ВІСНИК ЛЬВІВ. УН-ТУ *VISNYK LVIV UNIV*
Серія географічна. 2005. Вип. 32. С.43–55 *Ser. Geogr. 2005. N 32. P.43–55*

УДК 528+911

ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ЛІСОГОСПОДАРСЬКОГО ПОТЕНЦІАЛУ СКОЛІВСЬКИХ БЕСКИДІВ ЗАСОБАМИ ГЕОМАТИКИ

І. Круглов

Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Дорошенка, 41, м. Львів, 79000 Україна

Геоекологія як трансдисциплінарне вчення про геоекосистеми (ГЕС) являє собою ефективну теоретично-методичну основу дослідження лісових ресурсів середньогірного екорегіону Карпат засобами географічних інформаційних систем (ГІС) та дистанційного зондування (ДЗ). Результати керованої класифікації космозображення Landsat ETM+ уточнили на підставі геопросторового шару (ГПШ) природних морфогенних ГЕС та, таким чином, синтезували ГПШ актуальних лісових ГЕС. Останні проаналізували з точки зору обмежень, які накладаються Законом України ”Про мораторій на проведення суцільних рубок на гірських схилах в ялицево-букових лісах Карпатського регіону”, додатково використавши цифрову модель рельєфу (ЦМР) та ГПШ водотоків. Лісові ГЕС, придатні для інтенсивної експлуатації, класифікували за зонами транспортної доступності, виділеними на підставі ГПШ поселень та транспортної прохідності регіону.

Ключові слова: геоекологія, геоекосистеми, геоматика, Карпати, лісове господарство, трансдисциплінарність.

Інтегрований геопросторовий аналіз земельних ресурсів є необхідною передумовою розроблення територіального плану сталого регіонального розвитку. З огляду на це, особливої ваги набувають питання пошуку теоретично-методичної основи такого аналізу, зокрема, з точки зору можливостей його реалізації засобами геоматики – технологіями здобування та опрацювання цифрових геопросторових даних, такими, як системи дистанційного зондування Землі, географічної інформації та глобального позиціювання. Перспективними тут вважаємо підходи геоекології як трансдисциплінаронго вчення про ГЕС, однак перехід від концептуального до теоретично-методичного рівня передбачає апробацію таких підходів у процесі конкретних регіональних досліджень.

Сколівські Бескиди є одним із карпатських природних регіонів, у якому існує досить звичний для Карпат загалом конфлікт між лісогосподарським землекористуванням, з одного боку, та рекреацією і природозаповіданням – з іншого. Визначення геопросторових та екологічних особливостей розподілу лісового покриву, а також чинних законодавчих обмежень його експлуатації, дасть змогу реально оцінити лісогосподарський потенціал регіону, що є передумовою розроблення плану сталого розвитку Сколівських Бескидів.

Геоекологію хоч і визнають представники германської, англосакської та східнослов’янської географії як науку про ГЕС, але тлумачать її по-різному [5].

© Круглов І., 2005

Порівняння завдань та методів геоекології, у її різних тлумаченнях, з цілями та завданнями інших усталених географічних наук, дає змогу вважати найбільш перспективним інтерпретацію геоекології як комплексної природничо-гуманітарної функціональної географії [6]. Обґрунтовано геоекологічні принципи та методи інтеграції та уточнення природничої інформації [8, 17]. Існує й доволі багато публікацій щодо загальних географічних та біоекологічних особливостей Сколівських Бескидів [напр., 10, 13, 14]. Однак досі немає конкретних прикладів застосування принципів геоекології як природничо-гуманітарної науки про ГЕС у регіональних дослідженнях, зокрема, з використанням технологій геоматики. Для території Сколівських Бескидів, як і для інших регіонів України, до цього часу практично відсутні геопросторові бази даних природних ресурсів середньої та високої точності, на підставі яких можна приймати рішення щодо сталого розвитку території.

У цьому дослідженні ми продемонструємо деякі можливості застосування принципів геоекології для створення та аналізу геопросторових даних лісових ресурсів гірського регіону.

Теоретичні засади. Попри наявність відмінних тлумачень [5, 6], у цьому дослідженні трактуємо геоекологію як трансдисциплінарне[1] природничо-гуманітарне вчення про геоекосистеми, яке основане на геопросторовому та екологічному підходах і на широкому застосуванні комп'ютерного моделювання. Така концепція геоекології орієнтована на вирішення нагальної суспільної потреби в ефективному інструменті сталого територіального планування.

ГЕС інтерпретуємо як геопросторові моделі взаємодії одного з компонентів ландшафту (системоформуючого компонента) з іншими ландшафтними компонентами та зовнішнім середовищем. Застосування комплементаристського підходу забезпечує різнобічне (фізико-хімічне, біологічне, соціоекономічне) дослідження ландшафту як поєднання ГЕС різних типів. Така концепція дає можливість гармонізувати та інтегрувати здобутки різних ландшафтознавчих шкіл [напр., 3, 4] у єдину струнку систему голістичного дослідження ландшафту. Так, об'єкти "генетичного" ландшафтознавства – природні територіальні комплекси (ПТК), які виділяють на підставі генетичних взаємозв'язків форм рельєфу з іншими природними компонентами ландшафту [напр., 12], – інтерпретують як морфогенні ГЕС. Одиниці актуальної рослинності та інші наземні покриви (забудова тощо), що покладені в основу виділення об'єктів "біоцентричної" ландшафтної екології [16] та "антропогенного" ландшафтознавства [11], розглядають як біогенні ГЕС. Зауважимо, що таке тлумачення ГЕС є наближеним до концепції ландшафтної територіальної структури [1]. Практична реалізація такої концепції геоекології немислима без широкого застосування геоматики.

Стале територіальне планування, інструментом якого має стати геоекологія, передбачає геопросторову організацію суспільства з урахуванням як природного потенціалу ландшафту, так і інших обставин (політичних, юридичних, економічних, історико-культурних) [18]. Відповідно лісогосподарський потенціал, як один із часткових потенціалів ландшафту, також визначається як природними чинниками, так і особливостями суспільного середовища. У цьому дослідженні об'єктами є лісові

[1]Трансдисциплінарність як загальнонауковий підхід є формою міждисциплінарності, у якій не лише узгоджуються та взаємозбагачуються теоретично-методичні засади окремих дисциплін, але й забезпечується взаємодія з ненауковими джерелами зі сфери суспільної практики [19].

ГЕС (лісові біогенні ГЕС), які вивчаємо засобами геоматики з соціоекономічних позицій – з точки зору можливостей їхнього господарського використання, які надаються законодавством та транспортною доступністю території.

Матеріали та методи. Для проведення дослідження використано "Геоекологічну базу даних Басейну Верхнього Дністра [7, 9]", зокрема ГПШ: 1. Природних морфогенних ГЕС[2] (уточнений та доповнений топобіокліматичними даними). 2. Космозображення Landsat ETM+ від 02.05.2000. 3. ЦМР. 4. Водостоків. 5. Польових геоекологічних спостережень. 6. Меж поселень. 7. Меж Національного природного парку "Сколівські Бескиди". 8. Меж екорегіону Сколівські Бескиди. Геопросторові дані мають точність не нижчу, ніж у карти масштабу 1:200 000. Усі векторні дані перетворили у растровий формат з роздільною здатністю 100*100 м та опрацювали у середовищі програмного забезпечення Erdas Imagine [15] та ArcGIS [20]. У процесі геопросторового моделювання також використали непросторову інформацію про взаємозв'язки рослинності з кліматом та едафічними умовами [14] та положення Закону України "Про мораторій..." [2].

Дослідження складалося з кількох послідовних етапів, зміст, джерела даних, методи та результати яких коротко викладені у таблиці 1.

Таблиця 1

Етапи дослідження

№	Зміст етапу	Джерела даних	Технологія	Результат
1	Визначення заліснених площ	ГПШ меж екорегіону; космозображення Landsat ETM+; ГПШ польових геоекологічних обстежень; ГПШ меж поселень	Керована класифікація, маскування, фільтрація, елімінація дрібних площ	ГПШ актуального лісового покриву
2	Моделювання екологічних властивостей лісових площ	ГПШ актуального лісового покриву; ГПШ природних морфогенних ГЕС; ЦМР; літературні дані [14]	Оверлейний аналіз, моделювання атрибутів	ГПШ актуальних лісових ГЕС
3	Аналіз законодавчих обмежень експлуатації лісів	ГПШ актуальних лісових ГЕС; ЦМР; ГПШ водотоків; ГПШ меж національного парку; Закон України "Про мораторій..."[2]	Буферизація, оверлейний аналіз, побудова запитів	ГПШ лісових ГЕС можливої інтенсивної експлуатації
4	Аналіз транспортної доступності лісів, придатних для інтенсивної експлуатації	ГПШ лісових ГЕС можливої інтенсивної експлуатації, ГПШ природних морфогенних ГЕС; ГПШ меж поселень	Оверлейний аналіз; класифікація; аналіз доступності	ГПШ доступності лісових ГЕС можливої інтенсивної експлуатації

[2]Раніше ми їх не цілком вдало називали "інтегрованими педоморфологічними територіальними одиницями" [7].

Територія дослідження. Сколівські Бескиди є екорегіоном (природним районом) Східних Флішових Карпат, який повністю розміщений у басейні р. Дністер. Різні автори дещо відмінно виокремлюють його межі [напр., 10, 13]. У нашій інтерпретації цей регіон з півночі та північного заходу обмежений долиною р. Стрий, з південного сходу – долинами потоку Кропивник та р. Свіча, з південного заходу – лінією, яка проходить по південно-східних підніжжях хребтів Високий Верх та Розтоки (див. рис. 1). Площа регіону становить 143 600 га. Його орографію визначає серія середньовисоких (800–1400 м н.р.м.) паралельних хребтів Пн.Зх.–Пд.Сх. простягання, складених переважно пісковиковим флішем. Найвища вершина регіону у басейні Свічі сягає 1450 м, а у басейні Стрия – 1268 м (г. Парашка). Найнижчі висоти (близько 390 м) спостерігаються на Пн.Сх. межі регіону у долині р. Стрий. Середня висота Сколівських Бескидів становить 805 м. Домінують стрімкі (20–30°) флювіально-денудаційні та гравітаційні схили зі щебенистими бурими гірсько-лісовими ґрунтами.

Рис. 1. Розміщення території дослідження
(виділена потовщеною лінією)

У Сколівських Бескидах виділяють три висотні біокліматичні зони. Помірно прохолодна зона ялицево-букових лісів (Abieto-Fageta) простягається на 600–700 м і характеризується річною сумою активних температур (понад 10 ^{0}C) у 1800–2400 ^{0}C та річною кількістю опадів у 800–1000 мм. Вище знаходиться прохолодна зона смереково-(ялицево)-букових лісів (Piceeto-(Abieto)-Fageta), яка досягає висот 1000–1100 м і середньорічно забезпечується теплом на рівні 1000–1800 ^{0}C, а опадами – на 1000–1200 мм. Помірно холодна зона бореальних смерекових та кедрово-сосново-смерекових лісів (Pineto (cembrae)-Piceeta) займає висоти понад 1100 м. Її теплозабезпеченість менша 1000 ^{0}C на рік, а річна сума опадів перевищує 1200 мм. Окремо виділяємо гірські долини з “азональним” топобіокліматом, для якого властива підвищена вологість та температурні інверсії. Днища долин зайняті

вербовими (Saliceta), чорно- і сіровільховими (Alneta) та смерековими (Piceeta) угрупованнями [13, 14].

Поселення переважно зосереджені по периферії регіону. Розріджена транспортна мережа (автошляхи та залізниця), а також поселення, чітко приурочені до днищ річкових долин. Значну площу екорегіону у басейні Стрия займає територія національного природного парку "Сколівські Бескиди" (34 372 га).

Актуальний лісовий покрив. Для визначення лісового покриву Сколівських Бескидів здійснено керовану класифікацію (supervised classification) космозображення Landsat ETM+ (геометрична роздільна здатність 30*30 м, сім каналів) від 02.05.2000 за третім, четвертим та п'ятим каналами (у червоному, ближньому та середньому інфрачервоних діапазонах) з використанням алгоритму максимальної подібності (maximum likelihood). Тренувальні площі (training areas) частково обирали за пунктами польових геоекологічних обстежень (всього шість площадок), а також методом експертного аналізу космозображення. Обмежена кількість достовірних (ground truth) тренувальних площ, досить невигідний весняний аспект рослинності (букові деревостани верхньої частини смереково-букового поясу ще без листя) та значні радіометричні відмінності космозображення сонячних та затінених стрімких схилів дали змогу надійно класифікувати лише дві категорії лісового покриву – ліси з переважанням листяних дерев та ліси з переважанням хвойних дерев. Отриманий геопросторовий шар профільтрували за допомогою функції majority filter, ареали площею до 50 пікселів (до 4,5 га) елімінували, наклали маску з межами поселень та зменшили геометричну роздільну здатність до 100x100 м.

У результаті таких операцій площу лісів регіону визначили у 109 232 га, з них 50 931 га – з переважанням листяних дерев, а 58 301 га – з переважанням хвойних дерев. Не вдалося встановити характер наземного покриву ділянок, закритих хмарами. Їхня площа становить 1 190 га, або 0,8 % площі регіону. Таким чином, у 2000 році загальна лісистість Сколівських Бескидів становила 76 %.

Актуальні лісові геоекосистеми. Первинні геопросторові дані про лісовий покрив, отримані у результаті опрацювання космозображення, доповнили та уточнили шляхом оверлею з ГПШ природних морфогенних ГЕС, і у такий спосіб синтезували ГПШ актуальних лісових ГЕС (див. рис. 2А). Уточнити надто загальні атрибути ГПШ актуального лісового покриву змогли шляхом співставлення з відповідними атрибутами ГПШ природних морфогенних ГЕС, які містять інформацію про рельєф, топобіоклімат, едафічні умови місцезростання та потенційну природну рослинність [7, 9]. Таке моделювання атрибутів роблять на підставі знань про взаємовідносини рослинності з кліматом та едафічними умовами, почерпнутими з регіональної літератури [14] та польових обстежень. Детальніше принципи та послідовність геоекологічного уточнення даних дистанційного знімання описано у спеціальній публікації [8]. Оверлей ГПШ актуальних лісових ГЕС з ЦМР дає змогу отримати картину розподілу лісів за висотними рівнями.

Таблиця 2 містить основні характеристики актуальних лісових ГЕС Сколівських Бескидів, а таблиця 3 відображає розподіл лісових ГЕС за висотними рівнями. Наприклад, найбільшу площу у регіоні займають мезотрофні вологі смереково-букові та смереково-ялицево-букові ліси (Piceeto-(Abieto)-Fageta) на стрімких схилах (тип 6) – 32 940 га. Більша їхня частина (21 788 га) зосереджена у межах висот 650–900 м. Другими за поширенням (24 016 га) є буково-смерекові та буково-ялицево-смерекові ліси (Fageto-(Abieto)-Piceeta, тип 12), які ростуть у тих самих екотопах, що й попереднє угруповання, та також сконцентровані у висотному

поясі 650–900 м (13 180 га). Очевидно, що ці фітоценози є похідними й утворилися внаслідок господарської діяльності людини на місці природних смереково-букових лісів. Природні оліготрофні та мезотрофні вологі та сирі смерекові ліси (Piceeta, типи 15, 16, 17) займають у Сколівських Бескидах обмежені площі (795 га) на південному сході регіону, у басейні р. Свічі, на схилах та вершинах хребтів, які підіймаються вище 1100 м.

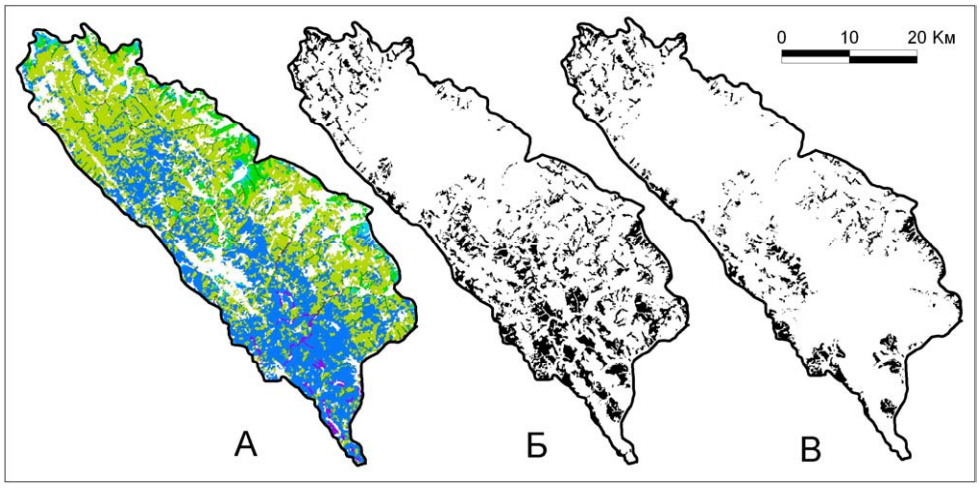

Рис. 2. А. Лісові ГЕС Сколівських Бескидів; Б. Лісові ГЕС, придатні для інтенсивної експлуатації; В. Лісові ГЕС, придатні для інтенсивної експлуатації у першій зоні доступності (до 5000 умовних метрів від ближчого поселення)

Законодавчі лісогосподарські обмеження. Далеко не всі лісові площі можуть бути об’єктом інтенсивного лісогосподарювання. Відносини у галузі використання лісів регулюються Лісовим кодексом України, Законами України “Про охорону навколишнього природного середовища” та “Про мораторій на проведення суцільних рубок на гірських схилах в ялицево-букових лісах Карпатського регіону”, а також іншими нормативно-правовими актами. Особливі обмеження на експлуатацію лісів Склівських Бескидів накладає Закон України “Про мораторій...” [2].

У процесі геопросторового моделювання законодавчих обмежень експлуатації лісів регіону брали до уваги такі положення цього Закону: 1. Заборона на проведення рубок головного користування у лісах, розміщених вище 1100 м н.р.м. (Стаття 2). 2. Заборона на проведення рубок головного користування у берегозахисних ділянках лісу (Стаття 2), які визначаються як смуги лісу завширшки 150–200 м вздовж берегів річок, навколо озер, водоймищ, інших водних об’єктів (Стаття 1). 3. Мораторій до 2010 року на проведення суцільних рубок головного користування у ялицево-букових деревостанах на стрімких схилах (Стаття 3). Стрімкі схили визначаються як такі, що мають ухили 21–30(35)^0 (Стаття 1).

Таблиця 2

Лісові геоекосистеми Сколівських Бескидів

Тип ЛГЕС	*Площа (га)*	*Актуальна рослинність*	*Потенційна природна рослинність*	*Топо-біоклімат*	*Рельєф*	*Трофотопи*	*Гігро-топи*
1	777	Saliceta et Alneta	Piceeta, Saliceta et Alneta	Долинний	Днища широких долин	Оліготрофні та мезотрофні	Сирі та мокрі
2	2 855	Piceeto-(Abieto)-Fageta, Saliceta et Alneta	Fageta, Piceeta, Saliceta et Alneta		Схили та днища вузьких долин		
3	116	Abieto (Piceeto)-Fageta	Fageto-Abieta	Помірно прохолодний	Випуклі вершинні поверхні та спадисті схили (<20^0)	Мезотрофні та евторфні	Вологі та сирі
4	7 540		Abieto-Fageta		Стрімкі схили (20–30^0)	Мезотрофні	Вологі
5	5 388	Piceeto-(Abieto)-Fageta	Piceeto-Fageta	Прохолодний	Випуклі вершинні поверхні та спадисті схили (<20^0)		
6	32 940				Стрімкі схили (20–30^0)		
7	13 105				Дуже стрімкі схили (>30^0)	Оліготрофні та мезотрофні	
8	61	Fageto-Abieta (Piceeta)	Fageto-Abieta	Помірно прохолодний	Випуклі вершинні поверхні та спадисті схили (<20^0)	Мезотрофні та евторфні	Вологі та сирі
9	2 154		Abieto-Fageta et Fageto-Piceeta		Стрімкі схили (20–30^0)	Мезотрофні	Вологі
10	2 422	Fageto-(Abieto)-Piceeta	Fageta, Piceeta, Saliceta et Alneta	Долинний	Схили та днища вузьких долин	Оліготрофні та мезотрофні	Сирі та мокрі
11	3 710		Piceeto-Fageta	Прохолодний	Випуклі вершинні поверхні та спадисті схили (<20^0)	Мезотрофні	Вологі
12	24 016				Стрімкі схили (20–30^0)		
13	12 766		Piceeto-Fageta et Fageto-Piceeta		Дуже стрімкі схили (>30^0)	Оліготрофні та мезотрофні	
14	587	Piceeta	Piceeta, Saliceta et Alneta	Долинний	Днища широких долин		Сирі та мокрі
15	539		Pineto (cembrae)-Piceeta	Помірно холодний	Випуклі вершинні поверхні та спадисті схили (<20^0)		Вологі та сирі
16	110				Стрімкі схили (20–30^0)		Вологі
17	146				Дуже стрімкі схили (>30^0)		

Таблиця 3

Розподіл лісових ГЕС за висотними рівнями

Індекс лісової ГЕС	Актуальна рослинність	Площа (га) за висотними рівнями (м н.р.м.)			
		370–650	650–900	900–1100	1100–1450
1	Saliceta et Alneta	594	183	0	0
2	Piceeto-(Abieto)-Fageta, Saliceta et Alneta	1 182	1 624	49	0
3	Abieto (Piceeto)-Fageta	114	2	0	0
4		5 619	1 921	0	0
5	Piceeto-(Abieto)-Fageta	102	2 568	2 396	322
6		3 190	21 788	7 659	303
7		1 171	7 575	4 059	300
8	Fageto-Abieta (Piceeta)	59	2	0	0
9		1 635	507	12	0
10	Fageto-(Abieto)-Piceeta	435	1 803	184	0
11		71	859	1 889	891
12		1 195	13 180	8 245	1 396
13		443	4 861	5 353	2 109
14	Piceeta	97	490	0	0
15		0	0	16	523
16		0	0	7	103
17		0	0	15	131
	Всього	15 907	57 363	29 884	6 078

Крім того, у процесі моделювання лісогосподарських обмежень було враховано, що усі деревостани, розміщені на дуже стрімких схилах (понад 30^0), необхідно розглядати як протиерозійні і вилучити з інтенсивного лісогосподарського користування. Вилучають з інтенсивної експлуатації також ліси у межах НПП “Сколівські Бескиди”.

Охоронні ліси, розміщені вище 1100 м, визначали шляхом оверлею ГПШ лісових ГЕС з ЦМР. Побудова буферних зон шириною 200 м уздовж основних водотоків регіону, представлених відповідним ГПШ, та їхній оверлей з ГПШ лісових ГЕС дали змогу виділити ліси берегозахисних ділянок. До цієї категорії також додали ГЕС долинних лісів (типи 1, 2, 10 та 14 – див. табл. 2), які залишилися поза межами буферних зон. ГЕС типу 4 та 6 зарахували як такі, що підпадають під дію Статті 3 Закону України “Про мораторій...”. Крім того, ГЕС типу 7, 13 та 17 були помічені як протиерозійні ліси. На завершення, шляхом оверлею ГПШ меж НПП “Сколівські Бескиди” та лісових ГЕС, визначили ліси природоохоронної території.

Розподіл площ лісових ГЕС з різними обмеженнями лісогосподарської експлуатації наведено у таблиці 4. Так, зі 109 232 га лісів регіону 77 944 га, або 71 %, підпадають під ті, чи інші природоохоронні обмеження. Водночас для деяких площ

Таблиця 4.

Розподіл площ (га) лісових геоекосистем Сколівських Бескидів за умовами експлуатації

Тип лісової ГЕС	*Актуальна лісова рослинність*	*Заг. площа*	*Площі обмеженої експлуатації*	*У тому числі за характером обмеження експлуатації*				*Площі інтенсивної експлуатації*	*У тому числі за зонами доступності*			
				нац. парк	*вище 1100м*	*водоохоронна зона*	*стрімкі схили*		*зона 1*	*зона 2*	*зона 3*	*зона 4*
1	Saliceta & Alneta	*777*	*777*	119	0	777	0	0	0	0	0	0
2	Piceeto-Fageta, Saliceta & Alneta	*2 855*	*2 855*	988	0	2 855	0	0	0	0	0	0
3	Abieto (Piceeto)-Fageta	*116*	*78*	78	0	0	0	38	38	0	0	0
4	Abieto (Piceeto)-Fageta	*7 540*	*7 540*	3 057	0	438	7 540	0	0	0	0	0
5	Piceeto-(Abieto)-Fageta	*5 388*	*322*	1 707	322	0	0	3 439	1 769	1 426	226	18
6	Piceeto-(Abieto)-Fageta	*32 940*	*32 940*	9 949	303	1 040	32 940	0	0	0	0	0
7	Piceeto-(Abieto)-Fageta	*13 105*	*13 105*	4 523	300	807	13 105	0	0	0	0	0
8	Fageto-Abieta (Piceeta)	*61*	*20*	20	0	0	0	41	41	0	0	0
9	Fageto-Abieta (Piceeta)	*2 154*	*96*	476	0	96	0	1 606	1 504	102	0	0
10	Fageto-(Abieto)-Piceeta	*2 422*	*2 422*	407	0	2 422	0	0	0	0	0	0
11	Fageto-(Abieto)-Piceeta	*3 710*	*897*	783	891	6	0	2 152	952	831	350	19
12	Fageto-(Abieto)-Piceeta	*24 016*	*2 865*	4 514	1 396	1 486	0	17 048	7 139	5 931	3 310	668
13	Fageto-(Abieto)-Piceeta	*12 766*	*12 766*	2 196	2 109	722	12 766	0	0	0	0	0
14	Piceeta	*587*	*587*	11		587	0	0	0	0	0	0
15	Piceeta	*539*	*523*	0	523	0	0	16	3	13	0	0
16	Piceeta	*110*	*103*	0	103	6	0	7	0	1	6	0
17	Piceeta	*146*	*146*	0	131	0	146	0	0	0	0	0
	Всього	109 232	77 944	*28 828*	*6 078*	*11 242*	*66 497*	24 347	*11 446*	*8 304*	*3 892*	*705*

актуальні відразу кілька обмежень. Наприклад, частина лісів ГЕС типу 7 є не лише на дуже стрімких схилах, але й розміщена у межах НПП та у берегоохоронній зоні (див. табл. 4). Отже, лише 31 288 га припадає на ліси можливої інтенсивної експлуатації, в яких законодавством дозволені суцільні рубки лісів головного користування (див. рис. 2Б).

Визначення транспортної доступності лісів інтенсивної експлуатації. Важливим компонентом лісогосподарського потенціалу є чинник економіко-географічного положення – віддаленості лісових площ від пунктів складування та оброблення деревини. Особливо важливою та складною для розрахунків є транспортна доступність у гірському регіоні, в якому віддаль "по-прямій" не завжди є найкоротшою. Модель доступності лісів інтенсивної експлуатації Сколівських Бескидів побудована з урахуванням віддаленості від найближчого поселення як потенційного пункту складування та оброблення деревини, зважаючи на ступінь прохідності території. Прохідність визначається на підставі ухилів поверхні, які розглядаємо як основний чинник складності побудови лісовозних доріг. Дані про ухили містить ГПШ природних морфогенних ГЕС. Днища річкових долин з незначними ухилами поверхні мають найвищу прохідність і тому коефіцієнт їхнього "опору" транспортному рухові прирівнюють до одиниці. Спадисті схили та хвилясті вершинні поверхні отримали коефіцієнт "опору" два, а стрімкі та дуже стрімкі схили – відповідно, чотири та вісім. Таке зважування показника прохідності є дискусійним, але загалом задовольняє вимоги швидкого експертного оцінювання.

ГПШ поля транспортної доступності регіону, залежно від віддалі до найближчого поселення та прохідності території, розраховуємо за допомогою спеціальної функції [20] з використанням ГПШ поселень та коефіцієнтів "опору". Останній формуємо на підставі ГПШ природних морфогенних одиниць. Поле транспортної доступності відображає віддалі до найближчого поселення в умовних метрах. Наприклад, у днищах долин, де коефіцієнт "опору" рівний одиниці, один реальний метр горизонтального прокладення відповідає одному умовному метрові. А от на дуже стрімкому (понад 30^0) схилі з коефіцієнтом "опору" вісім, один реальний метр горизонтального прокладення прирівнюється до восьми умовних метрів. Для зручності дальшого аналізу ГПШ поля транспортної доступності розбиваємо на чотири зони: до 5 000, від 5 000 до 10 000, від 10 000 до 15 000 та понад 15 000 умовних метрів. Зауважимо, що максимальна віддаленість від найближчого поселення у регіоні становить 19 890 умовних метрів.

Тепер визначаємо розподіл лісових площ можливої інтенсивної експлуатації за зонами транспортної доступності шляхом оверлею відповідних ГПШ. Результати аналізу подано у лівій частині таблиці 4.

Таким чином, площа всіх лісів, придатних для інтенсивної експлуатації, становить 24 347 га, тобто 22 % площі всіх лісів Сколівських Бескидів, або 17 % площі екорегіону. Серед лісів, придатних для інтенсивної експлуатації, найбільші площі в усіх зонах доступності (всього 17 048 га) займають похідні буково-(ялицево)-смерекові деревостани стрімких схилів (тип ГЕС 12, – див. табл. 2 та 4). Найбільші масиви зосереджені на південному сході регіону у басейні верхів'я р. Мізунки у межах третьої та четвертої зон доступності. На північному заході Сколівських Бескидів невеликі осередки лісів можливої інтенсивної експлуатації спостерігаємо в околицях м. Турки. Це переважно вторинні буково-ялицеві та смерекові деревостани на спадистих схилах, а також ялицево-букові угруповання на вершинах невисоких хребтів (див. рис. 2В).

Загальне обговорення результатів та висновки. Отже, лісогосподарський потенціал Сколівських Бескидів, який на перший погляд видається доволі високим через значну лісистість регіону, виявляється суттєво обмеженим завдяки чинному природоохоронному законодавству та наявності НПП. Основні площі лісів, придатних для інтенсивної експлуатації, сильно фрагментовані та знаходяться у відносно віддалених місцях, що додатково зменшує перспективність лісогосподарського освоєння.

Чітко детерміновані підходи та комп'ютерні кількісні методи забезпечують уніфіковане застосування методики та прекрасну порівнюваність результатів. Наприклад, за такою ж методикою можна вивчити лісогосподарський потенціал інших регіонів Українських Карпат та шляхом порівняння визначити найбільш перспективні площі інтенсивного лісогосподарського освоєння.

Геоекологічний підхід дає змогу уточнювати первинні результати ДЗ, надавати геопросторового виразу дії природоохоронного законодавства та інтегрувати методи економіко-географічного аналізу в екологічні дослідження.

Усе це засвідчує перспективність геоекологічного підходу до оперативного регіонального аналізу земельних ресурсів засобами геоматики, особливо для територій, на які немає надійних геопросторових даних (а таких є більшість на території України).

Явним обмеженням цього дослідження є недостатня кількість польової інформації для забезпечення надійної верифікації результатів моделювання. Космозображення Landsat ETM+ не дає можливості виділяти вікові класи деревостанів. У процесі аналізу ми не брали до уваги межі лісових господарств, що також зменшує точність визначення лісових площ, придатних до експлуатації.

Вважаємо, що перспективним є дальше проведення подібних досліджень з використанням даних наземної лісотаксації. Доцільно також використати космозображення вищої спектральної та геометричної роздільної здатності (наприклад, Terra ASTER) з топографічною нормалізацією радіометричних характеристик [15], завдяки чому можна буде виділити більшу кількість попередніх класів лісового покриву. Для топографічної нормалізації бажано мати детальніші ЦМР.

Подяки. Автор вдячний Б.В. Сенчині за допомогу у проведенні польових обстежень. У дослідженні використано геопросторові дані Німецько-українського науково-прикладного проекту "Трансформаційні процеси у басейні Дністра", фінансованого Федеральним міністерством освіти і досліджень Німеччини та координованого ЮНЕСКО.

1. *Гродзинський М.Д.* Основи ландшафтної екології: Підручник. К., 1993.
2. Закон України "Про мораторій на проведення суцільних рубок на гірських схилах в ялицево-букових лісах Карпатського регіону" // Відомості Верховної Ради. 2000. № 13.
3. *Круглов І.С.* Вчення про ландшафт як єдина географія // Ландшафт як інтегруюча концепція XXI сторіччя. Зб. наук. праць. К., 1999.
4. *Круглов І.С.* Екологія ландшафту (геоекологія): Аналіз європейських та північноамериканських публікацій // Укр. геогр. журн. 2000. № 2.
5. *Круглов І.С.* Геоекологія: Одна назва для різних наук? // Фіз. геогр. і геоморф. 2003. Вип. 45.
6. *Круглов І.С.* Геоекологія та географія // Наук. зап. Тернопіль. держ. пед. ун-ту. Серія: геогр. 2004. № 2. Ч. 1.
7. *Круглов І.С.* Методика напівавтоматизованого створення геопросторового шару педоморфологічних одиниць Басейну Верхнього Дністра // Вісн. Львів. ун-ту. Серія геогр. 2004. Вип. 31.
8. *Круглов І., Божук Т.* Геоекологічна інтерпретація рослинного покриву Українського Мармарошу за космічним зображенням ASTER VNIR // Вісн. геод. та картогр. 2004. Вип. 3.
9. *Круглов І.С., Мельник А.В., Муха Б.П., Сенчина Б.В.* Геоекологічна база даних Басейну Верхнього Дністра // Фіз. геогр. і геоморф. 2004. Вип. 46. Т. 1.
10. *Мельник А.В.* Українські Карпати: еколого-ландшафтознавче дослідження. Львів, 1999.
11. *Мильков Ф.Н.* Человек и ландшафты: Очерки антропогенного ландшафтоведения. М., 1973.
12. Морфологическая структура географического ландшафта / Под ред. Н.А. Солнцева. М., 1962.
13. Природа Українських Карпат / За ред. К.І. Геренчука. Львів, 1968.
14. Украинские Карпаты. Природа / Под. ред. М.А. Голубца и др. – Киев, 1988.
15. ERDAS field guide. 4th edition. Atlanta, 1997.
16. *Forman R.T.T.* Land mosaics. The ecology of landscapes and regions. Cambridge, 1995.
17. *Kruhlov I., Bozhuk T.* Geoecological information system for Ukrainian Maramorosh // A Message From the Tatra: Geographical Information Systems and Remote Sensing in Mountain Environmental Research. Cracow, 2004.
18. *Neef E.* Zur Frage des gebietswirtschaftlichen Potentials // Forschungen und Forschritte. 1966. No 3. H. 3.
19. Transdisciplinarity: joint problem-solving among science, technology and society. An effective way of managing complexity / Edited by J.Th. Klein et al. Basel, 2001.
20. Using ArcGIS Spatial Analyst. Redlands, 2002.

GEOECOLOGICAL ANALYSIS OF THE SKOLE BESKYDY FORESTRY POTENTIAL USING GEOMATICS

I. Kruhlov

Ivan Franko National University of Lviv,
Doroshenko Str., 41, UA-79000 Lviv, Ukraine

Geoecology as a transdisciplinary science of geoecosystems (GES) provides effective methodological framework for the forest resources study of the medium-mountain Carpathian ecoregion with the help of a geographical information system and remote sensing. The results of the Landsat ETM+ satellite image supervised classification were supplemented with the ecological information using geospatial layer (GSL) of the natural morphogenetic GES to obtain the GSL of the actual forest GES. The latter were analysed from the standpoint of limitations imposed by the Law of Ukraine "About moratorium on clear-cuts at mountain slopes in beech-fir forests of Carpathian Region" using additionally the digital elevation model and GSL of the watercourses. The forest GES suitable for intensive logging were classified according to the transportation accessibility zones delineated using GSL of the settlements and of the terrain "trafficability".

Key words: Carpathians, geoecology, geoecosystems, geomatics, forestry, transdisciplinarity.

Стаття надійшла до редколегії 15.05.2005
Прийнята до друку 21.09.2005