



О. І. Леневиць^{1,2}, В. Я. Бандерич¹, М. І. Коханець¹

¹ Національний природний парк "Сколівські Бескиди", м. Сколе, Україна

² Інститут екології Карпат НАН України, м. Львів, Україна

ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ РЕКРЕАЦІЙНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ҐРУНТОВИЙ ПОКРИВ ТУРИСТИЧНОГО ШЛЯХУ "СТЕЖКАМИ ЛЕГЕНДАРНОЇ ТУСТАНІ"

З'ясовано, що чисельність відвідувачів державного історико-культурного заповідника "Тустань" за 2019 р. становить 145 958 осіб, що майже втричі більше, ніж зафіксовано у 2012 році. Для зменшення негативного рекреаційного впливу на ґрунтовий покрив працівники заповідника "Тустань" у 2007-2008 рр. облаштували шлях. Встановлення дерев'яного настилу позитивно вплинуло на основні фізичні та водно-фізичні властивості ґрунтів. За результатами польових та експериментальних досліджень у 2020 р. виявлено, що майже через 12 років після облаштування шляху показники щільності ґрунту на стежках (під дерев'яним настилем) були достатньо близькими до контрольних та становили 0,93 та 0,79 г/см³ відповідно, хоча й показники щільності твердої фази ґрунту залишалися помітно вищими, що, беззаперечно, засвідчує значний рекреаційний вплив у минулому. Збільшення відвідувачів більше як утричі на туристичному шляху "Стежками легендарної Тустані" спричинило витоптування узбіч стежки з дерев'яним покриттям та формування додаткових, паралельних стежок. Показники щільності ґрунту становили на цих ділянках 1,25-1,28 г/см³, що в 1,5 раза більше, ніж на контролі. Збільшення щільності ґрунту значно зменшили показники загальної шпаруватості та водопроникності. Практична водонепроникність верхніх горизонтів (0,04-0,07 мм/хв проти 4,13 мм/хв на контролі) зумовлює формування на стежці поверхневого стоку води, внаслідок чого немає лісової підстилки та зростають показники щільності твердої фази ґрунту. Оцінено стан стежки за такими критеріями, як: 1) ширина стежки; 2) наявність додаткових/паралельних стежок; 3) кількісні та якісні зміни у рослинному покриві обабіч стежки (для лучних екосистем) та наявність/відсутність лісової підстилки на стежці (для лісових екосистем); 4) ущільнення ґрунту; 5) розвиток ерозійних процесів (глибина ерозійного врізу та об'єм винесеного пухкого матеріалу з 1 м²). На підставі цих параметрів встановлено, що туристичний шлях "Стежками легендарної Тустані" зараховано до III категорії з V, що, згідно з класифікацією Р. Прендкого, оцінюють як "шлях під загрозою". Запропоновано організаційно-управлінські та інженерні заходи: 1) замінити низький дерев'яний настил на стежці на високий та ширший – не менше 1,5 м; 2) встановити бар'єри, обмеживши стежку поручнями; 3) облаштувати місця для тимчасового перепочинку чи проведення екскурсій; 4) виконати інженерні роботи для відновлення деградованих ділянок.

Ключові слова: заповідник "Тустань"; динаміка відвідувачів; стежка; щільність; будова ґрунту; водопроникність ґрунту; облаштування стежки.

Вступ / Introduction

Відомо, що нерегульований рекреаційний вплив негативно позначається на стійкості та функціонуванні природних екосистем (лісових, лучних, водних тощо) [2, 6, 15, 22]. Зазвичай, ці негативні процеси можна спостерігати поблизу унікальних природних комплексів та історико-культурних об'єктів, про що засвідчує площа витоптаних ділянок та розгалужена мережа стежок, що призводить до деградації природного середовища та втрати цінності рекреаційних об'єктів [4, 7, 8, 11]. Для збереження природних комплексів, що мають наукову, рекреаційну та історичну цінність, було створено національні та ландшафтні природні парки, що дало змогу "каналізувати" рух відвідувачів, зменшивши негативний рекреаційний вплив на природне середовище, а облаштування зон відпочинку, прокладання туристичних шляхів з відповідним знакуванням, встановлення ін-

формаційних стендів, зокрема і з правилами поведінки на території тощо, також вплинуло на регулювання відвідувачів.

Об'єкт дослідження – ґрунти верхнього горизонту (0-5 см) в межах стежки, її узбіччя та контролю.

Предмет дослідження – зміна властивостей ґрунтів під впливом рекреаційного навантаження.

Мета роботи – оцінити вплив рекреаційного навантаження на ґрунтовий покрив туристичного шляху "Стежками легендарної Тустані"

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження:

- 1) проаналізувати дані, отримані з контрольно-інформаційного пункту історико-культурного заповідника, щодо відвідування туристичного шляху "Стежками легендарної Тустані";
- 2) здійснити аналіз ґрунтів у межах стежок, їх узбіччя та контролю за загальними фізичними, водно-фізичними

Інформація про авторів:

Леневиць Оксана Іванівна, канд. біол. наук, наук. співробітник. Email: oksanalenevych@mail.com; <https://orcid.org/0000-0003-2258-2569>

Бандерич Василь Ярославович, заступник директора. Email: beskydy2005@ukr.net

Коханець Михайло Іванович, начальник наукового відділу. Email: kohanets1953@ukr.net

Цитування за ДСТУ: Леневиць О. І., Бандерич В. Я., Коханець М. І. Оцінювання впливу рекреаційного навантаження на ґрунтовий покрив туристичного шляху "Стежками легендарної Тустані". Науковий вісник НЛТУ України. 2021, т. 31, № 6. С. 62–67.

Citation APA: Lenevych, O. I., Banderich, V. Ja., & Kokhanets, M. I. (2021). Assessment of recreational impacts on soils along the tourist trail "Walking through the legendary Tustan". *Scientific Bulletin of UNFU*, 31(6), 62–67. <https://doi.org/10.36930/40310609>

властивостями та виявити зміни властивостей ґрунтів за умов рекреаційного навантаження;

- 3) встановити категорію зміни природного середовища (стадії рекреаційної дегресії) туристичного шляху "Стежками легендарної Тустані".

Наукова новизна отриманих результатів дослідження – досліджено властивості ґрунтів (приповерхневого шару ґрунту (0-5 см)) за умови зменшення рекреаційного навантаження.

Практична значущість результатів дослідження – отримані результати досліджень можна використовувати для моніторингу туристичного шляху "Стежками легендарної Тустані".

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вплив рекреаційного навантаження на природні екосистеми, їх структуру та функціонування є одним із деструктивних чинників, що неминуче призводить до істотних, а часом і до незворотних, змін у цих екосистемах. Основними негативними наслідками надмірного рекреаційного навантаження на наземні екосистеми є порушення функціонування ґрунтового покриву. Оскільки переушільнення верхніх горизонтів призводить до розвитку ерозійних процесів, гуміфікації ґрунту, виносу та нагромадження грубоуламкового матеріалу тощо [2, 4, 5, 6], і тому ця форма антропогенного впливу є особливо актуальною для національних природних парків (НПП), регіональних ландшафтних парків (РЛП), приміських зон відпочинку, курортних місцевостей та об'єктів зі значним туристично-рекреаційним потенціалом [4, 11].

За даними польських науковців, які з 1995-1997 р. проводять моніторинг [19, 20] туристичної активності в межах Бещадського парку народowego, вплив рекреаційного навантаження в межах шляхів на вершини гір Тарніца, Розсіпанець, полонини Ветлінська та Царинська (понад 181 тис. відвідувачів упродовж квітня – листопада) вже призвів до необхідності виконання заходів із регенерації рослинного й ґрунтового покривів у межах туристичних шляхів [1, 14, 24].

Упродовж двадцяти років вплив рекреаційного навантаження на природні комплекси Українських Карпат та Передкарпаття, зокрема на ґрунтовий покрив, досліджували: І. С. Гнатяк [7] та М. М. Запоточний – поблизу пам'ятки природи "Скелі Довбуша" [8]; У Карпатському НПП: В. П. Брусак і В. Б. Малець – на туристичному маршруті "На гору Говерла" [5], В. Штуглінець – у межах еколого-пізнавальної стежки "На озеро Несамовите" [23]; М. М. Карабінюк – у високогірних природно-територіальних комплексах Чорногори [9], Сколівських Бескидах (НПП "Сколівські Бескиди") – О. І. Леневиц, О. Г. Марискевич, В. І. Козловський [12, 11] та в лісопарку поблизу Трускавця – О. Г. Марискевич, І. М. Шпаківська [13].

Матеріали та методи дослідження. На Львівщині Державний історико-культурний заповідник "Тустань" внесено до переліку найбільш цікавих та відвідуваних об'єктів. Пам'ятка археології національного значення IX – XVI ст. "Городище літописного міста Тустань" стала відомою у 1971 р. завдяки архітектурно-археологічним дослідженням М. Рожка та з 1984 р. охороняється як комплексна пам'ятка природи "Скелі Ямненської фортеці". Ще у 1994 р. постановою Кабінету Міністрів України (№ 687) було створено Державний історико-культурний заповідник "Тустань", що з 1999 р. територіально увійшов до скла-

ду Національного природного парку "Сколівські Бескиди" [21].

Туристичний шлях "Стежками легендарної Тустані" є найбільш відвідуваним на території історико-культурного заповідника "Тустань". Цей шлях розташований у межах висот 580-850 м н.р.м., крутістю 5-25°. Його протяжність 4,8 км, однак наші дослідження були виконані на частині шляху, що веде до "Каменя" – найбільш відвідуваного відтинку шляху (приблизно 700 м). Упродовж 2007-2008 рр. Державним історико-культурним заповідником "Тустань" довкола "Каменя" було встановлено дерев'яний настил.

У період досліджень (серпень 2020 р.) ми відібрали зразки ґрунту на таких ділянках: а) *стежці з дерев'яним настилом*, завширшки 0,9-1,2 м; б) *у межах її узбіччя*, де з часом по обидва боки сформувались невеликі стежини завширшки від 0,4 до 2,1 м; в) *додаткових/паралельних стежках*, що сформувались всупереч основній стежці під дерев'яним настилом; г) *контролі* – умовно не порушеної лісової ділянки на відстані до 50 м від стежок без видимого візуального рекреаційного впливу.

Дослідження виконано в польових та лабораторних умовах. Фізичні властивості ґрунтів досліджували за такими показниками: щільність ґрунту визначали методом різального кільця (буровий), щільність твердої фази – пікнометрично, загальну шпаруватість – розрахунково [3]; водно-фізичні властивості: польову вологість – термостатно-ваговим методом; водопроникність ґрунту визначали в польових умовах – методом трубок [17, 26].

Для встановлення категорій зміни природного середовища (стадій рекреаційної дегресії) вибрано такі критерії: 1) *ширина стежки* (до 0,5 м – I категорія, "шлях не змінений"; до 1 м – II категорія, "шлях мало змінений"; 2-3 м – III категорія, "шлях під загрозою"; до 5 м – IV категорія, "шлях змінений"; стежка завширшки понад 5 м – V категорія, "шлях значно змінений"); 2) *наявність додаткових/паралельних стежок*; 3) *якісні й кількісні зміни у рослинному покриві* обабіч стежок/шляхів – для лучних екосистем [19]; *відсутність/наявність лісової підстилки* на стежці – для лісових екосистем [12, 11]; 4) *ущільнення ґрунту*; 5) *розвиток ерозійних процесів* (глибина ерозійного врізу та об'єм винесеного пухкого матеріалу з 1 м² полотна стежки) [4].

Результати дослідження та їх обговорення / Research results and their discussion

Динаміка відвідувачів туристичного шляху "Стежками легендарної Тустані" упродовж 2012-2019 рр. є позитивною. За останні роки фіксують істотне збільшення відвідувачів, зокрема з 2012 р. їх кількість збільшилась щонайменше в три рази та становила у 2019 р. майже 146 тис. осіб (рисунок). На рисунку відображено динаміку відвідування туристичного шляху за рік, без врахування 3-5 % відвідувачів, що беруть щорічному участь у фестивалі "Ту Стань", який відбувається у серпні кожного року.

З огляду на стрімку динаміку збільшення відвідуваності туристичного шляху "Стежками легендарної Тустані" виникла потреба у проведенні досліджень. Для оцінювання впливу рекреаційного навантаження на ґрунтовий покрив ми здійснили дослідження в межах лісових біогеоценозів (контроль). За результатами отриманих даних з'ясовано, що запаси лісової підстилки під буково-ялиновими деревостанами змінюються в межах

1,89-2,14 кг/м², а щільність ґрунту під цими деревостанами становить 0,79 г/см³, що свідчить про сприятливі фізичні та водно-фізичні властивості ґрунтів (таблиця). Завдяки наявності лісової підстилки верхні горизонти ґрунту залишаються вологими на тривалий час [12]. Надалі аналіз та обговорення результатів досліджень подаємо згідно з індикаторами стану деградації природного середовища, запропонованими Р. Прендким [19], О. Леневиц [11, 12] та з підходами оцінки зміни рельєфу в умовах рекреаційного навантаження В. Брусака [5].

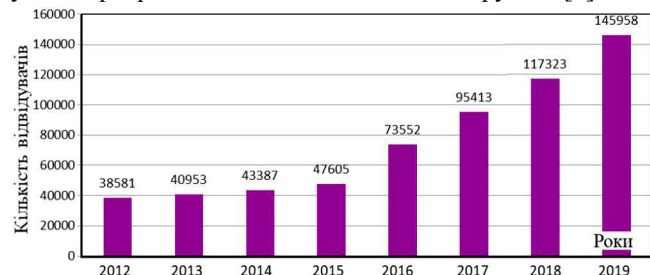


Рисунок. Динаміка відвідування туристичного шляху "Стежками легендарної Тустані" упродовж 2012-2019 рр. на основі даних касового апарата з інформаційно-пропускного пункту / Dynamics of visiting the tourist trail "Walking through the legendary Tustan" from 2012 to 2019 on the basis of data from the cash register

1) **Ширина стежки.** Для зменшення негативного рекреаційного впливу на ґрунтовий покрив адміністрацією заповідника "Тустань" було прийнято рішення встановити дерев'яний настил, завширшки 0,9-1,2 м. Проте з часом зі збільшенням чисельності відвідування туристичного шляху "Стежками легендарної Тустані" поруч зі стежкою з дерев'яним перекриттям сформувались по обидва боки невеликі стежини завширшки від 0,4 до 2,1 м. Під час дослідження виявлено, що ширина стежки становить від 1,3 до 3,3 м. Згідно з класифікацією Р. Прендкого, зараховуємо до III категорії з V як "шлях під загрозою".

2) **Наявність додаткових/паралельних стежок.** Формування додаткових, паралельних стежок на шляху свідчить про збільшення відвідувачів, що негативно впливає на природне середовище, зокрема ґрунтовий покрив. Вирішенням цієї проблеми є заміна конструкції з низьким та відносно нешироким дерев'яним настилом на високий і ширший. Встановлення поручнів по обидва боки встановленої дерев'яної конструкції (див. рекомендації) [10].

3) **Якісні та кількісні зміни у рослинному покриві** обабіч стежок, шляхів – для лучних екосистем [19]. Витоптування трав'яного покриву туристами та рекреантами призвів не тільки до знищення деяких видів рослин, зокрема: тонконога лучного (*Poa pratensis* L.), багатоніжки звичайної (*Polypodium vulgare* L.), щитника чоловічого (*Dryopteris filix mas* (L.) Schott.), але й заселення нових – подорожника великого (*Plantago major* L.), апозерису смердючого (*Aposeris foetida* (L.) Less.), осоки лісової (*Carex sylvatica* Huds.), пирію повзучого (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) тощо. **Відсутність/наявність лісової підстилки** на стежці – для лісових екосистем [12]. Лісової підстилки на витоптаних ділянках практично не було і траплялась здебільшого фрагментарно. Її потужність була незначною, а запаси становили менше 1 кг/м² [12]. Хаотичний розподіл лісової підстилки зумовлений ерозійними процесами, що виникають на переущільненій поверхні [11].

4) **Ущільнення ґрунту.** Важливим рішенням адміністрації заповідника "Тустань" для збереження природного середовища та запобігання деградаційним процесам стало облаштування стежки. За практично 12 років після встановлення дерев'яного настилу основні властивості ґрунтів на стежці "повернулись" до свого попереднього стану, окрім показників щільності твердої фази, що беззаперечно свідчить про негативний рекреаційний вплив у минулому (таблиця). Водопроникність на цих стежках становила 3,06 мм/хв та є наближеною до контрольних. Достатньо високі показники водопроникності на цих стежках зумовлені як невисокими показниками щільності ґрунту (0,93 г/см³), так і доброю шпаруватістю (62,62 %). Про це також зазначають у своїй праці П. С. Пастернак і В. І. Бондар. Автори констатують, що фільтраційна здатність ґрунтів істотно залежить від ґрунтових агрегатів [16]. За детальнішим аналізом отриманих даних з'ясовано, що під високим дерев'яним настилом показники щільності ґрунту, загальної шпаруватості та водопроникності дещо кращі, ніж під низьким. Це може свідчити про те, що наявність достатньої кількості світла, тепла та вологи є комфортними для функціонування ґрунтової мезофауни.

Таблиця. Вплив рекреаційного навантаження на властивості ґрунтів туристичного шляху "Стежками легендарної Тустані", 2020-2021 рр. (n = 3 – 5) / Influence of recreational load on the properties of soils of the tourist trail "Walking through the legendary Tustan", 2020–2021 (n = 3 – 5)

№	Щільність		Шпарува- ність загальна	Вологість польова	Водопроник- ність ґрунту
	ґрунту	твердої фази			
	г/см ³		%		мм/хв
Контроль					
1	0,83	2,36	65,01	28,29	3,00
2	0,77	2,27	66,02	28,78	4,95
3	0,78	2,32	66,58	34,29	4,45
	0,79	2,32	65,87	30,45	4,13
Стежка під укриттям					
4	0,94*	2,51	62,46	30,70	1,67
5	0,94**	2,47	61,93	25,12	3,00
6	0,90**	2,46	63,46	25,00	4,50
	0,93	2,48	62,62	26,94	3,06
Узбіччя стежки під укриттям					
7	1,21	2,49	51,40	25,63	0,07
8	1,09	2,42	54,79	17,14	0,10
9	1,34	2,55	47,27	12,80	0,03
10	1,36	2,58	47,37	12,51	0,06
	1,25	2,51	50,02	17,02	0,07
Додаткові/паралельні стежки					
11	1,28	2,56	49,96	15,61	0,02
12	1,32	2,60	49,07	16,83	0,06
13	1,23	2,50	50,81	17,05	0,004
	1,28	2,55	49,95	16,50	0,04

Примітка: *низьким дерев'яним настилом; **високим дерев'яним настилом.

Зростання з кожним роком чисельності відвідувачів у заповіднику "Тустань" зумовило формування додаткових, паралельних стежок та витоптування ділянок поруч із стежкою з дерев'яним настилом. За результатами дослідження виявлено, що щільність ґрунту на цих ділянках збільшилась щонайменше в 1,5 раза порівняно з контролем. Схожі результати встановили на одному з туристичних шляхів "м. Сколе – г. Парашка" [11]. Збільшення показників щільності ґрунту негативно вплинуло на водопроникність, зменшивши її у декілька

разів. Водонепроникність верхнього горизонту зумовлена значним зменшенням ґрунтових агрегатів розміром 2,0-2,25 мм та різким збільшенням водонепроникних часток розміром менше ніж 0,25 мм [16].



Рис. 2. Організаційно-управлінські та інженерні заходи благоустрою туристичного шляху "Стежками легендарної Тустані" / Organizational, managerial and engineering measures to improve the tourist trail "Trails of the legendary Tustan": a) замінити низький дерев'яний настил на стежці на високий та ширший – не менше 1,5 м (у деяких місцях на скільки це можливо) / replace the low wooden deck on the trail with a high and wider – at least 1.5 m (in some places as much as possible); b) встановити бар'єри, обмеживши стежку поручнями / set barriers by limiting the trail with handrails; c) облаштувати місця для тимчасового перепочинку чи проведення екскурсій / to arrange places for temporary rest or excursions; d) виконати інженерні роботи для відновлення деградованих ділянок / perform engineering works to restore degraded areas

Практична водонепроникність засвідчує, що в період випадання сильних зливових дощів на стежках формується поверхневий стік води. Про це також вказують показники щільності твердої фази на додаткових, паралельних стежках та узбіччях стежки під дерев'яним настилом 2,51-2,55 г/см³ проти 2,32 г/см³ на контролі. Отримані результати зазвичай можна фіксувати для тих

самих ґрунтів тільки нижче за горизонтом (Нр) [18]. Знищення рослинного покриву на відкритих ділянках без деревної рослинності та вимивання подрібнених часток лісової підстилки зумовило зменшення в 1,8 раза польової вологи у приповерхневому шарі ґрунту.

5) *Розвиток ерозійних процесів* (глибина ерозійного врізу та об'єм винесеного пухкого матеріалу з 1 м² полотна стежки) [4]. Низькі показники водонепроникності ґрунтів 0,04-0,07 мм/хв, беззаперечно, свідчать про ерозійні процеси, а особливо в період випадання сильних зливових дощів.

Оцінивши сучасний стан туристично-рекреаційного використання туристичного шляху "Стежками легендарної Тустані", запропоновано низку таких *організаційно-управлінських та інженерних заходів* (рис. 2).

Обговорення результатів дослідження. Вивчення впливу рекреаційного навантаження на ґрунтовий покрив є досить тривалим, про що засвідчує кількість публікацій та географія проведених досліджень [2, 6, 15, 20, 22]. Однак, варто зазначити, що оцінюють рекреаційне навантаження в Україні здебільшого формально, нерегулярно і без належного технічного забезпечення [12]. Проведені натурні дослідження у Державному історико-культурному заповіднику "Тустань" дали змогу використати якісні та кількісні характеристики зазначених критеріїв для виокремлення стадій рекреаційної дегресії. Вагомим індикатором для оцінення стану ґрунтового покриву в межах шляху чи стежки (лінійна форма рекреації) є: ширина стежки [19, 20], ущільнення ґрунту [8, 11, 12, 20] та формування ерозійних процесів [2, 4, 5, 6, 9, 22, 23], що завдає непоправної шкоди стежкам. Правильне облаштування стежок є не тільки вирішенням проблеми з деградацією природного середовища, зокрема ґрунтового покриву, але й створення безпечних та комфортних умов для відвідувачів [1, 4, 5, 9, 10, 14, 23, 24]. За результатами наших досліджень, на туристичному шляху "Стежками легендарної Тустані" перекриття дерев'яним настилом туристичного шляху практично за 12 років після зняття негативного рекреаційного впливу на ґрунтовий покрив, верхні горизонти цих же ґрунтів відновились. За матеріалами Л. А. Соколова та В. Д. Зеликова, відновлення ґрунтів, здебільшого, припадає на осінньо-зимово-весняний період, коли фіксують найбільші перепади температурних показників на поверхні ґрунту. Тут йдеться про промерзання і розмерзання верхніх горизонтів ґрунту, що спричиняє мимовільне його розпушування [25].

За результатами проведених польових і лабораторних досліджень виявлено, що ширина стежки (туристичного шляху) "Стежками легендарної Тустані" сягає до 3,3 м, щільність ґрунту збільшилась в 1,5 раза порівняно з контролем, запаси лісової підстилки становлять менше 1 кг/м² у межах деревної рослинності, а на відкритих ділянках без неї знищено поруч зі стежками рослинний покрив, наявні також додаткові, паралельні стежки, фіксують ерозійні процеси – тому цей шлях, згідно з класифікацією Р. Прендкого [19, 20], відповідає III категорії, як "шлях під загрозою".

Висновки / Conclusions

Для історико-культурного заповідника "Тустань" характерний значний туристично-рекреаційний потенціал, про що засвідчує чисельність відвідувачів понад 146 тис. осіб на рік. Для запобігання деградаційним проце-

сам працівники заповідника "Тустань" у 2007-2008 рр. встановили дерев'яний настил, що з часом позитивно вплинуло на основні властивості ґрунтів, окрім щільності твердої фази ґрунту, що, беззаперечно, зумовлено негативним рекреаційним впливом у минулому. Однак, унаслідок збільшення відвідувачів, поруч з облаштованою стежкою по обидва боки стежки сформувались невеликі стежини. З'явилися також додаткові та паралельні стежки. Щільність ґрунту на витоптаних ділянках становила 1,25-1,28 г/см³, що в 1,5 раза більше, ніж фіксували на контролі. Збільшення показників щільності ґрунту негативно вплинуло на водопроникність, зменшивши її у декілька разів (0,07-0,04 проти 4,13 мм/хв на контролі). Практична водонепроникність засвідчує, що в період випадання сильних зливових дощів на стежках формується поверхневий стік води.

Для встановлення категорії деградації природного середовища використано такі критерії за п'ятибальною шкалою, як: ширина стежки; кількісні й якісні зміни у рослинному покриві на відкритих ділянках без рослинності та відсутність/наявність лісової підстилки в лісових біоценозах; ущільнення ґрунту; наявність додаткових/паралельних стежок; розвиток ерозійних процесів. На підставі цих критеріїв встановлено, що туристичний шлях "Стежками легендарної Тустані" відповідає III категорії, як "шлях під загрозою".

На основі проведених польових та лабораторних досліджень запропоновано низку інженерно-управлінських рішень для запобігання деградаційним процесам: замінити конструкції з низьким дерев'яним настилом на високий; ширина дерев'яного настилу повинна становити не менше 1,5 м, водночас обмежити стежку поручнями; облаштувати місця для тимчасового перепочинку чи проведення екскурсій; виконати інженерні роботи для відновлення деградованих за останні роки ділянок.

Подяки. Висловлюємо щирі подяки Інституту екології Карпат НАН України за допомогу у виконанні лабораторних досліджень; Державному історико-культурному заповіднику "Тустань" за надання інформації відвідування туристичного шляху "Стежками легендарної Тустані" та працівникам Підгородцівського лісництва (НПП "Сколівські Бескиди") за допомогу у проведенні польових досліджень.

References

- Amarovych, E. (2020). Active protection of nature in the BdPN 2020 in the year. *Internet-byulleten Natsionalnoho parku Beshchady*, 20–23. [In Polish].
- Amodio, A., Cerda, A., Aucelli, P., & Garfi, V. (2019). Assessment of soil erosion along a mountain trail in the Eastern Iberian Peninsula. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/340600865_Assessment_of_soil_erosion_along_a_mountain_trail_in_the_Eastern_Iberian_Peninsula_Spain; <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15142.88647>
- Arinushkina, E. V. (1970). Manual for the chemical analysis of soils. *Izd-vo Moskva un-ta*, 482. [In Russian].
- Brusak, V. P. (2018). Methodological aspects of the study of recreational digression of microrelief tourist routes. *Problemy heomorfologii ta paleoheohrafii Ukrainy Karpat ta prylyhlykh terytorii*. Lviv: VC LNU im. I. Franka, 1(8), 108–120. [In Ukrainian].
- Brusak, V. P., & Malets, V. B. (2018). Methodical aspects of research of recreational digression of microrelief of tourist routes. *Pryrodni resursy rehionu: problemy vykorystannia, revitalizatsii ta okhorony: Materialy III-oho mizhnar. nauk. seminaru*. Lviv: VC LNU imeni Ivana Franka, 58–63. [In Ukrainian].
- Dragovich, D. (2015). Soil erosion and conservation in two geomorphic and recreational environments. *Soil-Water Journal*, 67–73.
- Hnatiak, I. S. (2004). Pedestrian microrelief of the ECT "Dovbush Trail" in Carpathian NNP. *Problemy heomorfologii ta paleoheohrafii Ukrainy Karpat ta prylyhlykh terytorii*: mater. mizhnar. sem. Lviv: VC LNU im. I. Franka, 196–202. [In Ukrainian].
- Kalutskyi, I. F., & Zapotochnyi, M. M. (2012). Increasing the resistance of nature reserves to intense recreational activities (for example, natural monuments "Dovbush Rocks". *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy: zbirnyk naukovykh prats NLTU Ukrainy*, 10, 160–165. [In Ukrainian].
- Karabiniuk, M. M. (2020). Natural territorial complexes of the subalpine and alpine highlands of the Montenegrin massif of the Ukrainian Carpathians. *Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv*, 21. [In Ukrainian].
- Lenevich, O. I., Shestakova, E. S., Rudyk, A. N., & Kopyltsova, S. E. (2014). Evaluation of recreational load on topsoil and solutions for decreasing the forest ecosystems digression in the national natural park "Skole Beskids", Ukrainian Carpathians. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya "Ekonomika i ekologicheskii menedzhment"*, 3, 279–287. [In Russian].
- Lenevich, O. I. (2020). The impact of recreation loading on physical and waterphysical properties of brown forest soils. *Problemy heomorfologii i paleoheohrafii Ukrainy Karpat ta prylyhlykh terytorii*. – Lviv: VTs LNU imeni Ivana Franka, 1(11), 311–328. <https://doi.org/10.30970/gpc.2020.1.3214>
- Lenevich, O. I., Maryshevych, O. H., & Kozlovskyi, V. I. (2014). Influence of trampling on hydrophysical properties of brown soils of forest ecosystems of Skolivski Beskydy National Park (Ukrainian Carpathians). *Vismyk Lviv. un-tu. Seriya biologichna*, 67, 98–107. [In Ukrainian].
- Maryshevych, O. G., & Shpakivska, I. M. (2001). Influence of recreational load on the soil cover of the forest ecosystem. *Scientific Bulletin of the National Agrarian University. Forestry*, 46, 34–40.
- Nawrocka, N. (2020). Tourist traffic in the BdPN in 2020. *Internet-byulleten Natsionalnoho parku Beshchady*, 40–42. [In Polish].
- Olive, N. D., & Marion, J. L. (2009). The influence of use-related, environmental, and managerial factors on soil loss from recreation trails. In *Journal of Environmental Management*. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.10.00>
- Pasternak, P. S., & Bondar, V. I. (1983). Changes in the physical properties of dark gray forest soils under the influence of recreational loads. *Lesovodstvo i agrolesomeliortsiia*. Kiev, 67, 1–72, 18–23. [In Russian].
- Pozniak, S. P. (Ed.). (2020). *Soil science and soil geography: a textbook. In two parts. Part I*. Lviv: LNU imeni Ivana Franka, 270. [In Ukrainian].
- Pozniak, S. P. (Ed.). (2020). *Soils of Lviv region*. In Lviv: LNU im. Ivana Franka, 424. [In Ukrainian].
- Prendky, R. (1999). Assessment of the damage to the natural environment of the Bieszczady National Park within the hiking trails in 1995–1999 – comparison of the monitoring results. *Litopys pryrody Beshchady*, 8, 343–352. [In Polish].
- Prendky, R. (2000). Changes in air-water properties of soils within the hiking trails of the Bieszczady National Park. *Litopys pryrody Beshchady*, 9, 225–235. [In Polish].
- Rozko, M., & Kramarets, V. Trails of the legendary Tustan. *Skole Beskydy National Nature Park*. Color ABM, 2004, 48. [In Ukrainian].
- Selesa, D., & Cerda, A. (2020). Soil erosion on mountain trails as a consequence of recreational activities. A comprehensive review of the scientific literature. *Journal of Environmental Management*. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110990>
- Shtuhlynets, V. (2020). Recreational digression on the ecological-cognitive trail "to Lake Nesamovyte" in the Carpathian NNP. *XXI vseukrainska studentska naukova konferentsiia "Realii, problemy ta perspektyvy rozvytku heohrafii ta turyzmu v Ukraini"*, 43–48. [In Ukrainian].
- Sidor, S. (2020). Comprehensive revitalization of hiking trails of the BdNN. *Internet-byulleten Natsionalnoho parku Beshchady*, 45–48. [In Polish].

25. Sokolov, L. A., & Zelikov, V. D. (1982). Changes in soil properties in forest biogeocenoses with high recreational load. *Lesovedenie*, 3, 16–23. [In Russian].
26. Vadiunina, A. F., & Korchagina, Z. A. (1973). *Methods for studying the physical properties of soils*. Moscow, 399. [In Russian].

O. I. Lenevych^{1,2}, V. Ja. Banderych¹, M. I. Kokhanets¹

¹ National Nature Park "Skole Beskydy", Skole, Ukraine

² Institute of Ecology of the Carpathians, NAS Ukraine, Lviv, Ukraine

ASSESSMENT OF RECREATIONAL IMPACTS ON SOILS ALONG THE TOURIST TRAIL "WALKING THROUGH THE LEGENDARY TUSTAN"

It is known from published sources that the negative impacts of recreation on the topsoil of protected areas include compaction of the upper horizon, erosion initiation, and accumulation of coarse-grained material. These findings were tested in the field with further laboratory analysis of the brown forest-mountain soil samples following an example of State Historical and Cultural Reserve "Tustan", Lviv Region of Ukraine. "Tustan" Reserve is one of the most visited nature protected areas in the region; thus, in 2019 the number of its visitors reached 145 958 persons. In 2007-2008, the tourist trail "Walking through the legendary Tustan" was covered with a wooden floor by 80-90 % of its length. Our study revealed that trail covering positively affected topsoil physical and hydrological parameters. Soil density and water permeability indices along the trail were similar to those in a control series. However, the density of the solid phase of the soil was significantly higher, that can be attributed to heavy recreational impact in the past. At the same time, since 2012 to 2021 the number of visitors has increased almost threefold. This has led to spontaneous forming of additional/parallel unpaved trails next to the main trail, as well as an extensive trampling the topsoil aside the wood-covered main trail. The soil bulk density from the trampled sites was 1.5 times higher than from the control. The upper soil horizons were almost waterproof (0.04-0.07 in contrast to 4.13 mm / min in the control) that leads to extensive runoff from exposed trails during heavy rainfalls. In our study we have proposed a set of indicators and the 5-grade scale to assess the disturbance degree of ecosystems along the tourist trail "Walking through the legendary Tustan". The main indicator is the width of unmanaged trail, according to which the disturbance degree is assessed as "I – unchanged" (the trail width is less than 0.5 m), "II – slightly disturbed" (the trail width is up to 1.0 m), "III – threatened" (the trail width is up to 2-3 m), "IV – heavily disturbed" (the trail width is up to 5 m), and "V – devastated" (the trail width is greater than 5 m). Additional four indicator groups are as follows: 1) presence of additional/parallel paths to the main trail; 2) soil compaction; 3) quantitative and qualitative changes in vegetation (for grasslands), presence/absence of forest litter (for woodlands); 4) depth of erosion cut and the amount of loose material carryover from 1 m² of the trail. As management solutions to diminish the negative impacts we proposed the following measures: to replace the low-height wooden floor with a higher one; to limit the trail width with handrails; to arrange places for temporary rest and/or excursions; to reconstruct the path.

Keywords: State Historical and Cultural Reserve "Tustan"; visitors dynamics; tourist trail; soil density; water permeability; path development.