

Проектування пішохідної екологічної стежки «Щербовець» за матеріалами дистанційного зондування

Сергій ОСТАПЧУК^{1*}  <https://orcid.org/0000-0002-4493-1144>

Андрій ПРОКОПЧУК^{1**}  <https://orcid.org/0000-0001-8978-7476>

УДК 528.8:908

ПОШУКОВА СТАТТЯ

¹Національний університет водного господарства та природокористування,
кафедра геодезії та картографії

Листування – *s.m.ostapchuk@nuwm.edu.ua; **a.v.prokopchuk@nuwm.edu.ua

Ключові слова: екологічний туризм, екологічна стежка, маршрут, дистанційні супутникові знімання, програмне забезпечення, моделювання.

Анотація: Одним із важливих початкових завдань належного розвитку туризму, і екологічного зокрема, є якісне проектування відповідних маршрутів. У статті розглянута процедура проектування пішохідної екологічної стежки «Щербовець» (Надслучанський регіональний ландшафтний парк, Рівненська область) за матеріалами радарного та мультиспектрального знімання поверхні Землі (відповідно *Sentinel-1* і *Sentinel-2*). При виконанні моделювання використано спеціалізоване програмне забезпечення *ArcGIS*.

Наведено загальну характеристику, картосхему, профіль екологічної стежки, координати оглядових точок та місць для відпочинку, їх короткий опис, світлини у різних локаціях маршруту.

Оскільки екологічна туристична мережа в Україні знаходиться у стадії становлення, то розглянутий підхід може бути реалізований й на інших об'єктах природохоронного значення. Це сприятиме більш ефективному вирішенню оздоровчо-пізнавальних, патріотично-виховних, економічних та інших важливих завдань.

1. ВСТУП

Серед основних чинників появи і подальшого розвитку екологічного туризму визначальне значення мало відчутне антропогенне навантаження на природні та культурно-історичні ресурси, до якого призводила велика популярність масового туризму. Таке навантаження слід вважати причиною зростання очевидних протиріч між задоволенням туристичних запитів і раціональним використанням відповідних туристичних ресурсів.

Наразі під екологічним туризмом прийнято розуміти відповідальні подорожі обмеженої кількості учасників на відносно непорушені господарською діяльністю території з метою спостереження, вивчення природного світу та ознайомлення з наявними культурними цінностями. Такий вид туризму передбачає гармонійне єднання людини, природного середовища та рекреаційної інфраструктури. З цих позицій екологічний туризм сприймають як базову концепцію сталого життєздатного розвитку туристичної галузі, у якій він посідає все більш значиме місце.

2024, 849; DOI: <https://doi.org/10.31861/geo.2024.849.77-88>

 Open Access. © 2024 С. ОСТАПЧУК, А. ПРОКОПЧУК
опубліковано у Чернівецькому національному університеті

Ця робота ліцензується відповідно до

CC BY-NC-ND із Зазначенням Авторства – Некомерційна – Без Похідних 4.0 Міжнародна



За оцінками експертів Всесвітньої туристичної організації (ВТО), цей вид туристичної індустрії наразі має щорічне зростання у світі на 10–15 %, що засвідчує гарні перспективи його подальшого розвитку.

2. АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Проблематика екологічного туризму є різноманітною і розглядається у чималій кількості наукових публікацій.

Теоретичним аспектам поняття «екологічний туризм», виявленню необхідних ресурсів та визначенню головних перспектив його розвитку присвячує свої дослідження ціла низка авторів (Kiptenko, Okolovych 2022; Микитин та ін. 2018; Посохов, Сагайдачна 2019; Теодорович 2013). Звернемо увагу на три основні складові екологічного туризму, до яких згідно (Дмитрук 2004) прийнято відносити:

- екоосвітню (пізнання природи, отримання нових знань, навичок та вмінь у спілкуванні з нею);
- природоохоронну (природозберігаюча поведінка, захист довкілля);
- етнотолерантну (повага інтересів місцевих мешканців, їх звичаїв та традицій).

Досить актуальними видаються питання впливу екологічного туризму на національні економіки, зростання доходів і покращення добробуту місцевого населення, збільшення робочих місць як у самій галузі, так і у суміжних обслуговуючих (Мазур, Прилуцький 2018; Чернишова 2019; Тищук, Ільїна 2024; Mammadova 2021).

Окреслено засади кластерної співпраці учасників сільського туризму як механізму адаптації до сучасних геополітичних і геоекономічних викликів (на прикладі західних регіонів України в умовах розпочатої Росією війни). За результатами досліджень встановлено, що такий підхід дозволяє покращити роботу малого та середнього підприємництва на місцевому рівні, оптимізувати відповідні процеси для зростання туристичної дестинації, раціональніше використовувати ресурсний потенціал території. Це може бути прикладом для впровадження даної моделі по всій країні (Koroma, Tarabarova 2022).

Значна увага приділяється вивченню сучасних тенденцій і перспектив розвитку екологічного туризму в умовах існуючих глобалізаційних процесів. Так, для подальшого розвитку екологічного туризму в Україні обґрунтовується потреба запозичення європейських туристичних практик з використанням таких об'єктів як природні парки, еко-курорти, еко-котеджі, екостежки, глемпінги, пам'ятки природи та ін. Зазначається, що у країні створилися гарні передумови для розвитку екологічного туризму через стрімке зростання в останні десятиліття кількості та площі об'єктів природо-заповідного фонду (національні природні парки, біосферні заповідники, регіональні ландшафтні парки), на території яких згідно законодавства передбачено розвиток цього виду туризму. Окрім зазначених об'єктів, екологічний туризм може культивуватися і у штучно створених дендрологічних, ботанічних та зоологічних парках. Наводяться можливості та приклади розвитку екологічного туризму на території Волинської, Полтавської, Харківської, Херсонської областей, Карпатського регіону України та ін. (Алексеева 2020; Бойко 2020; Депутат 2023; Міщенко 2007; Сегіда, Ушкварок 2021).

Виконують моніторинг наявних інформаційних туристичних ресурсів, аналізують останні досягнення та подальші перспективи впровадження сучасних технологій у туристичній галузі України Заячук, Проскурова (2019). Особливості концептуального моделювання для завдань геоінформаційного забезпечення екологічного туризму розглядають Ляшенко, Копер (2023). Наголошується, що створення такої концептуальної моделі безпосередньо пов'язане із сукупністю ідей, переконань, цінностей, що формуються автором-дослідником та читачем карти, який їх сприймає. Обґрунтовують і розробляють туристичний маршрут «Шляхами князя

С. Остапчук, А. Прокопчук.

Проектування пішохідної екологічної стежки «Щербовець» за матеріалами дистанційного зондування

Лева», який пролягає на рекреаційній території у верхній течії річки Дністер, [Шевчук, Бурштинська \(2013\)](#). Для цього використано космічний знімок високого розрізнення *GeoEye* та топографічну карту масштабу 1 : 10 000. Наголошується на актуальності науково-прикладних завдань стосовно картографування природоохоронних територій та їх геоінформаційного забезпечення й у інших публікаціях ([Кузик, Руцька 2019](#); [Четверіков, Костянчук 2021](#)).

3. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

На основі викладеного вище зрозумілим є те, що для геоінформаційного забезпечення розвитку екологічного туризму на належному рівні одним із важливих початкових завдань є оптимальні рішення стосовно проектування відповідних маршрутів.

Досвід виконаних робіт засвідчує, що оцінку особливостей місцевості, визначення кількісних і якісних характеристик маршрутів та оглядових точок (наприклад, протяжності, складності, оглядовості та ін.) досить складно виконувати без використання відповідних матеріалів дистанційного зондування Землі.

Враховуючи безкоштовність доступу, глобальність покриття, відносно високу періодичність знімання, наявність великої кількості алгоритмів обробки, зрозумілий інтерес з цього приводу викликають матеріали радарного та мультиспектрального знімання поверхні Землі (відповідно супутниками *Sentinel-1* і *Sentinel-2*). Хоча такі зображення мають різну ступінь обробки, але у базовому вигляді геометричну та атмосферну корекції у них виконано.

Здійснення поставленого завдання в узагальненому вигляді можна розділити на декілька етапів:

- аналіз наявних картографічних матеріалів;
- вивчення комплексної географічної характеристики даної території;
- налаштування і тестування програмного забезпечення та апаратних засобів для запису треків;
- прокладання і координування маршрутів та обраних оглядових точок;
- аналіз та фільтрація точок, записаних у треки;
- опрацювання отриманих фотоматеріалів;
- отримання цифрової моделі рельєфу на задану територію;
- побудова тематичних та індексних карт;
- використання композитних зображень для візуальної ідентифікації об'єктів;
- побудова векторних карт маршрутів, оглядових точок та точок прив'язки фотографій.

На завершальній стадії моделювання доцільно використати спеціалізоване програмне забезпечення *ArcGIS*.

Зазначена методика реалізована нами при проектуванні екологічної стежки «Щербовець».

4. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

На території Надслучанського регіонального ландшафтного парку (Рівненська область), яку ще називають Надслучанською Швейцарією і включають до 100 чудес природи країни, спостерігаються нетипові для Українського Полісся унікальні гірські ландшафти і мальовничі краєвиди, які утворилися завдяки виходу давніх порід Українського кристалічного щита на денну поверхню. Оскільки ця територія характеризується ще й цікавим рослинним і тваринним світом, оригінальними пам'ятками природи та історії, самобутнім побутом та колоритом поліської глибинки, то це викликало зрозумілий інтерес до перспективності розробки екологічної оздоровчо-пізнавальної стежки «Щербовець» у формі одноденного походу ([рис. 1](#)).

Екологічна стежка пролягає вздовж лівого берега річки Случ поблизу села Маринин Соснівської територіальної громади і отримала свою назву від однойменного урочища, яке уже давно облюбували туристи та місцеві мешканці для організації тут відпочинку.

С. Остапчук, А. Прокопчук.

Проектування пішохідної екологічної стежки «Щербовець» за матеріалами дистанційного зондування



Рис. 1. Панорама місцевості на маршруті екологічної стежки «Щербовець»

Перед початком проектування було взято до уваги наступні головні умови:

- стежка має пролягати поблизу транспортних сполучень (щоб забезпечити зручність доступу для відвідувачів) і не сприйматися як зручний шлях для повсякденного пересування місцевого населення;
- маршрут має обминати місця проживання людей, локації рідкісних видів флори і фауни, вразливі природні об'єкти;
- керунок повинен бути привабливим для відвідувачів і підкреслювати неповторність та різноманітність ландшафтів і окремих атракцій;
- оптимальна кількість оглядових точок на маршруті: 8–10 (більша кількість призводить до розпорошення сприйняття).

У процесі проектування екологічної стежки за даними дистанційного зондування було підготовлено цифрову модель рельєфу, а також побудовано:

- цифрову модель місцевості;
- індексні карти;
- композитні зображення для візуальної ідентифікації об'єктів;
- тематичні класифікаційні карти.

Встановлення зон огляду на обраних точках здійснено з використанням цифрової моделі місцевості (ЦММ), а розрахунок сумарних перевищень – із застосуванням цифрової моделі рельєфу (ЦМР). Як ЦМР використано модель *SRTM*, яка створена за даними радіолокаційного знімання земної поверхні, а для побудови ЦММ – радіолокаційні знімки супутника *Sentinel-1*, які отримані у режимі знімання *Interferometric Wide Swath* (просторова роздільність 5x20 м).

На основі ЦМР і ЦММ створено відповідно 3-D моделі рельєфу та місцевості, побудовано горизонталі, знайдено відмітки висот, ухили поверхні, експозиції схилів, зони видимості та ін.

Створення тематичних класифікаційних та індексних карт, композитних зображень виконувалося на основі мультиспектральних знімків *Sentinel-2* (просторова роздільність 10 м). Такі матеріали цінні, насамперед, тим, що дають можливість встановити відповідність на зображенні тих чи інших пікселів до певних видів покриттів. Обробку

С. Остапчук, А. Прокопчук.

Проектування пішохідної екологічної стежки «Щербовець» за матеріалами дистанційного зондування

мультиспектральних зображень виконано у програмі *TerrSet*, радіолокаційних зображень – у програмі *SNAP (Sentinel Application Platform)*.

Тематичні карти отримано у вигляді растрових зображень, на яких показано різнотипні об'єкти. У нашому випадку найбільше зацікавлення у змісті практичної доречності викликало відображення рослинності, гідрографії, шляхів та комунікацій, забудови тощо.

Індексні зображення дали змогу виконати оцінювання біомаси рослинності і як допоміжний продукт були використані в процесі класифікації (розрахунок вегетаційного індексу *NDVI* дозволяє чіткіше виділити контури), а композитні – під час дешифрування при створенні еталонної вибірки.

Після завершення наведених робіт перейдено до процесу моделювання з використанням спеціалізованого програмного забезпечення *ArcGIS*. При цьому до проекту завантажено наступні дані: ЦМР, ЦММ, індексні та тематичні карти, супутникові знімки та базові карти з віддаленого сервера *ESRI*. Проектування виконано за допомогою відповідних інструментів *3D* моделювання.

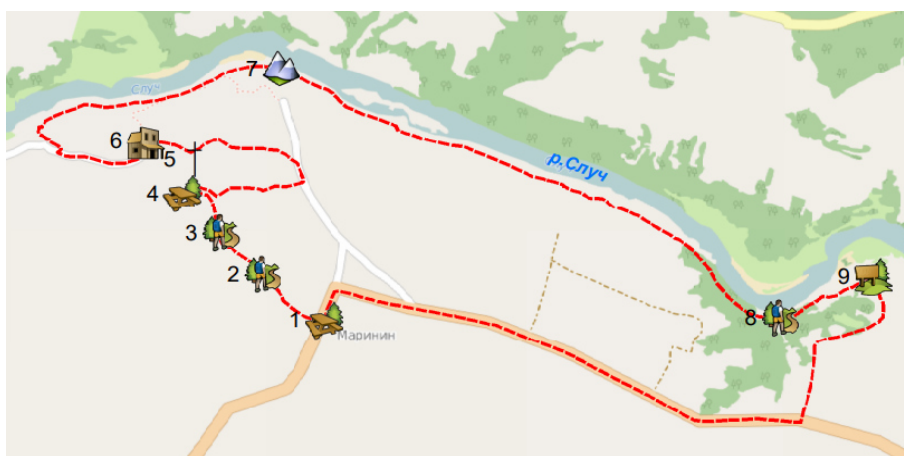


Рис. 2. Картосхема маршруту екологічної стежки «Щербовець»

Отриманими основними продуктами стали: маршрут екологічної стежки (*3D polyline*) та оглядові точки (*3D point*), збережені у форматі *.shp*, що підтримує елементи *3D*. До допоміжних можна віднести: каталог координат, профіль ходу, ухили по маршруту, зони видимості. Картосхема і профіль маршруту наведено відповідно на *рис. 2, 3*, а загальна характеристика і каталог координат – у *таблицях 1, 2*.



Рис. 3. Профіль маршруту екологічної стежки «Щербовець»

С. Остапчук, А. Прокопчук.

Проектування пішохідної екологічної стежки «Щербовець» за матеріалами дистанційного зондування

Таблиця 1. Загальна характеристика маршруту екологічної стежки «Щербовець»

№ з/п	Показник	Характеристика
1	Вид та тип маршруту	Тур вихідного дня, пішохідний, замкнутий
2	Категорія складності	Помірний
3	Регіон	Україна, Рівненська область, Рівненський район, Соснівська територіальна громада, Надслучанський регіональний ландшафтний парк
4	Загальна довжина	6,7 км
5	Час проходження	4 год.
6	Кількість видових точок	9
7	Кількість туристів	10–25 осіб
8	Вік туристів	10–55 років
9	Сезонність	Початок травня – кінець вересня
10	Початок маршруту	Село Маринин, етнопоселення поблизу місцевої школи
11	Кінець маршруту	Село Маринин, етнопоселення поблизу місцевої школи

Під час роботи було проаналізовано особливості заплави річки Случ, першої та другої надзаплавних терас, місця виходу на денну поверхню кристалічних порід, яружну мережу, характер рослинності та ін. Відмічено, що висота над рівнем моря по маршруту коливається приблизно від 170 м до понад 225 м, тобто перепад висот складає більше 55 м.

Таблиця 2. Координати оглядових точок та місць для відпочинку на маршруті екологічної стежки «Щербовець»

№ точки	Назва точки	Географічні координати (згідно з сервісом http://www.gpsies.com/)
Оглядові точки		
1	Етнопоселення	Широта: 50.810393 Довгота: 27.116670
2	Яри Маринина	Широта: 50.811678 Довгота: 27.114039
3	Вільхове болото	Широта: 50.812815 Довгота: 27.112247
4	Радонове джерело	Широта: 50.810467 Довгота: 27.136099
5	Преображенська церква в с. Маринин	Широта: 50.814661 Довгота: 27.110894
6	Староруське городище	Широта: 50.817378 Довгота: 27.114849
7	Замкова гора	Широта: 50.817378 Довгота: 27.114849
8	Різноманіття папоротей	Широта: 50.810467 Довгота: 27.136099
9	Урочище Щербовець	Широта: 50.811603 Довгота: 27.140046
Місця для відпочинку		
4	Радонове джерело	Широта: 50.810467 Довгота: 27.136099
7	Замкова гора	Широта: 50.817378 Довгота: 27.114849
9	Урочище Щербовець	Широта: 50.811603 Довгота: 27.140046

Коротка характеристика оглядових точок наведена нижче.

1. Етнопоселення. Тут представлені некапітальні павільйони у вигляді колишніх будівель, усередині яких відтворені характерні для даного краю інтер'єр, побутові та виробничі умови станом на другу половину XIX – початок XX ст. В етнопоселенні знаходяться павільйони коваля (рис. 4), гончаря, ткача, корчми та місцевої селянської хати. Надана можливість як для пасивного відвідування павільйонів туристами, так і для проведення тут відповідних майстер-класів народними умільцями.

С. Остапчук, А. Прокопчук.

Проектування пішохідної екологічної стежки «Щербовець» за матеріалами дистанційного зондування



Рис. 4. Кузня на території етнопоселення

Дана локація обрана, зважаючи на близькість до місць проведення етнофестивалю «Горлиця», змагань з річкового сплаву та скелелазіння, таборування школярів, відпочинку туристів.

Прилегла територія представляє собою трансформовані сухі супіщані луки з розрідженим трав'яним покривом (мітлиця тонка, пирій повзучий, тонконіг лучний, гикавка сіра, цмин пісковий, спориш звичайний, злинка канадська та ін.). Тут також ростуть декоративні та плодові дерева й кущі (туя західна, ялина європейська, оцтове дерево, вишня звичайна, горіх волоський, бузок звичайний, горобина звичайна та ін.).

2. Яри Маринина. Завдяки геологічній будові, яружна мережа отримала на даній території досить значне поширення. Яри мають, як правило, V-подібну форму, глибину – 20–40 м, ширину – від декількох до сотень метрів. Такі форми рельєфу є досить нетиповими для Українського Полісся.

На оглядовій точці пропонується до уваги старий і зарослий переважно трав'яною рослинністю яр. Схили яру перетворені у середньозволожені луки, де можна побачити материнку звичайну, підмаренник справжній, безщитник жіночий, фіалку запашну, ряст бульбастий, анемону дібровну та ін. На днищі яру, де більше вологи, зустрічаються перстач гусячий і повзучий, мітлиця повзуча та ін. На території яру ростуть поодинокі або окремими групами дерева: ялина європейська, ялиця біла, яблуня домашня.

3. Вільхове болото. Знаходиться зліва від екологічної стежки, відносно невелике за розмірами, через нього протікає маленький потічок.

Панівне місце серед деревної рослинності займає вільха клейка (дає цінну деревину, кору, листя та суцвіття використовують у медицині). Зустрічаються тут також верба ламка і верба попеляста. На окраїнах болота переважають високі трав'янисті рослини: сідач конопляний, дудник лісовий, очерет лісовий, гадючник оголений, герань болотна та ін. Болото є важкопрохідним через густі зарості витких рослин: плетухи звичайної та хмелю звичайного.

4. Радонове джерело. Знаходиться на межі болота і лук, обкладене кам'яним кругом, має дерев'яну огорожу.

Головним діючим фактором радону є α -випромінювання, яке успішно використовується у медицині при лікуванні опорно-рухового апарату, нервової системи, судинних, гінекологічних і шкірних захворювань.

С. Остапчук, А. Прокопчук.

Проектування пішохідної екологічної стежки «Щербовець» за матеріалами дистанційного зондування

На території навколо джерела, яку можна класифікувати як середньозволожені луки, серед рослинності можна побачити конюшину повзучу, пирій повзучий, мітлицю тонку і повзучу, пажитницю багаторічну, любочки осінні та ін.

У цій локації можна перепочити і попити джерельної води.

5. Преображенська церква в с. Маринин. Є пам'яткою архітектури державного значення (рис. 5). Побудована у 1801 р. на кошти прихожан у класичному народному стилі, дерев'яна на кам'яному фундаменті, покрита залізом, зовні пофарбована у блакитні і білі кольори. Поряд знаходиться дзвіниця, побудована у 1882 р., оформлена у такому ж стилі. Розташована на пагорбі у північній частині села, має гарну металеву огорожу.



Рис. 5. Преображенська церква

Біля церкви ростуть береза повисла, липа серцелиста, модрина європейська та плодови дерева.

6. Староруське городище. Розташоване на підвищенні неподалік церкви. Тут у XI–XIII ст. було давньоруське укріплення, яке мало овальну форму з приблизними розмірами 50 x 85 м. Воно було оточене кільцевим валом, який частково зберігся до сьогодні. Тому це місце називають ще як урочище Вал.

Більша частина городища наразі зайнята сільськими городами. На схилах колишнього валу сформувалися сухі луки з розрідженим трав'яним покривом, де домінують пирій повзучий, деревій звичайний, тонконіг лучний.

7. Замкова гора. Є високою та досить крутою, має плоску вершину, з якої відкриваються гарні краєвиди на річку Случ і навколишню місцевість (рис. 6).

Згідно архівних джерел і археологічних досліджень, тут колись був замок місцевого князя, пізніше – палац князів Корецьких, ще пізніше – чоловічий православний монастир. Залишки князівського замку збереглися до сьогодні, а на місці монастиря стоїть колишній кам'яний хрест.

Серед наскельної та лучної рослинності можна побачити борідника паросткового (занесений до Червоної книги України), гвоздику борову і сонцесвіт яйцеподібний (знаходяться під охороною на території Рівненської області). Різотрав'я досить різноманітне: веснянка весняна, фіалка запашна, шавлія лучна та кільчаста, чебрець блошиний, трясучка середня та ін.

8. Різноманіття папоротей. Папороті належать до одних з небагатьох найдавніших рослин (з'явилися приблизно 400 млн років назад), які відносно добре зберегли своє видове різноманіття. Оскільки папороті розмножуються спорами, це породило різні народні легенди про їх цвіт.

С. Остапчук, А. Прокопчук.

Проектування пішохідної екологічної стежки «Щербовець» за матеріалами дистанційного зондування



Рис. 6. Частина Замкової гори

У даній локації можна ознайомитися з різними видами папоротей, які ростуть на території Надслучанського регіонального ландшафтного парку. На відкритих ділянках зростають найбільш помітні й поширені види папоротей – щитник чоловічий (чоловіча папороть) і безщитник жіночий (жіноча папороть). Їх висота може бути до одного метра і більше. Під деревами можна побачити уже меншу за розмірами типову для поліської зони папороть – орляк звичайний, який виділяється широкими вайями. Між гранітними брилами ростуть ще менші за розмірами багатоніжка звичайна, пухирник ламкий, голокучник дубовий, аспленіум волосоподібний і північний (усі вони знаходяться під охороною на території Рівненської області).

9. Урочище Щербовець. Дана місцевість належить до першої надзаплавної тераси з піщаним ґрунтовим покривом. Як уже згадувалося, характер місцевості зручний для облаштування тут місць відпочинку, поблизу розташований піщаний пляж. Через урочище тече невеликий струмок, який бере початок із джерела і впадає у Случ.

Рослинний покрив досить бідний, який практично вигоряє під час спеки. Найбільше розповсюдження отримали посухостійкі види: цмин піщаний, пирій повзучий, булавоносець сіруватий, біловус стиснутий. Серед водних рослин можна побачити плавуну щитolistого, який формує розріджені одновидові зарості (занесений до Червоної книги України), ряску малу, глечики жовті, елодею канадську, спіроделу багатокореневу та ін., серед прибережно-водних: верболіzza звичайне, слабник водяний, частуха подорожникова, сусак зонтичний та ін.

Оскільки екологічна стежка пролягає поблизу населеного пункту, то тваринний світ на даній території має риси синатропності. Із птахів тут гніздяться галка, грак, сорока, шпак звичайний, горлиця кільчаста, дрізд-горобинник, лелека білий та ін. Зустрічається тут і лелека чорний (занесений до Червоної книги України). Серед ссавців трапляються їжак звичайний, білка звичайна, кріт європейський, заєць-русак та ін., серед плазунів – ящірка прудка, вуж звичайний, серед земноводних – жаба очеретяна (занесена до Червоної книги України), жаба ставкова. Серед риб у річці Случ найбільше зустрічаються представники родини коропових: плітка, лин, краснопірка, лящ, короп, карась. Можна зловити тут й щуку та окуня річкового.

5. ВИСНОВКИ

На основі матеріалів супутникових знімачів із залученням засобів ГІС виконано проєктування екологічної стежки «Щербовець» на території Надслучанського регіонального ландшафтного парку. Це дало змогу скоротити тривалість подібних робіт, зменшити витрати на польові дослідження, врахувати найважливіші особливості території.

С. Остапчук, А. Прокопчук.

Проектування пішохідної екологічної стежки «Щербовець» за матеріалами дистанційного зондування

Оскільки правильний вибір і вдале проектування туристичних маршрутів відіграють вирішальну роль для подальшого ефективного використання екологічних стежок та покращення місцевої економіки, сприяють оздоровчо-пізнавального розвитку, консолідації та патріотичному вихованню учасників подорожі, то практичне значення реалізації такого завдання є очевидним і на інших подібних об'єктах. При умові представлення запроєктованих маршрутів у мережі Інтернет на ресурсах із відкритими інформаційними базами і враховуючи сучасний рівень навігаційно-технічного оснащення населення, надається можливість бажаючим здійснювати такі подорожі не тільки у складі організованих груп, а й самостійно.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Алексєєва, Т.** (2020). Об'єкти природно-заповідного фонду Полтавської області як чинник розвитку екологічного туризму. *Науковий вісник Чернівецького університету : Географія*, (824), 48-54. [Alieksieieva, T. (2020). Obiekty pryrodno-zapovidnoho fondu Poltavskoi oblasti yak chynnyk rozvytku ekolohichnoho turyzmu. *Naukovyi visnyk Chernivetskoho universytetu : Neohrafiia*, (824), 48-54.] <https://doi.org/10.31861/geo.824.2020.48-54>
2. **Бойко, В. О.** (2021). Екологічний туризм як складова зеленої економіки. *Ефективна економіка*, (4). [Boiko, V. O. (2021). Ekolohichnyi turyzm yak skladova zelenoi ekonomiky. *Efektivna ekonomika*, (4).]
3. **Депутат, М.** (2023). Поняття, моделі та особливості розвитку екологічного туризму в Карпатському регіоні України. *Науковий вісник Чернівецького університету : Географія*, (842), 51-56. [Deputat, M. (2023). Poniattia, modeli ta osoblyvosti rozvytku ekolohichnoho turyzmu v Karpatskomu rehioni Ukrainy. *Naukovyi visnyk Chernivetskoho universytetu : Neohrafiia*, (842), 51-56.] <https://doi.org/10.31861/geo.2023.842.51-56>
4. **Дмитрук, О. Ю.** (2004). *Екологічний туризм: сучасні концепції менеджменту і маркетингу*. Київ : Альтерпрес. [Dmytruk, O. Iu. (2004). *Ekolohichnyi turyzm: suchasni kontseptsii menedzhmentu i marketynhu*. Kyiv : Alterpres.]
5. **Заячук, О., & Проскурова, Н.** (2019). Сучасні тенденції використання інформаційних ресурсів та впровадження ІТ у туристичній галузі України. *Науковий вісник Чернівецького університету : Географія*, (808), 118-122. [Zaiachuk, O., & Proskurova, N. (2019). Suchasni tendentsii vykorystannia informatsiinykh resursiv ta vprovadzhenia IT u turystychnii haluzi Ukrainy. *Naukovyi visnyk Chernivetskoho universytetu : Neohrafiia*, (808), 118-122.]
6. **Кузык, З., & Руцька, Л.** (2019). Методика створення туристичної ГІС Буського району з використанням картографічних матеріалів та ДЗЗ. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*, І(37), 91-99. [Kuzyk, Z., & Rutska, L. (2019). Metodyka stvorennia turystychnoi HIS Buskoho raionu z vykorystanniam kartohrafichnykh materialiv ta DZZ. *Cuchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva*, І(37), 91-99.]
7. **Ляшенко, Д. О., & Копер, Н. Є.** (2023). Концептуальне моделювання для завдань геоінформаційного забезпечення екологічного туризму. *Український географічний журнал*, (1), 67-73. [Liashenko, D. O., & Koper, N. Ie. (2023). Kontseptualne modeliuвання dlia zavdan heoinformatsiinoho zabezpechennia ekolohichnoho turyzmu. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal*, (1), 67-73.]
8. **Мазур, С. А., & Прилуцький, А. М.** (2018). Сільський туризм як перспективний напрям розвитку внутрішнього туризму. *Ефективна економіка*, (2). [Mazur, S. A., & Prylutskyi, A. M. (2018). Silskyi turyzm yak perspektyvnyi napriam rozvytku vnutrishnoho turyzmu. *Efektivna ekonomika*, (2).]
9. **Микитин, Т. М., Остапчук, С. М., Машта, Н. О., & Прокопчук, А. В.** (2018). Організаційні механізми створення та функціонування екологічних стежок. Рівне : Волинські обереги. [Mykytyn, T. M., Ostapchuk, S. M., Mashta, N. O., & Prokopchuk, A. V. (2018). *Orhanizatsiini mekhanizmy stvorennia ta funktsionuvannia ekolohichnykh stezhok*. Rivne : Volynski oberehy.]
10. **Міщенко, О. В.** (2007). Перспективи розвитку екологічного туризму на природоохоронних територіях Волинської області. *Науковий вісник Волинського державного університету імені Лесі Українки*, 250-253. [Mishchenko, O. V. (2007). Perspektyvy rozvytku ekolohichnoho turyzmu na pryrodookhoronnykh terytoriiakh Volynskoi oblasti. *Naukovyi visnyk Volynskoho derzhavnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky*, 250-253.]
11. **Посохов, І. С., & Сагайдачна, А. В.** (2018). Перспективи розвитку екологічного туризму в Україні. *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна: Міжнародні відносини. Економіка. Краєзнавство. Туризм*, (9), 203-212. [Posokhov, I. S., & Sahaidachna, A. V. (2018). Perspektyvy rozvytku ekolohichnoho turyzmu v Ukraini. *Visnyk KhNU imeni V. N. Karazina: Mizhnarodni vidnosyny. Ekonomika. Kraieznavstvo. Turyzm*, (9), 203-212.]

С. Остапчук, А. Прокопчук.

Проектування пішохідної екологічної стежки «Щербовець» за матеріалами дистанційного зондування

12. Сегіда, К., & Ушкварок, Д. (2021). Перспективи розвитку туризму в межах природоохоронних територій Харківської області. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*, (34), 45-52. [Sehida, K., & Ushkvarok, D. (2021). Perspektyvy rozvytku turizmu v mezhakh pryrodookhoronnykh terytorii Kharkivskoi oblasti. *Problemy bezperervnoi heohrafichnoi osvity i kartohrafii*, (34), 45-52.] <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2021-34-06>
13. Теодорович, Л. (2013). Екологічний туризм у НПП України: теоретичні та практичні аспекти. *Вісник Львівського університету: Серія Географічна*, (41), 318-330. [Teodorovych, L. (2013). Ekolohichnyi turizm u NPP Ukrainy: teoretychni ta praktychni aspekty. *Visnyk Lvivskoho universytetu: Seriiia Heohrafichna*, (41), 318-330.]
14. Тищук, І., & Ільїна, О. (2024). Сільський зелений туризм в Україні: стан, динаміка, міжнародний досвід. *Географічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки*, 3(3), 114-123. [Tyshchuk, I., & Ilina, O. (2024). Silskyi zelenyi turizm v Ukraini: stan, dynamika, mizhnarodnyi dosvid. *Heohrafichnyi chasopys Volynskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky*, 3(3), 114-123.]
15. Чернишова, Т. (2019). Аналіз соціально-економічних ресурсів Житомирщини як факторів розвитку сільського туризму в регіоні. *Науковий вісник Чернівецького університету : Географія*, (814), 98-103. [Chernyshova, T. (2019). Analiz sotsialno-ekonomichnykh resursiv Zhytomyrshchyny yak faktoriv rozvytku silskoho turizmu v rehioni. *Naukovyi visnyk Chernivetskoho universytetu : Heohrafiia*, (814), 98-103.]
16. Четверіков, Б., & Костянчук, А. (2021). Методика картографування національних парків і заповідних зон України з використанням ГІС-технологій. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*, II(42), 84-91. [Chetverikov, B., & Kostianchuk, A. (2021). Metodyka kartohrafuvannia natsionalnykh parkiv i zapovidnykh zon Ukrainy z vykorystanniam HIS-tekhnohologii. *Cuchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva*, II(42), 84-91.]
17. Шевчук, В. М., & Бурштинська, Х. В. (2013). Розроблення туристичного маршруту «Шляхами князя Лева». *Геодезія, картографія і аерофотознімання*, (78), 111-119. [Shevchuk, V. M., & Burshtynska, Kh. V. (2013). Rozroblennia turystychnoho marshrutu «Shliakhamy kniazia Leva». *Heodeziia, kartohrafiia i aerofotoznimannia*, (78), 111-119.]
18. Kiptenko, V., & Okolovych, I. (2022). Introduction of sustainable development aspects in the field of rural tourism in Ukraine. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Geography*, 1/2(82/83), 39-46. <https://doi.org/10.17721/1728-2721.2022.82.6>
19. Koroma, N., & Tarabarova, I. (2022). Cluster cooperation of rural tourism participants as a mechanism of adaptation to modern challenges (example of western regions of Ukraine). *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Geography*, 3/4(84/85), 25-29. <https://doi.org/10.17721/1728-2721.2022.84.4>
20. Mammadova, V. V. (2021). The role of natural and recreational resources of the southern slope of the Greater Caucasus in the development of ecotourism. *Scientific Bulletin of Kherson State University: Series Geographical Sciences*, (15), 67-76.

S. Ostapchuk, A. Prokopchuk

Design of the Shcherbovets ecological hiking trail based on remote sensing data

Keywords: ecological tourism, ecological trail, route, remote sensing, software, modelling.

Abstract: One of the important initial tasks for the proper development of tourism, and ecotourism in particular, is the high-quality design of the relevant routes. Assessment of terrain features, determination of quantitative and qualitative characteristics of routes and viewpoints (e.g., length, complexity, visibility, etc.) is quite difficult without the use of appropriate remote sensing materials. The article discusses the procedure for designing the Shcherbovets ecological hiking trail (Nadsluchany Regional Landscape Park, Rivne region) based on radar and multispectral scanning of the Earth's surface (Sentinel-1 and Sentinel-2, respectively). The ecological trail runs along the left bank of the Sluch River near the village of Marynyn in the Sosnivska territorial community and got its name from the eponymous tract, which has long been chosen by tourists and locals to organise their holidays here. The process of performing the task can be divided into several stages: analysis of available cartographic materials; study of the complex geographical characteristics of the territory; setting up and testing of software and hardware for track recording; laying and coordinating the route and selected

С. Остапчук, А. Прокопчук.

Проектування пішохідної екологічної стежки «Щербовець» за матеріалами дистанційного зондування

viewpoints; analysis and filtering of points recorded in the track; processing of the received photographic materials; construction of a digital terrain model; construction of thematic and index maps; use of composite images creation of vector maps of the route, viewpoints and georeferenced points. Specialised ArcGIS software was used to perform the modelling.

It provides a general description, map, profile of the ecological trail, coordinates of viewpoints and resting places, their brief description, and photos of different locations along the route. The total length of the route was 6.7 km, the number of viewpoints was 9 (Ethnosettlement; Marynin ravines; Alder swamp; Radon spring; Transfiguration Church in Marynin village; Staroruske settlement; Castle mountain; Variety of ferns; Shcherbovets tract).

Since the ecological tourism network in Ukraine is still in its infancy, the approach under consideration can be implemented at other sites of environmental significance. This will contribute to a more effective solution of health and educational, patriotic, economic and other important tasks. Provided that the proposed routes are presented on the Internet on resources with open information databases and taking into account the current level of navigation and technical equipment of the population, those wishing to make such trips are given the opportunity to do so not only as part of organised groups, but also on their own.