information about all volcanoes in the region of Central America (name, alternative name, volcano type, height, composition of species, date of last eruption), and more detailed information about twenty active volcanoes (character and consequences, video and photos, links to resources on the Internet about eruptions).

The nature of the eruptions affects the height of the volcano, the position and shape of the crater, so for the purpose of modeling the eruptions and their consequences it was decided to create a digital elevation model several of the most typical volcanoes. Image some of them are presented in this article.

The article considers perspective of using the system to monitor the activity of volcanoes, spatial planning and management, use as educational material in the learning of specialists in GIS and geography in general. The creation of detailed methodological recommendations in this direction is currently underway at the Department of Physical Geography and cartography V. N. Karazin Kharkiv National University. The resulting system is not limited in its own resources, it integrates the achievements of the world scientific society. It is implied that the data system will be expanded to the entire world. That is, a prototype of the information system «Volcanoes of the World.»

**Keywords:** volcanism, database, GIS, Central America, digital elevation model, emergency situation.

Надійшла до редакції 8 серпня 2016 р.