Роман Кулачковський, Іван Круглов
Видозбірні геоекосистеми Басейну витоків річки Сян
С. 191-200

Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія. – Тернопіль: СМП "Тайп". – №1 (випуск 40). – 2016. – 301 с.

ISSN 2311-3383

Адреса видавця: 46027, Україна, м.Тернопіль, вул. М.Кривоноса 2, каб. 130.

Засновано у листопаді 1997 року. Виходить 2 рази на рік.

Друкується за рішенням Вченої Ради Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Андрейчук В'ячеслав – д.г.н., професор, Державна вища школа імені Папи Іоанна Павла II в Білій Підлясьці (Польща).
Брич В.Я. – д.е.н., професор, Тернопільський національний економічний університет.
Голосов В.М. – д.г.н., с.н.с., Московський державний університет ім. М.В. Ломоносова (Російська Федерація).
Двінських С.О. – д.г.н., професор, Пермський державний національний дослідницький університет (Російська Федерація).
Заставецька О.В. – д.г.н., професор, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка.
Іщук С.І. – д.г.н., професор, Київський національний університет імені Тараса Шевченка.
Ковальчук І.П. – д.г.н., професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України.
Кшеминь Казімеж – д.г.н., професор, Ягелонський університет (Польща).
Петлін В.М. – д.г.н., професор, Львівський національний університет імені Івана Франка.
Позняк С.П. – д.г.н., професор, Львівський національний університет імені Івана Франка.
Рудько Г.І. – д.г.н., д.т.н., д.г.-м.н, професор, Державна комісія України по запасах корисних копалин.
Свинко Й.М. – к.г.-м.н., професор, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка.
Сивий М.Я. – д.г.н., професор, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка.
Царик Л.П. – д.г.н., професор (головний редактор), Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка.
Царик П.Л. – к.г.н., доцент (відповідальний секретар), Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка.

Збірник входить до переліку наукових фахових видань ВАК України. Свідоцтво про держреєстрацію: КВ № 15878-4350Р від 12.10.2010 р.

Затверджено рішенням Президії ВАК в якості фахового видання наказ №1328 від 21.12.2015р.
Збірник входить до української реферативної бази даних "Україніка наукова". Матеріали публікуються у реферативному журналі "Джерело".

Автори опублікованих матеріалів несуть повну відповідальність за добір, точність наведених фактів, цитат, власних імен та інших відомостей.

ББК 26.8
Н 34

© Тернопільський національний педагогічний університет, імені Володимира Гнатюка, 2016

УДК 911.2

Роман КУЛАЧКОВСЬКИЙ, Іван КРУГЛОВ

ВИДОЗБІРНІ ГЕОЕКОСИСТЕМИ БАСЕЙНУ ВИТОКІВ РІЧКИ СЯН

Басейн витоків річки Сян (БВС) має площу 1 190 км², охоплює низькогір'я та середньогір'я західної периферії Східних Карпатах і є популярною туристичною дестинацією. Видозбірні геоекосистеми (ВГЕС) інтерпретуємо як геопросторові соціоекологічні моделі реального ландшафту, які відображають відношення між естетичною привабливістю краєвиду, який відкривається з пункту огляду, та морфогенною структурою ландшафту у межах зони видимості. Для делімітації одинадцяти ВГЕС використали технологію растрових географічних інформаційних систем (ГІС), цифрову модель висот (ЦМВ) Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), а також геодані щодо форм рельєфу та наземного покриву, отримані у результаті попередніх досліджень [19, 9].

Спочатку генерували морфогенні ландшафтні одиниці (мікроекохори) шляхом оверлею класів форм рельєфу та наземного покриву, і метризували ці одиниці щодо мозаїчності та контрастності їхньої просторової структури у круглому околі радіусом 500 м. Крім того, виділили визначні ландшафтні об'єкти, які підвищують естетичну цінність видозборів – вершини найвищих хребтів та озеро. Тоді делімітували видозбори та обмежили їх зоною видимості у 12 км. При цьому розрахували погіршення видимості як лінійну функцію віддаленості від пункту огляду. Інтегральну естетичну привабливість (ІЕП) розрахували як математичний оверлей (добуток) значень контрастності і мозаїчності як форм рельєфу, так і наземних покривів зі значеннями видимості. Результати збільшили на 5-10% для ВГЕС, які охоплюють визначні ландшафтні об'єкти. Кінцеві значення стандартизували, а також розрахували питому ІЕП – як відношення суми ІЕП кожної ВГЕС до площі її зони видимості.

Найбільша мозаїчність та контрастність форм рельєфу і наземного покриву виявлена у північній частині БВС, зайнятій низькогір'ями Сянсько-Ріцької Верховини. Визначні ландшафтні об'єкти представлені найвищими масивами південної частини БВС у межах Полонинського середньогір'я, а також Солінським озером на півночі. Найбільшої зоною видимості (115 км²) відзначається ВГЕС Полонини Царинської, а найменшою (41 км²) – ВГЕС гори Бесяда. При цьому найвищу абсолютну та питому ІЕП отримав видозбір гори Явір, розташованої у низькогірній північній частині БВС, а найнижчу – видозбір гори Равка, яка знаходиться у полонинському середньогір'ї на півдні. Таким чином, низькогірні видозбори виявилися більш привабливими, ніж середньогірні.

Ключові слова: *географічні інформаційні системи, зона видимості, наземний покрив, форми рельєфу, інтегральна естетична привабливість.*

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Естетичну привабливість території (ландшафту як краєвиду) тепер розглядають як одну із категорій культурних екосистемних послуг [17, 21]. При цьому слід зауважити, що питання естетики ландшафту, її рекреаційної значимості та оцінки піднімалися задовго до появи концепції екосистемних послуг [12, 2]. Зокрема, були проведені дослідження естетики ландшафтів Карпат [10, 4, 16,

3], які значною мірою опираються на експертну (якісну) оцінку дискретних ландшафтних структур. Розвиток технології ГІС відкрив нові можливості дослідженню привабливості територій, оскільки надав спеціальні інструменти квантифікації геопросторових структур як об'єктів естетичної оцінки, які використовують функції локальної та зональної статистики. Крім того, розроблені алгоритми, які дають змогу аналізувати зони видимості місцевості з різних місцеположень на підставі ЦМВ. Таку зону видимості місцевості, яка "відкривається" з певного пункту огляду називають видозбором (англ.: viewshed) [14]. Видозбори тепер використовують для оцінки естетичних екосистемних послуг [11], зокрема у сфері ландшафтного планування [13], і навіть для визначення впливу естетики видозбору на вартість нерухомості [22]. Однак у зазначених публікаціях не висвітлюється достатньою мірою зв'язок між естетичними властивостями видозборів та морфогенною структурою території, яка лежить в основі голістичної моделі ландшафту як тотальної геоекосистеми [7, 8]. Саме цьому питанню присвячується ця стаття, яка описує методику та результати порівняльного аналізу засобами ГІС морфогенних ландшафтних одиниць БВС [19, 9] для визначення естетичної привабливості видозборів 11 вершин, які популярні серед туристів.

Географічні особливості території дослідження. БВС розташований у Східних Карпатах на межі із Західними Карпатами, має площу 1 190 км² і визначається вододільною лінією, що замикається на греблі Солінського озера (Рис. 1).

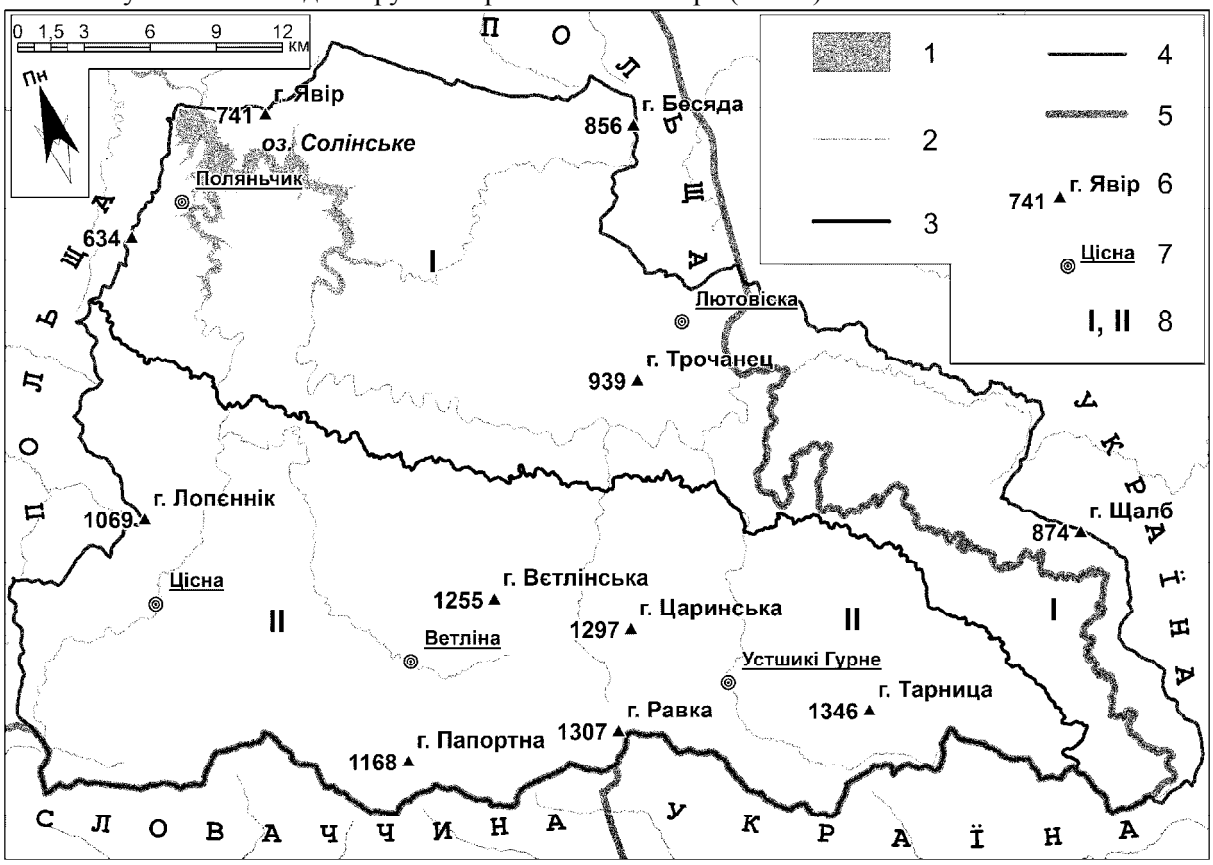

Рис. 1. Географічне положення БВС.

На карті цифрами позначено: 1 – водні резервуари, 2 – річки, 3 – екорегіони, 4 – межа БВС, 5 – кордони держав, 6 – пункти огляду (їх висота в м та назва), 7 – населені пункти, 8 – індекси екорегіонів: I – Низькогір'я Сян-Ріцької Верховини, II – Середньогір'я Полонин.

Більша його частина (90 %) знаходиться на території Польщі, і лише східним краєм БВС заходить в Україну. БВС складений флішовими формаціями Дуклянського та Сілезького тектонічних покривів [1], і у його межах виділяємо два екорегіони: середньогір'я Полонин (у південній частині) та низькогір'я Сянсько-Ріцької Верховини (у північній частині) [6]. Абсолютні висоти коливаються від 415 м (рівень води Солінського озера) до 1346 м (гора Тарниця). Температура повітря у липні становить, в залежності від висоти, +11 – +18 ºС, а у січні – -7 – -3 ºС. Кількість опадів сягає 900–1 300 мм/рік. Наземний покрив представлений переважно буковими, а також смерековими, ялицевими та яворовими, лісами на гірських буроземних ґрунтах. Вершини хребтів, вищі за 1 100 м, вкриті буковим криволіссям та луками. Луки також є у днищах річкових долин та навколо поселень. Серед тварин зустрічаються

бурі ведмеді, олені, вовки, кабани, бобри, рисі, зубри [24]. БВС розташований на історичній етнічній українській території, з якої після Другої світової війни виселили корінне населення, і тепер вона має переважно природоохоронне та рекреаційне використання. Тут створено Бещадський національний парк, а також ландшафтні парки (Рис. 1), які відвідують багато туристів, щоб милуватися видозборами.

Концептуально-теоретичні засади дослідження. Об'єкти цього дослідження – ландшафтні видозбори – інтерпретуємо як спеціальні дискретні функціональні геоекосистеми (ГЕС). Під ГЕС розуміємо модель, яка відображає геопросторову диференціацію генетичних або функціональних відношень між однією із властивостей ландшафту як центрального (системоформувального) компонента з іншими властивостями ландшафту як периферійними компонентами [4]. Топологію видозбірної ГЕС характеризує пункт огляду – місце з якого оглядають ландшафт, та зона видимості – переважно диз'юнктивний ареал, який охоплює ділянки ландшафту, видимі з осередку. Центральним компонентом видозбірної ГЕС у цьому дослідженні є естетична привабливість краєвиду, який відкривається з пункту огляду, а периферійними компонентами – морфологічні характеристики ландшафту в зоні видимості, які формують цей краєвид. Морфологічні характеристики ландшафту відображають морфогенні ГЕС – дискретні геопросторові моделі, які передають генетичні відношення між наземним покривом як центральним компонентом та геолого-геоморфологічними, гідрокліматичними і господарськими умовами території як периферійними компонентами. Під наземним покривом розуміємо природний ґрунтово-рослинний покрив та артефакти (продукти людської діяльності – культурні насадження, будівлі, штучні покриття ґрунту тощо). У цій публікації розглядаємо фактичні морфогенні ГЕС рангу мікроекохор [20], які виділяємо на підставі морфологічних класів фактичного наземного покриву у межах форм мезорельєфу [5]. Отож компонентами функціональної видозбірної ГЕС є рельєф та наземний покрив мікроекохор, які визначають естетичну привабливість ландшафту як краєвиду, що відкривається з певного пункту огляду. Таким чином, естетична привабливість видозбору визначається мозаїчністю та контрастністю морфогенних ландшафтних структур (мікроекохор), які потрапляють у зону видимості. При цьому мозаїчність та контрастність можна виразити кількісно за допомогою ландшафтометричного аналізу [23]. Крім того, естетичну привабливість видозбору підвищують окремі визначні ландшафтні об'єкти (вершини хребтів, водні поверхні), які попадають у зону видимості.

Матеріали та методи. Оцінку видозборів реалізували у середовищі ГІС (програмне забезпечення ArcGIS) на підставі растрових геоданих (розділення 30х30 м), частину з яких було генеровано протягом попередніх досліджень [19, 9]. У процесі опрацювання матеріалу можна виділити чотири основні модулі: 1) делімітація фактичних мікроекохор і естетична метризація мозаїчності та контрастності їхньої просторової структури; 2) локалізація визначних ландшафтних об'єктів; 3) виділення видозборів – визначення пунктів огляду та зон видимості; 4) оверлей геоданих щодо естетичної метризації мікроекохор, а також щодо визначних ландшафтних об'єктів, із зонами видимості видозборів та їхнє інтегральне естетичне оцінювання (Рис 2).

Делімітація та естетична метризація фактичних мікроекохор. Фактичні мікроекохори виділили шляхом оверлею класів форм мезорельєфу з морфологічними класами наземного покриву. Форми мезорельєфу, які лежать в основі делімітації мікроекохор, здобули шляхом класифікації топографічних змінних, отриманих за допомогою ЦМВ SRTM [18]. Всього було виділено 12 класів форм мезорельєфу [9], які для естетичної оцінки перегрупували у вісім класів (Таблиця 1). Морфологічні класи наземного покриву отримали шляхом класифікації космозображень Landsat TM та ETM+ за 2000 рік [19] і перегрупували у сім класів (див. Таблицю 1). Кожному з класів форм мезорельєфу та наземного покриву присвоїли числовий індекс таким чином, щоб передати візуальну подібність/відмінність класів: чим більша візуальна відмінність між класами – тим більша різниця між їхніми індексами (див. Таблицю 1). Після цього за допомогою функції фокальної статистики ГІС [14] розрахували мозаїчність та контрастність фактичних мікроекохор у круглому околі радіусом 500 м. Показником контрастності у цьому випадку є амплітуда значень візуальних індексів в околі, а показником мозаїчності – їхня варіація (кількість унікальних значень індексів в околі). У результаті цієї процедури отримали чотири континуальні набори геоданих щодо мозаїчності та контрастності як рельєфу, такі і наземного покриву мікроекохор.

Локалізація визначних ландшафтних об'єктів. У процесі естетичного оцінювання взяли до уваги, що окремі визначні ландшафтні об'єкти, які попадають у видозбір навіть по-

за межами зони видимості, тобто як фонові об'єкти, можуть суттєво підвищувати привабливість видозбірних ГЕС. До таких об'єктів віднесли кілька вершин відомих хребтів у межах мезоекорегіону Полонин, а також Солінське озеро. Їхнє місцеположення відобразили за допомогою окремого набору растрових геоданих. Оцінили, що потрапляння такого фонового визначного ландшафтного об'єкта у видозбір підвищує його привабливість на 10%, а потрапляння лише невеликого фрагмента об'єкта – на 5%.

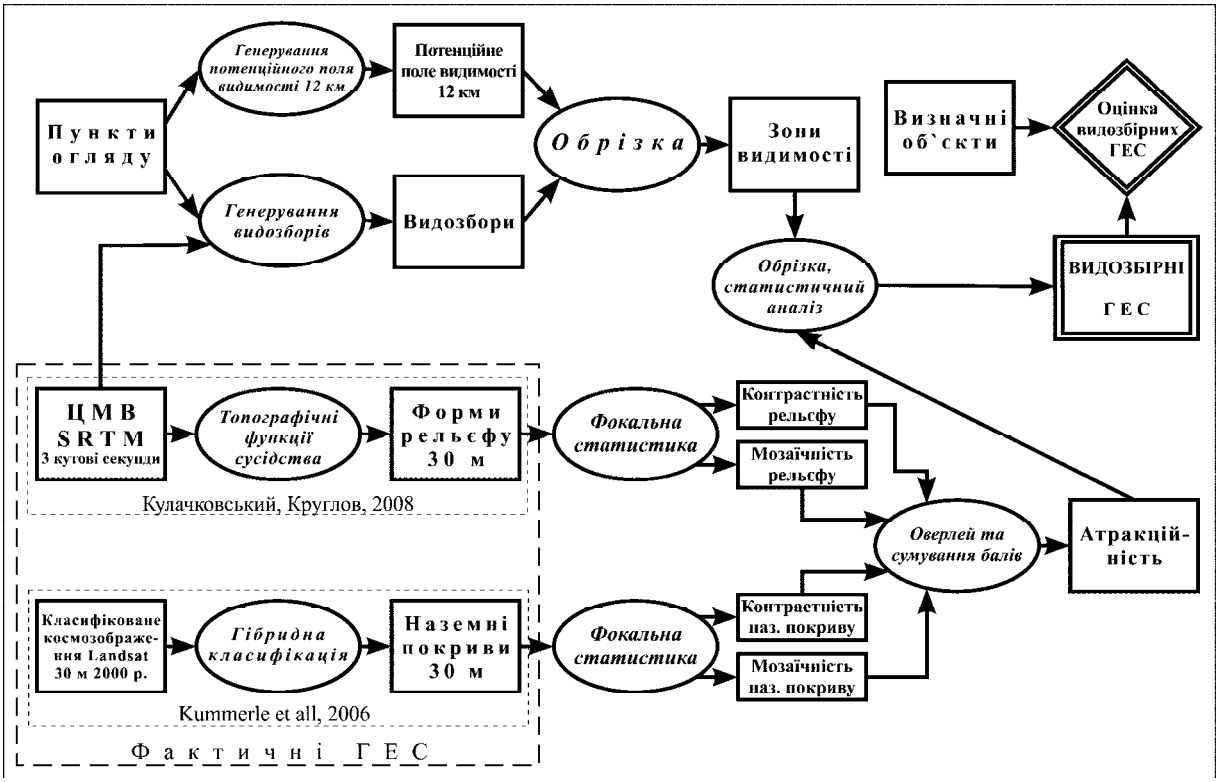

Рис. 2. Схема-алгоритм опрацювання даних для виділення видозбірних ГЕС та їхньої естетичної оцінки

Таблиця 1.

Візуальні індекси форм мезорельєфу та наземного покриву мікроекохор.

Візуальні індекси	Класи форм мезорельєфу	Морфологічні класи наземного покриву
1	Днища широких долин під водоймами	Луки
2	Днища широких долин	Поселення, скельні виходи, орні землі
3	Днища вузьких долин та яри	Чагарники
4	Увігнуті круті схили	Хвойний ліс
5	Випуклі круті схили	Мішаний ліс
6	Увігнуті спадисті схили	Листяний ліс
7	Випуклі спадисті схили	Вода
10	Привододільні поверхні	--

Виділення видозборів. На підставі топографічної карти масштабу 1:50 000 вибрали 11 пунктів огляду, які переважно розташовані на вершинах гір, популярних серед туристів (Таблиця 2). Навколо цих пунктів генерували потенційні поля видимості у вигляді круглих буферів радіусом 12 км. Такий обсяг потенційного поля видимості визначили експериментально – за прозорої атмосфери на віддалі до 12 км спостерігач ще може відрізнити основні категорії наземного покриву (ліс, луку, воду тощо), а все, що знаходиться далі, ним сприймається як фон. Оскільки видимість погіршується поступово зі зростанням віддалі від пункту спостереження, то потенційне поле видимості континуально диференціювали за коефіцієнтом видимості, який лінійно змінюється від 1 у пункті спостереження до 0 на віддалі 12 км від пункту. Для цього використали функцію шляхового аналізу для розрахунку евклідової відстані [14]. Після цього для 11 пунктів огляду генерували видозбори за допомогою відповідної функції [14] та з використанням ЦМВ SRTM [18]. У процесі генерації видозборів

пункти огляду "підняли" на 5 м над поверхнею ЦМВ – цим взяли поправку на зріст спостерігача та на його можливість пересуватися навколо пункту спостереження. Диз'юнктивні ареали видозборів використали для "перфорації" суцільних круглих потенційних полів видимості і для отримання реальних зон видимості, диференційованих за коефіцієнтом видимості.

Інтегральне оцінювання видозборів. По-перше, здійснили оверлей зон видимості, диференційованих за коефіцієнтом видимості, з кожним із чотирьох наборів геоданих щодо мозаїчності та контрастності рельєфу та фактичного наземного покриву мікроекохор. Для цього застосували функцію добутку картографічної алгебри [14]. Це дало змогу отримати значення контрастності та мозаїчності морфогенних ландшафтних структур у зонах видимості з корекцією на коефіцієнт видимості – чим далі територія розташована від пункту огляду, тим меншими є значення її мозаїчності та контрастності. По-друге, здійснили сумування цих чотирьох наборів геоданих за допомогою відповідної оверлейної функції [14]. У результаті отримали геодані, які відображають диференціацію інтегральних значень контрастності та мозаїчності морфогенних ландшафтних структур у межах зон видимості. По-третє, за допомогою функції зональної статистики [14] обрахували суми інтегральних значень контрастності та мозаїчності для кожного з 11 видозборів. Ця сума кількісно відображає ІЕП видозборів. По-четверте, для видозборів, у які потрапляють визначні ландшафтні об'єкти, значення інтегральної естетичної привабливості збільшили на відповідну частку (на 5 або 10 % для кожного визначного об'єкта). Показники ІЕП стандартизували – значення привели до шкали від 1 до 100 балів. На завершення розрахували питому вагу ІЕП як відношення суми балів ІЕП до площі зони видимості видозборів та знову стандартизували.

<u>Результати та їхнє обговорення.</u>

Естетична метризація фактичних мікроекохор. У результаті цієї частини дослідження отримали шість класів мозаїчності та десять класів контрастності рельєфу, а також шість класів мозаїчності та сім класів контрастності наземного покриву. Ці результати узагальнено представлені на рис. 3.

Як бачимо, найбільша мозаїчність рельєфу (класи 3-4) приурочена до долини річки Сян та улоговини озера Солінське. Рельєф, який охарактеризований як "середньомозаїчний" (класи 3-4) займає найбільшу частку площі басейну (Рис. 3, А). Найвищу контрастність рельєфу (класи 7-9) спостерігаємо у північній частині БВС. Середньоконтрастний рельєф (класи 4-6) приурочений до схилів хребтів, полонин та широких річкових долин (Рис. 3, Б). На Рисунку 3 В видно, що БВС характеризується середньою та малою мозаїчністю наземного покриву. Мала мозаїчність (класи 1-2) притаманна, в основному, північним схилам головних хребтів. Середню мозаїчність (класи 3-4) наземного покриву мають низькогірні частини БВС. Це широкі днища річкових долин, південні схили головних хребтів, а також улоговина озера Солінське (Рис. 3, В). Найбільша контрастність наземного покриву (класи 5-6) притаманна гірським хребтам із полонинами, днищам широких річкових долин та усій північній частині БВС (Рис. 3, Г).

Визначні ландшафтні об'єкти. На ІЕП вплив мають п’ять визначних об’єктів у межах БВС. Такими є гора Полонина Вєтлінська, гора Полонина Царинська, гора Тарниця, гора Равка та озеро Солінське. Названі вершини утворюють найбільш піднятий в Бєщадах масив. Велике біорізноманіття лучних угруповань та чудові краєвиди, що відкриваються із безлісих полонин приваблюють сюди щороку велику кількість туристів. Сприяє цьому також розвинена інфраструктура природоохоронних об’єктів. Найбільшу зацікавленість туристи проявляють до найвищої точки регіону – гори Тарниці. Озеро Солінське є одним із найбільших озер у Карпатах. Площа водного дзеркала становить близько 22 км². Висота бетонної греблі складає 82 м – це найвища гідротехнічна споруда Польщі. Берег озера є осередком пляжного відпочинку а також водних видів спорту таких як вітрильний, віндсерфінг та регата [15].

Видозбори. У результаті моделювання отримали 11 наборів геоданих, які відображають зони видимості диференційовані за коефіцієнтом видимості, а також інші частини видозборів, які сприймаються як фон. На Рис. 4, як приклад, показано видозбір гори Лопєннік.

Інтегральна оцінка видозборів. На значення ІЕП безпосередньо впливає площа зони видимості. Найбільшою площею зони видимості характеризуються видозбірні ГЕС г. Полонина Царинська (114,5 км²), г. Трочанец (111,9 км²) та г. Полонина Вєтлінська (101,6 км²) (Табл. 3). Це спричинено тим, що розрахунки ведуться в межах басейну, а пункти огляду видозборів займають його центральні місця. Їхні контури лише невеликими частинами виходять за межі вододілу БВС. Тому, наприклад, гора Бесяда має найменшу площу зони видимості (41,4 км²), бо знаходиться

поблизу межі БВС. Зона видимості найвищої гори БВС – Тарниці – має невелику площу головно через сусідні вершини, які звужують коло огляду.

Для кожної видозбірної ГЕС проаналізували додаткову кількість балів, яку нарахували за визначні ландшафтні об'єкти. Наприклад, видозбір № 5 (гора Лопєннік) охоплює такі об'єкти як г. Полонина Вєтлінська, г. Полонина Царинська, г. Равка, та великий фрагмент озера Солінське. Отже сума балів видозбірної ГЕС точки № 5 буде збільшена на 40 % (Таблиця 2).

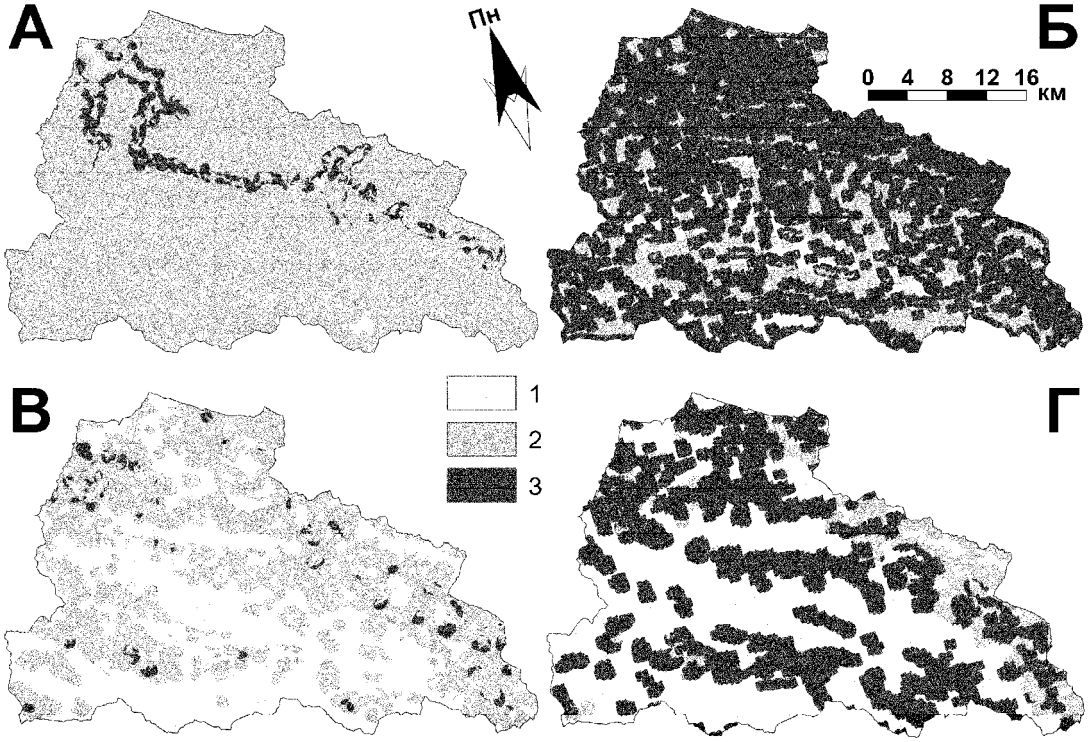

Рис. 3. Мозаїчність і контрастність рельєфу та наземного покриву БВС.
В легенді цифрами позначені групи класів: 1 – найбільший, 2 – середній, 3 – найменший.

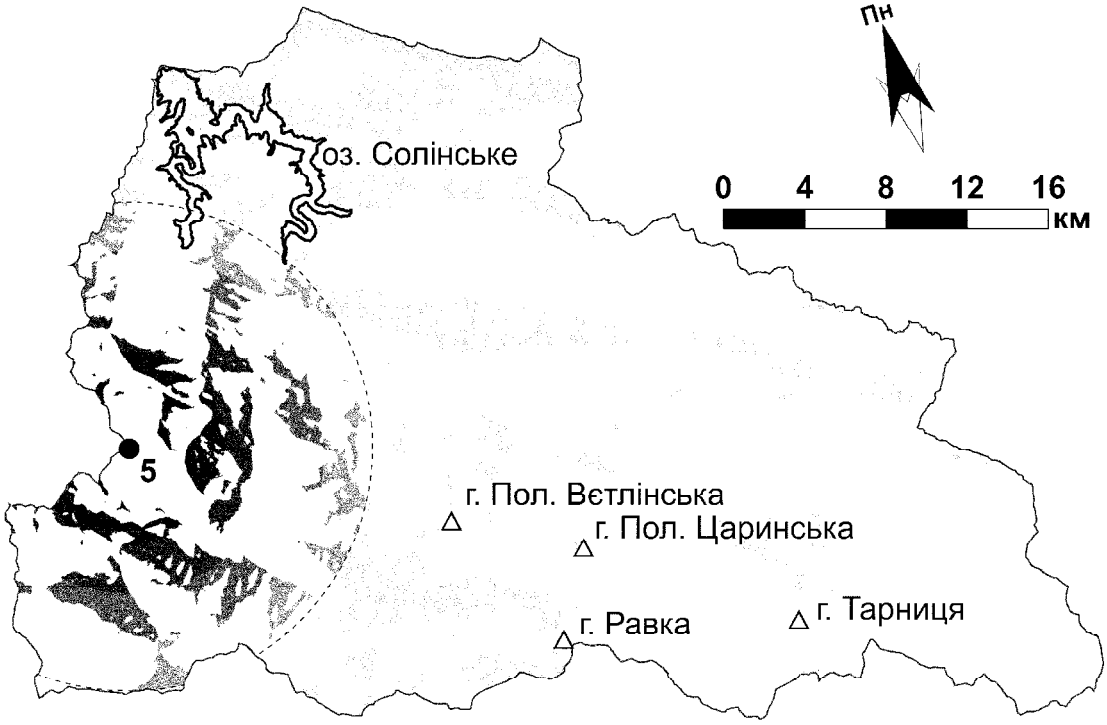

Рис. 4. Видозбір гори Лопєннік.
На карті позначено: градація сірого кольору – зміна коефіцієнта видимості від 1 до 0; пунктирна лінія кола – межа зони видимості; світло-сірий колір за межами кола – видимі частини басейну, що сприймаються як фон; трикутники – визначні об'єкти фону.

Таблиця 2.

Визначні об'єкти фону та їхній вплив на ІЕП видозбірних ГЕС

№ видозбірної ГЕС	г. Полонина Вєтлінська	г. Полонина Царинська	г. Тарниця	г. Равка	озеро Солінське	Сумарний вплив, % (від інтегральної естетичної привабливості)
1	+*	+	+	–	±	35
2	+	+	+	+	–	40
3	–	–	+	–	+	20
4	+	+	–	–	–	20
5	+	+	–	+	+	40
6	–	–	+	–	+	20
7	–	–	–	–	+	10
8	+	–	–	–	–	10
9	–	–	+	–	±	15
10	+	+	+	–	–	30
11	–	–	–	–	–	0

** "+" — об'єкт потрапляє у видозбір, "±" — потрапляє незначною частиною, "–" — не потрапляє*

Після нормалізації сум значень ІЕП отримали розподіл кількості балів для кожного видозбору (Табл. 3). Найбільшу кількість балів отримали видозбірні ГЕС гори Явір (№ 2) та гори Трочанец (№3). Найменшу кількість балів виявили у гори Равка (№ 11) та гори Бесяда (№ 1). Такі результати зумовлені тим, що зони видимості гори Явір та гори Трочанец захоплюють північну частину БВС, де спостерігаються найбільші класи контрастності і мозаїчності як рельєфу так і наземного покриву. Високий бал ІЕП для видозбору гори Трочанец забезпечила велика площа зони видимості яка є однією із найбільших у БВС. Видозбір гори Равка отримав найменшу кількість балів, бо пункт огляду розташований близько межі басейну, що зменшує площу зони видимості. Близькість високих бар'єрів (полонин Царинська та Вєтлінська) додатково зменшують зону видимості. Гора Бесяда отримала малу кількість балів головно через найменшу площу зони видимості.

Таблиця 3.

Оцінка ІЕП видозбірних ГЕС БВС

Видозбірна ГЕС		Висота над р. м., м	Площа зони видимості, км²	ІЕП, бали	Питома вага ІЕП, бали
№	Власна назва				
1	Гора Бесяда	856	41,4	45	84
2	Гора Явір	741	77,6	100	100
3	Гора Трочанец	938	111,9	99	69
4	Гора Щалб	874	64,6	66	80
5	Гора Лопєннік	1068	73,1	68	72
6	Гора Полонина Вєтлінська	1254	101,6	76	58
7	Гора Полонина Царинська	1296	114,5	80	54
8	Гора Тарниця	1346	51,3	47	71
9	Гора Папортна	1199	63,1	50	62
10	Висота 634 м	634	43,7	53	94
11	Гора Равка	1307	65,1	44	53

Обрахунок питомої ваги ІЕП та нормалізація її значень виявили, що найбільше балів залишається у видозборів гори Явір та Висоти 634 м. Найменше балів отримали гора Полонина Царинська та гора Равка (див. Таблицю 3). У цьому випадку чільні позиції забезпечила близькість обох пунктів огляду до озера Солінського. Тут, з одного боку, спостерігаються високі класи контрастності та мозаїчності рельєфу і наземного покриву, а з другого – мала площа зони видимості. Протилежна ситуація є із видозбором гори Полонина Царинська, який має середній бал ІЕП та найбільшу площу зони видимості у БВС. Видозбір гори Равки має найменшу питому вагу ІЕП.

Висновки. Отже, в нашому досліджені вдалося чітко сформулювати концепцію видозбірної ГЕС та застосувати її для розробки методики оцінки інтегральної естетичної привабливості гірського ландшафту. Така методика реалізується засобами геоматики. Дану методику успішно апробували на території БВС.

Наше дослідження піддає сумніву уявлення про те, що із найвищих місцеположень відк-

риваються найкращі краєвиди – принаймні, це не підтверджується на території БВС. Тут найкращі краєвиди відкриваються із низькогірних ландшафтів на середньогірні. Найкращу привабливість в межах БВС має гора Явір, а найгіршу гора Равка.

На цьому етапі, нажаль, не здійснена валідація запропонованої моделі. Для цього необхідно буде на усіх вибраних точках зробити панорамні фотографії та порівняти їх із отриманими результатами моделювання реальних зон видимості. Крім того, потрібно буде опитати статистично репрезентативну кількість туристів щодо їхніх суб'єктивних оцінок мальовничості видозборів БВС. Складність методики естетичної оцінки видозборів засобами геоматики робить неефективними, з прикладної точки зору, такі дослідження для невеликих територій. Проте на регіональному рівні, коли постає питання опрацювання великих масивів геоданих, її застосування стає єдино можливим шляхом отримання порівнюваних результатів. Тому вважаємо продовження подібних досліджень актуальним та важливим для цілей рекреації, туризму, а також для створення краєвидних парків, що останнім часом набуває все більшого поширення [16].

Література:

1. *Гнилко О. М.* Тектонічне районування Карпат у світлі терейнової тектоніки / *О. М. Гнилко* // Геодинаміка.– 2011. – № 1 (10). – С. 47–57.
2. *Гродзинский М.Д.* Естетика ландшафту: Навчальний посібник. / *М.Д. Гродзинський, О.В. Савиц*ька. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2005. – 183 с.
3. *Клапчук В. М.* Пейзажна оцінка Українських Карпат (на прикладі окремих природних об'єктів) / В. *М. Клапчук, І. Ю. Бродяк* // Карпатський край. - 2013. – № 1. – С. 58-77.
4. *Король О.Д.* Оцінка потенціалу природно-рекреаційних ресурсів / *О.Д. Король, Ж.І. Бучко* // Проблеми географії та менеджменту туризму. – Чернівці: Рута, 2006. – С.153-165.
5. *Круглов І.* Природні геоекосистеми Басейну Верхнього Західного Бугу /*І.С. Круглов* //. Наук. зап. Тернопіль. пед. ун-ту. Серія: геогр. – 2015. – № 39. – С. 165–173.
6. *Круглов І.* Делімітація, метризація та класифікація морфогенних екорегіонів Українських Карпат/ *І.С. Круглов* // Укр. геогр. журн. – 2008. – № 3. – С. 59–68.
7. *Круглов І.* Ландшафт як геоекосистема / *І.С. Круглов* // Вісник Львів. ун-ту. Серія геогр. – 2006. – № 33. – С. 186–193.
8. *Круглов. І.С.* Геоекологія як трансдисциплінарна наука про геоекосистеми / *І.С. Круглов* // Фіз. геогр. та геоморф. – 2005. – № 47. – С. 100–107.
9. *Кулачковський Р.І.* Напівавтоматизована делімітація просторового каркасу природних морфогенних геоекосистем околиць Біосферного резервату "Східні Карпати." /*Р.І. Кулачковський, І.С. Круглов* // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2008. – № 70. – С. 51–58.
10. *Рожко І. М.* Рекреаційна оцінка гірських природних територіальних комплексів для потреб туризму (на прикладі Українських Карпат):автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук. /*І.М. Рожко*. Львів, 2000. – 21 с.
11. *Bagstad K.J.* Spatial dynamics of ecosystem service flows: A comprehensive approach to quantifying actual services /[*K.J. Bagstad, G.W. Johnson, B. Voigt, F. Villa*]// Ecosystem Services, Special Issue on Mapping and Modelling Ecosystem Services. – 2013. – 4. – P. 117–125.
12. *Bourassa S.C.* The aesthetics of landscape / *S.C. Bourassa*. – London: John Wiley & Sons Ltd., 1991. – 256 p.
13. *Casado-Arzuaga I.* Mapping recreation and aesthetic value of ecosystems in the Bilbao Metropolitan Greenbelt (northern Spain) to support landscape planning /[*I. Casado-Arzuaga, M. Onaindia,I. Madariaga, P.H. Verburg*]// Landscape Ecol. – 2013. – 29. – P. 1393–1405.
14. *Chang, K.-T.* 2013. Introduction to Geographic Information Systems / *Kang-Tsung Chang* . – New York: McGraw-Hill Science/Engineering, 2013. – 425 p.
15. *Duda-Gromada, K.* Charakterystyka ruchu turystycznego wokół wybranych zbiorników retencyjnych w Polsce. /*K. Duda-Gromada* // Prace Geograficzne, 2009. – 121. – S. 87–95.
16. *Forczek-Brataniec U.* Krajobraz widziany z bieszczadzkich dróg. Studium i koncepcja ochrony walorów widokowych / U. *Forczek-Brataniec, P. Nosalska* // Roczniki bieszczadzkie, 2011. – 19. – S. 355–370.
17. Ecosystem services – concept, methods and case studies /[*K. Grunewald, O. Bastian (Editors)*]. – Berlin/Heidelberg: Springer, 2015. – 312 p.
18. *Jarvis A.* Hole-filled SRTM for the globe Version 4 [Electronic resource]/[*A. Jarvis, H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara*]. – 2008. – [Cited 2008, 2 Mar.]. – Available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database: http://srtm.csi.cgiar.org.
19. *Kuemmerle T.* Cross-border comparison of land cover and landscape pattern in Eastern Europe using a hybrid classification technique /*T. Kuemmerle, V.C. Radeloff, K. Perzanowski, P. Hostert* // Remote Sensing of Environment, 2006. – 103. – P. 449–464.
20. *Löffler J.* Landscape complexes /*J. Löffler* // Development and Perspectives of Landscape Ecology; O. Bastian & U. Steinhardt (Eds.). Dordrecht, Boston, London: Kluwer, 2002. – P. 58—68.
21. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: synthesis. – 2 edition –. Washington, DC: Island Press, 2005. – 137 p.
22. *Poudyal N.C.* Realizing the economic value of a forested landscape in a viewshed /[*N.C. Poudyal, D.G. Hodges, J. Fenderson, W. Tarkington*]// Southern Journal of Applied Forestry, 2010. – 34. – P. 72–78.
23. *Uuemaa E.* Trends in the use of landscape spatial metrics as landscape indicators: A review / *E. Uuemaa, Ü. Mander, R. Marja* // Ecological Indicators, 2013. – 28. – P. 100–106.
24. *Winnicki T.* Przyroda Bieszczadzkiego Parku Narodowego. XXX lat Bieszczadzkiego Parku Narodowego 1973–2003 / *T. Winnicki, B. Zemanek.* – Ustrzyki Dolne, 2003. – 176 s.

References:

1. *Hnylko O. M.* Tektonichne raionuvannia Karpat u svitli tereinovoi tektoniky / *O. M. Hnylko* // Heodynamika.– 2011. – # 1 (10). – S. 47–57.
2. *Hrodzynskyi M.D.* Estetyka landshaftu: Navchalnyi posibnyk. / *M.D. Hrodzynskyi, O.V. Savytska.* – K.: Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr "Kyivskyi universytet", 2005. – 183 s.
3. *Klapchuk V. M.* Peizazhna otsinka Ukrainskykh Karpat (na prykladi okremykh pryrodnykh obiektiv) / *V. M. Klapchuk, I. Yu. Brodiak* // Karpatskyi krai. – 2013. – # 1. – S. 58-77.
4. *Korol O.D.* Otsinka potentsialu pryrodno-rekreatsiinykh resursiv / *O.D. Korol, Zh.I. Buchko* // Problemy heohrafii ta menedzhmentu turyzmu. – Chernivtsi: Ruta, 2006. – S.153-165.
5. *Kruhlov I.* Pryrodni heoekosystemy Baseinu Verkhnoho Zakhidnoho Buhu /*I.S. Kruhlov* //. Nauk. zap. Ternopil. ped. un-tu. Seriia: heohr. – 2015. – # 39. – S. 165–173.
6. *Kruhlov I.* Delimitatsiia, metryzatsiia ta klasyfikatsiia morfohennykh ekorehioniv Ukrainskykh Karpat/ *I.S. Kruhlov* // Ukr. heohr. zhurn. – 2008. – # 3. – S. 59–68.
7. *Kruhlov I.* Landshaft yak heoekosystema / *I.S. Kruhlov* // Visnyk Lviv. un-tu. Seriia heohr. – 2006. – # 33. – S. 186–193.
8. *Kruhlov. I.S.* Heoekolohiia yak transdystsyplinarna nauka pro heoekosystemy / *I.S. Kruhlov* // Fiz. heohr. ta heomorf. – 2005. – # 47. – S. 100–107.
9. *Kulachkovskyi R.I.* Napivavtomatyzovana delimitatsiia prostorovoho karkasu pryrodnykh morfohennykh heoekosystem okolyts Biosfernoho rezervatu "Skhidni Karpaty." /*R.I. Kulachkovskyi, I.S. Kruhlov* // Heodeziia, kartohrafiia i aerofotoznimannia. – 2008. – # 70. – S. 51–58.
10. *Rozhko I. M.* Rekreatsiina otsinka hirskykh pryrodnykh terytorialnykh kompleksiv dlia potreb turyzmu (na prykladi Ukrainskykh Karpat):avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. heohr. nauk. /*I.M. Rozhko*. Lviv, 2000. – 21 s.
11. *Bagstad K.J.* Spatial dynamics of ecosystem service flows: A comprehensive approach to quantifying actual services /[*K.J. Bagstad, G.W. Johnson, B. Voigt, F. Villa*]// Ecosystem Services, Special Issue on Mapping and Modelling Ecosystem Services. – 2013. – 4. – P. 117–125.
12. *Bourassa S.C.* The aesthetics of landscape / *S.C. Bourassa*. – London: John Wiley & Sons Ltd., 1991. – 256 p.
13. *Casado-Arzuaga I.* Mapping recreation and aesthetic value of ecosystems in the Bilbao Metropolitan Greenbelt (northern Spain) to support landscape planning /[*I. Casado-Arzuaga, M. Onaindia,I. Madariaga, P.H. Verburg*]// Landscape Ecol. – 2013. – 29. – P. 1393–1405.
14. *Chang, K.-T.* 2013. Introduction to Geographic Information Systems / *Kang-Tsung Chang* . – New York: McGraw-Hill Science/Engineering, 2013. – 425 p.
15. *Duda-Gromada, K.* Charakterystyka ruchu turystycznego wokół wybranych zbiorników retencyjnych w Polsce. /*K. Duda-Gromada* // Prace Geograficzne, 2009. – 121. – S. 87–95.
16. *Forczek-Brataniec U.* Krajobraz widziany z bieszczadzkich dróg. Studium i koncepcja ochrony walorów widokowych / *U. Forczek-Brataniec, P. Nosalska* // Roczniki bieszczadzkie, 2011. – 19. – S. 355–370.
17. Ecosystem services – concept, methods and case studies /[*K. Grunewald, O. Bastian (Editors)*]. – Berlin/Heidelberg: Springer, 2015. – 312 p.
18. *Jarvis A.* Hole-filled SRTM for the globe Version 4 [Electronic resource]/[*A. Jarvis, H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara*]. – 2008. – [Cited 2008, 2 Mar.]. – Available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database: http://srtm.csi.cgiar.org.
19. *Kuemmerle T.* Cross-border comparison of land cover and landscape pattern in Eastern Europe using a hybrid classification technique /*T. Kuemmerle, V.C. Radeloff, K. Perzanowski, P. Hostert* // Remote Sensing of Environment, 2006. – 103. – P. 449–464.
20. *Löffler J.* Landscape complexes /*J. Löffler* // Development and Perspectives of Landscape Ecology; O. Bastian & U. Steinhardt (Eds.). Dordrecht, Boston, London: Kluwer, 2002. – P. 58—68.
21. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: synthesis. – 2 edition –. Washington, DC: Island Press, 2005. – 137 p.
22. *Poudyal N.C.* Realizing the economic value of a forested landscape in a viewshed /[*N.C. Poudyal, D.G. Hodges, J. Fenderson, W. Tarkington*]// Southern Journal of Applied Forestry, 2010. – 34. – P. 72–78.
23. *Uuemaa E.* Trends in the use of landscape spatial metrics as landscape indicators: A review / *E. Uuemaa, Ü. Mander, R. Marja* // Ecological Indicators, 2013. – 28. – P. 100–106.
24. *Winnicki T.* Przyroda Bieszczadzkiego Parku Narodowego. XXX lat Bieszczadzkiego Parku Narodowego 1973–2003 / *T. Winnicki, B. Zemanek.* – Ustrzyki Dolne, 2003. – 176 s.

Аннотация:

Роман Кулачковский, Иван Круглов. ВИДОСБОРНЫЕ ГЕОЭКОСИСТЕМЫ БАССЕЙНА ИСТОКОВ РЕЧКИ СЯН.

Бассейн истоков речки Сян (БИС) имеет площадь 1190 км², охватывает низкогорье и среднегорье западной периферии Восточных Карпат и выступает популярной туристической дестинацией. Видосборные геоэкосистемы (ВГЭС) интерпретируем как геопространственные социоэкологические модели реального ландшафта, которые отображают отношения между эстетической привлекательностью пейзажа, который открывается из пункта осмотра, и морфогенной структурой ландшафта в пределах зоны видимости. Для делимитации одиннадцати ВГЭС использовали технологию растровых географических информационных систем (ГИС), цифровую модель высот (ЦМВ) Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), а также геоданые относительно форм рельефа и наземного покрова, полученные в результате предыдущих исследований [19, 9].

Сначала сгенерировали морфогенные ландшафтные единицы (микроэкохоры) при помощи оверлея классов форм рельефа и наземного покрова, и метризировали эти единицы относительно мозаичности и контрастности их пространственной структуры в радиусе 500 м. Кроме того, выделили достопримечательные ландшафтные объекты, которые повышают эстетическую ценность видосборов – вершины самих высоких хребтов и озеро. Тогда делимитировали видосборы и ограничили их зоной видимости в 12 км. При этом

рассчитали ухудшение видимости как линейную функцию расстояния от пункта обозрения. Интегральную эстетическую привлекательность (ИЭП) рассчитали как математический оверлей (произведение) значений контрастности и мозаичности, как форм рельефа, так и наземных покровов со значениями видимости. Результаты увеличили на 5-10% для ВГЭС, которые охватывают достопримечательные ландшафтные объекты. Последние значения стандартизировали, а также рассчитали удельную ИЭП – как отношение суммы ИЭП каждой ВГЭС к площади ее зоны видимости.

Самая большая мозаичность и контрастность форм рельефа, а также наземного покрова обнаружена в северной части БИС, занятой низкогорьем Сянско-Рицкой Верховины. Достопримечательные ландшафтные объекты представлены самыми высокими массивами южной части БИС в пределах Полонинского среднегорья, а также Солинским озером на севере. Самой большой зоной видимости (115 км^2) отмечается ВГЭС Полонины Царынской, а самой меньшей (41 км^2) – ВГЭС горы Бесяда. При этом самую большую абсолютную и удельную ИЭП получил видосбор горы Явир, размещённой у низкогорной северной части БИС, а самую низкую – видосбор горы Равка, которая находится в полонинском среднегорье на юге. Поэтому, низкогорные видосборы оказались гораздо привлекательнее, нежели среднегорные.

Ключевые слова: географические информационные системы, зона видимости, наземный покров, формы рельефа, интегральная эстетическая привлекательность.

Abstract:

Roman Kulachkovskyy, Ivan Kruhlov. VIEWSHED GEOECOSYSTEMS OF THE SIAN HEADWATERS BASIN.

The Sian Headwaters Basin (SHB) has an area of 1,190 km^2, embraces low and middle mountains at the western periphery of the East Carpathians, and is a popular tourist destination. A viewshed geoecosystem (VGES) is interpreted as a geospatial socio-ecological model of a real landscape, which reveals relationships between the aesthetic value of the landscape view from an observation point and the morphogenic structure of the landscape within the visibility zone. Raster geographic information system (GIS) was applied to delineate eleven VGES using the Shuttle Radar Topography Mission elevation data, as well as landform and land cover geodata sets, which were obtained during previous studies [19, 9].

Firstly, morphogenic landscape units (microecochores) were generated via overlay of landform and land cover classes. The metrics were derived describing the variety and contrast of the morphogenic units within the circular neighborhood of 500 m radius. Secondly, outstanding landscape objects, which increase the aesthetics value of VGES were singled out – these are highest ridgetops and the lake. Thirdly, the viewsheds were delineated, and their extent was limited to a 12 km visibility zone. The visibility deterioration was considered as a linear function of proximity to the observation point. The integral aesthetic attractiveness (IAA) was calculated as a multiplying overlay of the morphogenic structure variety and contrast values with the visibility values within the visibility zones. The obtained results were increased by 5-10 % per each outstanding landscape object in the viewshed and standardized. To derive the specific IAA, the obtained results were divided by the visibility zone area and standardized.

The highest variety and contrast of landforms and land cover were revealed in the northern part of the SHB occupied by low mountains of Sian-Rika Verkhovyna. The outstanding landscape objects are represented by the highest ridges of the northern part of the study area belonging to Polonyny medium mountains, as well as by the Solinske Lake. The largest visibility zone of 115 km^2 has the VGES of Polonyna Tsarynska Mnt., while the smallest – of Besiada Mnt (41 km^2). The highest absolute and specific IAA has the viewshed of Yavir Mnt located in the low-mountain northern part of the SHB. The lowest IAA values are obtained for the viewshed of Ravka Mnt located at the southern periphery of the study area in the medium mountains. It turned out that low-mountain viewsheds are more aesthetically attractive than those of the medium mountains.

Key words: geographic information systems, visibility zone, land cover, landforms, integral aesthetics attractiveness.

Рецензент: проф. Ковальчук І.П. *Надійшла 20.04.2016р.*