

## Кращі ідеї застосування ГІС

Бурич Анастасія Юрївна

### ВУЛКАНИ ЦЕНТРАЛЬНОЇ АМЕРИКИ: ВИВЧЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ГІС

Геологічні процеси активно втручаються в життя людства. Землетруси, цунамі, виверження вулканів були і залишаються провідними природними факторами ризику для людини і середовища її проживання. Вулканізм одна з найпотужніших сил планети: від вражаючих фонтанів лави до смертоносних вибухів. З самого початку вулкани слугували для життя, викидаючи тепло, рідкісні мінерали та гази з-під земної кори. Ці побічні матеріали стали основою для людського життя, створивши атмосферу Землі. Водночас, це й руйнівна сила природи. При виверженні вулканів цілі міста можуть опинитися під тонами вулканічного матеріалу, можливі численні людські жертви, проблеми з авіасполученням, зміни клімату та природи. Під дією сучасної вулканічної активності на земній кулі знаходиться доволі значна територія. В середньому за рік вивергається 50-60 вулканів, близько 20 вивергається на даний момент.

Яскравим прикладом природних катастроф, пов'язаних з вулканічною активністю, є експлозивне виверження вулкана Кракатау у 1883 р. Згідно з оцінками під час вибуху було піднято в атмосферу понад  $18 \text{ км}^3$  гірських порід і попелу, які покрили площу близько  $827\,000 \text{ км}^2$ . Це виверження призвело до загибелі близько 36 000 чоловік. Найтонший вулканічний попел досяг стратосфери, що призвело до зниження на кілька градусів середньорічних температур на великих територіях Землі [5].

Науковці ведуть безперервну роботу над вивченням вулканічних процесів, що дозволило передбачити виверження в ряді випадків з високим ступенем ймовірності. Так як сучасне системне геоінформаційне картографування спирається на створення розподілених географічних баз даних, які створюють основу для укладання атласних творів, систем карт або розроблення інтерактивних геоінформаційних систем (далі ГІС), воно може розглядатися як ефективний засіб систематизації інформації та управління [3].

Тож, з огляду на глобальність надзвичайних ситуацій (далі НС), пов'язаних з вулканізмом, на думку автора, актуальною є ідея створення єдиної бази даних, яка б давала змогу кожному користувачу знайти детальну інформацію в одному 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 дослідження було обрано регіон Центральної Америки (Тихоокеанське вогняне кільце).

Тож, **ідеєю застосування ГІС**, представленою у цій роботі, являється розробка інформаційно-довідкової системи «Вулкани Центральної Америки» (Мексика, Гватемала, Сальвадор, Гондурас, Нікарагуа, Коста-Ріка, Панама) як прототипу інформаційно-довідкової системи «Вулкани світу», **метою** якої являється розширення можливостей вивчення вулканічних процесів.

Задля досягнення поставленої мети було сформульовано наступні **завдання**:

1. виконати координатну прив'язку вулканів Центральної Америки, створивши відповідний геоінформаційний шар точок і уклавши первинну інвентризаційну карту;
2. зібрати необхідну для створення бази даних (далі БД) інформацію і систематизувати її у відповідності до розробленої структури БД;
3. здійснити інтеграцію геоінформаційного шару вулканів з базою даних;
4. створити цифрові моделі рельєфу території деяких вулканів;
5. зробити висновки щодо можливостей використання отриманої просторової бази даних та спрогнозувати можливі шляхи її оптимізації.

Використання просторової і систематизованої інтерпретації знань про умови виникнення надзвичайних ситуацій, напрями діяльності суспільства щодо упередження їхніх проявів є важливим завданням глобального значення. Така інформація дає змогу оцінювати наявність відхилень від нормального стану вулканів, загрози їх виверження, можливу загибель людей чи порушення умов їх життя, заподіяння прямих і побічних матеріальних збитків, погіршення екологічних властивостей компонентів природи [4].

Першим кроком реалізації проекту було укладання інвентризаційної векторної карти користувача в середовищі ГІС Панорама Міні. Для цього в першу чергу було визначено складові

карти, яка мала б містити інформацію про розташування вулканів регіону Центральної Америки. Спершу 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 тематики було обрано масштаб 1: 500 000.

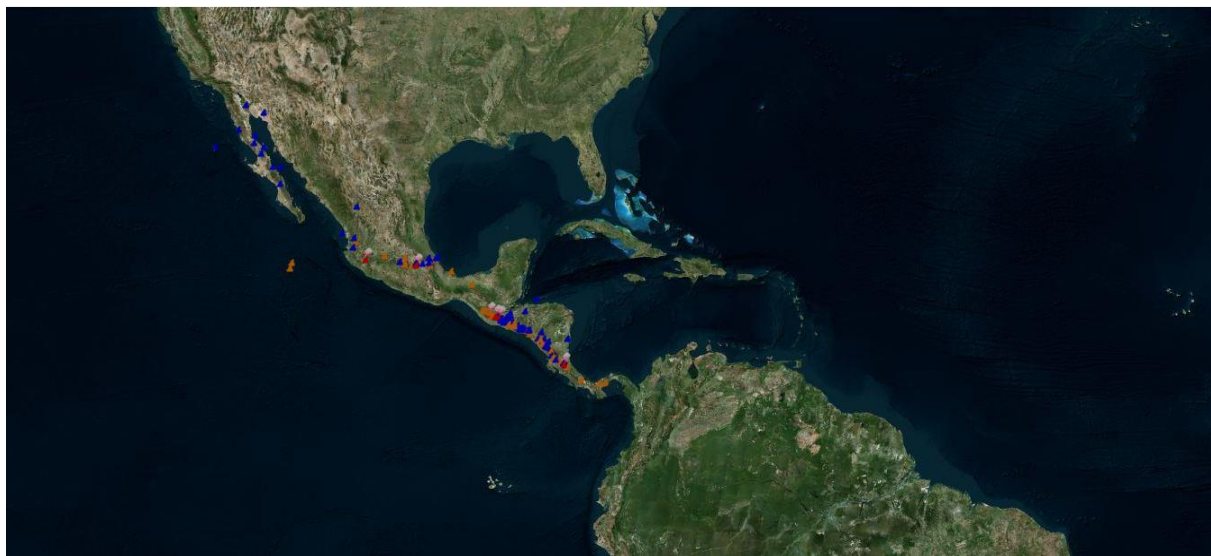


Рис. 1. Скріншот електронної карти вулканів Центральної Америки

Занесені в базу даних вулкани відображаються точковими знаками на фоні карти Google. Вони знаходяться в шарі «ВУЛКАНЫ» і відрізняються один від одного в залежності від активності. Координати об'єктів було взято з ресурсу The Smithsonian Institution's Global Volcanism Program (GVP).



Рис. 2. 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.

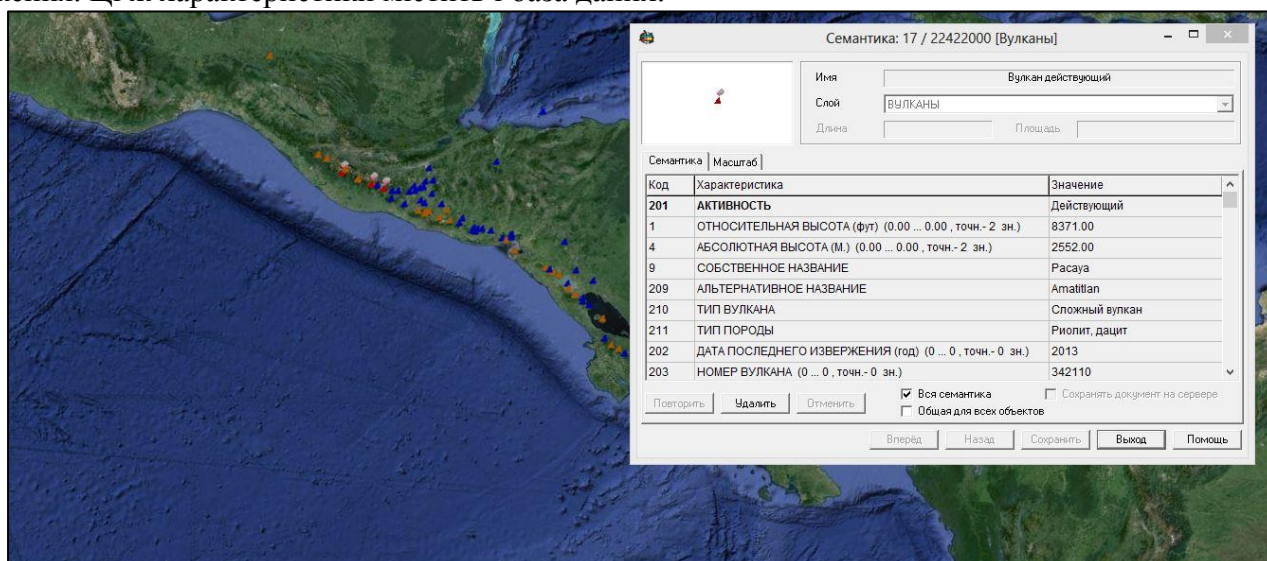


Рис. 2. Семантичні характеристики шару «ВУЛКАНЫ»

Для більш детальної обробки було обрано 20 активних в теперішній час 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. Таким чином, база даних не обмежена лише своїми власними ресурсами, але й інтегрує в собі інформацію накопичену світовою науковою спільнотою.

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

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 кодом, розшифровка якого зберігається в таблицях-довідниках (SP\_Activ, SP\_RockType, SP\_VolcType відповідно).

Таблиця, що містить детальну інформацію про еруптивну історію 20 активних в теперішній час 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» встановлено за допомогою унікального номеру вулкана, який кожному об'єкту був присвоєний розробниками Institution's Global Volcanism Program. За цим же номером встановлено зв'язок з таблицями, що містять посилання на ресурси в мережі Internet: Lib\_Artikle (статті) и Lib\_Video (відеоролики). В цілому, 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 в той період часу, який задає користувач та ін.

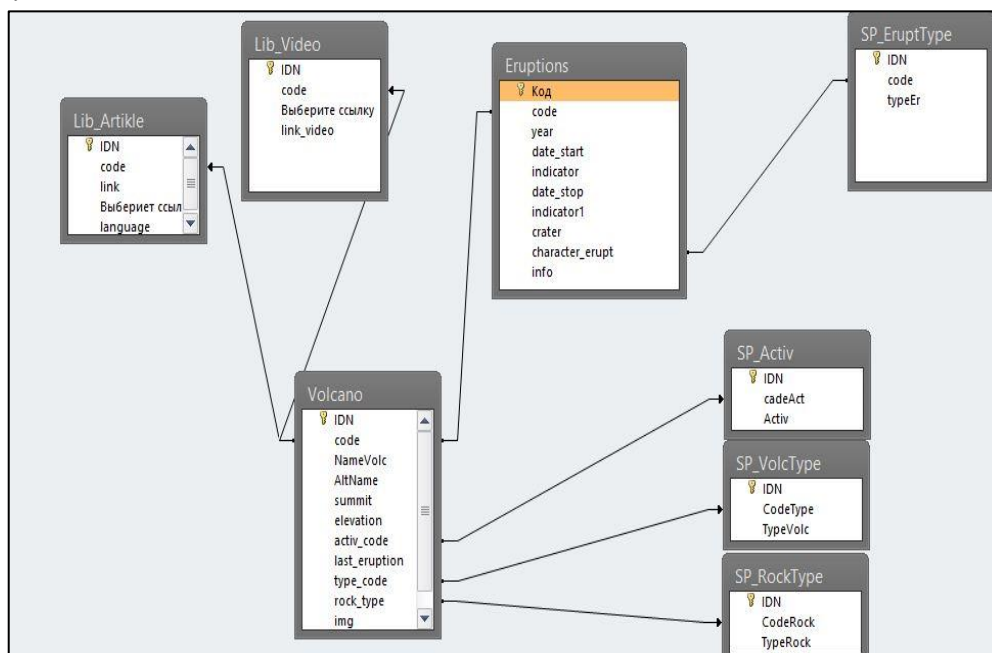


Рис. 3. Структура бази даних

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

А от 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 вникаючи в усі тонкості цього процесу.

Задля цього було розроблено Основну форму користувача, що включає дві підлеглих їй форми: «Все вулканы» і «Активные вулканы» (рис. 4).

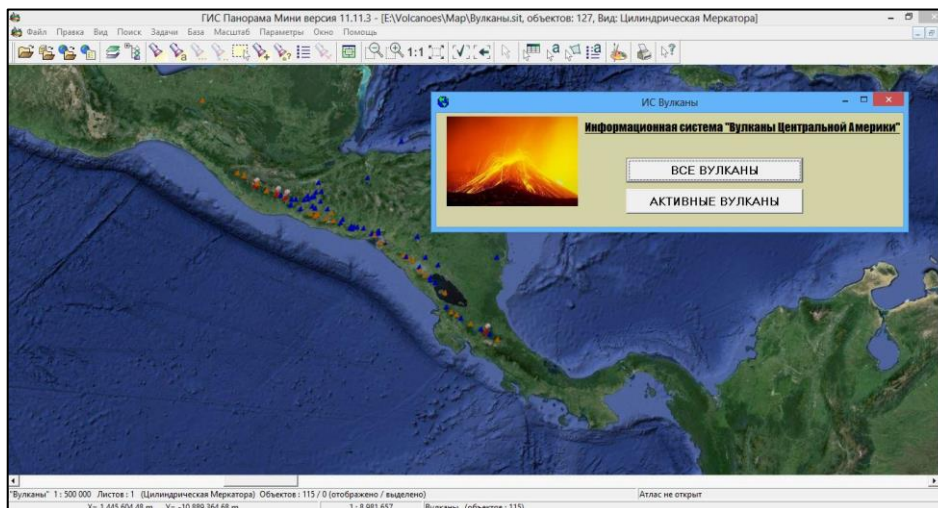


Рис. 4. Основна форма користувача

Усім формам надано уніфіковану структуру. Зверху вказано основну та альтернативну назви, 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 перемикатися між семантичними даними і картографічним зображенням (рис. 5). Перша кнопка дає можливість встановити фільтр для вибору необхідних об'єктів з таблиці, що містить всі об'єкти і знаходиться з права 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.



Рис. 5. Робоча панель

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

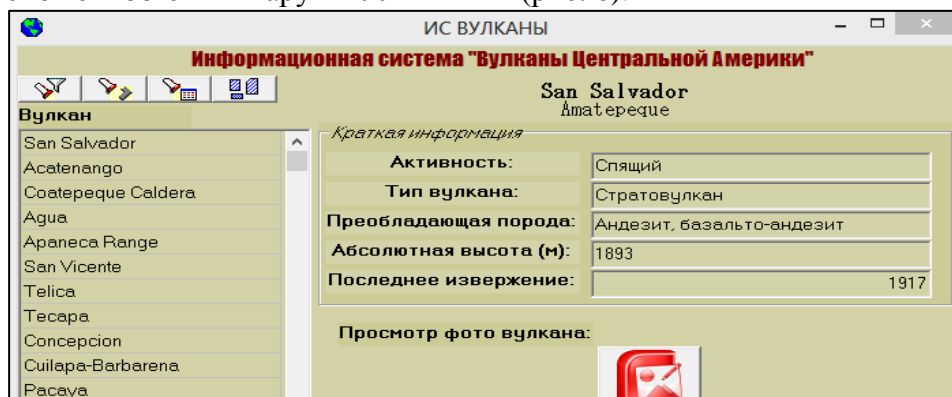


Рис. 6. Форма користувача «ВСЕ ВУЛКАНЫ»

Друга містить детальні відомості про 20 активних вулканів і включає п'ять вкладок (рис. 7):

- 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 користувачеві 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).



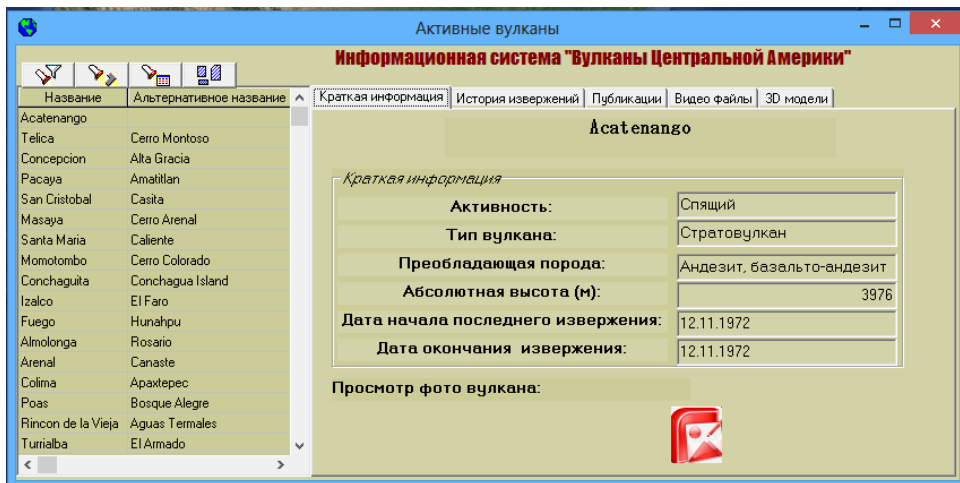



Рис.7. Форма користувача «Активні вулкани»

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. 8 це показано наглядно: червоним кольором підсвічується вибраний об'єкт, а форма виводить інформацію про нього.

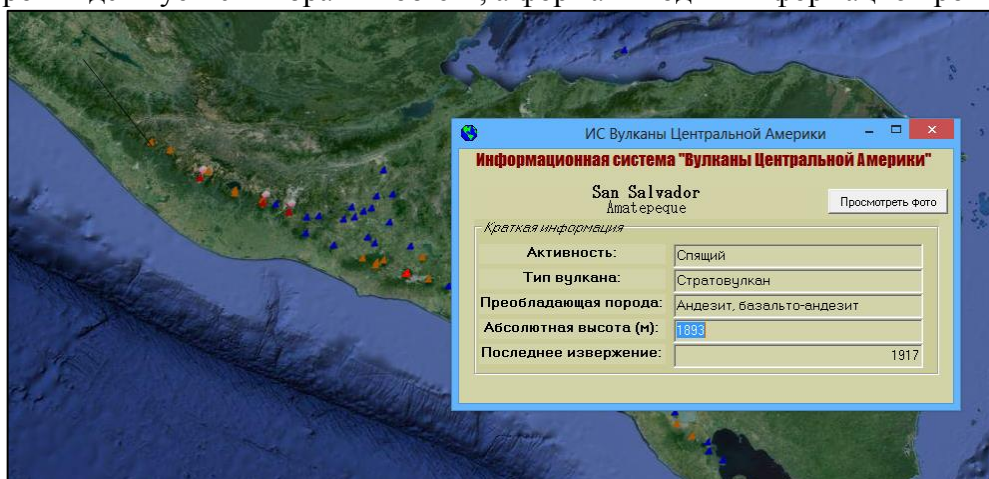


Рис. 8. Запис для об'єкту у базі даних

Таким чином, було розроблено базу даних «Вулкани Центральної Америки», яка призначена для накопичення, обробки, зберігання даних про стан діючих і потенційно небезпечних вулканів, розташованих на території Центральної Америки (Мексика, Гватемала, Сальвадор, Гондурас, Нікарагуа, Коста-Ріка, Панама). Дана розробка являється прототипом ГІС для оцінки активності вулканів, яка на основі сучасних інформаційних технологій для обробки даних про вулкани і ознаки – провісники вивержень, а також для моделювання наслідків вулканічних процесів дозволить здійснювати контроль активності вулканів, розташованих на досліджуваній території.

Одним із негативних проявів вулканізму є викидання на значну висоту великих хмар попелу, що призводить до порушення авіасполучення у всьому світі. Так, вулкан Ейяфьятлайокудль, який знаходиться в 200 кілометрах на схід від столиці Ісландії Рейк'явік, під час виверження у квітні 2010 року викинув в атмосферу величезну хмару попелу, що призвело до закриття повітряного простору над значною територією Північної Європи. Згідно з даними експертів, викиди попелу після виверження вулкана представляли небезпеку для турбін авіаційних двигунів, а також можуть викликати проблеми, осідаючи на крилах літаків, не кажучи вже про зниження видимості [1]. Тож, цікавим варіантом подальшого напрямку досліджень являється розширення бази даними про рух повітряних мас та розповсюдження вулканічного попелу. Маючи моделі рельєфу вулкану, дані про його виверження і траєкторії повітряних коридорів, можна змоделювати, як вплине хмара попелу на повітряний простір.

Звісно, топологічні карти і плани є основним джерелом відомостей про рельєф, але досить складним для сприйняття. Більш інформативними й універсальними для подальшого використання є цифрові моделі рельєфу. Саме тому до інформаційно-довідкової системи «Вулкани Центральної Америки» було внесено цифрові моделі рельєфу, створення яких триває. Деякі з них представлені на рис. 9.

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. Таким чином, переносячи з растрового зображення у векторний шар відмітки висот горизонталей та точок планово-висотної основи, оператор складає матрицю висот. Так як відмітки абсолютних висот є не повсюдно, програма автоматично методом інтерполяції розраховує інші точки. Причому оператор може вказати розмір чарунки та можливої похибки при побудові моделі. Ці аспекти дозволяють достатньо точно змоделювати рельєф території.

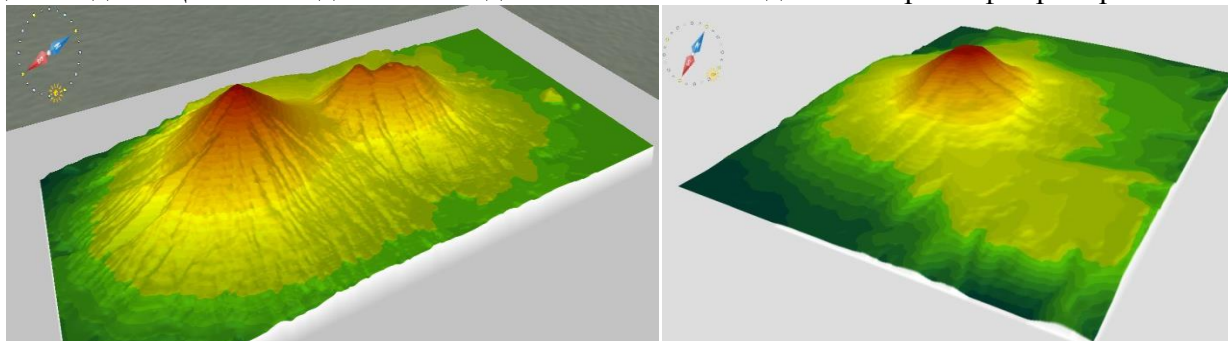


Рис. 9. 3D модель рельєфу вулканів Атїтлан (зліва) та Момотомбо (справа)

Програмне забезпечення було обрано (ГІС «Карта 2011» та MS Access) з огляду доступності для користувачів. Планується для створеної інформаційно-довідкової системи забезпечити також вихід у веб-середовище через сучасні серверні технології, що надасть можливість кожному користувачу мережі Internet мати доступ до вулканологічних баз даних і пов'язаних з ними картографічних сервісів через єдиний веб-інтерфейс.

Передбачається постійне поповнення системи даними візуального та супутникового моніторингу вулканів. Слід наголосити, що створення такої бази, крім названих аспектів, має велике значення у сфері доступу населення до інформації про надзвичайні ситуації. Адже, кожна людина має право знати про можливі негативні наслідки ускладнення свого життя внаслідок існуючих природних ризиків.

База геопросторових даних «Вулкани Центральної Америки» містить великий обсяг систематизованої інформації про вулкани, зокрема характер їх діяльності та наслідки, зведеної в єдину систему. Крім того, ця система є відкритою і може доповнюватися та поновлюватися. Тож, говорячи про можливість використання такої бази даних в реальному житті, слід розглянути її також як методичний матеріал, що може бути використаний для підготовки фахівців в галузі ГІС, геології та географії.

#### Список використаних джерел

1. Богатиков О.А. Геоинформационная система для оценки опасности катастрофических вулканических процессов / О. А. Богатиков, А. В. Веселовский, Т. М. Маханова [и др.] // Российский журнал наук о Земле. – 2001. – № 6.
2. Ритман А. А. Вулканы и их деятельность / А.А. Ритман. – М. : Мир, 2008. – 246 с.
3. Руденко Л. Г. Концепція створення Атласу природних, техногенних, соціальних небезпек і ризиків виникнення надзвичайних ситуацій в Україні / Л. Г. Руденко, О.Л. Дронова, Д.О. Ляшенко [та ін.] – К.: Інститут географії НАН України, 2010. – 47 с.
4. Шкарин В.Е. Использование средств дистанционного зондирования и ГИС технологий для мониторинга современного вулканизма : материал ежегодной школы молодых ученых, Москва, 10-13 ноября 2006 г. / ФГУП «РНИИ КП». – М., 2006.
5. Природные катастрофы: хроника событий, последствия. – Режим доступа : <http://www.katastrofa-online.ru/>