

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ РЕКРЕАЦІЙНИХ ДИГРЕСІЙ ЛІСІВ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ

*В.І. Мокрий, канд.фіз.-мат. наук, доцент  
(Національний лісотехнічний університет України)*

*Розв'язано проблему пошуку, виявлення та обґрунтування перспективних екологічних індикаторів для оцінки впливу рекреаційного навантаження на стан лісових екосистем. Запропоновано методологію профільно-діаграмного аналізу космоснімків, яка об'єднує багатофакторність рекогносцирувальних вимірювань і радіометричного аналізу космоснімків, що забезпечує високу ефективність широкомасштабних досліджень рекреаційної трансформованості лісів Західного Полісся.*

*Решена проблема поиска, обнаружения и обоснования перспективных экологических индикаторов для оценки влияния рекреационной нагрузки на состояние лесных экосистем. Предложена методология профильно-диаграммного анализа космоснимков, которая объединяет многофакторность рекогносцировочных измерений и радиометрического анализа космоснимков, что обеспечивает высокую эффективность широкомасштабных исследований рекреационной трансформированности лесов Западного Полесья.*

*Solved the problem of finding, identifying and prospective study of environmental indicators to assess the impact of recreation pressure on the state of forest ecosystems. A proposed methodology for profile-chart analysis of satellite imagery, which includes of many factorial the reconnaissance measurements and radiometric analysis of satellite imagery that provides high efficiency of large-scale studies of recreation transformations forests of Western Polesie.*

**Постановка наукової проблеми та її значення.** Рекреаційне природокористування є багатогранною сферою еколого-економічної діяльності, яка на сучасному етапі функціонування природно-заповідних об'єктів Західного Полісся є найменш шкідливою альтернативою господарського використання їх територій. Тому рекреаційно-туристична діяльність виступає як соціальне замовлення, виконання якого базується на даних моніторингу рекреаційних навантажень на екосистеми. Для реалізації стратегії сталого розвитку заповідного і рекреаційно-господарського комплексу Шацького національного природного парку

© В.І. Мокрий, 2012

(НПП), який включений в структуру Міжнародного біорезервату «Західне Полісся», забезпечення збалансованого ресурсокористування і вирішення назрілих соціально-екологічних проблем на основі новітніх інформаційних технологій є актуальним.

**Аналіз попередніх досліджень.** Інформаційне забезпечення формування системи управління природними рекреаційними комплексами Шацького НПП потребує детального аналізу наявних ландшафтно-екологічних ресурсів.

Мікрокліматичні особливості району розглянуті в працях Я.О. Мольчака, Ф.П. Тарасюка, Н.А. Тарасюка [2], В.Г. Надворного, Ф.В. Зузука Г.І. Проць [3] та ін., дають базову основу оцінки природничого, гідрогеологічного та рекреаційного потенціалу Західнополіського регіону. Клімат Західного Полісся визначається в значній мірі крайнім північно-західним положенням у межах України, що зумовлює переважаючий вплив західного переносу і найбільш чітко це проявляється в холодний період року. Парк розміщений в атлантико-континентальній лісовій області помірного поясу з достатнім зволоженням протягом року, м'якою зимою та відносно теплим літом. Важливим фактором, який впливає на мікрокліматичні особливості, є озера Шацького НПП.

Рекреаційне освоєння території, розпочате на початку 80-х років, має чітко виражений сезонний характер з максимальними піками в літній період, вихідні та святкові дні, ягідні та грибні сезони. Рекреаційна оцінка рельєфу, проведена Н.І. Карпенко [4], включає якісну оцінку рельєфу як фактору рекреаційного освоєння та оцінку стійкості рельєфу до рекреаційного навантаження як ресурсозабезпечуючого фактору. Загальні риси будови рельєфу території парку обумовлені переважанням плоских і слабохвилястих низовин та пасмо-увалисто-горбистих підвищень, поверхня яких розчленована великою кількістю озер різного розміру та генезису.

Стійкість рельєфу до рекреаційного навантаження оцінювалась Ю.Р. Архиповим методом критичних показників [5]. Для кожного генетичного типу та форми рельєфу В.П. Чижовою визначалась кількість відпочиваючих, яка може бути забезпечена рекреаційними ресурсами для конкретних видів відпочинку за нормативними показниками [6]. Кількість людей, яка може бути забезпечена всіма видами рекреаційних ресурсів, дорівнюватиме мінімальному показнику, який є критичним показником рекреаційної стійкості рельєфу для забезпечення різними видами рекреаційної діяльності. У процесі освоєння території критичний показник може змінюватися для різних видів рекреаційної діяльності.

Згідно з методикою, розробленою групою комплексної рекреаційної експедиції Інституту географії АН СРСР під керівництвом В.С. Преображенського [7], лісові фітоценози під дією рекреаційного навантаження проходять 5 стадій дигресії. При цьому на 1 стадії у фітоценозі практично не бувають поміченими результати відвідування його відпочиваючими. На крайній, 5 стадії, внаслідок високого рекреаційного навантаження повністю відсутнє лісове покриття, лісові види трав і природне поновлення деревних та чагарникових порід, лісо-лучні трави

наближаються до стовбурів дерев, що стоять на витоптаному і утрамбованому ґрунті. При такому розподілі межа стійкості лісових фітоценозів проходить між 3 і 4 стадіями дигресії. Тому за гранично допустиме навантаження приймається та кількість відпочиваючих, яка приводить фітоценоз до 3 стадії дигресії. Основними показниками діагностики деградації лісових біогеоценозів більшістю науковців визнано коефіцієнт витоптаності, стійкість ґрунту, лісової підстилки, деревостану, підросту та підліску до рекреаційних навантажень.

Проблеми використання земельних, водних, лісових і рекреаційних ресурсів Полісся проаналізовані О.М. Мариничем, який запропонував узагальнену схему комплексного підходу до обґрунтування раціонального природокористування [8]. Тому виникає нагальна потреба в організації комплексного екологічного моніторингу, формуванні комп'ютерної бази даних, розробці принципів, технологій і засобів прогнозування стану екосистем, обґрунтування норм антропогенного впливу, вирішення завдань організації управління об'єктами природо-заповідного фонду Західного Полісся. Вітчизняний і зарубіжний досвід природокористування, функціонування заповідних територій та національних парків показує, що задачі їх збереження і відновлення [9] можуть бути реалізовані лише при активному впровадженні в управління цими територіями сучасних інформаційних технологій.

**Мета і завдання досліджень.** Серед технологій екологічного спрямування слід виділити такі, як: ГІС/ДЗЗ-технології, технології комплексного моніторингу екосистем на основі інформаційноємних екологічних індикаторів, технології формування комп'ютерних банків даних за результатами комплексного та локального моніторингу, інформаційно-аналітичні технології обробки результатів дистанційного зондування та полігонно-калібрувальних вимірювань [10-12]. Мета роботи – розробка методик комплексного моніторингу рекреаційних дигресій лісових екосистем на основі інформаційноємних екологічних індикаторів. Завдання – визначення специфіки дистанційних і наземних досліджень для прогнозування варіантів рекреаційної трансформованості лісів Західного Полісся.

**Методика досліджень** передбачає польові рекогносцирувальні обстеження рослинності заповідної, рекреаційної та господарської зон Шацького НПП та формування бази даних з використанням технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та геоінформаційних систем (ГІС). Класифікація космоснімків виконана методом статистичного моделювання. В якості об'єкта досліджень вибрані основні породи лісонасаджень Шацького НПП для визначення і порівняння індексу їх життєвості в різних типах лісорослинних умов.

**Виклад матеріалу й обґрунтування результатів досліджень.** Лісова рекреація, як особливий вид природокористування, ставить цілий ряд нових технічних і господарських завдань, необхідність вирішення яких потребує інформаційно-аналітичних методів і технологій.

У лісах, використовуваних в рекреаційних цілях, важливого значення набуває застосування ДЗЗ/ГІС-технологій для здійснення цілого ряду управлінських і моніторингових функцій. Значна увага приділяється інформатизації рекреаційно-

господарського комплексу шляхом створення просторово-часових баз даних [13] як гарантії послідовності рекреаційного ресурсокористування.

Для тематичної розкласифікації об'єктів екосистем Західного Полісся обрано космознімки, зареєстровані на різних стадіях вегетації рослинності. Їх диференціація за станом хлорофільної складової є достатньо інформативною в плані розкласифікації об'єктів рослинного походження, що покривають більшу частину досліджуваної території. Для формування банку космоінформаційних даних динаміки екосистем Західного Полісся використано [14-17] космознімки з платформи ASTER супутника Terra – 9 радіаційно та географічно скорегованих спектрональних знімків енергетичної яскравості поверхні Землі AST\_09\_003042920020938410000000 сцени SC:AST\_L1B.003: 2006789423 від 29/04/2002 (рис. 1), роздільна здатність – 30 м і топографічні карти. Сканерні копії планшетів топографічної карти масштабу 1:100000 використано для аналізу стану місцевості території Шацького НПП.



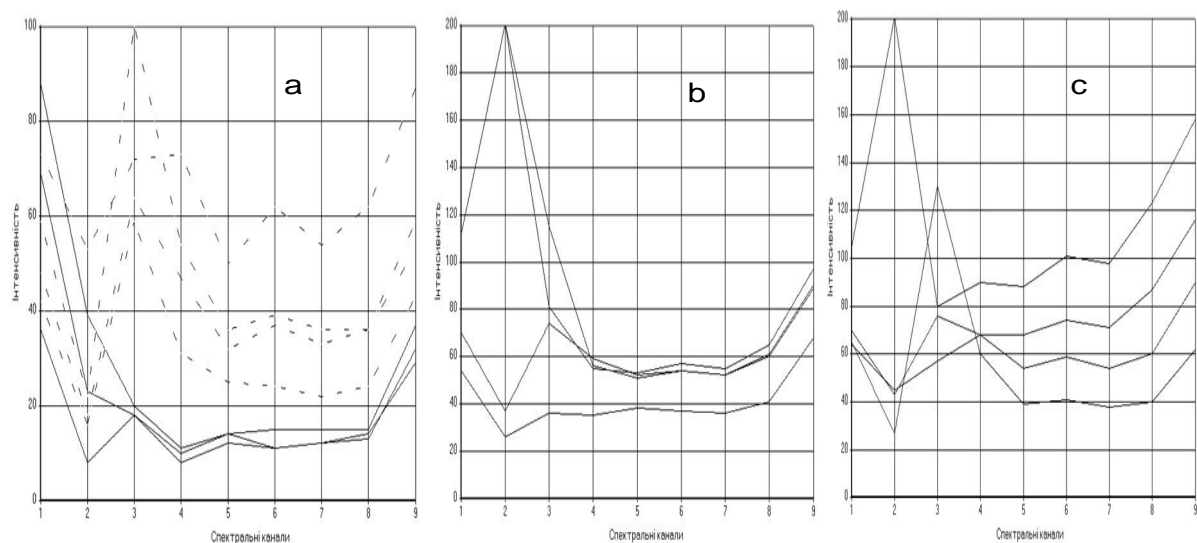
*Рис. 1. Космознімок екосистем Західного Полісся з платформи ASTER супутника Terra: AST\_09\_003042920020938410000000 сцени SC:AST\_L1B.003: 2006789423 від 29/04/2002 [14]*

Космознімок, попередньо оброблений до третього рівня в Українському центрі менеджменту земельних ресурсів, використано для тематичної інтерпретації. Основні характеристики знімку: розмір: 5699x5091 пікселів для 1-3 каналів, 2849x2545 пікселів для 4-9 каналів; розмір пікселя по земній поверхні: 15x15м для 1-3 каналу, 30x30м для 4-9 каналів; географічна проекція – UTM, WGS 84, зона 34; координати лівого верхнього та правого нижнього кута - (634146, 5753076), (719616, 5676726); розмірність даних – 16 біт.

За станом на 2004 р. космознімок мав найкращу роздільну здатність серед наявних знімків. Тому він використовувався як база для геометричної корекції та географічної прив'язки решти знімків і топографічної карти. Геометрична корекція та географічна прив'язка виконувалась за 7-20 точками зображень методом двохкоординатної поліноміальної апроксимації поліномами другого порядку.

Середньоквадратична похибка географічної прив'язки топографічної основи складала 45м (0,5 мм по карті). Значна величина останньої викликана деформацією паперового носія планшета топооснови. Її величина практично не зменшувалась навіть при збільшенні кількості контрольних точок від 10 до 20.

Оптико-спектральні характеристики рослинного покриву служать джерелом інтегральної інформації про характер та інтенсивність перебігу процесів метаболізму, морфофізіологічного стану. Аналіз спектрів та принципових компонент виконувався шляхом відображення обраних контрольних точок основних груп об'єктів у відповідних просторах (рис. 2). На основі комплексного аналізу тематичних даних оптимізовано методику тематичної розкласифікації космознімків, оскільки авторський характер відомих методів обмежує їх використання іншими операторами.

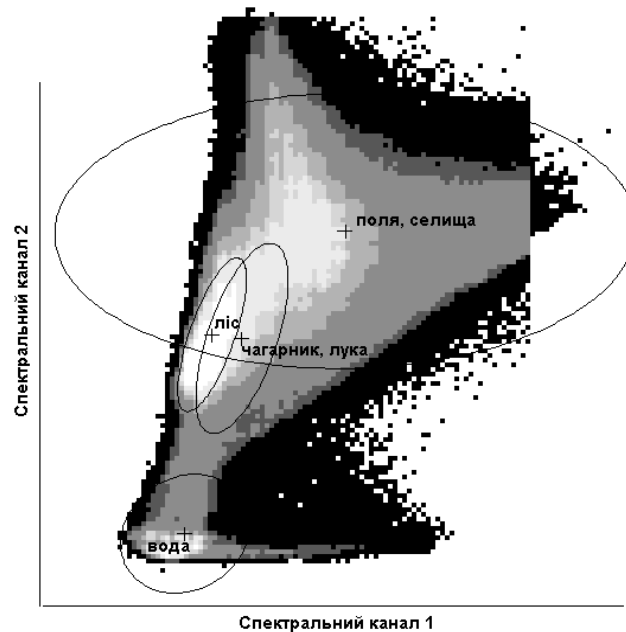


*Рис. 2. Спектральні профілі контрольних точок характерних об'єктів космознімка (AST\_L1B.003:2006789423 від 29/04/2002) : а – вода (суцільна лінія), рослинність (штрихова); б – урбанізована зона, с – сільгоспугіддя [14]*

Методика орієнтована на використання даних ДЗЗ в оптичному діапазоні супутників «Січ–1М» (МСУ-ЕУ) та «Метеор–3М» (МСУ-Е), а також IRS (LISS), Spot, Landsat, Terra (Aster) і забезпечує виділення меж та кількісної оцінки площ, зайнятих окремими покривними елементами земної поверхні. Кінцевий інформаційний продукт – тематична карта покривних елементів земної поверхні масштабу 1:100000, включає елементи: водні об'єкти; ліси; сільськогосподарські угіддя на стадії вегетації, під паром та ґрунти, не вкриті рослинністю; елементи міської забудови. Значення похибок обробки даних вважаються задовільними для класифікації і можуть уточнюватися на етапах подальшої розробки методики: загальна похибка класифікації – 80%, похибки визначення координат – 70 м, відстані – 5%, площ – 5%.

Контрольні точки були відібрані після візуальної локалізації груп об'єктів на

топографічній карті. Аналіз спектральних образів основних груп об'єктів та їх статистики на рівні  $2\sigma$  проводився на скатерограмах пар спектральних каналів (приклад показано на рис. 3). На основі комплексного аналізу даних була розроблена оптимізована методика тематичної класифікації космознімку.



*Рис. 3. Скатерограма каналів 1-2, середні значення та контури спектральних образів основних об'єктів Шацького НПП на рівні  $2\sigma$  (95%) [14]*

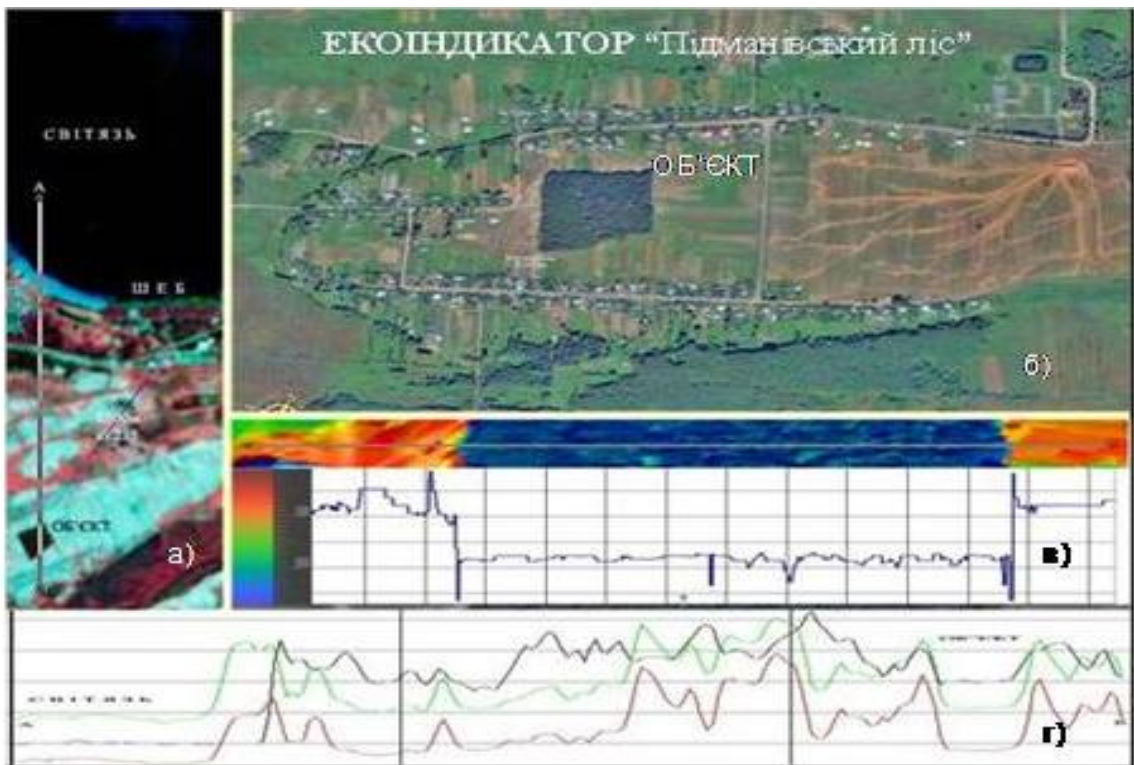
У 2006 р. на сервері Google був поміщений космознімок високої роздільної здатності території Західного Полісся із супутника Quick Bird, зареєстрований 20.08.2005р. Після географічної наземної 18-точкової прив'язки цього космознімку, виконаної авторами [14] засобами GPS, він з 2007 р. використовувався як база для геометричної корекції та географічної прив'язки решти знімків і топографічної карти. Завдяки цьому, середньоквадратична похибка прив'язки космозображень була доведена до 10 м. Похибка прив'язки топооснови склала 50 м. Як показав аналіз, це пов'язано з похибками побудови топокарти (неспівпадіння шарів дорожньої та водної мережі). Для зменшення об'ємів інформації при тематичній інтерпретації з усіх зображень була вирізана прямокутна зона 77x38 км, що охоплює Шацький НПП та прикордонний Поліський народний парк Польщі. Координати сторін прямокутника в картографічній проекції UTM: X(643701м - 720308м), Y(5691842м – 5729463м).

На відміну від відомих методів класифікації космознімків, при розробленні профільно-діаграмного методу було використано новий підхід до ідентифікації даних космічного моніторингу, з урахуванням специфіки об'єктів досліджень.

Метод профільно-діаграмного аналізу космознімків призначений для відбору і обробки інформації, підвищення ефективності використання космознімків, приведення їх до вигляду, зручного для інтерпретації спектрорадіаційних



властивостей поверхні Землі. Він полягає у побудові кореляційної профільної діаграми (рис. 4, в, г) значень хвильового числа  $k=\lambda^{-1}$ , де  $\lambda$  - довжина хвилі монохроматичного випромінювання, яке спричинює відчуття кольору космознімку.



*Рис. 4. Алгоритм профільно-діаграмного аналізу космознімків ідентифікації рекреаційних дигресій лісових екосистем Західного Полісся: а) – фрагмент космознімка з платформи ASTER супутника TERRA AST\_L1B.003: 2006789423 від 29/04/2002; б) – фрагмент космознімка високої роздільної здатності території Західного Полісся з супутника Quick Bird від 20/08/2005р; в) спектрональні характеристики космознімка ASTER; г) профільно-діаграмний аналіз космознімка Quick Bird за [14]. Об'єкт – ліс у центрі поліського села Підманів – природний екологічний індикатор рекреаційної трансформованості лісів (2 стадія рекреаційної дигресії)*

Встановлення відповідності спектрональних характеристик ДЗЗ наземним умовам полягає у визначенні спектрональних характеристик космознімків шляхом встановлення відповідності певних кольорів (номерів кластерів), уточнених наземними обстеженнями, антропогенним об'єктам, характеристикам озер, лісорослинним умовам тощо. Реалізується алгоритмами виділення кластерів технологіями ERDAS, IMAGING, отриманих космознімків Internet Google Earth, роздільної здатності 0,3 м/піксель у форматі jpeg, з наступною наземною прив'язкою профілю. Засобами і технологіями GPRS Intel PXA272 ASUS MyPal A632, PN: MP632, SN 5AA0AG003078 знаходиться і зафіксується початкова точка профілю, користуючись бусоллю і мірною стрічкою, визначається напрямок прокладеного профілю по космознімку, у відповідності з топографічною картою і

місцевістю, на визначеній лінії профілю здійснюється тематична наземна прив'язка.

Отримані результати експрес-діагностики морфофізіологічних і флуоресцентних показників рослин біогеоценозів Шацького НПП [18] застосовано в якості завірково-калібрувальних даних – наземної інформації про ознаки і властивості об'єктів дистанційного зондування та підстеляючих поверхонь, необхідних для якісної інтерпретації космічних знімків Західного Полісся.

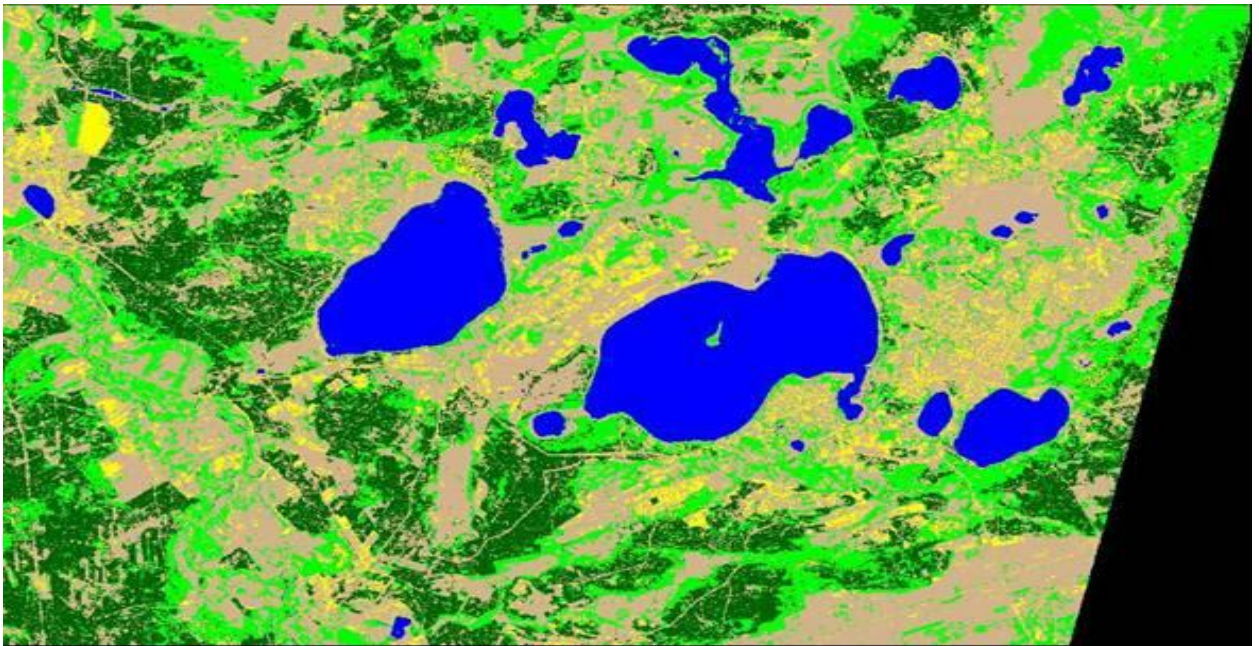
Таким чином, вирішено проблему пошуку, виявлення та обґрунтування перспективних екологічних індикаторів для оцінки впливу антропогенного навантаження на стан лісових екосистем Західного Полісся. Багатогранність проблеми застосування індикаторів стану лісових екосистем полягає у використанні широкого спектру параметрів, який містить гомологічний біоіндикаційний ряд, починаючи від поодиноких організмів-індикаторів і закінчуючи статистичними лісотаксаційними характеристиками деревостанів. В основному, всі екологічні індикатори є у певному розумінні ефективними, проте комплексний результат отримується методом польових рекогносцирувальних обстежень, який виконується шляхом закладення пробних площ. Тому пропонується методологія профільно-діаграмного аналізу [14-17], яка об'єднує багатофакторність рекогносцирувальних вимірювань і радіометричного аналізу космознімків, що забезпечує високу ефективність широкомасштабних досліджень рекреаційної трансформованості лісів.

Перспективним екологічним індикатором рекреаційного впливу на лісові екосистеми Західного Полісся вибрано насадження (1957 р.) культури сосни звичайної, зафіксовані на космознімку з платформи ASTER супутника TERRA AST\_L1B.003: 2006789423 від 29/04/2002 (рис. 1). Внаслідок високої атракторності та розміщення у середині с. Підманів (Шацький НПП), ідентифікований сосновий ліс – «об'єкт» характеризується максимальним антропогенним навантаженням і відповідає другій стадії рекреаційних дигресій. Для вирішення задач оцінки стану і динаміки рекреаційної трансформованості лісів, підвищення ефективності використання космознімків розроблені алгоритми відбору, обробки інформації та приведення до зручного для інтерпретації вигляду (рис. 4).

Метод радіометричного аналізу космознімків ефективний для пошуку, виявлення і вимірювання радіаційних параметрів неординарних об'єктів, що можуть бути використані як екологічні індикатори стану локальних екосистем. У такий спосіб по космознімку виявлено «об'єкт» – сосновий ліс, виміряні його геометричні і радіаційні характеристики, координати. Це достатньо правильний чотирикутник площею 3,3 га зі сторонами від 170 м до 200 м (розміри визначені за космознімком). Результати цифрової кольоро-метрії, отримані профільно-діаграмним методом по профілю А-Б, дозволяють кількісно оцінити радіаційні параметри конкретного об'єкту – рекреаційно-трансформованого соснового лісу і побудувати шаблони для встановлення ступенів рекреаційних дигресій соснових деревостанів по всій території, охопленій космознімком. За космознімками



підвищеної роздільної здатності (рис. 4, б) отримано інформацію про окремі елементи екосистеми: будівлі, дороги, крони дерев. Використовуючи шаблон ідентифікованого лісу, виділено аналогічної якості деревостани на досліджуваній території та побудовано еколого-картографічні моделі рекреаційної трансформованості соснових лісів із фіксованим ступенем рекреаційних дигресій (рис. 5). На основі отриманих результатів розробляються моделі формування та функціонування оптимально-рекреаційного лісу.



*Рис. 5. Еколого-картографічна модель рекреаційної трансформованості соснових лісів Західного Полісся з фіксованим другим ступенем рекреаційних дигресій [14]*

При рекреаційному використанні природних комплексів ступінь їх стійкості визначається можливістю протистояння екологічним навантаженням техногенного середовища, зберігаючи при цьому як нижчі, так і вищі особливості ландшафту, не порушуючи звичайного ходу фізико-географічних процесів у даному комплексі. Безпосередньо на території Шацького НПП дигресія викликається рекреаційним і господарським використанням території. З іншого боку, при рекреаційному використанні природного середовища виникають деякі несприятливі для нього зміни, які при великій кількості відпочиваючих на певній території можуть виявитись небезпечними для продовження звичайного розвитку природних компонентів даної території. Одним з методів попередження дигресії в зонах масового відпочинку є утримання рекреаційного навантаження на природний комплекс на допустимому рівні, оскільки не кожне навантаження небезпечно для розвитку природного комплексу, а лише відносно високе, що перевищує критично визначену межу.

Головним завданням при плануванні зон масового відпочинку є збереження

природи і цих зон в продуктивному стані, тобто в такому, при якому природні ресурси (рослинність і тваринний світ) не втрачали би своєї здатності до самовідновлення. Це завдання вирішується, перш за все, методом визначення гранично допустимої місткості території з точки зору збереження її природних ресурсів, оскільки швидкість дигресії залежить від зовнішнього втручання людини в природне середовище.

На початку процесу дигресії, поки вплив відпочиваючих на природний комплекс незначний, помітним змінам підпадають лише біотичні компоненти: рослинний і тваринний світ. Ці зміни можна вважати зворотними, тому що якщо призупинити зовнішнє втручання, природний комплекс з часом знову повернеться в початковий стан шляхом самовідновлення і регуляції, спочатку біоти, тобто рослинний і тваринний світ, а потім і геоматичне середовище [19-21]. В геому входить весь комплекс, що складає умови існування біоти, тобто мінеральна частина ґрунту, вода, повітря і т. п. Повернення її в початковий стан відбувається шляхом так званої біотичної модифікації: відродження на даній ділянці попередніх рослин і тваринного світу в процесі своєї життєдіяльності, начебто повертаючи навколишньому середовищу його втрачені властивості. Процес відновлення початкового природного комплексу після зняття рекреаційного навантаження може бути названий реверсією дигресії, а сам процес дигресії природного комплексу на цьому етапі можна вважати зворотнім. Реверсія дигресії в Шацькому НПП становить 270-280 днів у році, оскільки сезон комфортного відпочинку становить 95-100 днів.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Дешифрування космознімків направлено на виявлення і оцінку різних природних і техногенних об'єктів. Картографування прогнозу динаміки рекреаційної трансформації лісів Західного Полісся на основі космічної інформації відображає комплекс екологічних факторів, що розкриває подальші шляхи практичного використання космічних знімків, зокрема, як вихідні дані в середовищі ГІС, і має велике значення для забезпечення екологічної безпеки раціональним плануванням природокористування. Для формування інформаційної бази системи моніторингу природно-заповідних об'єктів Західного Полісся виконано такі роботи: переведення дистанційних спектрозональних даних в один з робочих форматів програмного забезпечення для тематичної обробки, перевірка даних комп'ютерної тематичної класифікації космозображень з існуючими картографічними даними і контрольними наземними спостереженнями; побудова тематичних карт за результатами класифікації космознімків.

Застосування методології профільно-діаграмного аналізу гомогенності екосистем, на відміну від описової геоботаніки, дозволяє одержати набір правил, що визначають фрагментарну сегментацію зображень, з подальшим використанням їх для всього космознімка. Це створює передумови швидкого доступу до геопросторових даних, економії аналітично-інформаційних ресурсів й автоматичної ідентифікації виявлених на космознімках антропогенних змін, з їх

фотограмметричним нормуванням і координатно-географічною прив'язкою.

Встановлені ступені рекреаційних дигресій лісових екосистем Шацького НПП забезпечують ідентифікацію екологічних загроз та оконтурювання впливу процесів рекреаційних трансформацій, що необхідно при розробці господарських заходів, спрямованих на зниження рекреаційних навантажень на лісові екосистеми Західного Полісся.

Сучасні світові тенденції розвитку космічних технологій свідчать про те, що дистанційне зондування Землі належить до категорії найбільш важливих напрямів. Використання цифрових технологій обробки космічних знімків дозволяє перейти до повністю або частково цифрового потоку даних ДЗЗ. Однією з складових ланок цього технологічного циклу є аналіз аерокосмічних зображень об'єктів. Зростання можливостей сучасного комп'ютерного забезпечення обумовило бурхливий розвиток програм для обробки та аналізу матеріалів ДЗЗ. Можна виділити три види програмного забезпечення даного напрямку: програми попередньої обробки та тематичного дешифрування зображень; програми цифрової фотограмметричної обробки зображень; власне геоінформаційні системи (ГІС) та картографічні бази даних. Найбільш близьким для ГІС та систем ДЗЗ в технологічному плані є етап опрацювання даних і аналізу результатів. Переважна більшість програмних засобів оброблення зображень, у т.ч. ErMapper, ENVI, ERDAS Imagine, PCI та ін., розраховані на використання в системах ДЗЗ, але сповна можуть застосовуватись і в ГІС. Перспективним шляхом підвищення оперативності та значимості результатів функціонування інтегрованих ДЗЗ/ГІС-систем є їхнє подальше інтегрування в глобальну мережу Internet.

\*\*\*

1. Інформаційно-аналітична модель збалансованого розвитку заповідних та рекреаційних геокомплексів / редкол.: В.І. Мокрий [та ін.] // Збалансований (сталій) розвиток України – пріоритет національної політики : матеріали Всеукр. наук. екол. конф. (Київ, 26 жовт. 2010 р.). – К. : Центр екол. освіти та інформації, 2010. – С. 197-202.

2. Клімат Шацького національного природного парку / Я.О. Мольчак, Б.П. Клімчук, Ф.П. Тарасюк, Н.А. Тарасюк. – Луцьк : Вежа, 1995. – 146 с.

3. Проць Г. Кліматичні особливості Шацького Поозер'я / Г. Проць // Вісник Львівського ун-ту. Серія: географія. – 1992. – Вип. 18. – С. 66-69.

4. Карпенко Н.І. Морфометрична оцінка Шацького Поозер'я для потреб оптимізації природокористування в регіоні / Н. І. Карпенко// Вісник Львівського ун-ту. Серія: географія. – 1997. – Вип. 20. – С. 59-63.

5. Архипов Ю. Р. Метод критических показателей для определения рационального использования рекреационной емкости территории / Ю.Р. Архипов, В.С. Блажко // Проблемы охраны природы и рекреационной географии УССР: Тез. докл. республ. науч. конф.– Харьков, 1979.– С. 3–4.

6. Чижова В.П. Особенности эколого-географической экспертизы проектов

рекреационных зон и национальных парков // Основы эколого-географической экспертизы / Под ред. К.Н. Дьяконова, Т.В. Звонковой. М.: Изд-во МГУ, 1992. - С. 217-229.

7. Багрова Л.А. Рекреационные ресурсы (подходы к анализу понятия) / Л.А. Багрова, Н.В. Багров, В.С. Преображенский // Известия АН СССР. Серия: геогр. – 1997. – № 2. – С. 5-12.

8. Маринич О. Про льодовикові та водно-льодовикові форми рельєфу Українського Полісся / О. Маринич // Наук. зап. Київ. держ. ун-ту. – 1958. – Т. XVII. – Вип. 1. – С. 115-121.

9. Ковальчук В. В. Екологічні проблеми використання рекреаційних ресурсів Волині / В.В. Ковальчук // Українське Полісся: вчора, сьогодні, завтра: Зб. наук. пр.– Луцьк: Надстир'я, 1998.– С. 102–104.

10. Информационные технологии развития экотуризма на территории Шацкого НПП / В.И. Мокрый // Эколого-экономический механизм сохранения биоразнообразия особо охраняемых природных территорий : материалы III междунар. науч. - практ. конф. (Беловежская пуца, 4-6 сентяб. 2008 г.). – Брест : Альтернатива, 2008. – С. 196-198.

11. Еколого-інформаційні технології управління рекреаційними ресурсами Шацького НПП [Електронний ресурс]: матеріали I наук. конф. [“Науки про Землю та Космос – суспільству”] (м. Київ, 25-27 черв. 2007 р) / В.І. Мокрий. – К. : ЦАКДЗ ІГН НАНУ, 2007. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. — Систем. Вимоги : Pentium ; 32 Mb RAM ; Windows 95, 98, 2000, XP ; MS Word 97-2000. – Назва з контейнера.

12. Мокрий В.І. Інформаційні технології збалансованого розвитку рекреаційних комплексів Шацького НПП / В.І. Мокрий // Екологічний вісник. – 2008. – № 3. – С. 20-21.

13. Мокрий В.І. Технології формування бази даних для управління екологічною безпекою природоохоронних об'єктів Західного Полісся / В.І. Мокрий// Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Вип.22.08 – Л., 2012. – С.75-83.

14. Розробка методів моніторингу локальних екосистем Шацького національного природного парку з використанням наземних спостережень, цифрової кольориметрії та аналізу космоснімків / Р.Ф. Федорів, Л.І. Муравський, П.М. Сопрунюк [та ін.] // Звіт ФМІ ім Г.В. Карпенка НАНУ / Фонди ФМІ. – 2008. – 514 с.

15. Красовський Г.Я. Актуальність інформаційно-технічного забезпечення управління Шацьким національним природним парком / Г.Я. Красовський, В.І. Мокрий // Екологія і ресурси: зб. наук. праць Ін-ту проблем національної безпеки. – Вип.13. – К., 2006. – С. 101-111.

16. Тематична розкласифікація космоснімків Шацького НПП : зб. тез Всеукраїнського наукового семінару [“Біомедична електроніка та фізичні методи в екології”], (13-16 вересня 2007 р.) ; редкол. Н.А. Піць [та ін.]. – Львів-Ворохта,

Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка. – С. 39.

17. Мокрий В.І. Ідентифікація космознімків для моніторингу лісових екосистем Шацького НПП / В.І. Мокрий, Р.Ф. Федорів // Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: зб. наук. праць VI Міжнар. наук.-практ. конф. – Київ – Харків – Крим, 2007. – С.249-253.

18. Кучерявий В.П. Оптико-спектральні методи експрес-діагностики рослин Шацького національного природного парку / В.П. Кучерявий, В.І. Мокрий, Н.А. Піць // Науковий вісник ВНУ ім. Лесі Українки. – №2. – Л., 2009. – С.58-63.

19. Тарасов А.И. Рекреационное лесопользование. / А.И. Тарасов. – М. : Агропромиздат, 1986. – 176 с.

20. Гриневецький В.П. Природоохоронне ландшафтознавство: наукові засади, потреби, передумови розвитку в Україні / В.П. Гриневецький // Український географ. журн. – 2004. – № 3. – С. 44-50.

21. Казанская Н.С. Изучение рекреационной дигрессии естественных группировок растительности / Н.С. Казанская // Известия АН СССР. Серия географическая. – 1972. – № 1. – С. 52-60.

**Отримано: 3.04.2012 р.**