

## ГЕОФІЗИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА СТВОРЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ІНКЕРМАНСЬКИХ ШТОЛЕНЬ З МЕТОЮ ЛОКАЛІЗАЦІЇ СКУПЧЕНЬ БОЄПРИПАСІВ ЧАСІВ ДРУГОЇ СВІТОВОЇ ВІЙНИ

Представлено результати комплексних робіт, спрямованих на знаходження скупчень вибухонебезпечних речовин в Інкерманських штольнях, які використовувалися як військові сховища і були підірвані радянськими військами при відступу з Севастополя наприкінці червня 1942 р.

**Ключові слова:** штольня; магнітна аномалія; ГІС; боєзапас.

Починаючи з травня 2011 р. колектив НДЛ теоретичної та прикладної геофізики Київського національного університету імені Тараса Шевченка на замовлення Державного підприємства “Мобільний рятувальний центр МНС України” проводить геофізичні та супутні роботи на виконання Державної Програми знешкодження вибухонебезпечних предметів, які залишилась з часів Другої Світової війни в районі міст Севастополя та Керчі.

Об’єктом досліджень виступають сумнозвісні Інкерманські штольні (Інкерман, Севастополь), вироблені у вапняковому скельному масиві, так званій горі Шампань. Це були прямокутні виробки висотою до 10 і шириною до 15 метрів, які заходили всередину гори на відстань понад 100 м. Штольні з’єднувалися між собою потернами – поперечними виробками менших розмірів.

Під час Другої Світової війни у штольнях гори Шампань був розташований спецкомбінат з виробництва боєприпасів, а також сховища, до яких за архівними даними протягом останніх днів оборони Севастополя звозилися боєприпаси армії і флоту.

Наприкінці червня 1942 р. входи до 11-ти штолень були підірвані. Внаслідок вибуху вапняковий скельний масив гори був роздроблений на окремі уламки, частина яких відлетіла на значні відстані у різних напрямках. Поверхня скельного масиву просіла по висоті на 10-30 метрів, а схили його перетворилися на завали з великих кам’яних брил.

Між окремими блоками зруйнованого масиву утворилися тріщини і лази, через які до залишків штолень до останніх років проникали небажані відвідувачі.

З 2001 р. на державному рівні ухвалене рішення про вилучення боєприпасів з Інкерманських штолень, проводяться прохідницькі й саперні роботи. За цей час побудовано 4 вертикальні шахтні стволи глибиною більше 20 м, від яких закладені підземні камери-виробки. Через стволи рятувальники піднімають нагору набой й породу. Однак основний боєзапас за цей час так і не був знайдений. Ситуація ускладнювалася також відсутністю якісних топографічних планів достатньої детальності і цілісних планів наявних підземних порожнин.

Постала нагальна необхідність створення для досліджуваного об’єкта ефективного інструменту представлення, накопичення та аналізу просторової інформації, який послужить для ухвалення стратегічних управлінських рішень.

У зв’язку з цим акцент в роботі зроблений на інтеграцію всіх інформаційних шарів у багатофакторній тривимірній моделі гори Шампань на основі геоінформаційних технологій. Така модель може включати в себе наявну просторову інформацію, а саме - топогеодезичні дані, аеро- і космоснімки, дані буріння, інформацію про стан порід масиву, дані геофізичних досліджень, маркшейдерських зйомок підземних виробок і напівінструментальних зйомок підземних порожнин.

**Результати наземних і підземних топогеодезичних робіт.** За результатами наземної тахеометричної зйомки побудований план та тривимірна модель поверхні гори Шампань в масштабі 1:1000. Модель відображає стан рельєфу гори Шампань на початок червня 2011 р.

В ході підземних топографічних робіт рятувальниками ДП МРЦ МНС України відзнято 937 м ходів (разом зі стволами). Досліджена порожнина має 8 виходів на поверхню (4 стволи і 4 лази) і характеризується складною конфігурацією. Амплітуда складає 40,7 м, обсяг пустотного простору - 7037 м<sup>3</sup>. Створений план та тривимірна модель порожнини.

**Результати магніторозвідки.** У межах дослідної ділянки магнітна індукція змінюється більш, ніж на 1000 нТл, що при відомій геологічній будові масиву однозначно свідчить про наявність похованих техногенних об’єктів - джерел магнітних аномалій.

У південно-східній частині гори зареєстрована велика знакозмінна аномалія інтенсивністю  $\pm 500$  нТл. Позитивна частина її досягає розмірів 40x40 м. Спряжена негативна частина розташовується з північного боку. Джерелом такої аномалії може бути глибоко залягаючий об’єкт, що має сильну, переважно індуктивну намагніченість. Саме ця аномалія може бути пов’язана з основним боєзапасом часів ВВВ. Область між додатним максимумом аномалії та рівнем нормального поля відповідає проекції джерела на поверхню.

Інтенсивні збурення фіксуються також від металевих техногенних об'єктів, що знаходяться на поверхні. Оскільки ці об'єкти можуть виявитися набоями, що не розірвалися, місця таких аномалій рекомендується перевіряти металодетектором.

**Створення ГІС-проекту.** В якості опорних даних для створення геоінформаційного проекту були використані космознімки (QuickBird з роздільною здатністю 0,6 пікселя 2010 р.; GeoEye з роздільною здатністю 0,5 метра / піксель до 2001 р.; космознімок з ресурсу Yandex) та аерофотознімки Люфтваффе 31.10.1941 р., 2.11.1941 р., 8.04.1943 р., 23.04.1942 р. (до підриву штолень); аерофотознімок 1942 р., зроблений невдовзі після підриву штолень; та аерофотознімок, виконаний до 2001 р. Просторово-геометричним узгодженням підлягали також дані наземної тахеометричної зйомки; карти масштабів 1:10000 1972 р.; 1:50000 1939 р. та 1982 р.; 1: 100000 1982 р.

Створена базова карта шарів, растрової, векторної та тематичної інформації. У проект інтегровані дані геофізичної зйомки і топографічних зйомок підземного пустотного простору.

В результаті обробки даних матеріалів створені цифрові моделі рельєфу (ЦМР) території та синтетичні моделі наземної і підземної топо-

графії ділянки вишукувань. Суміщення топооснови, карти магнітного поля та обстеженого підземного пустотного простору, в якому подекуди зафіксовані стінки штолень і штреків, з аерофотознімками 1941-42 рр. дозволило зробити реконструкцію розташування деяких штолень та штреків та локалізувати в їх межах найбільш інтенсивну аномалію, вірогідно пов'язану з основним боезапасом.

На різночасових аеро- і космознімках також спостерігається поступове зсування окремих блоків скельного масиву з західної, східної та північної сторін гори. Найбільш виражений цей процес з західної сторони гори, де зараз знаходяться діючі військові частини України та Росії. Отже крім робіт з пошуків та знешкодження вибухонебезпечних предметів необхідний постійний моніторинг стійкості скельного масиву з метою запобігання катастрофічним наслідкам обвалу.

**Висновки.** Синтезовані матеріали, отримані в результаті аналізу картографічних та геофізичних матеріалів дозволили зробити висновки про стан скельного масиву, об'єм порожнинного простору всередині масиву, ступінь збереженості штолень і штреків та розміщення магнітної аномалії, яка може бути співставлена з боезапасом часів ВВВ в Інкерманських штольнях.

## ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И СОЗДАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ИНКЕРМАНСКИХ ШТОЛЕН С ЦЕЛЬЮ ЛОКАЛИЗАЦИИ СКОПЛЕНИЙ БОЕПРИПАСОВ ВРЕМЕН ВТОРОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ

К.М. Бондар, М.Н. Дараган

Представлено результаты комплексных работ, направленных на поиск скоплений взрывоопасных веществ в Инкерманских штольнях, которые использовались как военные склады и были взорваны советскими войсками при отступлении из Севастополя в конце июня 1942 г.

**Ключевые слова:** штольня; магнитная аномалия; ГИС; боезапас.

## GEOPHYSICAL PROSPECTION AND CONSTRUCTION OF GIS-BASED MODEL OF INKERMAN ADITS WITH THE PURPOSE OF LOCALIZING OF VOLATILE AMUNITION FROM WORLD WAR II TIME

K. Bondar, M. Daragan

We represent the results of complex investigations aimed at searching for volatile amunition in Inkerman adits, which were used as military stores and were blown up by soviet forces before withdrawal from Sevastopol at the end of June 1942.

**Key words:** adit; magnetic anomaly; GIS; volatile ammunition.

<sup>1</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка

<sup>2</sup> Інститут археології НАН України