

Соловей Т.В. Методика дистанционной идентификации болот и диагностики их состояния.

В работе проанализировано новые методы дистанционного зондирования и обосновано новую геоинформационную методику дистанционной идентификации болот на основании спутниковых (оптических и радарных) снимков. Преимущество дистанционного зондирования над традиционными методами исследований состоит в возможности одновременного охвата измерениями большой территории и генерировании пространственной информации (в отличие от данных точечных наземных наблюдений). Разработанная методика основывается на двух группах критериев: морфологических и спектральных. Использование этой методики позволяет определить: 1) пространственные границы болота; 2) тип растительного покрова; 3) влажность гидроморфных почв; 4) глубину залегания грунтовых вод в болоте.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, дешифрирование спутниковых снимков, болото.

Надійшла до редколегії 08.07.2013

УДК 911.9

Сулик Б., Іванов Є.

*Львівський національний університет
імені Івана Франка*

ДЕШИФРУВАННЯ ПОСТМІЛІТАРНИХ ОБ'ЄКТІВ НА АЕРО- ТА КОСМОЗНІМКАХ

Ключові слова: постмілітарний об'єкт, дешифрувальні ознаки, геопросторова база даних

На протязі століть Західний регіон України мав стратегічне мілітарне значення та отримав добре розвинуту військову інфраструктуру. У регіоні сформувалися військові об'єкти різного призначення (лінії оборони, фортифікаційні споруди, об'єкти протиповітряної оборони тощо). З часом вони втратили стратегічне значення і були ліквідовані або закинуті. Для досліджуваного регіону важко вказати достовірну кількість об'єктів та екологічний стан, в якому вони перебувають. На сьогодні проблематика постмілітарних об'єктів є недостатньо розкритою, багато таких об'єктів мають особливе значення у культурному, історичному, ландшафтному, архітектурному планах.

Об'єктами дослідження виступають території приурочені до покинутих військових об'єктів австрійського, міжвоєнного польського і радянського періодів (друга половина XVIII ст. – 1991 р.). Метою нашого дослідження є оцінювання сучасного екологічного стану ландшафтних систем постмілітарних об'єктів Західного регіону України яке неможливе без створення геоінформаційної бази даних цих об'єктів

Для забезпечення різностороннього аналізу геоекологічної ситуації постмілітарних об'єктів та прилеглих до них територій необхідний збір та систематизація фондової, історичної, картографічної інформації, даних дистанційного зондування землі. Наявність різночасових та різнопланових

картографічних матеріалів на територію, де розміщений постмілітарний об'єкт суттєво збільшує якість та достовірність інформації. Це дозволяє визначити період його створення, проаналізувати масштаби трансформації території, надає відомості про тривалість, динаміку та функціонування постмілітарних геосистем.

Зібраний матеріал послужив основою для створення геопросторової бази даних постмілітарних об'єктів Західного регіону України. При створенні такої бази даних виникають певні труднощі, а саме: поганий стан картографічних матеріалів або їх ненааявність, застарілі методи відображення території, різні системи умовних знаків для відображення військових об'єктів. Окремою проблемою вистпає відсутність військових об'єктів на картах, внаслідок їх тогочасного тактичного та стратегічного значення. Тому для пошуку постмілітарних об'єктів доцільно разом із картографічними матеріалами використовувати дані дистанційного зондування землі. Саме такий спосіб пошуку разом із польовими обстеженнями є найефективнішим для створення бази даних недіючих військових об'єктів.

Процес розпізнавання досліджуваних об'єктів на аеро- і космознімках можна поділити на 3 послідовні етапи. Перший етап дешифрування – виявлення об'єкта. На цьому етапі об'єкт сприймається без визначення його суті. Другий етап дешифрування – розпізнавання об'єкта, під час якого окремо сприймаються і аналізуються його складові ознаки [1]. Заключним та найбільш складним етапом дешифрування є інтерпретація об'єкта, під час якої проводиться аналіз його характеристик.

Дешифрувальні ознаки – це характерні особливості об'єктів, на основі яких їх вдається розпізнати, виділити серед інших й інтерпретувати. Виділяють прямі та непрямі дешифрувальні ознаки. Прямі ознаки притаманні самим об'єктам, це конфігурація, розмір, колір, фототон, тінь від об'єкту, структура і текстура зображення [3]. Непрямі (індикаційні) дешифрувальні ознаки характеризують об'єкт опосередковано через властивості якого іншого об'єкта, пов'язаного з ним. Вони не забезпечують розпізнавання об'єкта, але вказують на його наявність, якщо вона не визначається за прямими ознаками. До непрямих ознак можуть належати, сліди діяльності об'єкту, колії від техніки, характерні розміри чи розташування об'єкту (для замаскованих об'єктів), наявність певної інфраструктури: доріг, складів, населених пунктів, насаджень без яких діяльність військового об'єкту може бути ускладнена.

Повнота і достовірність дешифрування залежать від знання демаскуючих і дешифрувальних ознак, наявності часу, масштабу та якості аерознімків [1]. Постмілітарні об'єкти не завжди можна розпізнати за допомогою дешифрувальних ознак діючих військових об'єктів:

Форма (вид зовнішнього контуру) – основна і найбільш важлива пряма демаскуюча ознака військових та інших штучних об'єктів, оскільки для них, як правило, характерні стандарнтні форми контурів. Форма зображень об'єктів залежить від масштабу знімка і масштабу його викривлення. Через

велике значення форми, як демаскуючої ознаки, з метою маскуванню військових об'єктів застосовувалися різні способи викривлення форми для максимального злиття об'єкту з місцевістю (різноманітні надбудови та прибудови, фарбування плямами), а також заходи з повного приховування об'єктів тими або іншими засобами природного або технічного маскуванню. Надійною дешифрувальною ознакою є просторова форма об'єктів, яку можна виявити при стереоскопічному розгляданні аерознімків [5].

Розміри стають основною демаскуючою ознакою об'єктів приблизно однакової форми. Наприклад, знаючи розмір об'єкта, можна розрізнити зображення доріг різних класів, характер будівель в населеному пункті, підклас військових об'єктів. Об'єкти можуть мати приблизно однакові обриси, але відрізняються за розмірами або за співвідношенням розмірів. Наявність деталей допомагає в класифікації постмілітарних об'єктів. Так, наявність та якість залізничної колії, доріг, мостів, допоміжних споруд та іншої інфраструктури дозволяє визначити тип та значимість об'єкту. Інколи надзвичайно корисною в дешифруванні є *структура (малюнок) поверхні об'єкта*, що являє собою сукупність декількох ознак (форми, розміру, взаємного розташування тощо), яка утворює поверхню елемента об'єкта. Порівняння *тонів* зображення допомагає виділити об'єкт на оточуючому фоні, проте ця ознака є непостійною. Зображення одного й того ж об'єкта може мати різний тон в залежності від освітлення, пори року, часу доби, виду знімка, тощо [1].

Важливими дешифрувальними ознаками є *колір зображення об'єкта* (для кольорових і спектрональних знімків) та *тінь*. Остання відіграє важливу роль при розпізнаванні об'ємних об'єктів малого розміру і контрасту. Деякі об'єкти (опори ліній електропередач, антенні щогли, спостережні вишки) часто розпізнаються тільки за тінню, оскільки завдяки своїм характеристикам та кута з якого велася зйомка вони стають майже непомітними. Тінь повторює форму об'єкта в залежності від положення сонця і його висоти над горизонтом. Форма зображення падаючої тіні дозволяє відновити форму об'єкта, а розмір тіні – визначити його висоту. Однак, падаюча тінь часто закриває зображення інших об'єктів, що заважає при їх дешифруванні.

Виявлення на аеро- і космознімках того чи іншого об'єкта часто викликає необхідність пошуку інших супутніх об'єктів. *Взаємне розташування* об'єктів виявляється у взаємозв'язку одних об'єктів з іншими (напр. загородження найчастіше створюють перед траншеями [6], окопи для вогневих засобів розташовуються в системі траншей і на підвищених ділянках місцевості у взаємозв'язку між собою, броди і переправи мають підходи або під'їзди до них).

Для успішного дешифрування оборонних, інфраструктурних та фортифікаційних постмілітарних об'єктів недостатньо узагальненених відомостей про об'єкти пошуку та їх демаскуючі ознаки. Необхідно бути обізнаним у особливостях військової справи різних історичних періодів: способи ведення бойових дій, характеристики бойової техніки та озброєння

розташування стратегічно-важливих пунктів. В багатьох випадках досліджувані об'єкти зазнають значних трансформацій за рахунок бойових дій, перебудови чи перепрофілювання. В таких випадках, інформацію про нього необхідно верифікувати за рахунок польових (натурних) обстежень.

Недіючі військові аеродроми розпізнаються, насамперед, завдяки наявності на місцевості бетонованих злітно-посадкових смуг і вирулювальних доріжок а також майданчиків для стоянки повітряних суден, ангарів; майстерень для ремонту літаків; житлових і службових будівель; складів пального, боєприпасів та авіаційно-технічного майна; споруд і засобів про-протиповітряної та наземної оборони; під'їзних шляхів, радіолокаційних станцій і засобів зв'язку, тощо. Аеродроми розташовуються в районах, де є рівні і зручні для їх облаштування ділянки місцевості значних розмірів. Загальна площа, займана летовищем, аеродромними спорудами і складами, може досягати декількох квадратних кілометрів. У гірських районах аеродоми облаштовуються в долинах річок.

Довжина, ширина і кількість злітних смуг допомагає попередньо охарактеризувати летовище з точки зору його пропускнуї здатності, визначення типів літальних апаратів та ін. Злітно-посадкові смуги постійних аеродромів являють собою прямі переважно бетоновані смуги шириною до 80-100 м і довжиною до 2 і більше км. Яскравим прикладом постійних аеродромів є недіюча авіабаза поблизу м. Стрий Львівської області (рис. 1), вона має злітну смугу довжиною 3 км, власну позицію для зенітно-ракетних комплексів, низку об'єктів інфраструктури летовища. На аеродромах може бути одна смуга у вигляді витягнутого прямокутника або кілька смуг у вигляді кута, косоного хреста і т. п. Вирулювальні доріжки шириною 12-15 м підходять до кінців смуг і до місць стоянки літаків. Бетоновані смуги на аерознімках виглядають у світлих тонах, а смуги, що складаються з металевих сіток — світлим тоном з темними кругами або квадратами.

Тимчасові аеродроми та аеродроми підскоку розпізнаються за великою рівною територією льотного поля, яке часто не є чітко поділеною на окремі злітні смуги, особливо аеродроми Першої та Другої світових воєн. Яскравим прикладом є один з радянських аеродромів поблизу м. Дубно Рівненської області, початку 40-х років (рис. 2). Зображення льотного поля залежить від рослинного покриву. Ділянки лук або степу, заняті летовищем на зображеннях, як правило є в рівномірних темно-сірих тонах, а за відсутності рослинного покриву у світліших тонах [7]. На літніх аерознімках вималовуються сліди і стежки, місця від руху людей, автомобілів, літаків.

Склади пального та боєприпасів можуть бути розташовані осторонь від льотного поля на відстані 1-2 км і більше. Пальне зберігається в металевих резервуарах (баках, цистернах), розташованих на поверхні землі або заритих у землю [9]. Склади пального дешифруються за наявності резервуарів, а якщо вони зариті — по під'їзних шляхах і витаптоності в районі розташування складу. Склади боєприпасів пізнаються так само, якклади пального, зариті в землю. Службові та житлові будівлі на постійному

аеродромі розташовуються неподалік від льотного поля окремим селищем, іноді будівлі стоять розрізнено.



Рис. 1 – Недіючий аеродром поблизу м. Стрий, на місці летовища УГА.

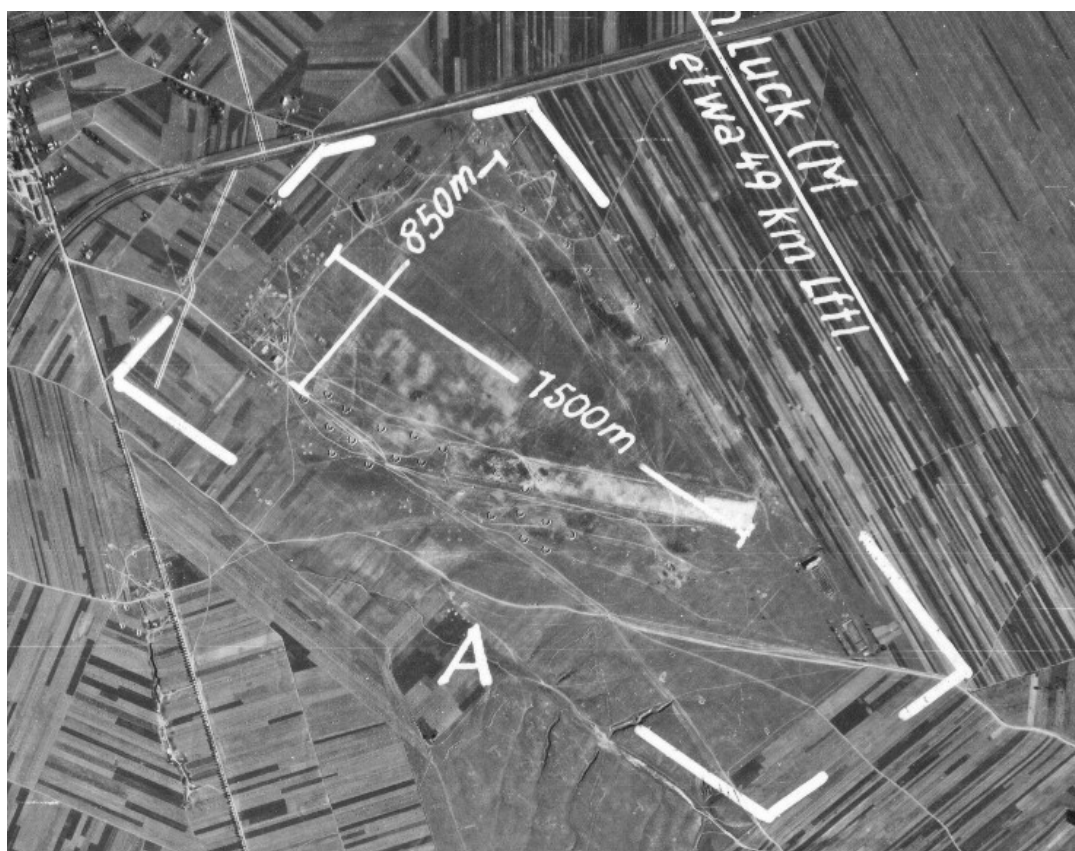


Рис. 2 – Один з радянських аеродромів поблизу Дубна [8]

Об'єкти протиповітряної оборони аеродромів, міст та інших стратегічних об'єктів розпізнаються за загальними демаскуючими ознаками: розташуванням, формою і розмірами окопів, порядком їх розміщення, наявності сховищ для обслуги, пунктів управління, наявності шляхів підходу і під'їзду до позиції. Більш сучасні зенітні позиції другої половини ХХ ст. порівняно легко ідентифікувати, оскільки більшість з них мають характерну форму та розміри.

Найбільше в Західному регіоні України залишилось як стаціонарних так і тимчасових позицій комплексів С-75. Обидва типи позицій мають характерну форму шестикутної зірки, утвореної окопами та ходами сполучення, вписаної в коло діаметром 200 м — для тимчасових, і 300 м для стаціонарних позицій. Типовою тимчасовою позицією комплексів С-75 є майданчик на околиці села Верхня Білка Пустомитівського району Львівської області (рис. 3) Полегшує пошук місць розгортання комплексів С-75, той факт що за час, відколи позиції були закинуті, вони заросли чагарниковою та деревною рослинністю, яка разом із валами і окопами допомагає їх розпізнати. Інші засоби протиповітряної оборони видає характерна форма майданчиків для розміщення техніки (часто у вигляді багатокутника), та наближеність до об'єктів, котрі вони захищають, на підвищених відкритих територіях з круговою оглядовістю. В межах населених пунктів засоби ППО як правило розміщувалися в парках, бульварах, на перехрестях вулиць, околицях, поблизу промислових об'єктів, мостів, скаладів, переправ і т.д.



Рис. 3 – Покинута позиція ЗРК поблизу с. Верхня Білка, Пустомитівського району Львівської області.

Прямими демаскуючими ознаками стартових позицій для запуску балістичних ракет є наявність пускових установок, бетонованих стартових столів діаметром 3м і більше, пускових шахт розміщених в один ряд або по

вершинах чотирикутника (квадрата, ромба). Обов'язковим атрибутом пускових устновок є майданчик для важкої техніки призначеної для транспортування і обслуговування балістичних ракет, як у недіючій військовій частині поблизу м. Долина Івано-Франківської області (рис. 4). Пускові установки дивізону тактичних ракет чи заглиблені позиції бронетехніки можуть розміщатися в окопах на невеликій відстані одна від одної по вершинах чотирикутника [4].

Непрямими демаскуючими ознаками позицій ракетної зброї є відокремленість їх від навколишньої місцевості. Вони переважно розміщені в лісових масивах, часто огорожених, чи розташовані в рекреаційних зонах, на достатній відстані від доріг, залізниць, населених пунктів. Додатковими ознаками є наявність неподалік від пускових установок житлових і господарських будівель для гарнізону частини, спорудження запасних і хибних позицій поруч з основною, розширення окремих ділянок доріг, їх покращена якість, спорудження з'їздів і об'їздів на дорогах, підсилення мостів, наявність поруч основних доріг та залізничних станцій, якими можна доставляти важку техніку.

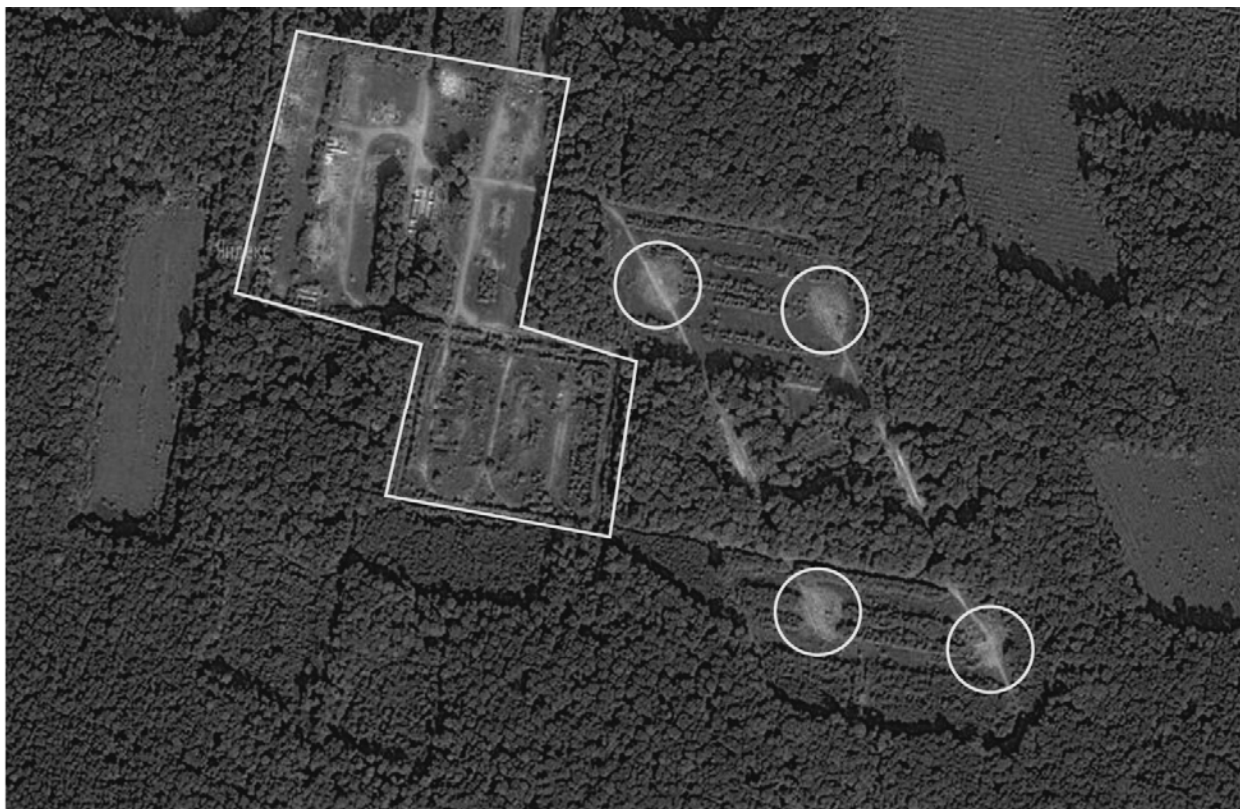


Рис. 4 – Наземні стартові позиції балістичних ракет поблизу м. Долина Івано-Франківської області.

Для фортифікаційних об'єктів не можна виділити універсальних ознак, за якими їх можна ідентифікувати, оскільки вони дуже різноманітні, їх види та способи побудови дуже еволюціонували з часом, та мали різні розміри, форму, приналежність та призначення. Тому за особливостями розпізнавання на космоснімках такі об'єкти найдоцільніше поділяти за історичними періодами виникнення та функціонування. Великі оборонні споруди (фортеці, форти, шанці, редути тощо) розпізнаються за характерною

формою багатогранника, переважно чотирикутника у вигляді трапеції чи ромба з розмірами від кількох десятків до сотень метрів. Прикладом таких об'єктів є Нова дубенська фортеця, поблизу с. Тараканів Дубенського району Рівненської області (рис. 5). Фортеця має форму ромба зі сторонами 240 м. Типовими земляними укріпленнями кінця XIX ст. є форти довкола Луцька та Рівного, які були використані у бойових діях під час Першої світової війни [6]. Потужні земляні укріплення трапецієвидної та п'ятикутної форми розмірами в десятків метрів. Майже у всіх випадках вони оточені ровами та валами. Допоміжними ознаками виявлення великих фортифікаційних споруд є той факт, що вони завжди будувалися на відкритих безлісних домінуючих висотах, що забезпечували хорошу оглядовість та взаємодію між укріпленнями, тому зазвичай форти зводили групами через кількасот метрів [2].

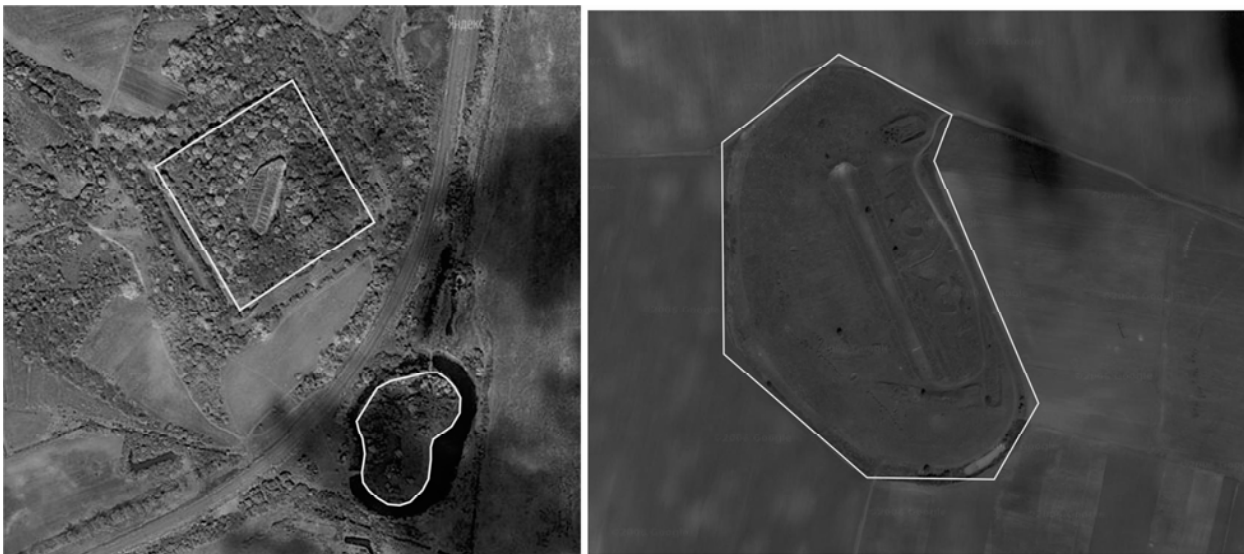


Рис. 5 – Нова Дубенська фортеця та один із фортів довкола Луцька.

Найчастіше фортифікації протягом 18-го до початку 20 ст. зводилися неподалік ключових доріг та залізниць [6]. За багато років недіючі фортифікації часто поглинуті населеними пунктами або вкриті деревною та чагарниковою рослинністю, яка й допомагає виділити їх на фоні безлісої чи загосподарованої місцевості. Однак важко віднайти об'єкти поглинуті лісовими масивами чи поруйновані часом та господарською діяльністю. В таких випадках краще працювати із зображеннями отриманими в зимовий чи весняний час – залишки снігового покриву у понижених ділянках підкреслюють контури об'єкту, наприклад допоміжні форти Львівської цитаделі на літніх знімках практично непомітні (рис. 6). Крім того, навіть якщо фортифікаційна форма була сильно пошкоджена чи знищена, при порушенні ґрунтового покриву на її місці порушується сніговий режим (сніг затримується, або швидше сходить), чи змінюється швидкість проростання трав'янистою рослинністю, що також підкреслює контури об'єкту.

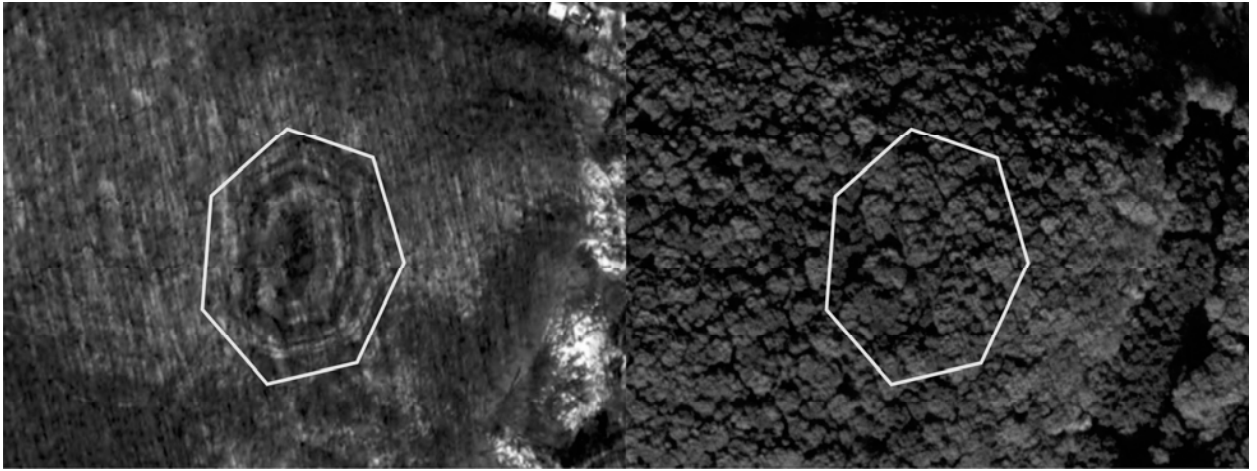


Рис. 6 – Один з допоміжних фортів Львівської цитаделі на зимовому і літньому знімках.

Фортифікації середини 20 ст. не так просто піддаються дешифруванню, для цього необхідні зображення високої роздільної здатності. Частини укріплення тих часів займають невелику площу, є практично точковими об'єктами на космознімках. Прямою дешифруальною ознакою може бути лише характерна форма бетонних споруд. Видати ДОТ чи навіть цілий опорний пункт може скупчення невеликих бетонних споруд на одній території, зазвичай поруч з лінією колишніх кордонів, біля основних доріг, переправ, мостів чи бродів. Такі об'єкти завжди будувалися перед відкритими просторами на ландшафтних домінантах, з можливістю взаємодії одного укріплення з іншим [10]. Також до непрямих ознак можна віднести розташування таких споруд чи комплексів укріплень поза межами забудови чи населених пунктів. Багато оборонних споруд по периметру вкрилися чагарниковою та деревною рослинністю, в таких випадках це допомагає виявити їх на фоні сільсько-господарських земель чи безлісних ділянок. Одними з найбільш помітних є ДОТи Рава-Руського укріп району поблизу с. Волиця, вони дуже добре вирізняються на фоні сільськогосподарських угідь (рис. 7). Ще однією допоміжною ознакою у виявленні сховищ та ДОТів є прилягання до них окопів, траншей чи ходів сполучення що різко обриваються при вході в замасковані чи зариті в землю оборонні споруди.

Багато недіючих військових об'єктів мають особливе значення у культурному, історичному, ландшафтному, архітектурному планах. Але, нажаль, проблематика постмілітарних об'єктів є недостатньо розкритою, невідома їх кількість на теренах Західного регіону України. Тому для дослідження їх сучасного стану та впливу на прилеглі ландшафтні системи необхідне створення геопросторової бази даних, яка містила б дані не лише про збережені, але й про перетворені та втрачені постмілітарні об'єкти. Створення такої бази практично неможливе без аналізу аерокосмічних матеріалів. Для багатьох постмілітарних об'єктів що втратили свій первісний вигляд замало аналізу даних ДЗЗ. Багато даних про об'єкти потребують верифікації польовими обстеженнями разом із аналізом історичних джерел.

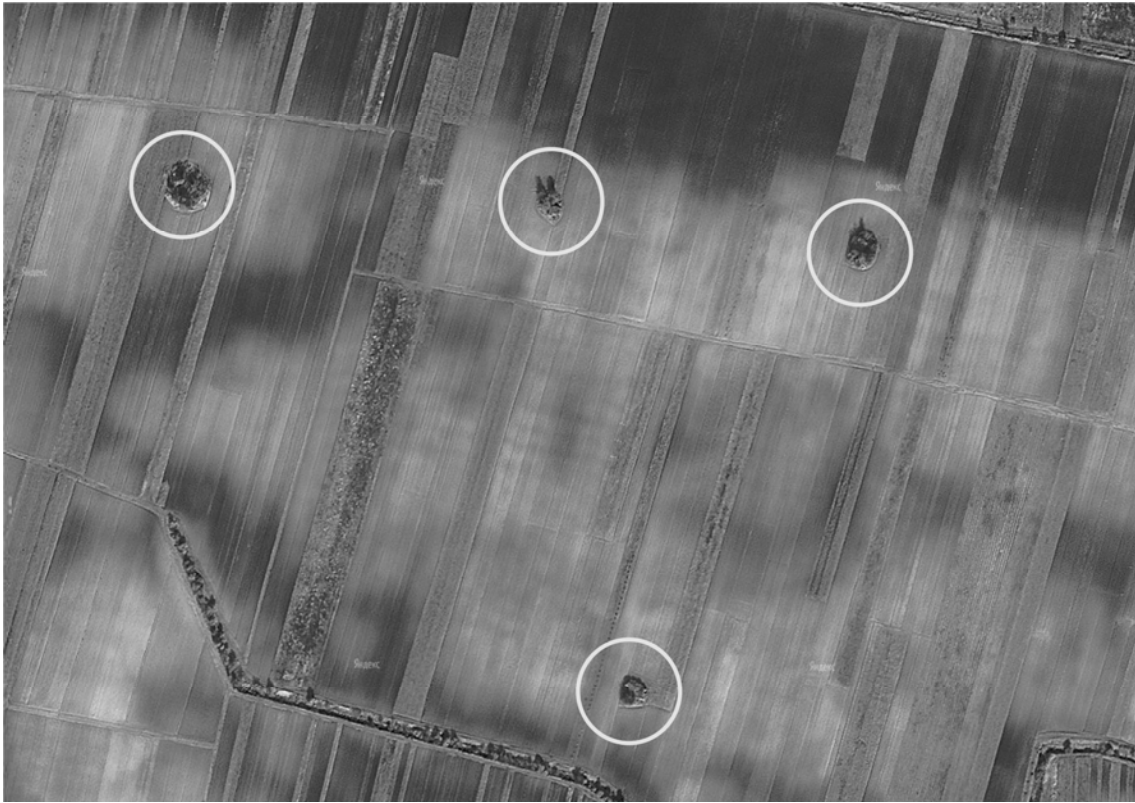


Рис. 7 – Фрагмент Рава-Руського укріп району, поблизу с. Волиця.

Список літератури

1. Богомолов А. Л. Топографическое дешифрирование природного ландшафта на аэроснимках / А. Л. Богомолов. – М. : Госгеолтехиздат, 1963. – 198 с. **2.** Людвиг М. Современные крепости : пер. с нем. / Макс Людвиг. – М : Воениздат, 1940. – 100 с. **3.** Паша П. С. Использование аэроснимков в войсках : уч. пособие / Паша П. С., Петин Н. Ф., Щеглов И. В. – М. : Воениздат, 1957. – 255 с. **4.** Подвиг П. Л. Стратегическое ядерное вооружение России [Книга]. - М : ИздАТ, 1998. – 492 с. **5.** Ющенко М. В. Владимир-Волынский укрепрайон / М.В. Ющенко, А.Л. Крещанов // Крепость России. – 2005. – №3. – 352 с. **6.** Яковлев В. В. Современное состояние долговременной фортификации / В.В. Яковлев, С. А. Хмельков. – Л. : Воен.-тех. академия РККА, 1926. – 137 с. **7.** Flgpl. Drohobych I SU 10 560 — М 1: 11000 [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.wii-photos-maps.com/targetrussia/citynamesbeginningd/citynames-dabrdzis/slides/Drohobycz%20I%20%20017.html> **8.** Flgpl. Dubno М 1: 41000 [Ел. ресурс]. – <http://www.wii-photos-maps.com/targetrussia/citynamesbeginningd/citynames-dabrdzis/slides/Dubno%20%20044.html>. **9.** May J. The Greenpeace Book of the Nuclear Age / John May. — NY : Pantheon Books, 1989. — 232 p. **10.** Short Neil and Adam Hook The Stalin and Molotov Lines. Soviet Western Defenses 1928-41 / Neil Short and Adam Hook. – Oxford : Osprey Publishing, 2008. – 68 p.

Сулик Б., Иванов Є. Дешифрування постмілітарних об'єктів на космо- та аерознімках.

У статті проаналізовано підходи до дослідження аерокосмічних матеріалів для створення бази даних постмілітарних об'єктів. Виділено етапи дешифрування та наведено прямі та непрямі дешифрувальні ознаки недіючих військових об'єктів Західного регіону України.

Ключові слова: постмілітарний об'єкт, дешифрувальні ознаки, геопросторова база даних.

Sulyk B., Ivanov Ye. Postmilitary objects interpretation on aero- and space imagery.

An article analyzes the approaches to the aerospace materials analysis for creating a database of postmilitary objects. The stages of decoding were presented and inactive military installations in Western region of Ukraine direct and indirect interpretation features were listed.

Keywords: postmilitary object, interpretation features, geospatial database.

Сулик Б., Иванов Е. Дешифрирование постмилитарных объектов по космо- и аэроснимкам.

В статье выполнен анализ подходов к исследованию аэрокосмических материалов для создания базы данных постмилитарных объектов. Выделены этапы дешифрирования и приведены прямые и косвенные дешифровочные признаки недействующих военных объектов Западного региона Украины.

Ключевые слова: постмилитарный объект, дешифровочные признаки, геопространственная база данных.

Надійшла до редколегії 26.06.2013

УДК 528.88:502.2:504.61

Філіпович В.Є.

*ДУ Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі
Інституту геологічних наук НАН України*

ОСОБЛИВОСТІ КОСМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ УРБАНІЗОВАНИХ ЛАНДШАФТІВ

Ключові слова: космічний моніторинг, урбанізований ландшафт, міський острів тепла, багатозональна космічна зйомка, теплова космічна зйомка

Космічний моніторинг урбанізованих територій базується на дослідженні за допомогою супутникових даних, просторово-часових змін ландшафтно-функціональної структури міста та змін окремих показників природного середовища, що відбуваються під впливом процесів урбанізації.

В даній роботі на прикладі окремих територій Київської агломерації розглядаються методичні питання застосування космічних матеріалів при аналізі змін у ландшафтно-функціональній структурі м. Києва, пов'язані з інтенсивною забудовою в долині р. Дніпро та в межах історичної частини міста.

Дослідження проводились у двох напрямках:

1) вивчення змін ландшафтно-функціональної структури міста за даними багатозональної космічної зйомки;

2) вивчення розподілу поверхневих температур у історичній частині міста за допомогою космічного сканера у тепловому діапазоні

Головною задачею досліджень було визначення тенденцій розвитку міських ландшафтів та розробка рекомендацій що до запобігання негативним наслідкам, пов'язаним із урбанізацією.

Для першого напрямку досліджень вихідними даними слугували матеріали багатозональних космічних зйомок серії «Landsat» (отримані з