

УДК 911.373: 332.37

**І. П. Ковальчук** – доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри геодезії та картографії Національного університету біоресурсів і природокористування України;  
**О. І. Швець** – аспірант Львівського національного університету імені Івана Франка;  
**Ю. М. Андрейчук** – асистент кафедри конструктивної географії та картографії Львівського національного університету імені Івана Франка

### **Картографічне моделювання структури землекористування в басейнах малих річок (за даними дистанційного зондування Землі)**

*Роботу виконано на кафедрі геодезії та картографії НУБіПУ*

У статті обґрунтовано доцільність збирання та формування баз даних землевпорядної інформації в межах басейнових систем на основі дешифрування матеріалів ДЗЗ. Висвітлено питання обробки космічних знімків для визначення рис структури землекористування через виділення його різнофункціональних типів у басейнових системах малих річок. Основним джерелом інформації виступали космічні знімки супутника QuickBird, які опрацьовували за допомогою геоінформаційного програмного забезпечення ESRI ArcGis 9.0. Методично дослідження виконували автоматичним та напівавтоматичним способом із залученням спеціалізованих програмних модулів. У результаті цих робіт у структурі землекористування басейну р. Бережниця виділено шість основних типів використання земель (землі з лісовим покривом, землі сільськогосподарського призначення, селитебні території, землі під господарськими об'єктами, землі, які використовуються для технічної інфраструктури, та землі з проявом сукцесійних процесів), у межах яких віддешифровано 32 підтипи землекористування. Отримані дані склали геопросторовий тематичний шар комплексної геоінформаційної моделі «Басейн річки Бережниця» та послугували основою для моделювання геоecологічного стану досліджуваної території. Отож, у басейні Бережниці вдалося виокремити території, які потребують упровадження різнопланових оптимізаційних заходів (з урахуванням видового різноманіття негативного впливу людської діяльності та його геоecологічних наслідків) і запропонувати оптимальну структуру басейнового землекористування.

**Ключові слова:** басейн малої річки, землекористування, дистанційне зондування Землі, геоінформаційне моделювання.

**Ковальчук І. П., Швець О. І., Андрейчук Ю. М. Картографическое моделирование структуры землепользования в бассейнах малых рек (по данным дистанционного зондирования Земли).** В статье обоснована целесообразность сбора и формирования баз данных землеустроительной информации в пределах бассейновых систем на основе дешифрирования материалов ДЗЗ. Рассмотрены вопросы обработки космических снимков с целью определения параметров структуры землепользования путем выделения его разнофункциональных типов в бассейновых системах малых рек. Основным источником информации выступали космические снимки спутника QuickBird, которые обрабатывались с помощью геоинформационного программного обеспечения ESRI ArcGis 9.0. Методически исследования выполнялись автоматическим и полуавтоматическим способами с привлечением специализированных программных модулей. В результате этих работ в структуре землепользования бассейна р. Бережница выделено шесть основных типов использования земель (земли с лесным покровом, земли сельскохозяйственного назначения, селитебные территории, земли под хозяйственными объектами, земли, используемые для технической инфраструктуры и земли с проявлением сукцессионных процессов), в пределах которых отдешифрировано 32 подтипы землепользования. Полученные данные составили геопространственный тематический слой комплексной геоинформационной модели «Бассейн реки Бережниця» и послужили основой для моделирования геоecологического состояния исследуемой территории. Таким образом, в бассейне р. Бережница удалось выделить территории, которые требуют внедрения разноплановых оптимизационных мероприятий (с учетом видового разнообразия негативного влияния человеческой деятельности и его геоecологических последствий) и предложить оптимальную структуру бассейнового землепользования.

**Ключевые слова:** бассейн малой реки, землепользование, дистанционное зондирование Земли, геоинформационное моделирование землепользования.

**Kovalchuk I. P., O. I. Shvets, Y. M. Andreychuk. Use of Remote Sensing Data for Cartographic Modeling of Land Use in The Basins of Small Rivers.** The expediency of collecting land use information within basin systems and data bases creation based on interpretation of space imagery materials in the article was grounding. The question of space imagery processing with aim to define a land use structure by determining his different functional types within

basin systems of small rivers was cleared up. Main information source are images from QuickBird satellite which worked out using geoinformational software by ESRI – ArcGIS 9.0. Methodically the research was made by automate and semiautomatic method using special program modules. As result of research workflow in land use structure within river Berezhnycia basin was determine 6 main types of land using (lands under forest cover, lands of agricultural using, urban territories, lands under economic objects, lands under technical infrastructure, lands under vegetational fluctuation) within which determine 32 subtypes of land use. Produced data made geospatial thematic coverage in complex geoinformational model “Berezhnycia river basin” and serving as base for geocological state modeling of researched area. Thus, in Berezhnycia basin was able to distinguish territories that needs an implementation optimization activities (considering diversity of negative human activity influence and his geocological consequences) and propone an optimal structure of basin land use.

**Key words:** small river basin, land use, remote sensing, GIS modeling of land use.

**Постановка наукової проблеми та її значення.** Сучасний етап соціально-економічного розвитку України характеризується збільшенням антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище та його компоненти. Особливо гостро стоїть проблема використання й охорони водних ресурсів. Найбільш чутливими серед них до господарського впливу людини є малі річки. Вони формують ресурси, гідрохімічний режим та якість води середніх і великих рік, які сукупно є основним джерелом прісної води в Україні. Малі річки найтісніше пов’язані зі своїм водозбором, і будь-які негативні процеси, які відбуваються у басейні, найповнішою мірою відображаються на стані русел річок, тому їх дослідження є важливим кроком у розв’язанні конфлікту господарської діяльності людини і природи. Для оптимального функціонування малих річок організація господарської діяльності в басейнах повинна бути співмірною з їх природним потенціалом, тому вагоме значення для стабілізації екологічного стану басейново-річкових систем має вивчення структури землекористування. Зазвичай вододільні лінії не збігають з адміністративними межами, за якими впорядковується інформація про структуру землекористування, тому досить проблемним є питання збору інформації про природокористування в межах басейнової системи. Цю проблему допомагають розв’язати сучасні засоби дистанційного дослідження Землі. На їх основі ми можемо дешифрувати типи землекористування в басейновій системі, й, відповідно, аналізувати їхній вплив на стан та функціонування і річки, так і її водозбору.

**Аналіз останніх досліджень із цієї проблеми.** Аналізуючи наукові дослідження тематики, слід зазначити, що проблемам раціонального використання та охорони земель присвячені роботи Ю. С. Булигіна, Д. С. Добряка, В. В. Горлачука, О. П. Канаша, І. П. Ковальчука, В. М. Кривова, А. Г. Мартина, Л. Я. Новаковського, А. Я. Сохничя, А. М. Третяка та інших; питання дешифрування аерокосмічної інформації висвітлені в розвідках В. Б. Кашкіна, А. І. Суханіна, Ю. Ф. Книжникова, В. І. Кравцової, І. К. Лур’є, А. Г. Косикова, В. І. Лялька, А. І. Обтралова, Г. Р. Байрак, Б. П. Мухи, Л. А. Богомоллова, А. Н. Живичина, І. А. Лабутіної, С. С. Кохан, А. Б. Востокова та інших. Трансформаційні процеси в землекористуваннях вивчали Б. М. Данилишин, Г. І. Денисик, Т. О. Євсюков, М. А. Хвесик, І. П. Ковальчук, М. А. Петровська, А. В. Михнович, Т. С. Павловська, Л. П. Царик та інші вчені.

Об’єкт дослідження – басейн р. Бережниця. Це мала річка, яка є правою притокою Дністра і верхня частина її басейну розташована в гірському регіоні (Українські Карпати), а нижня – у межах передгірської меліорованої рівнини.

**Мета** статті - виділити типи землекористування в басейновій системі р. Бережниця на основі даних ДЗЗ, а головне завдання: створити геоінформаційну модель землекористування басейну р. Бережниця; проаналізувати структуру використання земельного фонду досліджуваної річково-басейнової системи для потреб оптимізації землекористування та її геоекологічного стану.

**Матеріали і методи.** Дешифрування даних дистанційного зондування Землі на предмет виділення структури землекористування здійснювали за таким алгоритмом: спочатку аналізували та збирали аерокосмічну інформацію. Серед великої кількості аерофотоматеріалів, що постачаються на Землю такими супутниками, як Landsat, Terra, Spot, ENVISAT, IKONOS, QuickBird, OrbView, EROS та ін. [2; 7], ми взяли знімки супутника QuickBird. Його перевагами є висока просторова (61см у панхроматичному режимі та 2,44 м у мультиспектральному) та радіометрична (11 біт на піксель) роздільна здатність, широка смуга огляду, можливість зйомки полігонів складної форми. Дані знімки призначені для створення та поновлення топографічних карт і планів, інвентаризації та оцінки стану

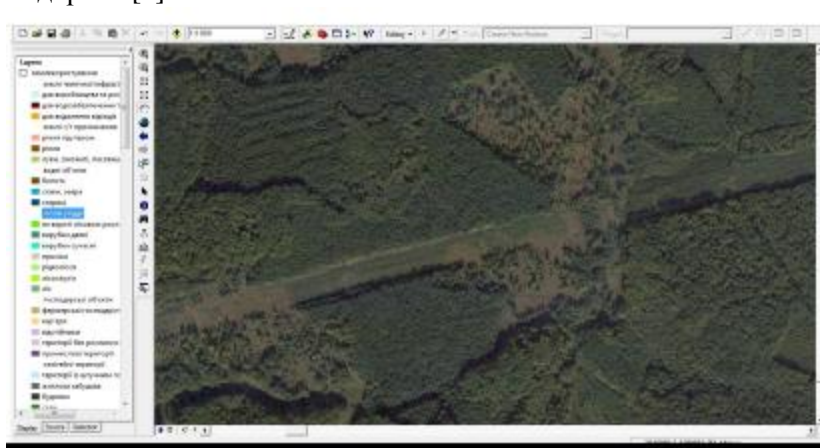
лісів, сільськогосподарських угідь, створення планів землекористувань, а також для розв'язання багатьох завдань у галузі охорони навколишнього середовища, тому найкраще підходять для розв'язання поставленого завдання; наступним етапом наших досліджень була підготовка знімків до подальшого опрацювання. Проводилося виправлення отриманих даних для досягнення найправдоподібнішого зображення земної поверхні. Для цього використовували корекцію кількох видів: радіаційну, радіометричну, геометричну і калібрування [7]. Одночасно здійснювався монтаж зображень з окремих знімків або їх фрагментів, вирізання потрібного фрагменту, його трансформування в картографічну проекцію та орторектифікування. Також добирали параметри відображення, таких як налаштування контрастності, яскравості, фільтрація недоліків зображення (усунення шумів, дрібних деталей). Ці завдання розв'язували за допомогою програмних пакетів ArcGis 9.0 (розробка ESRI) та ERDAS IMAGINE (Intergraph); після цього виділялися типи та підтипи землекористування на основі дешифрування космознімків та підготовка відповідного тематичного шару. Дешифрування аерофотокосмознімків можна виконувати чотирма методами: польовим, камеральним, аеровізуальним, комбінованим [3]. Перший із них вимагає великої затрати часу, другий проводиться без виходу в поле та ґрунтується на вивченні властивостей зображення; аеровізуальний спосіб є високоточним, проте вимагає спеціальної підготовки зі швидкого орієнтування та розпізнавання об'єктів. Найпрогресивнішим в організаційно-технічному та економічному аспектах є комбінований спосіб, суть якого полягає в поєднанні камеральних та польових робіт. Спочатку відбувається камеральне дешифрування, а потім під час польових досліджень перевіряється їх точність та вносяться поправки. Цей метод і використали під час дослідження структури землекористування в басейні р. Бережниця. Одночасно із цим узгоджували дані космічних зйомок із наявним картографічним матеріалом, що дало змогу спростити процес дешифрування даних ДЗЗ.

Дешифрування космознімків можна здійснювати двома способами – автоматичним і візуальним. При автоматичному способі не завжди отримується бажаний результат, особливо це стосується аерофотокосмознімків високої роздільної здатності, де значно розпорошується уявлення про типи й підтипи землекористування на основі виділення значної кількості класів. Також на знімках відображаються не всі, а лише певні властивості об'єктів, деякі губляться, інші постають частково зміненими, зображення одного й того самого об'єкта може відрізнятися залежно від умов знімання, тому опрацювання аерофотокосмознімків виконувалося візуальним методом за допомогою прямих та непрямих ознак дешифрування [3; 4; 7; 8]. Прямі ознаки є властивостями самих об'єктів та їх зображень. До прямих ознак відносять: розміри, форму, тіні власні й падаючі (інколи їх вважають непрямими ознаками), деталі, фототон або колір. Непрямі ознаки не забезпечують розпізнавання об'єкта, але вказують на його наявність, якщо вона не визначається за прямими ознаками. Також вони дають змогу усунути неоднозначність рішень, що прийняті за результатами аналізу прямих ознак, сприяють отриманню додаткових характеристик об'єктів. До них належать взаємне розташування об'єктів, сліди діяльності тощо. У технічному плані спочатку проводилися межі між різними типами землекористування, потім, за допомогою програмного модуля ArcCatalog було здійснено типологію та перетворення лінійних об'єктів у площинні. Кожному такому площинному об'єкту було присвоєно властивий йому підтип землекористування. Окремо створено структуру бази атрибутивної інформації, яка включала в себе такі параметри – тип, підтип землекористування, їх морфометричні (площа, периметр) та спектральні характеристики.

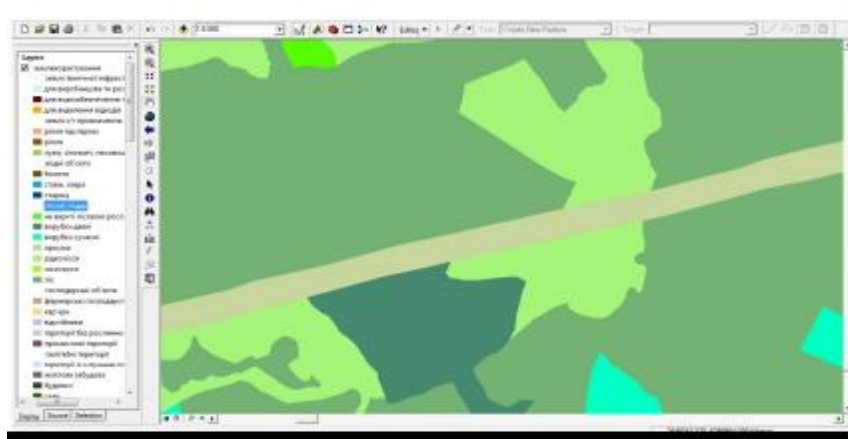
**Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження.** Упорядкування наявної інформації про землекористування за адміністративним районуванням відбувається на основі форми б-зем, тому виокремлення типів та підтипів землекористування здійснювалося на основі її узгодження з космозображенням. Цим способом визначено шість типів використання земель: землі з лісовим покривом, землі сільськогосподарського призначення, селитебні території, землі під господарськими об'єктами, землі, які використовуються для технічної інфраструктури. Також на основі космознімка виділено окремий тип землекористування, який не зазначений у формі б-зем – землі з проявом сукцесійних процесів, під впливом яких відбувається перехід підтипів сільськогосподарського землекористування в тип земель із лісовим покривом. У процесі дослідження було віддешифровано 32 підтипи землекористування.

Серед типу землі з лісовим покривом, який займає 44 % території досліджуваного басейну, виділено такі підтипи землекористування, як рідколісся, лісові угіддя, лісові землі, не вкриті лісовою рослинністю, різночасові вирубки, просіки, чагарники, а також лісосмуги (придорожні, полезахисні, водозахисні). Приклади їх виділення зображені на рис. 1а, б. Найкраще ці підтипи ідентифікуються на літніх знімках, проте чіткіші межі вони мають у період, коли відсутнє листя на деревах [5]. Ліс на знімках має відносно темний тон та зернисту структуру фотозображення. Цей підтип найбільший за площею серед усіх інших і становить 34 %. При визначенні рідколіс'я основними ознаками виступають величина проміжків між кронами, загальна зімкнутість покриву, «проглядність» покриву в глибину. Таких територій у досліджуваному об'єкті близько 4 %. Вирубки дешифрують за світлішим тоном, геометрично правильною формою, а також за висотою дерев. Власне, за цим показником у їх межах можна виділити різночасові вирубки. Просіки характеризуються значною протяжністю та чіткими прямолінійними межами. Зазвичай їх створюють із визначеною метою (під лінії електропередач, трубопроводи, кварталів при лісовпорядкуванні тощо), тому наявність у їх межах високовольтних ліній електропередач (рис. 3), трубопроводів є непрямыми ознаками цього типу землекористування. Найбільші за площею просіки розташовані у верхній частині басейну й призначені для безпеки проходження ліній електропередач. У лісових угіддях виділяються землі, не вкриті лісовою рослинністю, вони мають природні межі, позбавлені геометричних форм і займають 0,28 % площі басейну. Зображення чагарників виглядають безструктурними, аморфними ділянками з темно-сірим зернистим фоном. Найбільше їх трапляється в нижній частині басейну. Загалом чагарники розміщуються на 0,85 % досліджуваної території [1]. Лісосмуги різного функціонального призначення (поле-, водозахисні, придорожні) займають 1,69 % території басейну та ідентифікуються за видовженою вузькою формою, а непрямыми ознаками в цьому випадку виступає мета їхнього створення.

*Селитебні території* добре дешифруються за характерною структурою зображення системи вулиць та площ, будинків, представлених геометричними фігурами (зазвичай, прямокутниками) різного розміру. Тип населеного пункту уточнюємо за допомогою картографічного матеріалу. Для міських територій (рис. 3 а, б) характерні парки, промислові підприємства, території зі штучним покриттям, розгалужена правильна система шляхів сполучення. Сільські населені пункти характеризуються присадибними ділянками біля будівель, часто неправильним плануванням і розташовуються поблизу річок, струмків, ярів. Зазвичай, від сільських населених пунктів у різних напрямках розходяться польові дороги [6].

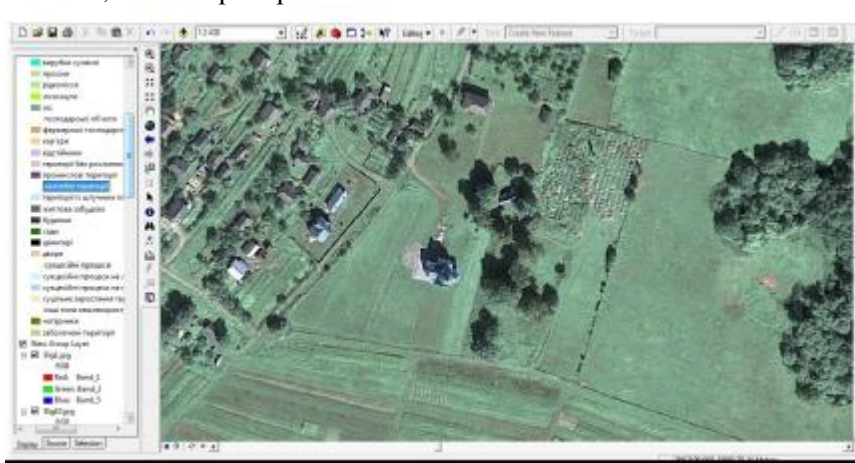


**Рис. 1а.** Фрагмент космознімка з відображенням лісового покриву, його елементів та властивостей



**Рис. 16.** Віддешифрований фрагмент космознімка з відображенням лісового покриву та його елементів.

У межах типу «селитебні території», які займають 5,14 % території басейну, виділяються такі підтипи, як землі під будинками, дворами, зеленими насадженнями (садами, парками), цвинтарями, територіями зі штучним покриттям (рис. 2а, 2б, 3а, 3б). Останні властиві таким населеним пунктам, як міста, і дешифруються за формою, кольором та за рівним тоном зображення (рис.3а, б). Ці території мають різне функціональне призначення, зокрема, часто це місця автостоянок та парковок, різноманітні ринки та площі. У басейні р. Бережниця такі об'єкти сконцентровані переважно в Моршині й становлять 0,064 % території.

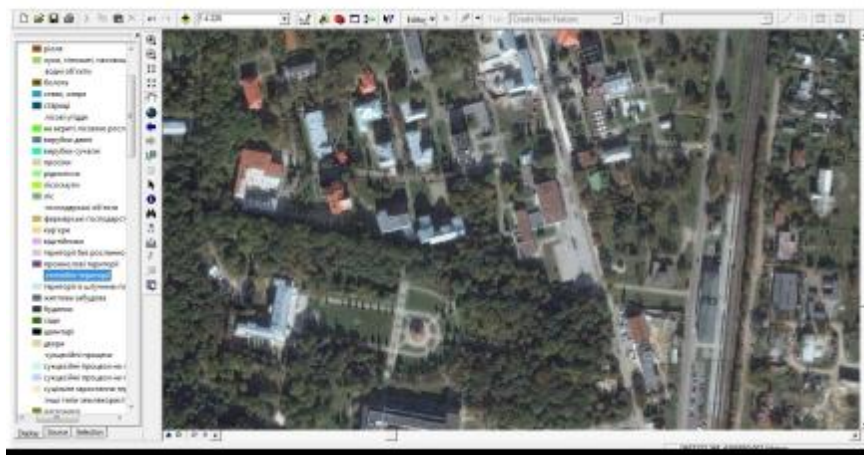


**Рис. 2а.** Фрагмент космознімка з відображенням селитебних територій (сільських) та угідь сільськогосподарського використання



**Рис. 2б.** Віддешифрований фрагмент космознімка з відображенням селитебних територій (сільських) сільськогосподарського використання

Щодо цвинтарів, то виділення цього типу землекористування, зокрема його просторове розташування щодо річкової мережі є важливим питанням гідроекологічного нормування. Вони чітко дешифруються на аерофотознімках (рис. 2а, 2б) за виразними формами, часто довкола них насаджено чагарникові та деревні насадження, розташовуються на околиці населених пунктів. Частка цвинтарів у структурі землекористування досліджуваної території 0,057 %. Зелені насадження в межах населених пунктів об'єднують паркову зону та сади і становлять 1,91 % басейну р. Бережниця.



**Рис. 3а.** Фрагмент космознімка з відображенням селитебних територій (м. Моришин)



**Рис. 3б.** Віддешифрований фрагмент космознімка з відображенням селитебних територій (м. Моришин)

Щодо питання дешифрування господарських об'єктів, то для їх визначення не завжди достатньо лише прямих і непрямих ознак. Деякі об'єкти потребують докладнішого вивчення в польових умовах, оскільки дані дистанційного відображення не дають повної картини про характер використання території. У цій категорії було виділено фермерські господарства, землі промисловості й такі супутні об'єкти, як відстійники, кар'єри й території без рослинного покриття (утворені внаслідок дії важкої техніки на земну поверхню, а також землі промислових підприємств).

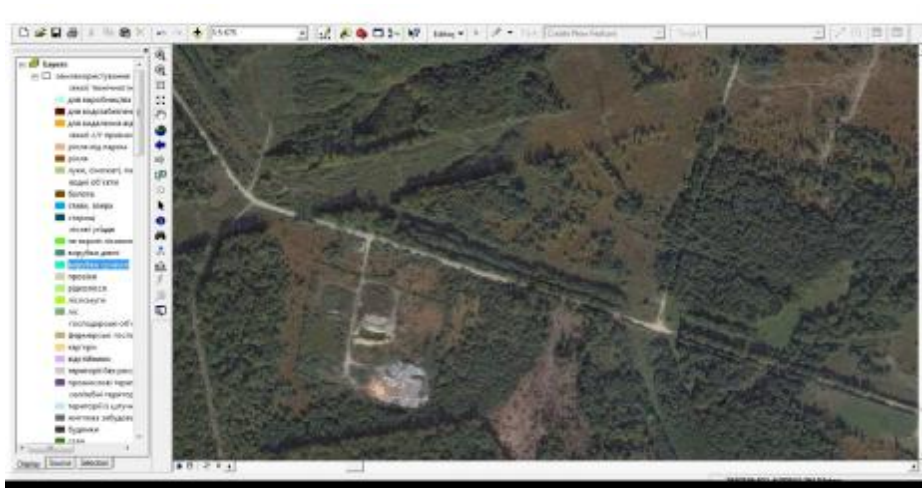


Рис. 4а. Фрагмент космознімка з відображенням полігону токсичних відходів та лісових угідь

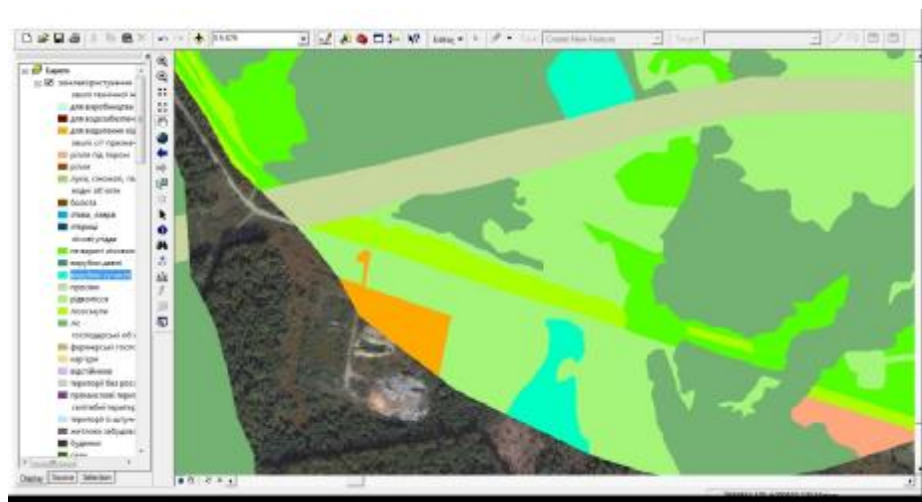


Рис. 4б. Віддешифрований фрагмент космознімка з відображенням полігону токсичних відходів та лісових угідь

Промислові підприємства дешифруються за виробничими будівлями, складами, високими трубами, під'їзними шляхами. Вони розташовуються за межами населеного пункту, поруч із ними часто є водойми зі специфічною формою берегової лінії, кар'єри [4]. Таким чином було визначено, що найбільше промислових підприємств розташовані в смт Дашава, а саме: Дашавське заводоуправління будівельних матеріалів (виробництво будівельної цегли, керамічної черепиці), Дашавський завод композиційних матеріалів (вуглець технічний, кільця ущільнювальні, вироби гумотехнічні, нафтохімічне обладнання), Дашавське виробниче управління підземного зберігання газу. В м. Моршині функціонує ВАТ «Моршинський завод мінеральних вод «Оскар»» та ВАТ «Нова», яке здійснює продаж продукції ВАТ «Моршинський завод мінеральних вод «Оскар»», а також інших виробників через свої філії та офіційні представництва. Ще одне підприємство (консервний завод) розташоване поблизу гирла річки, у с. Млинську. У басейні р. Бережниця промисловими підприємствами зайнято 0,28 % площі, кар'єрами – 0,019 %, землями без рослинного покриття – 0,005 % земної поверхні.

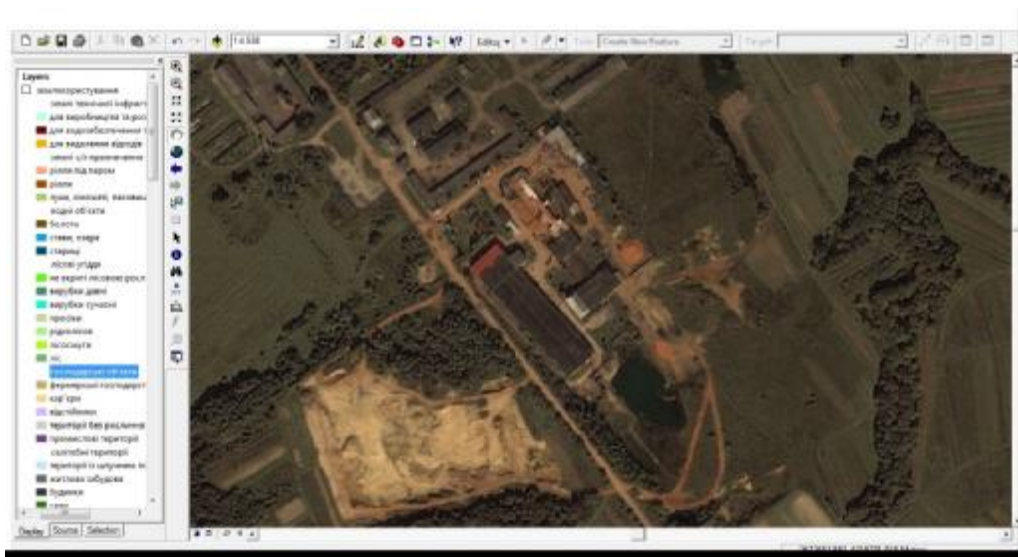


Рис. 5а. Фрагмент космознімка з відображенням промислових господарських об'єктів (Дашавське заводоуправління будівельних матеріалів)

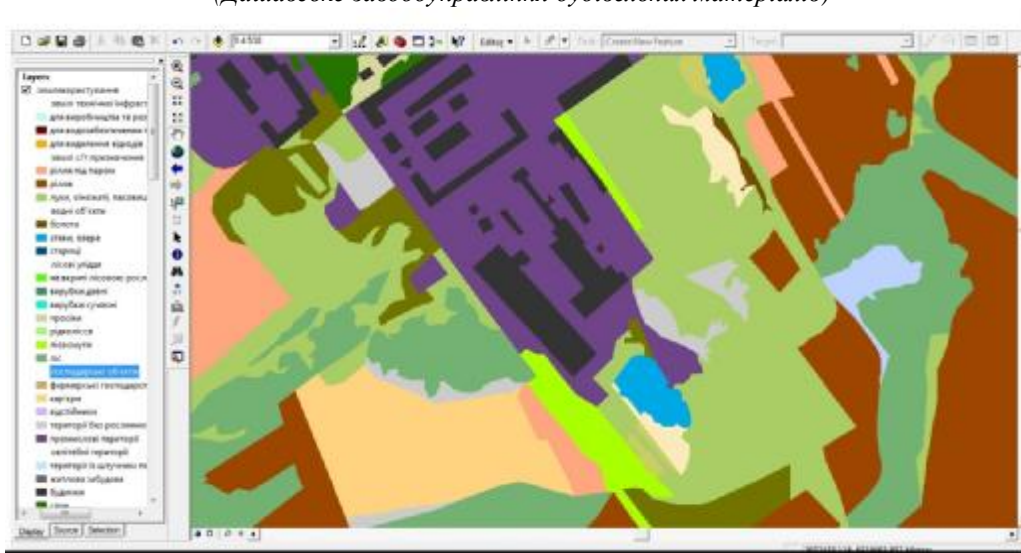


Рис. 5б. Віддешифрований фрагмент космознімка з відображенням промислових господарських об'єктів (Дашавське заводоуправління будівельних матеріалів)

Відносно великі (витягнутої форми) споруди, розташовані на окраїні чи поблизу сільського населеного пункту, з вищупаною довкола рослинністю і мережею прогонів, що розходяться від них, є непрямими ознаками тваринницької ферми [8]. Проте часто цих даних недостатньо для визначення типу господарювання на об'єктах, тому важливими є польові дослідження. За їх допомогою на космознімках було визначено в басейні північного закарпатського басейну фермерських господарств (у селах Лисовичі, Дашава, Комарово, Йосиповичі, Млиниські), птахофабрику в с. Бережниця (Стрийський район) та агрофірму в с. Бережниця (Жидачівський район) (рис. 6а, 6б). Сумарно вони займають 0,14 % площі басейну.

У басейні р. Бережниця присутні такі підтипи *земель технічної інфраструктури*: землі, призначені для виробництва (трансформування) та розподілення електроенергії, для водозабезпечення та очищення стічних вод, для видалення відходів. Сумарно їх площа не є значною (менше 0,02 %) порівняно з площею басейну, проте їх розміщення і стан є важливими з геоecологічних позицій. Деякі об'єкти ми мали змогу ідентифікувати на досліджуваних космознімках; зокрема, чітко ідентифікуються землі, призначені для трансформування та розподілення електроенергії (за такими непрямими ознаками, як трансформаторні установки й тіні від опор ліній електропередач, які у великій кількості розташовані



на електричних підстанціях). Такі підстанції з розподілення електроенергії в межах досліджуваного басейну розташовані в Довгому, Йосиповичах та Дашаві. Два наступні підтипи землекористування важко ідентифікувати без польових досліджень. На їх основі було віддешифровано три об'єкти підтипу «землі, призначені для водозабезпечення та очищення стічних вод» – очисні споруди м. Моршина та смт. Дашави, а також станція технічного водопостачання в с. Бані Лисовицькій. Вододіл басейну проходить через полігон токсичних відходів ВАТ «Шкіряник», який поєднує в собі також функцію міського сміттєзвалища м. Болехов (рис 4 а, 4б). Полігон має достатньо надійну систему відведення та очищення води, забрудненої токсичними відходами. Проте при цьому не слід нехтувати небезпекою, яку він створює, оскільки виникають аварійні ситуації, внаслідок яких токсиканти потрапляють із ґрунтовими водами в річку Бережниця.



Рис. 6а. Фрагмент космознімка з відображенням господарських об'єктів (фермерські господарства)



Рис. 6б. Віддешифрований фрагмент космознімка з відображенням господарських об'єктів (фермерські господарства)

Гідрографічні об'єкти, серед яких ми виділили озера та стави, болота і стариці, визначаються за прямими ознаками, переважно за кольором або тоном водної поверхні водойм та річок і характерним рисунком гідрографічної мережі. Штучні водні об'єкти розпізнаються за наявністю гідротехнічних споруд, які відзначаються прямолінійною межею водойми в її нижній (широкій) частині [6]. У

досліджуваному басейні переважають штучні водойми, створені на річці Бережниця та її притоках, які займають 0,22 % його площі. Найбільше їх у середній течії річки. Багато з них зазнали евтрофікації, а розташовані в нижній течії – втратили своє функціональне призначення та перетворилися в болота. Болотні ділянки відображаються на знімках темно-сірим тоном, який сильно змінюється залежно від наявності трав'яної, мохової чи іншої рослинності та зволоженості болота. Згідно з формою б-зем, у басейні Бережниці відсутні верхові болота. Низинні (трав'яні) болота розташовані найчастіше вздовж річок із низькими берегами та в знижених місцях серед лісу. Прохідність болота визначають за наявністю стежок та деревної рослинності. У досліджуваному басейні болота займають 0,02 % його площі.

Відобразити спотворений на знімку об'єкт можна за його геопросторовою приуроченістю. Цим способом об'єкт на заплаві річки, що нагадує русло з чіткими ознаками заболоченості, можна інтерпретувати як старицю. Стариці на досліджуваній території займають 0,12 % поверхні басейну; значного поширення цей підтип землекористування набув у гирловій частині басейну.

При дешифруванні *сільськогосподарських угідь можна* чітко виділити два підтипи землекористування: рілля та рілля під паром. Вони характеризуються чіткими геометричними межами й тоном забарвлення [2]. Найкраще виділяється рілля на весняних знімках (за рахунок темнішого тону), дещо гірше – на осінніх (після збору урожаю). На літніх фотознімках тон зображення великою мірою залежить від культури, що вирощується на ріллі, але ідентифікувати її дозволяють сліди обробітку. Щодо ідентифікування рілля під паром, то тут часто доводиться звертатися до польових досліджень, адже не на всіх ділянках можна чітко побачити сліди розорювання впродовж попередніх років, часто їх можна сплутати з територіями, які теж зазнають впливу сільськогосподарської діяльності – пасовищами, сіножатями. Проте при наявності ознак розорювання в минулому та відсутності процесів антропогенних сукцесій ми можемо зарахувати їх до підтипу «рілля під паром».

Під сільськогосподарськими угіддями зайнято більше третини (40,34 %) території басейну. Половина з них перебуває під ріллею, майже третину займають луки, сіножаті та пасовища, решта землі перебуває під паром. Найбільше земель сільськогосподарського призначення розташована в нижній, найбільш меліорованій частині басейну.

Однак немає методів, за якими можна було б дешифрувати окремо такі підтипи землекористування, як луки, сіножаті чи пасовища. Оскільки на знімках зафіксований один визначений момент часу, то ми зможемо ідентифікувати лише ті території, де на сьогодні здійснюється випас, чи ті території, які були нещодавно скошені. Це не дає повної картини розташування пасовищ і сіножатей, оскільки в літній період процес оновлення рослинного покриву є дуже динамічним, а випас може здійснюватися на декількох ділянках. Тому ці три підтипи землекористування ми, як і багато інших дослідників [2–4; 6–8], об'єднали в один. Луки виділяють за рівним сірим тоном та їх розташуванням біля річок.

Важливим питанням при виділенні типів землекористування виступає дешифрування *сукцесійних процесів* на покинутих людиною територіях (рис. 7а, 7б). Ці процеси відбуваються на 8,18 % площі басейну р. Бережниця. У цьому типі виокремлено три підтипи (за характером власне сукцесійних процесів). Перший підтип відображає суцільне заростання території і характеризується тривалим розвитком сукцесійних процесів. Наслідком є формування щільного деревного покриву на території, яка раніше не була зайнята лісом. Власне, за цими ознаками він і дешифрується. Такі процеси характерні для 1,17 % досліджуваної території. Наступний підтип охоплює землі з сукцесійними процесами на перелогах. Ці процеси відбуваються на тих ділянках, які були спочатку переведені під перелоги, а потім їх використання втратило економічний зміст. Вони дешифруються за непрямими ознаками розораності та наявності поодинокі деревної і чагарникової рослинності. Найактивніше сукцесійні процеси відбуваються на луках (3,67 % території басейну). Вони ідентифікуються аналогічно попередньому підтипу, проте на територіях, які раніше займали луки. Виокремлення цих підтипів землекористування має вагоме природоохоронне й екостабілізувальне значення (попри економічну неефективність їх використання) завдяки рахунок виведення їх зі складу земель сільськогосподарського призначення.

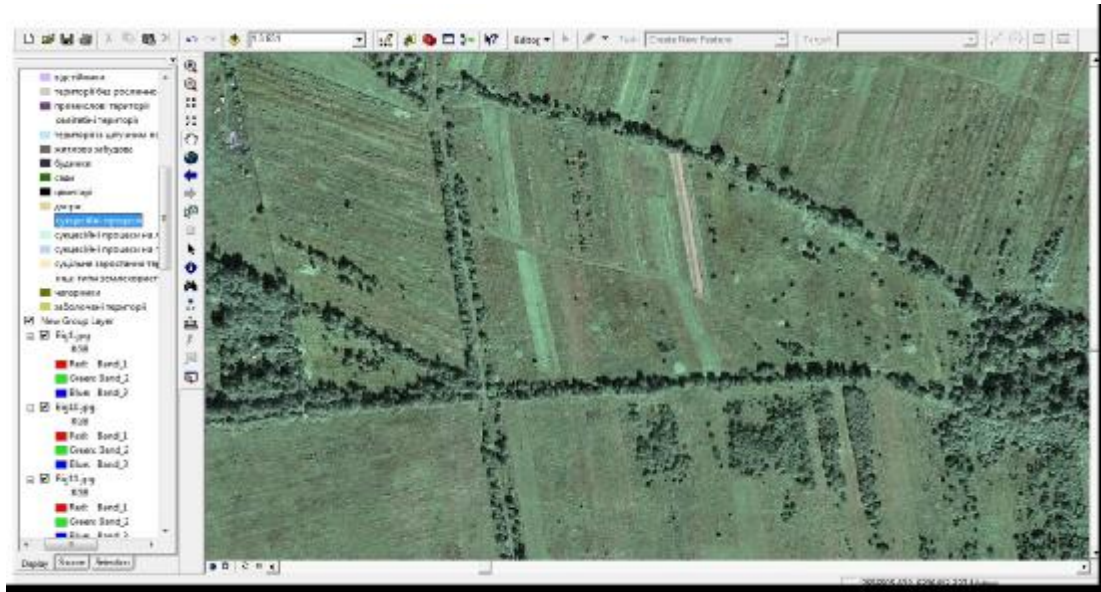


Рис. 7а. Фрагмент космоснімка з відображенням сукцесії цих процесів

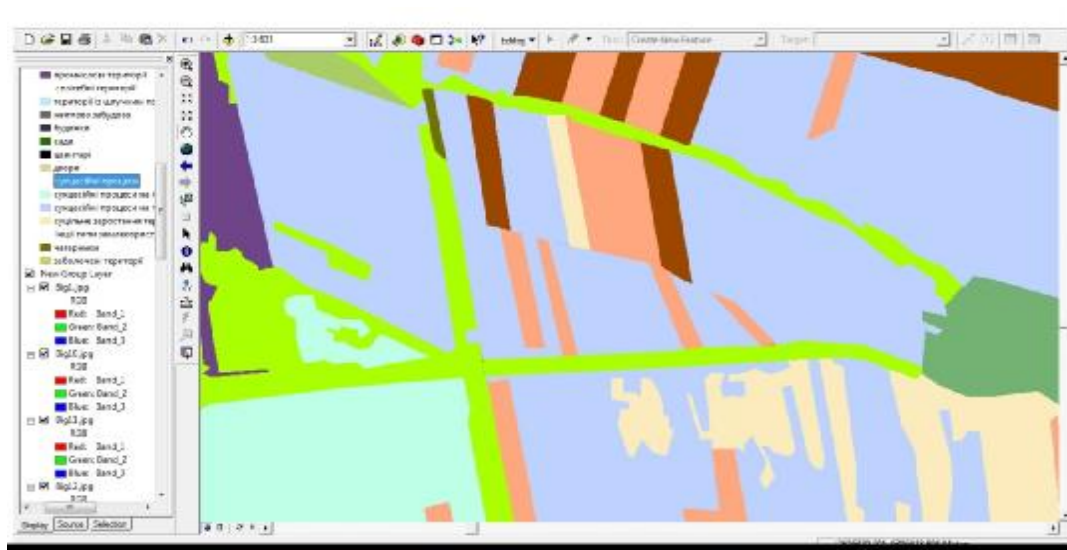


Рис. 7б. Віддешифрований фрагмент космоснімка з відображенням сукцесійних процесів

Результатом дешифрування типів землекористування на основі аерокосмофотознімка є створена нами геоінформаційна модель структури землекористування басейну р. Бережниця (рис. 8). За її допомогою можемо простежити просторовий розподіл типів землекористування та їх співвідношення між собою. Найбільшу площу займають лісові угіддя – 43,94 %, Під сільськогосподарськими угіддями зайнято більше третини басейну – 40,34 %. Половина з них перебуває під ріллею, майже третину займають луки, сіножаті та пасовища; решта земель перебуває під паром. Сукцесійними процесами охоплено 8,18 % земної поверхні. Зокрема, найактивніше вони відбуваються на луках (3,67 %). У категорії селитебних територій (5,14 % басейну) виділяється житлова забудова та сади. Господарські об'єкти розташовані на 0,47 % басейну; половину з них займають промислові підприємства, третину – фермерські господарства. Серед водних об'єктів (0,35 %) озера розташовані на 0,21 % території, стариці – на 0,11 %; значно меншу площу займають болота (0,02%), а процесами заболочення охоплено 1,59 % території.



Рис. 8. Геоінформаційна модель структури використання земельного фонду басейнової геосистеми р. Бережниця (створена за даними ДЗЗ)

Простежується просторова варіація категорій землекористування вниз за течією річки. Так, біля витоків річки Бережниця та на правому березі в середній течії домінують лісові угіддя. Лівий берег середньої течії характеризується збільшенням частки земель сільськогосподарського призначення. Рівнинна частина (нижня течія) басейну використовується переважно для сільськогосподарських потреб. Селітебні території, як і водні та водогосподарські об'єкти, простягаються вздовж річкової мережі; до них приурочене розташування відповідних господарських споруд.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Дані ДЗЗ виступають важливим інструментом у дослідженні структури землекористування басейнових систем малих річок. Дешифрування космознімків забезпечує інформацію, яку отримати для басейнових систем іншими методами важко,

оскільки вона переважно збирається для адміністративно-територіальних одиниць. На основі аналізу космознімка супутника QuickBird, за прямими та непрямими ознаками об'єктів, візуальним способом, за допомогою розробки компанії ESRI – програмного пакета ArcGis 9.0 – ми в басейновій системі р. Бережниця виділили 32 підтипи землекористування. Вони об'єднані в такі класи: землі під лісовими угіддями, землі сільськогосподарського призначення, землі технічної інфраструктури, землі селищних територій, землі з проявом сукцесійних процесів, землі під господарськими та водними об'єктами. Створена геоінформаційна модель розподілу типів та підтипів землекористування в басейновій системі річки Бережниця. Вона показала, що лісові угіддя займають понад 43 %, землі сільськогосподарського призначення – 40 %, землі з сукцесійними процесами – 8 %, із селищними об'єктами – 5 %, з господарськими об'єктами – 0,47 %, з водними об'єктами – 0,35 % території басейнової системи. У просторовому аспекті чітко диференціюється розподіл типів землекористування вниз за течією. Верхня частина басейну зайнята переважно лісовими угіддями, які домінують також на правому березі середньої течії. Починаючи від м. Моршина, на лівому березі поступово вниз за течією збільшується кількість земель сільськогосподарського призначення, зокрема співвідношення між ріллею та землею під паром зміщується в бік першої. Нижня частина басейну характеризується переважанням земель сільськогосподарського призначення. Такі класи, як селищні території, господарські об'єкти розташовуються переважно вздовж річкової мережі. Отримані дані можуть виступати як інформаційна база для оптимізації стану довкілля та природокористування.

#### *Список використаної літератури*

1. Włach Barbara. Wpływ czynników antropogenicznych na zmiany struktury krajobrazu. – В. Włach // Fotointerpretacja w geografii. Problemy telegoinformacji. – Warszawa, 1998. – Р. 52–66.
2. Байрак Г. Р. Аналіз рельєфу і природокористування рівнин заходу України за аерокосмічними даними / Г. Р. Байрак : монографія. – Львів : Вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2007. – 296 с.
3. Богомолов Л. А. Топографическое дешифрирование природного ландшафта на аэроснимках / Л. А. Богомолов. – М. : Госгеолтехиздат, 1963. – 196 с.
4. Живичин А. Н. Дешифрирование фотографических изображений / А. Н. Живичин. – М. : Недра, 1980. – 246 с.
5. Исаев А. С. Аэрокосмический мониторинг лесов / А. С. Исаев, В. И. Сухих, Е. Н. Калашников [и др.]. – М. : Недра, 1991. – 240 с.
6. Кашкин В. Б. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений / В. Б. Кашкин, А. И. Сухинин. – М. : Логос, 2001. – 264 с.
7. Кохан С. С. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи / С. С. Кохан, А. Б. Востоков. – К. : Вища шк., 2009. – 511 с.
8. Лабутина И. А. Дешифрирование аэрокосмических снимков : учеб. пособие для студ. вузов / И. А. Лабутина. – М. : Аспект Пресс, 2004. — 184 с.

Стаття надійшла до редколегії  
24.01.2013 р.