

УДК 551.820

**СТАН ТА МОНІТОРИНГ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ
НА ТЕРИТОРІЇ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО
ПАРКУ «ПОДІЛЬСЬКІ ТОВТРИ»
З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ДЗЗ**

*В. О. Шумейко,
О. В. Атрасевич
(Центр прийому і обробки спеціальної інформації
та контролю навігаційного поля, м. Дунаївці)*

Проведена класифікація даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) і створено карту використання земель на території Національного природного парку «Подільські Товтри». Запропонований метод визначення місця розташування промислових об'єктів за допомогою побудови температурних карт підстильної поверхні. Визначено основні потенційно-небезпечні об'єкти, які впливають на екологічну ситуацію в межах природного парку.

Проведена классификация данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и создана карта использования земель на территории Национального природного парка «Подольские Толтры». Предложено метод определения местоположения промышленных объектов с помощью построения температурных карт подстилающей поверхности. Определены основные потенциально-опасные объекты, которые влияют на экологическую ситуацию в границах природного парка.

The classification of remote sensing (RS) and the established land use map in the National Park Podil's'ki Tovtry. Proposed method for determining the location of industrial facilities by constructing temperature maps of the underlying surface. The main potentially dangerous objects that have an impact on the ecological situation within the natural park.

Проблема збереження природно-заповідного фонду стає актуальною в час без контрольного і без наказаного використання природних ресурсів, забруднення території промисловими підприємствами та в результаті скидання побутових відходів населенням, яке проживає на території парку.

© В. О. Шумейко, О. В. Атрасевич, 2011

Ситуація, яка склалась на сьогоднішній день потребує розробки і впровадження комплексу методів оцінки ступеня використання природних ресурсів і забруднення навколишнього середовища, а також моніторингу з метою виявлення і попередження порушень.

Національний природний парк (НПП) «Подільські Товтри» створено згідно з Указом Президента України від 27 червня 1996 року № 474. Розташований він у межах Городоцького, Кам'янець-Подільського та Чемеровецького районів Хмельницької області на площі 261 316,0 га (12,5% території області (рис.1)).

З цієї площі 3081,5 га надано парку в постійне користування, решта земель знаходиться у користуванні сільськогосподарських, лісогосподарських та інших підприємств, сільських рад, фермерів та індивідуальних власників землі. За площею національний парк «Подільські Товтри» є найбільшим у Європі.

Згідно з функціональним зонуванням територія парку розподілена на:

- заповідну зону, площею 1 603,8 га;
- зону регульованої рекреації — 11 452,2 га;
- зону стаціонарної рекреації — 173,5 га;
- господарську зону, площею 248 086,5 га.

Щоденний моніторинг такої території за допомогою контактних наземних вимірів не є доцільним, оскільки для цього необхідно велика кількість людських ресурсів і фінансів. Таким чином доцільно розглянути альтернативні методи моніторингу цієї території, тобто дистанційні.

Дистанційне зондування — це отримання інформації про властивості об'єктів чи явищ за допомогою реєструючого пристрою, який не має з ними контакту.

Методи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ):

- аерофотозйомка (літаки, безпілотні літаючі апарати та інші);
- космічна зйомка (штучні супутники Землі (ШСЗ)).

У зв'язку із значним техногенним впливом на природне середовище, велике значення відіграють способи і методи екологічних досліджень. Використання перспективних методів ДЗЗ дозволяє оперативно і з великою достовірністю отримати об'єктивну інформацію про стан природно-заповідного фонду і здійснювати його моніторинг.

Основна задача комплексного аерокосмічного моніторингу природно-заповідних територій — просторово-часовий аналіз і еколо-

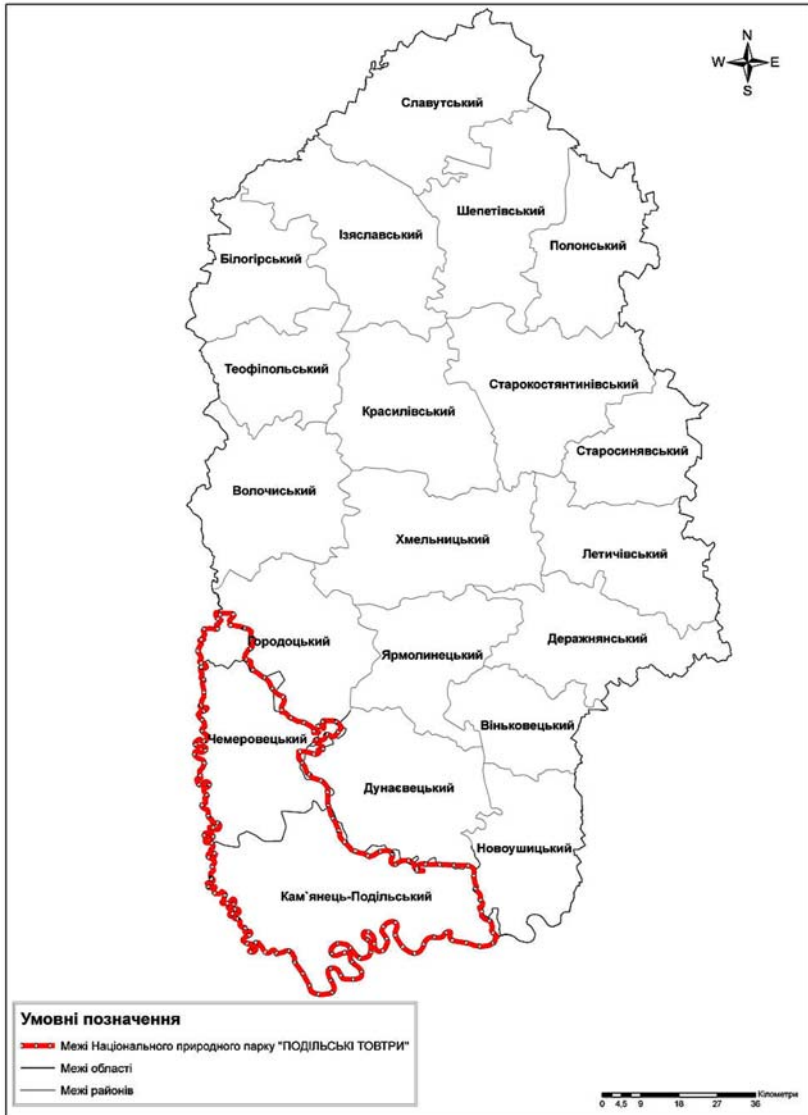


Рис. 1. Карта НПП «Подільські Товтри».

гічне прогнозування динаміки геосистем різного рівня, при тій чи іншій ступені і характеру антропогенної дії на них.

Аерокосмічний моніторинг заповідних територій включає послідовну щосезонну і щорічну космічну зйомку в оптичному і радіолокаційному діапазонах з метою вивчення і контролю за станом природоохоронних геосистем, з метою отримання оперативної і достовірної просторово-часової інформації про форму і масштаби антропогенних впливів на природне середовище.

Основні напрямки аерокосмічного моніторингу природно-заповідних територій:

- зйомка просторової структури і різномасштабне тематичне картографування природних комплексів;
- спостереження за короткочасною (головним чином сезонною) динамікою геосистем;
- моніторинг багаторічної динаміки і екологічний прогноз;
- реєстрація геофізичних ефектів антропогенних дій.

В першу чергу необхідно провести класифікацію підстильної поверхні для створення карти функціонального зонування парку і основних чинників і компонентів забруднення його території.

Для створення карти використання земель Національного природного парку «Подільські Товтри» використовувалися мультиспектральні знімки з космічного апарата (КА) Landsat-5, 7, які найбільш підходять для класифікації підстильної поверхні.

Таблиця 1 — Основні технічні характеристики КА Landsat-5, 7

Космічний апарат (пристрій)	Спектральний діапазон, мкм	Ширина смуги огляду, км	Період знімання	Просторове розрізнення, м
Landsat-7 (ETM+)	Мультиспектральний — 0.45 — 12.5	185	16 днів	30, 60
	Панхроматичний — 0.52 — 0.90			15
Landsat-5 (TM)	Мультиспектральний — 0.45 — 12.5			30, 60

Перед проведенням класифікації космічних знімків необхідно провести — покращення якості зображення: атмосферну корекцію (послаблення впливу атмосферного туману, повернення реальної спектральної яскравості об'єктам).

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

Для проведення атмосферної корекції (послаблення впливу атмосферного туману) використовується додатковий модуль ERDAS Imagine — ATCOR (рис. 2).

Для чого були використані метадані з файлу анотації:

- Acquisition_date (дата створення);
- Sun_elevation (висота сонця);
- Калібровочні дані.



Рис. 2. Результат роботи модуля ATCOR

Класифікація проводилася поетапно:

1. Визначення задач обробки знімку і вибір способу класифікації.

В процесі класифікації космічних знімків використовувався алгоритм «класифікація з навчанням». Для нього характерні наступні вимоги:

- було відомо, які об'єкти присутні на знімку;
- на знімку присутня невелика кількість класів, які необхідно дешифрувати;

- класи чітко розрізняються на знімку.

2. Вибір еталонних ділянок.

Для проведення контрольованої класифікації було сформовано файл з еталонними ділянками, до якого входило чотири групи класів об'єктів:

- водні об'єкти;
- насадження дерев;
- урбанізовані території;
- землі сільськогосподарської діяльності та землі, що не використовуються.

До кожної з цих груп входило по 5—6 еталонних ділянок. Всього файл нарахував 21 еталонну ділянку.

Процес контрольованої класифікації проходив на основі алгоритму (рис. 3), в межах вибраних правил рішення.

В даній роботі були вибрані наступні правила рішення, а саме:

- для непараметричних еталонів вибиралось правило простору ознак;
- для еталонів, що перекриваються — правило, що діє для параметричних еталонів;
- для еталонів некласифікованих — правило, що діє для параметричних еталонів;
- для параметричних еталонів — правило максимальної правдоподібності.

3. Проведення класифікації і оцінка якості результатів.

В результаті проведеної класифікації було отримано чотири класи.

На території НПП налічується 49 кар'єрів по видобутку нерудних корисних копалин (рис. 5, табл. 2), які займають значні площі. Тому необхідно забезпечити збір, систематизацію інформації про стан родовищ та визначити основні екологічні проблеми пов'язані із їхнім добуванням.

Основні проблеми добування корисних копалин:

1. порушення форм земної поверхні;
- відкриті ґрунти (ями);
- відвали;
2. порушення агротехнічних властивостей землі;
3. порушення гідрогеологічних режимів;
4. незаконний видобуток природних копалин.

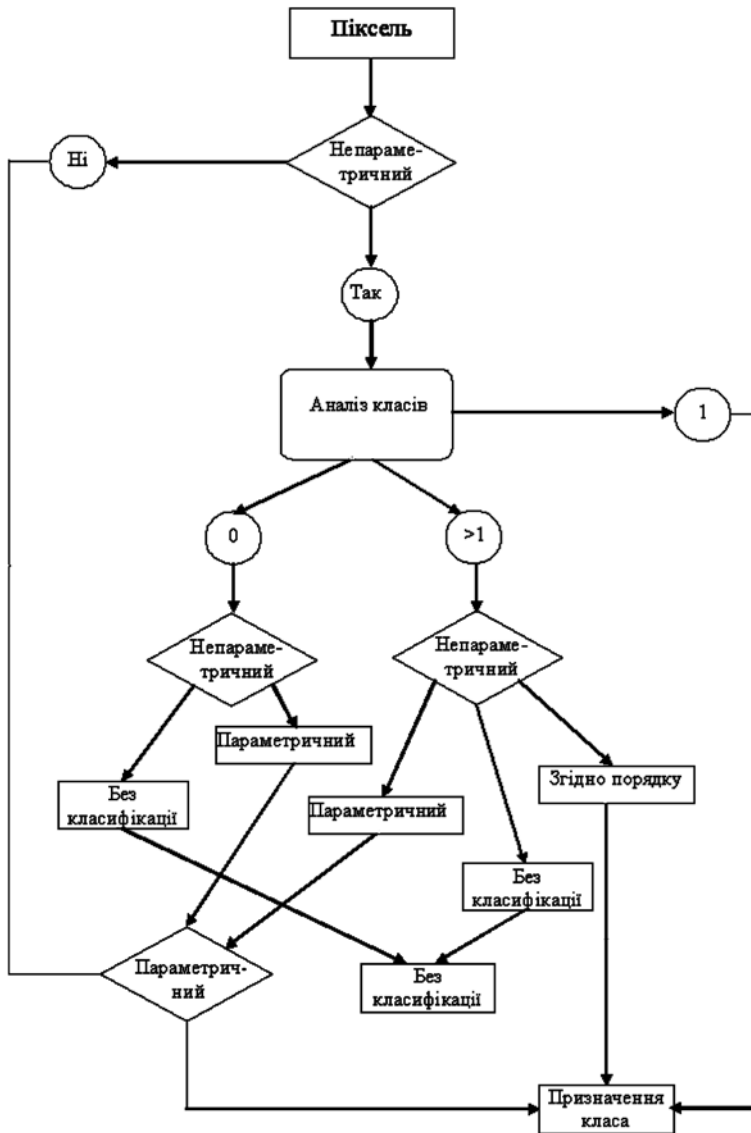


Рис. 3. Алгоритм класифікації з навчанням.

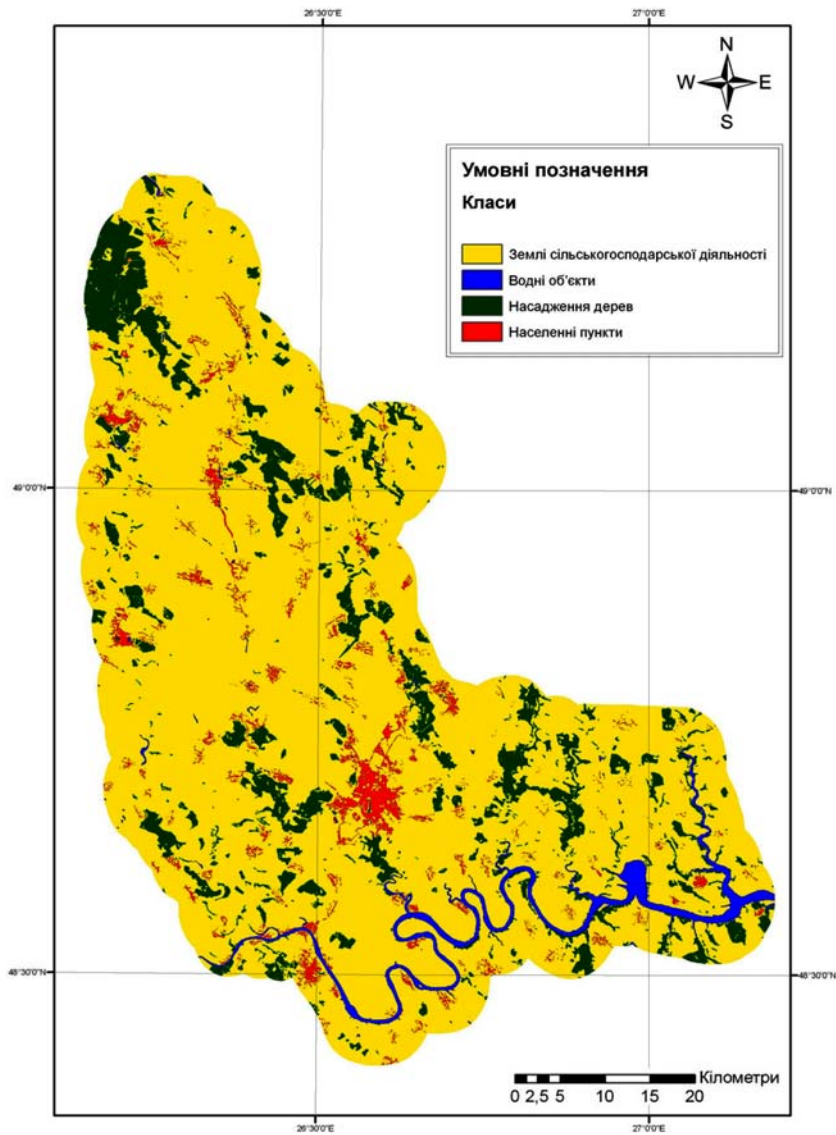


Рис. 4. Результат класифікації космічного знімку алгоритмом класифікації з навчанням.

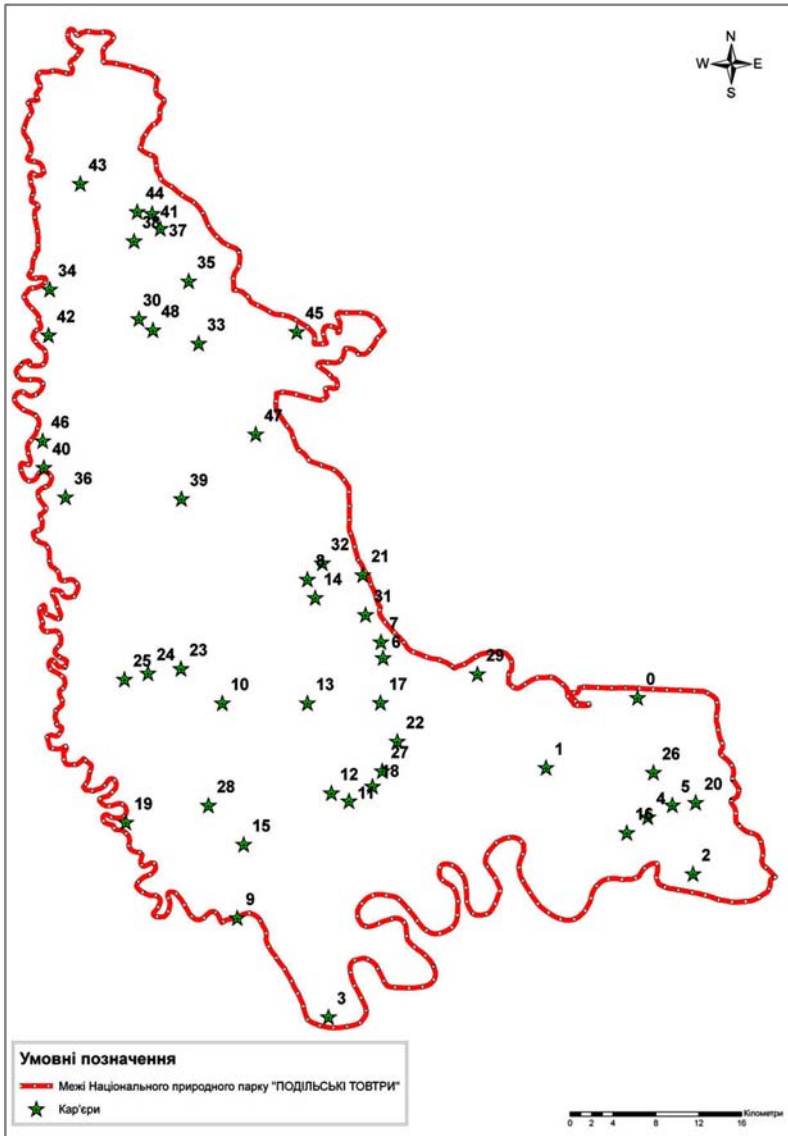


Рис. 5. Розміщення кар'єрів на території НПП «Подільські Товтри».

Таблиця 2 –

№ п/п	Район	Назва родовища або населеного пункту	Корисна копалина
0	Дунаєвецький	Дунаєвецьке	пісок
1	Кам.Подільський	Вихватновецьке	пісок
2	Кам.Подільський	Гораївка	пісок
3	Кам.Подільський	Гринчуцьке	креміль
4	Кам.Подільський	Грушецьке	пісок
5	Кам.Подільський	Грушка	пісок
6	Кам.Подільський	Гуменецьке	вапняк
7	Кам.Подільський	Гуменецьке діл. Колубаївська	глина
8	Кам.Подільський	Думанівське	суглинок
9	Кам.Подільський	Ісаківці	піщано-грав. відклади
10	Кам.Подільський	Кадіївецьке	пісок, вапняк
11	Кам.Подільський	Кам.-Под.Зюбрівське	вапняк
12	Кам.Подільський	Кам.Подільське	суглинок
13	Кам.Подільський	Кам.Подільське	вапняк
14	Кам.Подільський	Киселівське	вапняк
15	Кам.Подільський	Княгининське	пісок
16	Кам.Подільський	Колодіївське	вапняк
17	Кам.Подільський	Колубаєвський	глина
18	Кам.Подільський	Кубачівське	вапняк
19	Кам.Подільський	Кудриневське	гіпс
20	Кам.Подільський	Лисковецьке	вапняк
21	Кам.Подільський	Нігінсько-Вербевське	вапняк
22	Кам.Подільський	Оленівське	суглинок
23	Кам.Подільський	Оринінське	суглинок
24	Кам.Подільський	Приворотівське	вапняк
25	Кам.Подільський	Приворотівське	суглинок
26	Кам.Подільський	Рункуші	пісок
27	Кам.Подільський	Слобідка Кульчії	суглинок
28	Кам.Подільський	Слобідка Рихтівська	пісок
29	Кам.Подільський	Супрунківці	суглинок
30	Кам.Подільський	Теремцівське	вапняк
31	Кам.Подільський	Вербевське	вапняк
32	Кам.Подільський	Нігінсько-Вербевське	вапняк
33	Чемеровецький	Вишнівчик	вапняк
34	Чемеровецький	Гусятинське	суглинок
35	Чемеровецький	Демковецьке	вапняк
36	Чемеровецький	Жабинецьке	пісок
37	Чемеровецький	Закупнянське	вапняк
38	Чемеровецький	Замок	вапняк
39	Чемеровецький	Зарічанка	суглинок
40	Чемеровецький	Збрижське	пісок
41	Чемеровецький	Ковалівське	вапняк
42	Чемеровецький	Криківське	глина
43	Чемеровецький	Лисогірське	вапняк
44	Чемеровецький	Первомайське	вапняк
45	Чемеровецький	Слобідко-Скіпаньське	вапняк, пісок
46	Чемеровецький	Сокиринці	пісок
47	Чемеровецький	Чорнянське	суглинок
48	Чемеровецький	Юрковецьке	суглинок

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

Перелік кар'єрів

Підприємство, яке експлуатує родовище	Стан родовища
с.Чимбарівка. Вихрієва "Укргеолбудм" м.Київ	не розробляється
ТОВ "Бонус" м. Кам'ян. Подільський вул. Шевченка. 33	не розробляється
радгосп "Староушицький" с. Гораївка	не розробляється
ВАТ "Гіпсовик" м. Кам. Под. пров. Індустр. 1	розробляється
ТОВ "Поліск"	геол. вивч., не розр
СГК "Грушецький" с. Грушка	не розробляється
ЗАТ "Подільські Товтри" с. Вербка	розробляється
ЗАТ "Подільський цемент" м. Кам. Под	не розробляється
ПСП "Агро-Лан-ТВ" с. Думанів	розробляється
Управління виробничо-технологічної комплектації та транспорту м. Хмельницький	не розробляється
ВАТ "Мустанг". м. Кам. Под. вул. Заводська	геол. вивч.
Зюбрівський ДСЗ К. П комбінату будматер. м. К. П. Нігінське шосе. 2	розробляється
К-П з-д стінових матеріалів м. Кам. Под пров. Північний. 5	розробляється
ДП "Хмельницький автодор" м. Кам. Под. Голосківське шосе. 1	переоформл.
Кам. Под. МПШБК вул. Заводська. 2	розробляється
КГЕ "Укргеолбудм" м. Київ	не розробляється
ВАТ "Гіпсовик" м. Кам. Под. пров. Індустр. 1	розвідка, не розр.
ЗАТ "Подільський цемент" м. Кам. Под Хмельницьке шосе. 1а	розробляється
ДП "Хмельницький автодор" м. Кам. Под. Голосківське шосе. 1	розробляється
ВАТ "Гіпсовик" м. Кам. Под. пров. Індустр. 1	розробляється
КСП ім. Чапаєва с. Лисківці	не розробляється
ЗАТ "Подільські Товтри" с. Вербка	законсервоване
З-д керам. виробів "Керамік" м. Кам. Под вул. К. Коріатовичів. 37а	розробляється
КП "Мрія" Цег. з-д с. Оринін	не розробляється
П/п Бондарчук В. М. с. Гуменці	розробляється
СТОВ "Приворотське" с. Привороття	розробляється
СГК "Рункошієвський" с. Рункошіє	не розробляється
ВАТ "Мукшанське" цег. з-д с. Сл. Кульчіє.	не розробляється
СГБК "Добробут" с. Сл. Рихтівецька	не розробляється
ім. Щорса с. Супрункієці Цег. з-д	не розробляється
Кам. Под. Об'єднання будматеріалів	не розробляється
ДП "Нігінський кар'єр" с. Сахкамінь (СПП "Фарна" м. Хмельницький)	не розробляється
ДП "Нігінський кар'єр" с. Сахкамінь (ВКП "Нігінсажкампром" с. Сахкамінь)	розробляється
ТОВ "Вишнієвичське" с. Вишнієвич	не розробляється
ПОП "Незалежність" с. Густин Цег. з-д	розробляється
КСП ім. Кірова с. Свіркієці	не розробляється
ПОП "Збруч" с. Жабинці	розробляється
Закупнянський вапняковий з-д (А/Ф "Україна" с. Лісоводи Гор. р-ну)	не розробляється
Закупнянський кар'єр с. Закупне	відпрацьоване
КСП "Поділля" цег. з-д с. Зарічанка	не розробляється
МКП "Граніт" смт. Чемерівці вул. Радянська. 8. кв. 10	не розробляється
ТОВ "Каменяр" с. Закупне	не розробляється
КСП "Мрія" с. Криків цег. з-д	не розробляється
Закупнянський кар'єр с. Закупне	розробляється
Закупнянський кар'єр с. Закупне	не розробляється
ПП Баб'як В. Б.	геол. вивч. не розробл
ТОВ "Джерело" с. Сокиринці	розробляється
СВК "Чорнянський" с. Чорна Цег. з-д	розробляється
Чемеровецький райагробуд смт. Чемерівці Густинське шосе. 5	не розробляється

Дані ДЗЗ дозволяють охоплювати на поверхні Землі великі території, що дає можливість, застосовуючи спеціальні технології комп'ютерної обробки, виявляти та проводити моніторинг кар'єрів, в один і той же момент часу на великих площах (рис. 6).

Для можливості космічного моніторингу техногенно-небезпечних об'єктів (ТНО) необхідно знати точне місцеположення та визначити їх основні дешифрувальні ознаки.

В даній роботі запропонований метод визначення промислових об'єктів, які здійснюють постійний вплив на навколишнє середовище, за допомогою побудови температурних карт підстильної поверхні (рис. 7) та визначення теплових аномалій за допомогою космічних знімків з КА Landsat-4, 5 (TM), Landsat-7 (ETM+).

Для конвертації даних з пристрою TM використовується 6 канал, а для конвертації даних з пристрою ETM+ використовується 61 або 62 канал.

Конвертація даних отриманих із КА Landsat — 4, 5, 7 в значення температур земної поверхні проводиться в два етапи:

Етап 1. Перерахунок значень DN (яскравості пікселів) в реальні значення випромінювання, що реєструється сенсором.

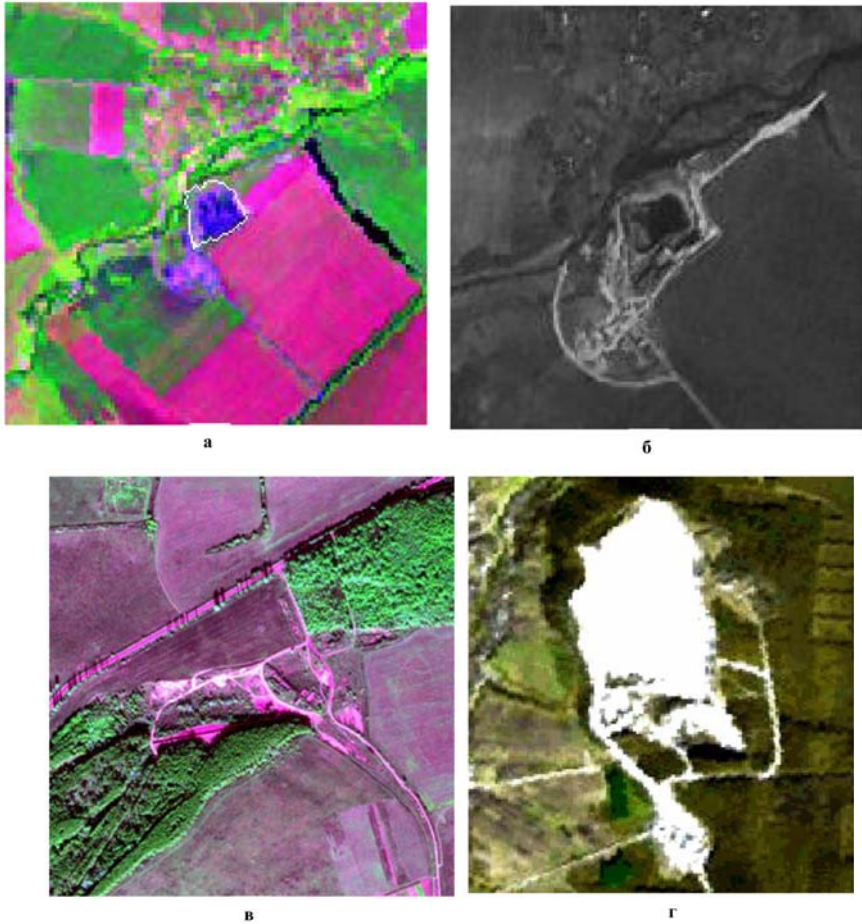
Перерахунок здійснюється за формулою:

$$L_{\lambda} = \frac{L \max_{\lambda} - L \min_{\lambda}}{Qcal_{\max} - Qcal_{\min}} (Qcal - Qcal_{\min}) + L \min_{\lambda}$$

де L_{λ} — кількість прийнятого випромінювання датчиком; L_{\min} — кількість прийнятого випромінювання датчиком яка після масштабування стає Q_{\min} ; L_{\max} — кількість прийнятого випромінювання датчиком яка після масштабування стає Q_{\max} ; $Qcal_{\min}$ — мінімальне калібрувальне значення DN (0 чи 1); $Qcal_{\max}$ — максимальне калібрувальне значення DN (255); $Qcal$ — калібрувальне значення (DN);

Калібрувальні дані знаходяться у файлі з розширенням *.met,

```
BAND_COMBINATION = "123456678"  
CPF_FILE_NAME = "L7CPF20010701_20010930_05"  
GROUP = MIN MAX RADIANCE  
LMAX_BAND1 = 191.600  
LMIN_BAND1 = -6.200  
LMAX_BAND2 = 196.500  
LMIN_BAND2 = -6.400  
LMAX_BAND3 = 152.900
```



*Рис. 6. Знімки кар'єрів, які отримані за допомогою ШСЗ:
а — ШСЗ Landsat-7 (ETM+)— гранітний кар'єр,
б — ШСЗ Spot — гранітний кар'єр,
в — ШСЗ QuickBird — кар'єр фосфоритів),
г — ШСЗ TERRA (ASTER) — глиняний кар'єр)*

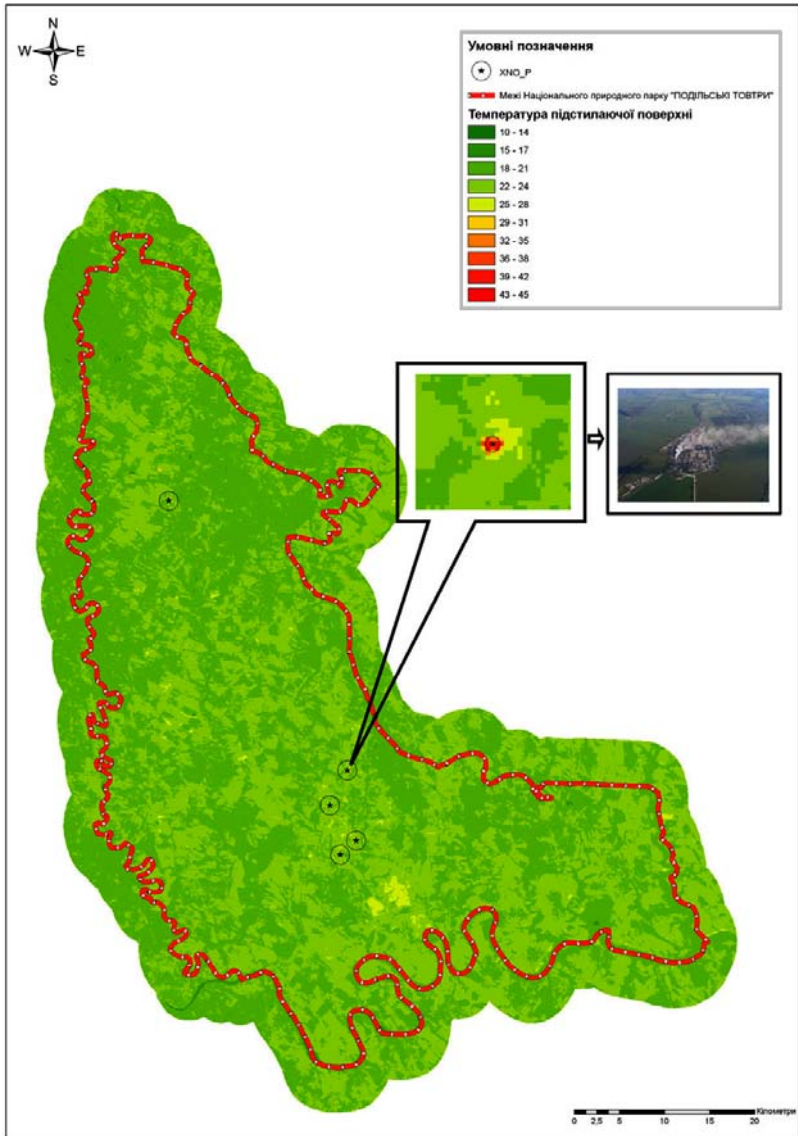


Рис. 7. Температурна карта підстильної поверхні території НПП «Подільські Товтри»

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

або на сайті <http://landsat.usgs.gov/> (файли CPF (calibration parameter file)).

Етап 2. Перерахунок значень випромінювання в значення температури.

Перерахунок здійснюється за формулою:

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L\lambda}\right) + 1} \text{ [Kelvin]}$$

де T — абсолютна температура в Кельвінах; $K1$ — калібрувальна константа 1; $K2$ — калібрувальна константа 2; $L\lambda$ — випромінювання, отримане після калібрування (етап 1) [watts/(meter squared*ster*m)].

На території НПП налічується 5 хімічно-небезпечних об'єктів (рис. 8, табл. 3). Головним фактором ураження при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах є хімічне зараження місцевості і приземного шару повітря. Тому необхідно створити базу даних можливих об'єктів забруднення для подальшого моніторингу і оперативного реагування при виникненні надзвичайних ситуацій.

Таблиця 3 — Перелік ХНО

№ п/п	ХНО, місце розташування, відомча належність, на кого покладена	Класи хімічної небезпеки
0	ВАТ "АДАМС" Кам'янець-Подільський р-н с.Жовтневе диспетчер	III
1	ЗАТ "Тепловоденергія" м. Кам'янець-Подільський черг. Диспетчер	III
2	ТЗО "Птахокомбінат" м. Кам'янець-Подільський охорона	III
3	Молокозавод смт. Чемерівці мінагрополітики оператор	III
4	ВАТ "Лактіс" ДП "Аромат" м. Кам'янець-Подільський охорона	III

Продовження табл. 3

№ п/п	Умови зберігання НХР	Тонн Хлор максимум	Тонн Аміак максимум
0	Аміак 4 ресивера по 3 тони , на площадці	0	12
1	Хлор на складі в контейнерах в рідкому виді.	10	0
2	Аміак в системі	0	10
3	Аміак 2 компресори по 4 м3 в герметичному будинку	0	8
4	Аміак в системі	0	10

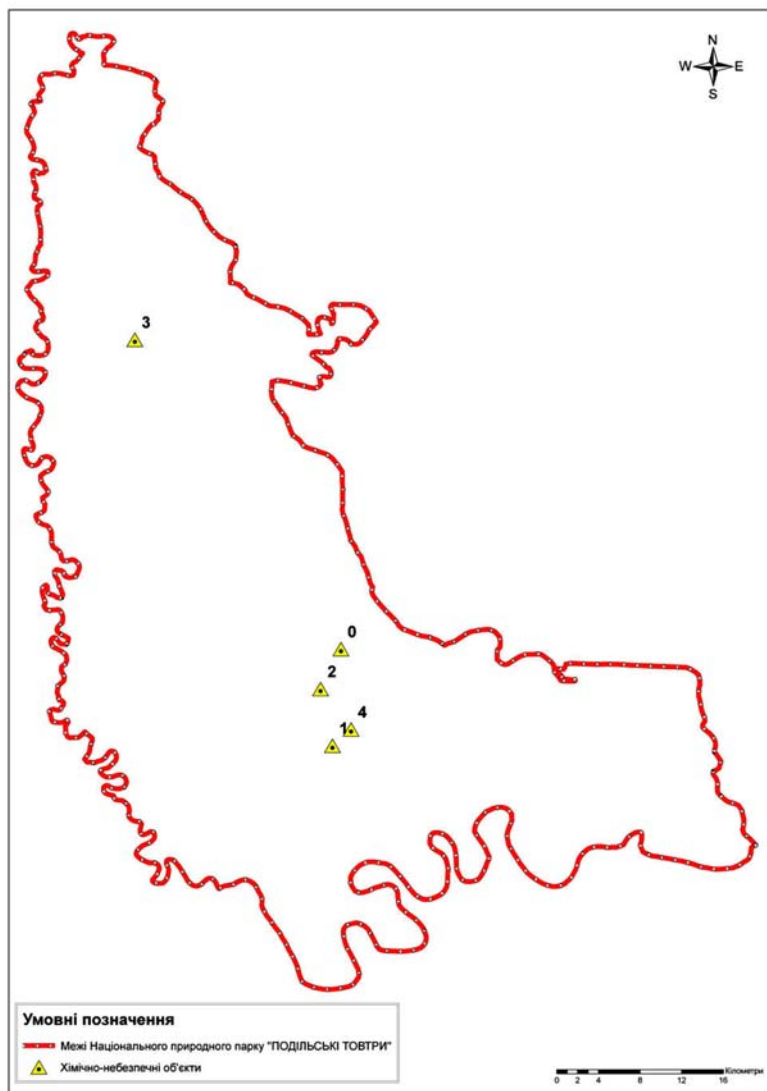


Рис. 8. Розміщення хімічно-небезпечних об'єктів на території НПП «Подільські Товтри».

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

На території НПП налічується 9 гідроелектростанцій (рис. 9, табл. 4). Основним негативним впливом ГЕС є затоплення великих територій. Для зниження втрат від затоплення цінних земель потрібне спорудження захисних дамб. Необхідно регулювати рівень води у водосховищах, щоб не допускати тимчасового затоплення берегів, zalивання територій; створювати умови для розвитку на водосховищах рибних господарств.

Таблиця 4 – Перелік ГЕС

№ п/п	Назва і місце знаходження малої гідроелектростанції
0	Сатанівська с.м.т. Сатанів, Городоцького р-ну, р. Збруч
1	Боднарівська с. Боднарівка, Чемеровецького р-ну, р. Збруч
2	Жабинецька с. Жабинці, Чемеровецького р-ну, р. Збруч
3	П'ятничанська с. П'ятничани, Чемеровецького р-ну, р. Збруч
4	Ніверківська с. Ніверка, Кам. – Подільського р-ну, р. Збруч
5	Заваллівська с. Завалля, Кам. – Подільського р-ну, р. Збруч
6	Голосківська с. Голосків, Кам. – Подільського р-ну, р. Смотрич
7	Кочубіївська с. Кочубеїв, Чемеровецького р-ну, р. Жванчик
8	Цибулівська с. Цибулівка, Кам. – Подільського р-ну, р. Смотрич

Продовження табл. 4

№ п/п	Встановлена потужність, тис.кВт	Стан об'єкта
0	Відомості відсутні	Можлива реконструкція
1	0,6	Працює
2	0,25	Працює
3	0,38	Працює
4	0,8	Працює
5	0,3	Працює
6	Відомості відсутні	Можлива реконструкція
7	Відомості відсутні	Можлива реконструкція
8	Відомості відсутні	Можлива реконструкція

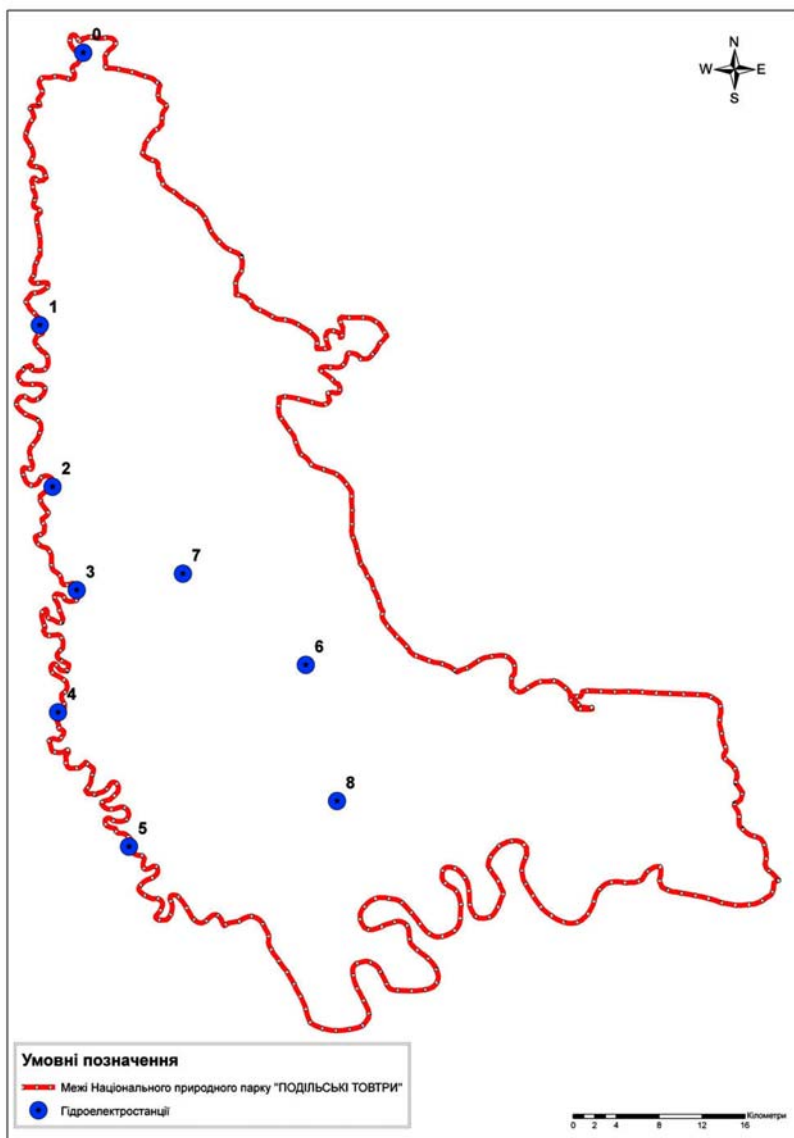


Рис. 9. — Розміщення гідроелектростанцій на території НПП «Подільські Товтри».

Висновки

Для вивчення тенденцій і темпів зміни на місцевості — важливо прослідкувати за динамікою їх розвитку. Таку можливість відкриває використання різночасових аерокосмічних знімків.

Матеріали аерокосмічних зйомок дають достатньо повне представлення про особливості будови і динаміки змін ландшафтів. За допомогою зібраної інформації можливо проводити оцінку стану природного середовища, визначати антропогенне навантаження на середовище і оцінити збитки від нього.

Застосування технології ДЗЗ та ГІС — важливий інструмент контролю та обліку використання природних ресурсів НПП «Подільські Товтри».

Сучасні технології ДЗЗ дозволяють оперативно оцінити стан природно-заповідного фонду, а ГІС забезпечують ефективне природокористування і управління.

Для ефективного моніторингу використання земель на території НПП «Подільські Товтри» необхідне:

- налагодження автоматизованої системи збору, обробки, узагальнення і зберігання інформації про кількість і стан природних ресурсів (банк даних);
- оцінка природно-ресурсного потенціалу та можливого рівня використання ресурсів;
- інвентаризація джерел забруднення і вивчення ступеня антропогенного впливу на компоненти природного середовища;
- моделювання і прогноз змін екологічної ситуації та рівня здоров'я довкілля;
- розробка управлінських рішень, спрямованих на забезпечення раціонального природокористування і сталий розвиток НПП.

* * *

1. Геоинформатика / А. Д. Иванников, В. П. Кулагин, А. Н. Тихонов, В. Я. Цветков. — М.: МАКС Пресс, 2001. — 349 с.

2. Бугаевский Л. М. Геоинформационные системы: учебное пособие для вузов / Л. М. Бугаевский, В. Я. Цветков. — М., 2000. — 222 с.

3. ДеМерс, Майкл Н. Географические Информационные Системы. Основы: Пер. с англ. / ДеМерс, Н. Майкл. — М.: Дата+, 1999.

4. Аэрокосмический мониторинг экосистем / Б. В. Виноградов. — М.: Наука, 1984 с.
5. Гарбук С. В. Космические системы дистанционного зондирования Земли / С. В. Гарбук, В. Е. Гершензон. — М.: Издательство А и Б, 1997. — 296 с.
6. Дейвис Ш. М. Дистанционное зондирование: количественный поход. Пер. с англ. / Ш. М. Дейвис, Д. А. Ландгребе. — Недра, 1983. — 415 с.
7. Ротанов А. Ю. Планирование и зонирование особо охраняемых территорий с помощью ГИС и ДЗЗ / А. Ю. Ротанов, Н. П. Огарь // ArcReview № 14.
8. Helder Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors” / Chander Gyanesh, L.Brian, B Markham, L.Dennis, 2009.

Отримано: 15.04.2011 р.