

Б.В. ЧЕТВЕРІКОВ^{1*}, К.М. БОНДАР², Р.В. ХОМЕНКО², С.В. ДІДЕНКО³, М.Г. ШЕЙХЕТ⁴¹Кафедра фотограмметрії та геоінформатики, Національний університет «Львівська політехніка», вул. С.Бандери 12, Львів, Україна, 79013, тел. +38(063)1671585, e-mail chetverikov@email.ua²ННІ «Інститут геології», Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Васильківська 90, Київ, Україна, 03022, тел. +38(044)5213338, e-mail: ks_bondar@ukr.net³Національний музей історії України, вул. Володимирська 2, Київ, Україна, 02000, +38(044)2784864, e-mail: svdidenko@yandex.ru⁴Американське представництво в Україні об'єднаних комітетів для євреїв бувшого Радянського Союзу, вул. Федорова 27-1, Львів, Україна, 79054, тел. +38(067)6700902, e-mail meylach@gmail.com

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗТАШУВАННЯ ІСТОРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ФОТОГРАМЕТРИЧНОГО МЕТОДУ ТА МЕТОДІВ НАЗЕМНИХ НЕРУЙНІВНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета роботи – запропонувати та опрацювати комплексну методику поєднання дистанційного методу з наземними неруйнівними методами для встановлення та відображення території братських могил біля с. Ралівка, на сучасних картографічних матеріалах. **Методика.** Запропоновано методику визначення місць масових поховань часів Другої світової війни, що поєднує дистанційні методи (інтерпретація знімків) та наземні неруйнівні методи (геофізичні дослідження та металодетекторний пошук). Фотограмметричне оброблення архівних аерознімків 1944 року містить три етапи: прив'язка матеріалів, що використовувались до єдиної умовної системи координат (у разі архівного аерознімка геометрична корекція виконувалась за опорними точками, що збереглися); синтезація зображень на цю територію за різні часи та визначення істинних меж поховань; підготовка вихідних матеріалів. На першому етапі зареєстровано архівні аерознімки та сучасний космічний знімок у програмному пакеті ErdasImagine з похибками до 3 метрів і збережені в форматі GeoTIF. Далі відбувалась інтерпретація архівного аерознімка та перенесення меж дешифрованих братських могил на сучасну містобудівну ситуацію. Кінцевим етапом цього методу є генерація результатуючих матеріалів досліджень. Вхідними даними для проведення геофізичних досліджень були результати геометричної корекції та дешифрування на аерознімках територій масових поховань. Під час робочих виїздів виконувалися такі дослідження: магнітне знімання; металодетекторний пошук на всій території загалом та перевірка магнітних аномалій; дослідження методом томографії електричного опору; георадарні та ґрунтознавчі дослідження. **Результати.** На основі інтерпретації архівних аерознімків 1944 року попередньо встановлені місця масових розстрілів та поховань часів Другої світової війни. За допомогою металодетекторного обстеження підтверджено факт масових розстрілів на дослідній території на основі знайдених гільз від німецької зброї. Наземними геофізичними дослідженнями також визначене розташування самих братських могил, що, своєю чергою, дало змогу уточнити просторову прив'язку цих та інших об'єктів на аерознімках 1944 року. **Наукова новизна.** Запропонована методика, що об'єднує дистанційні фотограмметричні та наземні металодетекторні і геофізичні дослідження визначення масових поховань часів Другої світової війни дає змогу достовірно та з достатньою точністю визначати меморіальні місця на сучасних картографічних матеріалах. Ця методика доповнює результати дистанційних методів визначення зруйнованих історичних об'єктів, що не дають 100 % точності їхньої локалізації, наземними неруйнівними дослідженнями у випадку, коли археологічні обстеження неможливі. **Практична значущість.** Отримані картографічні матеріали та результати досліджень доцільно використати для відображення історичних подій, що відбулись на досліджуваній території. Застосована комплексна методика дала змогу підтвердити факт масових розстрілів і наявність поховань без руйнівного втручання до ґрунтового шару, що має велике значення для представників єврейської релігійної громади. Результати цієї роботи пропонуються відділу збереження культурної спадщини Львівської обласної ради як додаток до Паспорта об'єкта культурної спадщини.

Ключові слова: архівний аерознімок; дані дистанційного зондування Землі; геофізичні дослідження; фотограмметричні дослідження; братські могили.

Вступ

У сучасних містах і селах України можна віднайти чимало випадків недбалого ставлення до історико-культурного надбання. Досліджуючи історію пам'яток та їх функції у минулому, суспільство навчається розуміти їхню історичну вартість, їх роль у майбутньому, необхідність їх збереження чи відновлення.

Меморіальні місця відносяться саме до таких об'єктів історико-культурної спадщини, що потребують збереження пам'яті про трагічні події, які відбувалися, щоб попередити їхнє повторення в майбутньому.

З архівних бібліографічних джерел відомо, що у 1942 р. в самбірському кварталі Бліх було створено єврейське гетто, куди завезли старосамбірських євреїв. З ліквідацією гетто у

1943 р. всі євреї були вивезені в ліс, що знаходився під с.Радловіце (Ралівка) і там розстріляні [http://www.jewishheritage.org.ua].

Досі існувала тільки інформація про приблизне місцезнаходження братських могил євреїв із знищеного гетто, що ґрунтувалася на свідченнях очевидців. Методи засновані на інтерпретації архівних знімків в поєднанні з наземними неруйнівними дослідженнями можуть дати відповідь на запитання про точне місцезнаходження масових поховань, а нащадки загиблих нарешті отримають відповідь де поховані їх предки.

Мета

Метою роботи є запропонувати та опрацювати комплексну методику поєднання дистанційного методу з наземними неруйнівними методами встановлення та відображення території братських могил біля с.Ралівка, на сучасних картографічних матеріалах.

Методика

Запропоновано методику визначення місць масових поховань часів Другої світової війни, що поєднує дистанційні методи (інтерпретація знімків) та наземні неруйнівні методи (металодетекторні та геофізичні дослідження).

Картографуванням історичних об'єктів за архівними графічними матеріалами займалась велика кількість як вітчизняних так і закордонних вчених, серед яких можна відмітити праці Дишлика О., Макарова С., Ясінського М., Телегіної М., Гнери В., Шмідта Е., Толстова С., Мейєра Н., Кривоногова І., Шишкіна К., Arnoud de Boer, Bartoněk D., Garouani A. El, Alobeid A., Matejček L., Matoušek V., Remondino F. та інших. Але у всіх цих дослідженнях відображено або об'єкти, що збереглися до наших часів, або об'єкти визначені у поєднанні дистанційних методів і археології. Що робити коли проведення археологічних досліджень неможливе, а дистанційні методи не дають 100% результату? Саме для відповіді на це запитання запропоновано методику та складено технологічну схему визначення братських могил часів Другої світової війни за допомогою поєднання дистанційних методів досліджень з наземними неруйнівними методами.

Дослідна ділянка Ралівка знаходиться поблизу однойменного села, що біля Самбора (Львівська обл.) (рис. 1).

Ділянка являє собою групу масових могил, розташованих у буково-грабовому лісі у 40...150м від бетонної дороги, що веде до закинutoї військової частини.

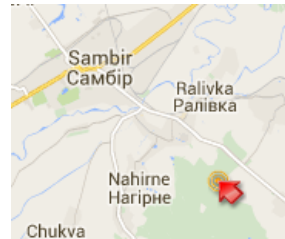


Рис. 1. Розташування дослідної ділянки Ралівка

В межах ділянки також розташований меморіальний комплекс, створений у 1999-2001 рр. В лісі зустрічаються бетонні стовпчики, які за свідченнями місцевих жителів є залишками від огорож, встановлених селянами навколо братніх могил євреїв, закатованих нацистами.

Для визначення меж братських могил запропоновано технологічну схему, що поєднує фотограмметричні дослідження з наземними металодетекторними і геофізичними дослідженнями (рис.2). Результати фотограмметричних досліджень в даній технологічній схемі є вхідними даними для подальших наземних досліджень.

Фотограмметричні дослідження

Основними вхідними матеріалами для дослідних робіт із визначення меж масових розстрілів та поховань, якими вони були до 1944 року, слугували: архівний німецький аерознімок на цю територію станом на 1944 рік; план геодезичного знімання території, створений у 2010 році в масштабі 1:1000; сучасний космічний знімок на дослідну територію, отриманий з супутника GeoEye-1 у 2009 році.

Дешифруючи архівний німецький аерознімок чітко інтерпретуються збудрені ділянки територій, які ймовірно представляють собою масові поховання, враховуючи кількість єврейського населення винищеного на цій ділянці території нацистами при відступі.

Технологія опрацювання графічних даних, щодо встановлення істинних меж масових розстрілів та поховань [Arnoud de Boer, 2010, Bartoněk D., 2012, Matoušek, V., 1994]. Вся робота виконувалась в програмному продукті MapInfo і була поділена умовно на 3 етапа:

- прив'язка матеріалів, що використовувались до єдиної умовної системи координат (у випадку архівного аерознімка прив'язка виконувалась по опорним точкам, що збереглися);

- синтезація зображень на дану територію за різні часи та визначення істинних меж поховань;
- підготовка вихідних матеріалів.

Прив'язка матеріалів, що використовувались до єдиної умовної системи координат.

За допомогою професійної ГІС MapInfo всі графічні матеріали, що перелічені вище були зведені до єдиної умовної системи координат у вбудованій проєкції програми План-схема(метри). Точність прив'язки графічних матеріалів є наступною:

- план геодезичного знімання території, створений у 2010 році в масштабі 1:1000– до 1 пікселя, що є допустимим значенням, оскільки попередній розрахунок точності становив до 2 пікселів;
- архівний німецький аерознімок станом на 1944 рік (Національний архів США) – була проведена попередня геометрична корекція зображення за допомогою ПП ErdasImagine в наслідок чого знімок було трансформовано. Корекція виконувалась за 9 опорними точками з отриманою СКП до 2 пікселів, що є в межах допустимого значення, оскільки попередній розрахунок точності становив до 5 пікселів;
- сучасний космічний знімок на дослідну територію, отриманий з супутника GeoEye-1 у 2009 році - була проведена попередня геометрична корекція зображення за допомогою ПП ErdasImagine. Корекція виконувалась за 9 опорними точками з отриманою СКП до 1 пікселя, що є в межах допустимого значення, оскільки попередній розрахунок точності становив до 2 пікселів.

Синтезація зображень на дану територію за різні часи та визначення істинних меж поховань [Blažková, T., Matoušek, V., 2008, Remondino, F., 2006].

Синтезація зображень виконувалась в наступній послідовності:

- об'єднано план геодезичного знімання території станом на 2010 рік, масштаб 1:1000 та архівний німецький аерознімок станом на 1944 рік, з якого було перенесено дешифровані межі збурених ділянок території лісу;
- об'єднано сучасний космічний знімок та архівний німецький аерознімок станом на 1944 рік, з якого було перенесено дешифровані межі ймовірних поховань.

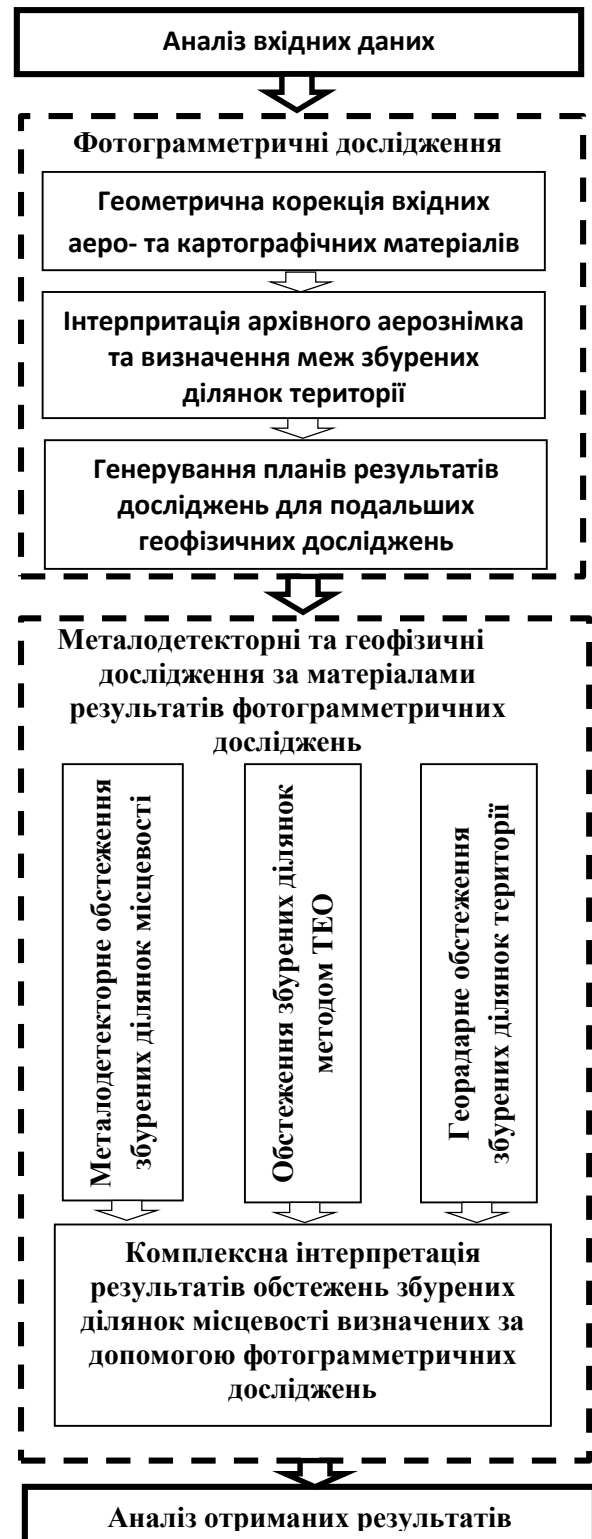


Рис. 2. Технологічна схема визначення місць братських поховань за допомогою фотограмметричних, металодетекторних та геофізичних досліджень

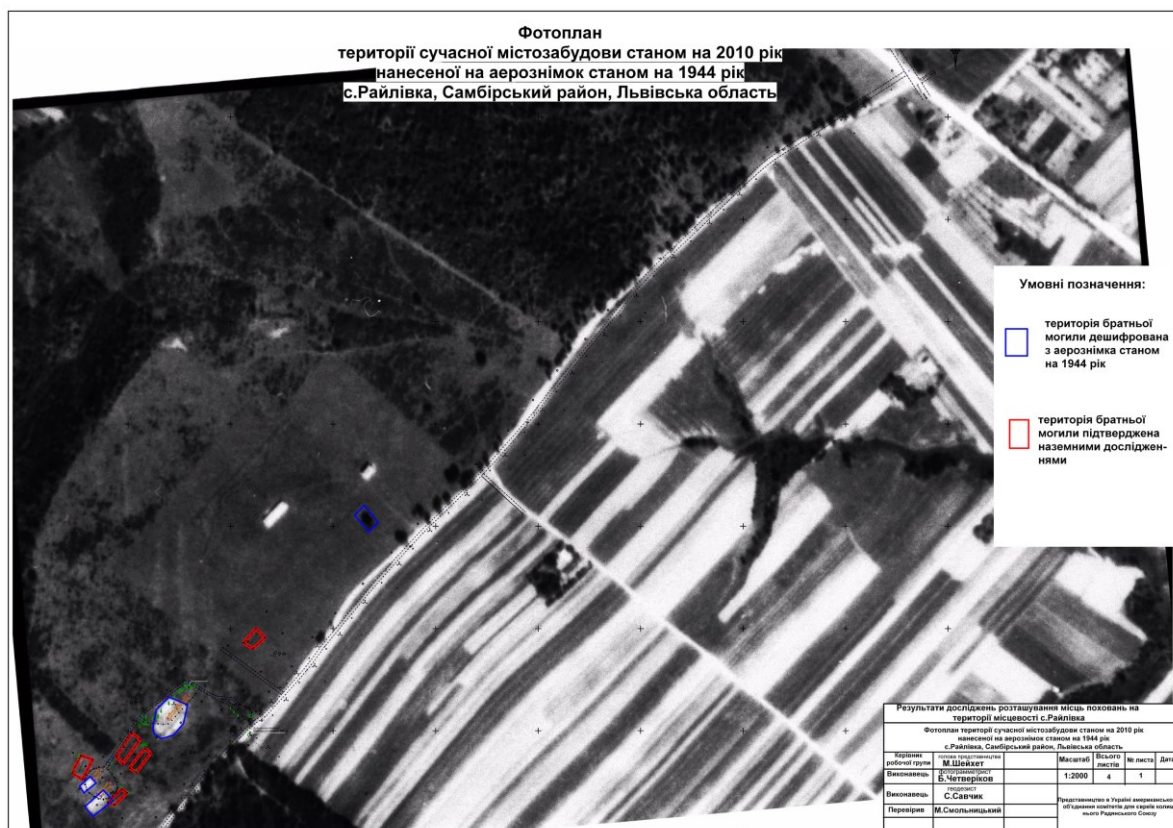


Рис.3. Зменшений приклад фотоплану території сучасної містозабудови станом на 2010 рік нанесеної на аерознімок станом на 1944 рік

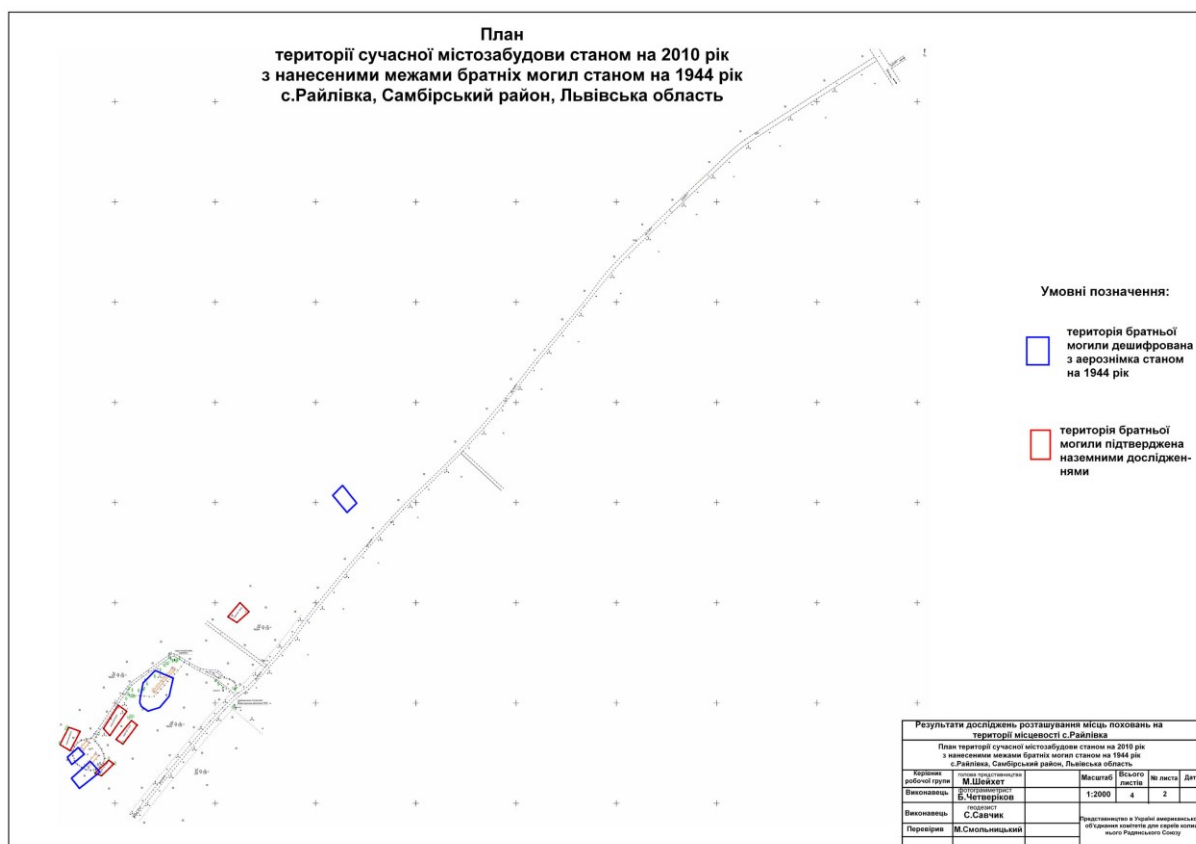


Рис.4. Зменшений приклад плану території сучасної містозабудови станом на 2010 рік з нанесеними межами братніх могил станом на 1944 рік

Підготовка вихідних матеріалів.

Вихідні матеріали планів зводились до масштабу 1:1000. Всі графічні документи були підготовлені за допомогою програми MapInfo в розділі «Отчёт» і зведені до формату A2.

У кінцевому результаті отримано графічну документацію для подальших наземних досліджень у кількості 2-ох листів:

1. Фотоплан території сучасної містозабудови станом на 2010 рік нанесеної на аерознімок станом на 1944 рік, с.Ралівка, Самбірський район, Львівська область (рис.3).
2. План території сучасної містозабудови станом на 2010 рік з нанесеними межами братніх могил станом на 1944 рік, с.Ралівка, Самбірський район, Львівська область (рис.4).

Методика наземних досліджень

Наземні дослідження включали металодетекторний пошук і геофізичні вимірювання на ділянках передбачуваних братніх могил, дешифрованих з архівного аерознімка. Також вимірювання виконувались на інших ймовірних місцях розташування поховань, вказаних місцевими жителями, або отриманих з інших неперевіраних джерел інформації.

Геофізичні дослідження виконувались різними методами.

З метою дослідження вертикальної структури елементів поховального комплексу, пошуку масових поховань та встановлення їх розмірів і глибини - виконані дослідження методом ТЕО (томографії електричного опору, ERT – electric resistivity tomography) за допомогою багатоелектродної установки [Хоменко та ін., 2013] з кроком між електродами 0,5 та 0,25 см.

Георадарні спостереження (або дослідження методом георадіолокації) виконані приладом VIY-2 виробництва «Transient technologies» (Київ, Україна), що має частоту зондування 300 МГц.

Магнітне знімання виконане за допомогою цезієвих магнітометрів ПКМ-1 (Геологоразведка, РФ).

Згідно топографічного плану геофізичні дослідження виконувались вздовж профілів та на майданчиках, вказаних на рис. 5.

В околі Меморіалу було зроблено 5 просік, вздовж яких проводилися профільні геофізичні

спостереження – магнітометричні та георадарні (ПР1-ПР5). По одній з просік прокладений профіль ТЕО.

Через найбільшу з масових могил, дешифрованих на аерознімку 1944 року, прокладені три профілі (ПР11-ПР13), за якими виконані георадарні та геоелектричні дослідження.

На Могилі 4 (з фотограмметричних досліджень) розмічений майданчик з розмірами 18х27 м. В межах майданчика виконані магнітометричні та георадарні спостереження.

На Могилі 5 (визначеної з сумнівних джерел інформації) виконане детальне магнітне знімання, а також площинні георадарні вимірювання і один профіль ТЕО.

Також виконано магнітне знімання майданчика 15х15м на Могилі 6 (визначеної з сумнівних джерел інформації). В межах майданчика зафіксований провал глибиною до 1,2 м, ймовірно від кореневої системи дерева, що впало (аналогічні провали є навколо).

Результати металодетекторного обстеження.

Окрім сміття, на ділянці за допомогою металодетектора віднайдено 30 артефактів часів Другої світової війни. Це гільзи від гвинтівок Mannlicher та Mauser, набої до пістолету TT, монета 1941 р. та металеві елементи одягу (рис.6).

Найбільш інформативною знахідкою для встановлення місць розстрілів є гільза, оскільки вона залишається, фактично, на місці вчинення злочину.

В межах досліджених ділянок знайдено вісім гільз і чотири кулі від набоїв 50 x 8 R до гвинтівок Манліхера 1886/90, 1888/90, 1895. Після захоплення Австрії нацистською Німеччиною в 1938 році, значна кількість трофейних гвинтівок Манліхера з австрійських військових складів надійшла на озброєння німецьких охоронно-поліцейських підрозділів, з яких формувалися спеціальні угруповання для знищення єврейського населення на окупованих територіях СРСР: айнзацгрупи (нім. Einsatzgruppen der Sicherheitspolizei und des SD, скороч. EG – цільові групи, групи розгортання); частини допоміжної поліції (Hilfspolizei) та підлеглі їм каральні батальйони Schutzmannschaft-Bataillonen (нім. скороч. Schuma – охоронна команда, від Schutzmann – стрілець) [Кашевский, 2004].

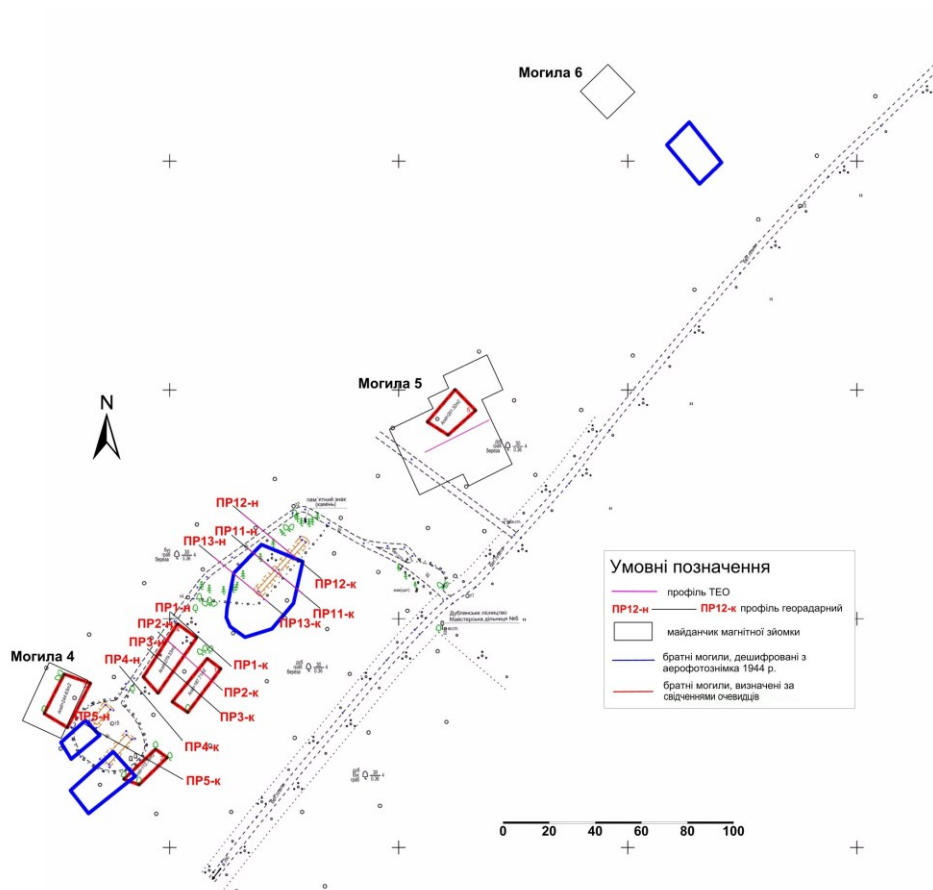


Рис. 5. Схема розташування майданчиків і профілів геофізичних досліджень на топографічному плані місця масових розстрілів поблизу с. Ралівка

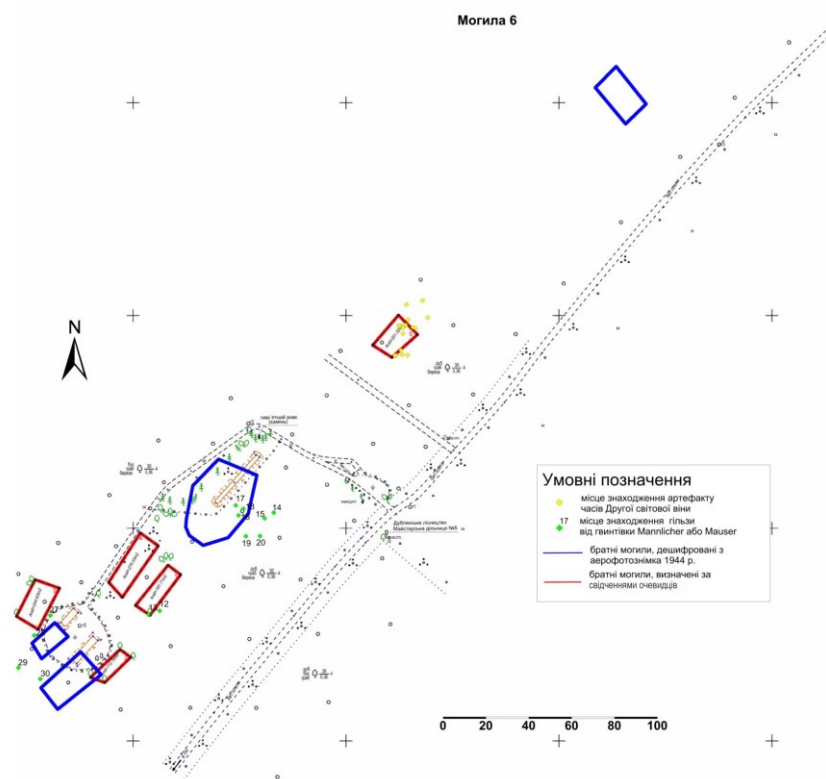


Рис. 6. Просторовий розподіл знахідок на топографічному плані місця масових розстрілів поблизу с. Ралівка

З дослідженої території походять п'ять гільз та одна куля від гвинтівок та карабінів Mauser 1888, 1898, 1898k. Як відомо, карабіни Mauser 1898k були основною зброєю сухопутних військових сил Третього Рейху [Шаульський і др., 1997].

Гільзи від гвинтівок Mannlicher та Mauser зосереджені навколо братніх могил, дешифрованих з аерофотознімка. Кулі від цих гвинтівок, а також набой до пістолету TT, елементи одягу знайдені далеко від могил.

Результати геофізичних досліджень та їх комплексна інтерпретація.

Для того щоб зрозуміти, які геофізичні і негеофізичні маркери можуть бути визнані ознаками масових поховань, необхідно внести ясність до питання про спорудження могил, а також проведення розстрілів.

Спорудження могили передбачає насамперед, руйнування природної структури ґрунтового покриву. Якщо заповнення могили відрізняється за своїми фізичними властивостями від оточуючого ґрунту, прилад фіксує відповідну геофізичну аномалію. При цьому слід зважати, що природні генетичні ґрунтові горизонти також значно відрізняються між собою за хімічними, фізичними та електричними властивостями.

Ґрунт ділянки досліджень є дерново-підзолистим. Головною його особливістю є наявність елювіального та ілювіального горизонтів. В процесі опідзолення глинисті частинки, мінеральні й органічні речовини, вилуговані (винесені) водою з верхнього елювіального шару ґрунту, відкладаються в його нижній частині (в ілювіальному горизонті), формуючи своєрідний бар'єр, границю, яка

діагностується зондуючими геофізичними методами. Елювіальний горизонт має легкий, супіщаний механічний склад, щільність рухливих електричних зарядів дуже низька, звідси високий опір. В нижньому, ілювіальному горизонті, насиченому глинистими частинками і катіонами $Fe^{+2/+3}$, Al^{+3} , Mn^{+5} опір значно спадає [Banton et al., 1997, Pozdnyakov et al., 1996, Ardekani et al., 2014].

Прикладом фоновому геоелектричного розрізу є ПР2 (рис. 7), який має тришарову будову: верхній (елювіальний) шар (0-0,7 м) характеризується високими значеннями електричного опору (60-300 Ом), нижче йде низькоомний (ілювіальний) шар, але на глибині >2,5 м опір знову зростає.

Таким чином, ознакою природної структури геоелектричного розрізу на ділянці досліджень є наявність вгорі високоомного шару.

Однак слід пам'ятати, що, шари з високим опором можуть створюватись штучно. Яскравим прикладом є щебеневі насипи на стежці і навколо символічних могил. Вони добре виявляються георадарним методом.

Зпівставлення результатів томографії електричного опору та георадіолокації по профілях ПР11, ПР12 та ПР13 дозволяє визначити геофізичний критерій наявності масових поховань. Ним є наявність розривів суцільності верхнього високоомного шару. При цьому слід враховувати, що зафіксований за даними георадіолокації та візуального обстеження щебеневий насип також може створювати аномалії високого опору на поверхні над масовою могилою (рис.8-9).

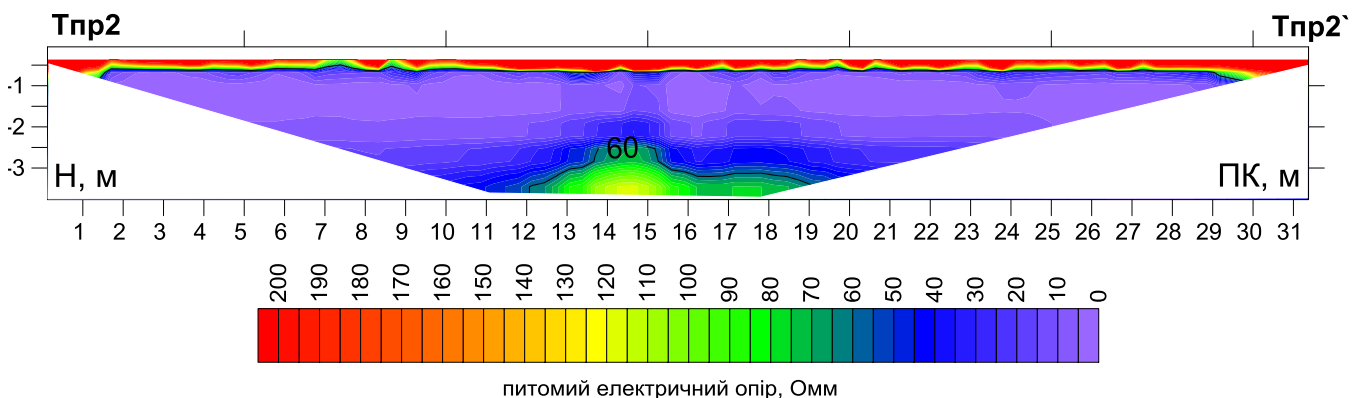


Рис. 7. Приклад фоновому геоелектричного розрізу ділянки Ралівка. Профіль ПР2, інверсія виконана за допомогою програми ProfileR.

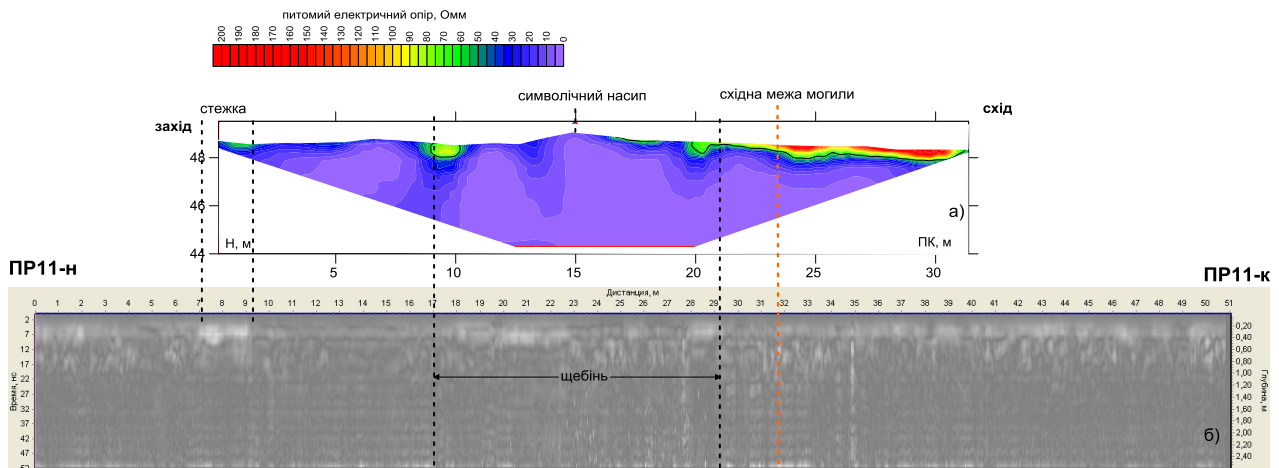


Рис. 8. Геофізична модель будови приповерхневої частини розрізу по профілю PR11н-PR11к за даними ТЕО (а) і георадіолокації (б)

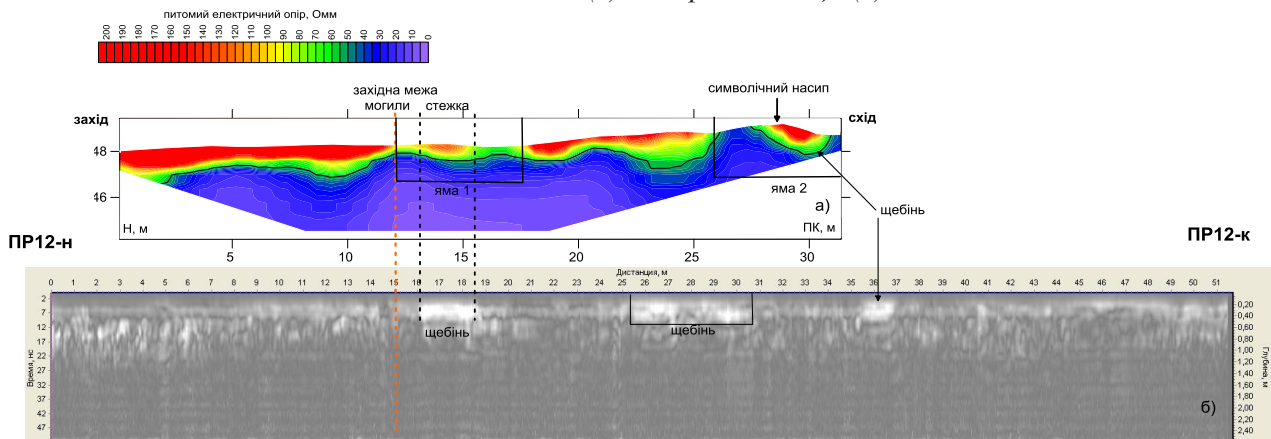


Рис. 9. Геофізична модель будови приповерхневої частини розрізу по профілю PR12н-PR12к за даними ТЕО (а) і георадіолокації (б)

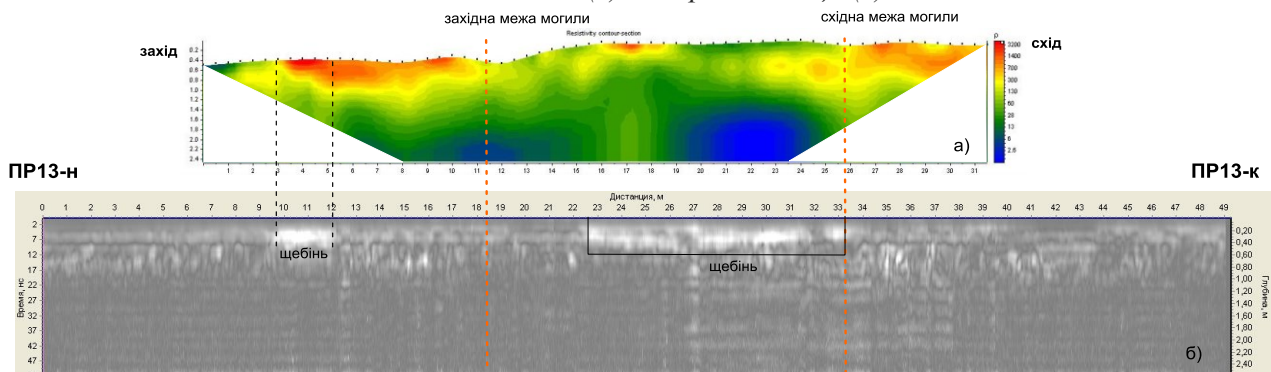


Рис. 10. Геофізична модель будови приповерхневої частини розрізу по профілю PR13н-PR13к за даними ТЕО (а) і георадіолокації (б)

Отже, на профілі PR11 непорушений елювіальний горизонт наявний тільки у східній частині, починаючи від 23 м від початку профіля.

На профілі PR12 високоомний горизонт зникає на 12 м від початку і знову з'являється в інтервалі 20,5-25,5 м, інші області підвищеного опору пов'язуємо зі стежкою, підсипаною щебенем, та щебеневую «подушкою» поруч з

символічним могильним насипом. При суворому дотриманні всіх геофізичних критеріїв на профілі PR12 можна виділити межі двох окремих ям (рис. 9).

Висока контрастність горизонтів розрізу за електричним опором в межах профіля PR13 не дозволяє виконати інверсію польових даних методом регуляризованої об'єктної функції у

поєднанні із середньозваженим методом найменших квадратів [Binley and Kemna, 2005], реалізованим в програмі ProfileR. Отже, на рис. 9,а представлений результат інверсії методом Оккама в програмі ZondRes2d.

На ділянках, де виконане високоточне магнітне знімання, аномалій, які можуть бути пов'язані з масовими похованнями, не виявлено.

Таким чином, геофізичними методами достовірно встановлені межі одної з братніх могил на території Меморіального комплексу. На знайденому місці наявні щонайменше дві траншеї.

Користуючись результатами геофізичних досліджень, вдалося уточнити прив'язку аерознімка 1944 р. Він був зсунутий на 11 м на північний схід порівняно з попередньою, камеральною геометричною корекцією.

Уточнена топографічна ситуація на пам'ятці представлена на рис. 11.

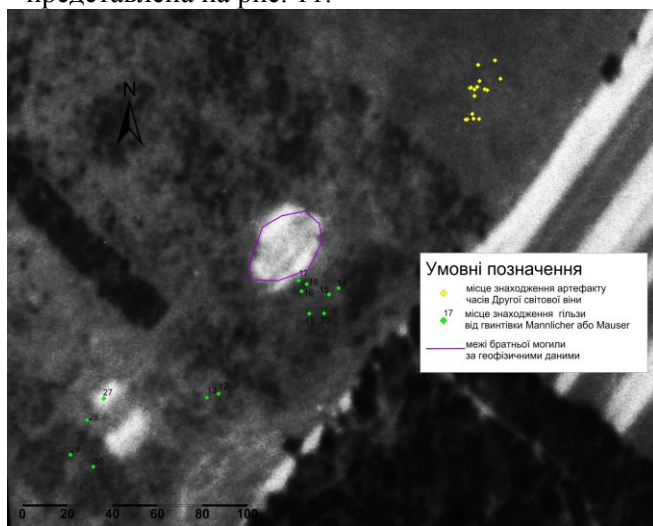


Рис. 11. Уточнені межі братньої могили за результатами фотограмметричних та геофізичних досліджень на плані місця масових розстрілів під час Голокосту біля села Ралівка

Важливими негеофізичними маркерами для встановлення просторових меж проведених розстрілів слугують поверхневі знахідки часів Другої світової війни. В якості доказів актів знищення єврейського населення під с. Ралівка виступають знахідки гільз та куль від набоїв.

На ілюстративному матеріалі добре видно, що матеріальні (гільзи) і нематеріальні (геофізичні) свідчення наявності масових поховань приурочені до зони Меморіального комплексу.

Найбільша братня могила, оконтурена в результаті фотограмметричних досліджень підтверджується геофізичними методами, що

дозволяє впевнено стверджувати про ефективність поєднання цих двох технологій.

Наукова новизна і практична значущість

Запропонована методика, що об'єднує дистанційні фотограмметричні та наземні металодетекторні і геофізичні дослідження визначення масових поховань часів Другої світової війни дозволяє достовірно та з достатньою точністю визначати меморіальні місця на сучасних картографічних матеріалах.

Ця методика доповнює результати дистанційних методів визначення зруйнованих історичних об'єктів, що не дають 100% точності їх локалізації, наземними неруйнівними дослідженнями у випадку коли археологічні обстеження неможливі.

Отримані картографічні матеріали та результати досліджень доцільно використати для відображення історичних подій, що відбулись на досліджуваній території. Результати цієї роботи пропонуються відділу збереження культурної спадщини Львівської обласної ради як додаток до Паспорта об'єкта культурної спадщини.

Висновки

В результаті опрацювання запропонованої комплексної технології, що містить сумісне поєднання дистанційних методів визначення братських могил з подальшим металодетекторним і геофізичним обстеженням віднайдених збурених ділянок місцевості, отримано наступне:

- засобами ГІС MapInfo та Erdas Imagine створено оглядові плани, на яких відображено території збурених земель станом на 1944 рік, що ймовірно є територіями масових поховань враховуючи події, що відбувались на цій місцевості під час Другої світової війни.
- визначений за допомогою металодетекторного обстеження просторовий розподіл знахідок гільз від австрійської гвинтівки Манліхера та карабіна системи «маузер» дозволив оконтурити зону пошуку масових поховань, яка фактично є зоною проведення розстрілів у 1944 р.
- зіставлення результатів отриманих методами томографії електричного опору та георадіолокації по профілях дозволяє визнати геофізичним критерієм наявності масових поховань наявність розрив суцільності верхнього високоомного шару.

При цьому слід враховувати, що зафіксований за даними георадіолокації та візуального обстеження щебеневий насип також може створювати аномалії високого опору на поверхні над масовою могилою. Комплексне застосування методів дозволяє уникнути помилкової інтерпретації.

- в результаті співставлення даних геофізичних спостережень з сучасною топографічною ситуацією, а також архівним аерознімком 1944 р. встановлене місце розташування однієї з могил, а також уточнена прив'язка самого знімку.

Наземне обстеження території, визначеної за результатами фотограмметричних досліджень, виявило значну кількість артефактів часів Другої війни, що підтверджує проведення масових розстрілів на даній території. Також, геофізичними методами підтверджено розташування найбільшої масової могили визначеної фотограмметричним методом.

Вищесказане дозволяє стверджувати про ефективність запропонованої методики поєднання двох технологій при дослідженні місць масових розстрілів і поховань без руйнівного втручання до ґрунтового шару, що має велике значення для представників єврейської релігійної громади.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.jewishheritage.org.ua/ua/1913/ralivka.html>
- Кашевский В.А. Пехотное оружие Второй Мировой войны. Минск, ООО «Харвест», 2004.
- Хоменко Р., Бондар К., Попов С. Нова малоглибинна багатоелектродна установка вимірювання електричного опору // Вісник Київ. ун-ту. Геологія. – 2013. – Вип.2(61). – С.36-40.
- Шаульский Е.В., Лебардин А.Г., Бердник П.В., Гуздуп В.А. Клейма на патронах и оружии. Справочное пособие для экспертов-криминалистов. – Можайск, 1997.
- Ardekani, M. R.; Signal and Image Centre, Royal Military Academy, 30 Avenue de la Renaissance, 1000 Brussels, Belgium; Druyts, P.; Lambot, S.; De Coster, A.; Neyt, X. (2014) Recovering the structure of a layered soil, including layer thickness and dielectric permittivity, using the interfaces and objects backscatter detected in GPR B-scans Ground Penetrating Radar (GPR), 2014 15th International Conference on. Abstract book., pp. 397-400, doi: 10.1109/ICGPR.2014.6970454
- Arnoud de Boer. Processing old maps and drawings to create virtual historic landscapes e-Perimtron, 2010, vol. 5, no. 2, pp. 49–57.
- Banton, O., M. K. Seguin, and M. A. Cimon. Mapping field-scale physical properties of soil with electrical resistivity. SoilSci. Soc. Am. J. 1997, 61, pp. 1010–1017.
- Bartoněk D. Prediction model to identify the significant development periods of the historical objects. FIG Working Week 2012. May 6–10, 2012, Rome, Italy.
- Binley, A. and A. Kemna, 2005, Electrical Methods, In: Hydrogeophysics by Rubin and Hubbard (Eds.), 129–156, Springer.
- Blažková, T., Matoušek, V. Picture and Reality: Studies of the Modern Landscape in Vedute of Thirty Year's War's Battlefields of Bohemia. In: P. Szabó – R. Hédli (eds.), Human Nature. Studies in Historical Ecology and Environmental History, Brno, 2008, pp. 52–61.
- Matoušek, V. Die Höhlenbesiedlung des Böhmisches Karstes vom Neolithikum bis zum Mitteralter, FAP 20, 1994.
- Pozdnyakov, A. I., Pozdnyakova L. A. And A. D. Pozdnyakova. Stationary electrical fields in soils. (In Russian.) KMK Scientific Press, Moscow, 1996.
- Remondino, F. Image-based modeling for object and human reconstruction. Ph.D. Thesis, ETH No 16562, Institute of Geodesy and Photogrammetry, ETH Zurich, Switzerland, Mitteilungen, 2006, no. 91. ISBN 3-906467-61-9, 174 p.
- Wilding, L. P., Smeck N. E. and G. F. Hall (ed.). Pedogenesis and soil taxonomy. I. Concepts and interactions. Developments in Soil Science, 11 A. Elsevier. Amsterdam, Oxford, New York, 1983.