

УДК 631.46; DOI 10.30970/gpc.2020.1.3214

**ВПЛИВ РЕКРЕАЦІЙНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ФІЗИЧНІ ТА ВОДНО-ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БУРИХ ГІРСЬКО-ЛІСОВИХ ҐРУНТІВ****Оксана Леневиц***Національний природний парк “Сколівські Бескиди”*

oksanalenevych@gmail.com; orcid.org/0000-0003-2258-2569

**Анотація.** Проаналізовано вплив рекреаційного навантаження на фізичні та водно-фізичні властивості бурих гірсько-лісових ґрунтів. З’ясовано, що повна або часткова відсутність підстилки на стежках спричиняє швидке випаровування вологи з верхнього горизонту (0–5 см) ґрунту, зменшення загальної шпаруватості, збільшення показників щільності будови та твердої фази ґрунту. Виявлено, що зі зростанням щільності будови на 12,5 % зменшується водопроникність ґрунту у 33 рази, порівняно з контролем. Значне збільшення показників щільності будови на 39–48 % виявлено на стежках шириною понад 2 м. На сильно переуцільненій поверхні стежок та маршрутів виникає поверхневий стік води. На стежках простежується також збільшення показників щільності твердої фази, а отримані результати є характерними для перехідного Нр горизонту бурих гірсько-лісових ґрунтів. Виявлено, що перекриття стежки дерев’яним настилом на туристичному шляху “Стежками легендарної Тустані” позитивно вплинуло на фізичні та водно-фізичні властивості ґрунтів. З’ясовано, що показники щільності будови ґрунту, загальної шпаруватості та водопроникності є близькими до контрольних і тільки збільшення показників щільності твердої фази засвідчує значний рекреаційний вплив у минулому. На узбіччях цієї ж стежки встановлено значне зростання показників щільності будови в 1,5 рази порівняно з контролем та в 1,3 рази – зі стежкою, що засвідчує значний рекреаційний вплив сьогодні. Запропоновано використовувати такі критерії деградації природних комплексів: кількісні та якісні зміни в рослинному покриві (лучні екосистеми); наявність/відсутність лісової підстилки (лісові екосистеми); щільність будови ґрунту; наявність додаткових/паралельних стежок; ширина стежки; глибина ерозійного врізу. Визначено стадії/категорії рекреаційної дегресії на еколого-пізнавальних стежках та маршруті в НПП “Сколівські Бескиди”. До I стадії/категорії (“шлях не змінений”) рекреаційної дегресії належать стежки шириною 0,35–0,70 м із відносно близькими показниками щільності будови до контролю та наявністю лісової підстилки на стежці. Негативним аспектом на цій категорії є незначна водопроникність ґрунту. На стежках II категорії (“шлях мало змінений”) наявна лісова підстилка, додаткові стежки відсутні. Перерозподіл підстилки на стежці, здебільшого, простежується між стежкою та її узбіччям. На окремих ділянках стежки, де лісова підстилка практично відсутня, зафіксовано збільшення показників щільності будови до 27 %, порівняно з контролем, ширина стежки становить 0,9–1,2 м. На стежках шириною 2,15–3,40 м зафіксовано повну або часткову відсутність лісової підстилки, що значною мірою зумовлено крутістю схилу та інтенсивністю рекреаційного навантаження. Виявлені кількісні та якісні зміни в рослинності обабіч стежки. На цих стежках зафіксовано збільшення щільності будови ґрунту на 36–39 % та зменшення водопроникності. Наявні додаткові стежки. Дані, які характеризують стежку, відповідають III категорії і класифікуються як “шлях під загрозою”. До IV категорії (“шлях змінений”) зачисляють стежки, на яких відсутня лісова підстилка, виявлено значне збільшення показників щільності будови ґрунту майже до 50 %, зафіксовано вихід на поверхню кореневої системи, ширина стежки становить 2,60–4,90 м, є додаткові стежки.

**Ключові слова:** рекреаційний вплив; щільність будови ґрунту; водопроникність ґрунту; стежка; НПП “Сколівські Бескиди”.

## THE IMPACT OF RECREATION LOADING ON PHYSICAL AND WATER-PHYSICAL PROPERTIES OF BROWN FOREST SOILS

Oksana Lenevych

National Nature Park “Skolivski Beskydy”

**Abstract.** The article analyses the influence of recreational load on the physical and water-physical properties of brown forest soils. It is established that the complete or partial absence of litter on the pathway contributes to the rapid evaporation of moisture from the upper horizon (0–5 cm) of the soil, reducing the porosity total, increasing the density solid phase and bulk density. It was found that with the increase of the bulk density by 12,5 % the water permeability of the soil decreases 33 times in comparison with the control. A significant increase in the bulk density of the structure by 39–48 % was found on partway with a width of more than 2 m. On these pathway the surface runoff of water is formed. An increase in the density of the solid phase was recorded. The results of which are characteristic of the Hp horizon of brown forest soils. The overlapping of the trail with wooden flooring on the track “Stezhkamy lehendarnoyi Tustani” had a positive effect on the physical and water-physical properties of the soil. It was found that the indicators of soil bulk density and water permeability were close to the results obtained in the control and only the increase in the density of the solid phase indicates a significant recreational impact in the past. On the roadsides of the same revealed a significant increase in soil density of 1,5 times compared to the control and 1,3 times with the results obtained on the pathway, this indicates a recreational impact to date. It is proposed to use the following criteria for degradation of natural ecosystem: quantitative and qualitative changes in vegetation (meadow ecosystems), presence/absence of forest litter (forest ecosystems), soil density, presence of additional/parallel paths, path width, depth of erosion on the pathway. Establish category (stages) of recreational degression on the tracks the National Park “Skolivski Beskydy”. On the first stage/category (“Unchanged track”) of recreational degression includes trails 0,35–0,70 m wide with relatively close indicators of soil structure bulk density to control and the presence of forest litter on the pathway. The only negative aspect in this category is the insufficient water permeability of the soil. On heavy II category there is forest litter, although its redistribution is mainly traced between the trail and its roadside. In some sections of the trail, where there is no forest litter, it is fixed by increasing the bulk density of the structure to 27 %, the width of the pathway is 0,9–1,2 m and is classified as “Little-changed track”. On pathway with 2,15–3,40 m, there is a complete or partial absence of forest litter. Bulk density increased by 38–39 %, surface water runoff is formed. It is established presence distinct partway, visibled qualitative and quantitative changes in vegetation. The presented data correspond to the pathway of III category and are classified as “Endangered track”. Category IV (“Devastated track”) includes paths on which there is no forest litter, a significant increase in soil density up to 48 %, access to the surface of the root system and the width of the path is 2,60–4,90 m.

**Key words:** recreation influence; soil bulk density; water permeable; pathway; NPP “Skolivski Beskydy”.

**Вступ.** Упродовж останніх десятиліть природні територіальні комплекси Українських Карпат зазнають значного антропогенного впливу, зокрема й рекреаційного (Prędki, Demko, 2018; Карабінюк, 2020). Зростання рекреаційного впливу у Карпатському регіоні зумовлено як природно-ресурсним потенціалом даного регіону, так і розбудовою туристичної інфраструктури (Івах, 2013; Мандюк, 2013; Зінько, Мальська і Іваник та ін., 2014). Серед чинників впливу рекреації на природне середовище зазначено витоптування, яке більшою мірою виражене в межах еколого-пізнавальних стежок та маршрутів/шляхів або ж в місцях коротко- та довготривалого відпочинку (Чижова, 2006; Гнатяк, 2009,

Wimprey & Marion, 2010; Чижова, Бухарова і Лозбенев и др. 2016; Лужкова, 2016; Marion & Wimprey, 2017). Наукові дослідження за цією тематикою засвідчують, що внаслідок витоптування порушується функціонування едафотопу, яке чітко простежується за основними властивостями ґрунтів – фізичними, водно-фізичними, фізико-хімічними та біотичними (Карпачевский, Морозова і Зубкова, 1978; Марфенина, Жевелева і Зарифова, 1984; Pręcki, 2000; Вовк, 2003; Чорнобай, Вовк і Орлов, 2004; Запоточний, 2012; Леневиц, 2017). Здебільшого негативними наслідками надмірного рекреаційного навантаження на ґрунтовий покрив є переущільнення верхніх його горизонтів, що спричиняє дегуміфікацію ґрунту та розвиток ерозійних процесів тощо (Pręcki & Winnicki, 2006; Amodio, Cerdà, Aucelli & Garfi, 2009; Olive & Marion, 2009; Ивонин і Воскобойникова, 2014; Dragovich, 2015; Брусак, 2018; Selesa & Cerdà, 2020). Вплив рекреаційного навантаження на ґрунтовий покрив, здебільшого досліджували для площинного типу (Казанская, Ланина і Марфенин, 1977; Карпачевский и др., 1978; Генсирук, Нижник і Возняк, 1987), тоді як вивченню властивостей ґрунтів за лінійного типу приділено значно менше уваги (Bryan, 1977; Pręcki, 2000). Слід також зазначити, що в науковій літературі значно менше уваги приділено вивченню ґрунтів за умов “зняття” негативного рекреаційного впливу.

**Мета статті** – проаналізувати фізичні та водно-фізичні властивості ґрунтів за умов різного впливу рекреаційного навантаження та встановити стадії/категорії рекреаційної дегресії на туристичних шляхах національного природного парку “Сколівські Бескиди”. Об’єкт дослідження – ґрунти лісових екосистем рекреаційних ділянок (туристичні шляхи (лінійний тип)). Предмет дослідження – зміна властивостей ґрунтів під впливом рекреаційного навантаження. Отримані результати досліджень в подальшому можна використовувати з метою моніторингу стану досліджуваних туристичних шляхів.

**Характеристика території та об’єкти дослідження.** Національний природний парк “Сколівські Бескиди” (надалі Парк) створено згідно з Указом Президента України від 11 лютого 1999 р. № 157/99 на території Дрогобицького, Сколівського і Турківського районів Львівської області на загальній площі 35 684 га. Мета створення Парку – збереження, відтворення і раціональне використання ландшафтів західної частини Українських Карпат з типовими та унікальними природними комплексами, що мають важливе природоохоронне, естетичне, рекреаційне та оздоровче значення (Літопис природи, Т.1, 2001). Основними завдання Парку є збереження цінних природно-територіальних та історико-культурних комплексів і створення відповідних умов для надання рекреаційних послуг. Станом на 2020 рік мережа шляхів активного екологічного туризму в Парку налічує дві еколого-пізнавальних стежки та 19 туристичних шляхів загальною протяжністю понад 145 км.

З метою оцінки впливу рекреаційного навантаження на фізичні та водно-фізичні властивості бурих гірсько-лісових ґрунтів з розробленою працівниками Парку мережі шляхів активного та екологічного туризму обрано п’ять туристичних шляхів: “Старовікові ліси”, “Павлів потік-водоспад Кам’янка”, “Стежками легендарної Тустані”, “Долиною р. Кам’янка” та “м. Сколе–г. Парашка”. Обрані дослідні ділянки мають відносно близькі кліматичні, геоморфологічні умови та рельєф, проте характеризуються різним ступенем складності та тривалістю експлуатації. Деревний покрив обабіч стежки

формують ялиця біла (*Abies alba Mill.*), бук лісовий (*Fagus sylvatica L.*) та ялина європейська (*Picea abies (L.) Karst.* Згідно з номенклатурою ФАО/WRB, ґрунти дослідної ділянки відповідають *Dystric Cambisols*.

*Туристичний шлях “Старовікові ліси” (номер 5040).* У рамках проекту “Збереження Карпатських пралісів” у 2016 році облаштовано та прознаковано шлях “Старовікові ліси” (Літопис природи, Т.17; 2017). Цей шлях прокладено в межах Сколівського лісництва Парку на схилі північно-східної експозиції крутістю 15–25° у межах висот 630–700 м н.р.м. Його загальна протяжність становить 5,5 км. Ширина стежки – 0,35–0,70 м, паралельні стежки відсутні. Лісова підстилка наявна на 95 % шляху, і тільки на окремих його ділянках з крутістю понад 25° фрагментарно відсутня; візуально поверхня ґрунту не пошкоджена.

*Туристичний шлях “Павлів потік – водоспад Кам’янка” (номер 5043)* проходить у межах Сколівського лісництва Парку південно-західної експозиції; крутістю 5–15° у межах висот 500–600 м н.р.м., експлуатується упродовж тривалого часу. Протяжність туристичного шляху 4,8 км, а його ширина – 0,90–1,20 м, додаткові стежки відсутні. Лісова підстилка на стежці розподілена не рівномірно, що значною мірою зумовлено мезо- та мікрорельєфом території, а також рекреаційним навантаженням. Перерозподіл лісової підстилки спостерігається у межах основної стежки та її узбіччя. В місцях, де лісова підстилка відсутня, ґрунт візуально ущільнений.

*Туристичний шлях “Стежками легендарної Тустани” (номер 5047)* проходить у межах Підгородцівського лісництва Парку, на схилі південно-східної експозиції крутістю 5–25° в межах висот 580–850 м н.р.м., експлуатується до утворення Парку. Протяжність шляху 4,8 км. Протягом 2007–2008 рр. Державним історико-культурним заповідником “Тустань” облаштовано близько 80–90% шляху дерев’яним настилом шириною 0,9–1,2 м. По обидва боки облаштованої стежки сформувалися невеликі стежки шириною 0,40–2,1 м. Обабіч стежки наявна подрібнена лісова підстилка, а на відкритих ділянках без деревної рослинності виявлені кількісні та якісні зміни у рослинному покриві, ґрунт візуально ущільнений. Окрім облаштованої стежки, наявні додаткові стежки.

*Туристичний шлях “Долиною р. Кам’янка” (номер 5044)* проходить у межах Сколівського лісництва Парку на схилі південно-західної експозиції крутістю 20° у межах висот 580–600 м н.р.м.; експлуатується достатньо довго, ще до утворення Парку. Частина шляху проходить асфальтованою дорогою протяжністю 4,6 км, а фрагмент довжиною 0,35 км припадає на гірську ґрунтову стежку до озера Журавлиного. Ширина стежки становить 2,60–4,90 м. На стежці відсутня лісова підстилка, а ґрунт візуально сильно ущільнений, можна простежити прояви водної ерозії. В підніжжі схилу зафіксовано виходи на поверхню коріння дерев (на 5–7 см). Наявні додаткові стежки.

*Туристичний шлях “м. Сколе–г. Парашка” (номер 5050).* Знаходиться в межах Бутивланського лісництва Парку на схилі північно-східної експозиції 9–25° у межах висот 755–850 м н.р.м. та експлуатується протягом багатьох років задовго до утворення Парку. Протяжність шляху становить 10,4 км, а ширина стежки – 2,15–3,40 м. Є додаткові стежки. Зокрема, проєктовані туристичні шляхи “Корчин–водоспад Гуркало–Парашка”, “Монастир–Парашка” та

“Коростів–Красне–Парашка”. На окремих ділянках маршруту, де крутість схилу перевищує  $20^\circ$ , спостерігаються прояви водної ерозії. Лісова підстилка на маршруті практично відсутня, а поверхня ґрунту візуально ущільнена. На окремих відрізках маршруту зафіксовано виходи коріння дерев.

**Методика досліджень.** Для встановлення стадій рекреаційної дегресії в межах шляхів Парку використано п'ять категорій деградації природного оточення, запропонованих Р. Прендкім (Prędki, 1999) щодо туристичних шляхів і стежок у Бешадському парку народоному (Польща); залежно від ширини стежки (I категорія: до 0,5 м – “шлях не змінений”; II категорія: до 1 м – “шлях мало змінений”; III категорія: 2–3 м – “шлях під загрозою”; IV категорія: до 5 м – “шлях змінений”; V категорія: понад 5 м – “шлях значно змінений”); наявність додаткових/паралельних стежок, переущільнення ґрунту; наявність якісних і кількісних змін у рослинному покриві обабіч стежок/маршрутів – для лучних екосистем (Prędko, 1999); відсутність/наявність лісової підстилки на стежці – для лісових екосистем (Леневиц, 2017; Марискевич і Леневиц, 2017). До повної оцінки впливу рекреаційного навантаження на ґрунтовий покрив було взято до уваги наявність ерозійних процесів на еколого-пізнавальних стежках та маршруті.

Проведені польові та лабораторні дослідження у 2012–2014 рр. (Леневиц, Марискевич і Козловський, 2014) виявили, що найбільших змін зазнає верхній Н горизонт порівняно з горизонтом Ph (19–26 см). Тому в подальшому дослідження, у межах лісових масивів на стежках туристичних шляхів, проведено в гумусового-аккумулятивному горизонті ґрунту потужністю до 5 см. Окрім цього, з метою оцінки масштабів впливу рекреації на прилягаючі до стежок ділянки відібрано зразки на узбіччях на відстані 0,10–0,35 м від стежки. Контролем обрано умовно непорушені лісові ділянки на відстані 15–50 м від стежок без видимого візуального рекреаційного впливу.

Протягом літнього періоду 2019–2020 рр. у польових умовах визначали ширину стежки, наявність додаткових/паралельних стежок, наявність/відсутність лісової підстилки (лісова частина) та кількісні/якісні зміни в рослинності (відкриті ділянки без дерев), а також методом трубок – водопроникність ґрунту (діаметр трубки 7 см, а висота – 5 та 10 см; повторюваність від 5-ти до 25) (Вадюніна і Корчагіна, 1973). Глибина відбору проб ґрунту для лабораторних досліджень становила 0–5 см. Щільність будови ґрунту визначали методом різального кільця (буровий), щільність твердої фази – пікнометрично; польову вологість – термостатно-ваговим методом; загальну шпаруватість – розрахунково (Аринушкіна, 1970). Дослідження на вибраних ділянках проводили в 5–15 кратній повторності.

**Результати.** На основі лабораторних досліджень з'ясовано, що на контрольних ділянках у лісових екосистемах щільність будови ґрунту становила менше  $1 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$ . Згідно з класифікацією Н. А. Качинського (Качинський, 1965), ґрунти з такою щільністю належать до категорії “дуже пухких” ґрунтів, що засвідчує сприятливі водно-фізичні властивості. Однак, унаслідок рекреаційного навантаження на ґрунтовий покрив, показники щільності будови в 0–5 см шарі гумусового горизонту на стежках зростає в 1,4–1,9 раза, порівняно з контролем, що відображено у таблиці. Схожі результати дослідження знаходимо у працях Р. Прендкі (Prędko, 2000), де щільність будови ґрунту на контрольній ділянці

становила  $0,84\text{--}0,87\text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$ , тоді як на стежках Бещадського природного парку ці показники сягали понад  $1,20\text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$ .

За показниками щільності твердої фази ґрунту також виявлено зміни. Зокрема, щільність твердої фази ґрунту на контрольних ділянках становила  $2,27\text{--}2,32\text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$ , що зумовлено не лише гранулометричним складом, а й високим вмістом органічної речовини у верхньому горизонті ґрунту, тоді як на вищевказаних ділянках стежки вона зросла до  $2,57\text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$ . Зазвичай отримані величини на стежках характерні для перехідного Нр горизонту бурих гірсько-лісових ґрунтів (Ґрунти Львівської області, 2020). На нашу думку, збільшення показників щільності твердої фази ґрунту може бути зумовлено ерозійними процесами. Виконані дослідження в НПП “Ґуцульщина” Ю. М. Чернобаєм, О. Б. Вовк та О. Л. Орловим виявили, що зменшення гумусово-акумулятивного горизонту зумовлене ерозійними процесами. Зокрема, потужність ( $H_0+H$ ) не порушеного бурозему становила 9,5 см, тоді як на стежці – не перевищувала 7 см (Чернобай, Вовк і Орлов, 2004).

Із досліджуваних стежок найменші показники щільності будови ґрунту зафіксовані на туристичному шляху “Старовікові ліси”. Тут щільність будови збільшилась на 12,5 %, порівняно з контролем (табл.). Можна припустити, що незначне збільшення показників зумовлено відносно недавнім періодом експлуатації шляху. На інших дослідних стежках щільність будови ґрунту збільшилась на 27 % (туристичний шлях “Павлів потік–водоспад Кам’янка”), 39 % (туристичний шлях “м. Сколе–г. Парашка”) та 48 % (туристичний шлях “Долиною р. Кам’янка”) порівняно з контролем. З огляду на отримані лабораторні дані та польові дослідження, нами виявлено, що найбільші показники щільності будови та твердої фази ґрунту зафіксовані на стежках, де лісова підстилка практично відсутня. Схожі показники знаходимо у працях О. Е. Марфеніної зі співавторами за результатами дослідження в Карпатському державному природному парку (тепер Карпатський НПП). Вивчаючи різний вплив рекреаційного навантаження на підстилку, виявили, що до певної величини рекреаційного навантаження (10, 25, 50 та 100 проходжень) лісова підстилка відіграє роль “амортизатора” та захищає ґрунт від деградації (Марфенина, Гончарова і Розина, 1988).

Неможливо залишити поза увагою позитивний ефект щодо перекриття дерев’яним настилом туристичного шляху “Стежками легендарної Тустані”. Цей шлях здавна користується значною популярністю серед туристів-рекреантів і є чи не найбільш відвідуваним рекреаційним об’єктом у Парку. Облаштування стежки понад 12 років тому позитивно вплинуло на фізичні та водно-фізичні властивості ґрунтів. На стежках (під настилом) показники щільності будови ґрунту були достатньо близькими до контрольних та становили  $0,79$  та  $0,93\text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$ , відповідно, хоча й показники щільності твердої фази ґрунту залишаються помітно вищими, що, беззаперечно, засвідчує значний рекреаційний вплив у минулому. Якщо показники щільності будови ґрунту на стежці збільшились не надто суттєво, то на її узбіччях вони зросли у 1,5 раза порівняно з контролем, та в 1,3 раза – зі стежкою, що засвідчує значний рекреаційний вплив на наш час. На узбіччях інших дослідних стежок показники щільності будови ґрунту є більшими на 12,5–42,19 %, порівняно з контролем, і на 3,8–13,68 % меншими ніж на стежках.

Таблиця. Фізичні та водно-фізичні властивості бурих гірсько-лісових ґрунтів НПП “Сколівські Бескиди” (глибина відбору зразків 0–5 см), 2019–2020 рр.  
Table. Physical and water-physical properties of brown forest soils (Dystric Cambisols) NPP “Skolivski Beskydy” (depth of sampling, 0–5 cm), 2019–2020.

Об'єкти дослідження	Щільність		Шпаруватість загальна	Польова волога	Водопроникність ґрунту	
	будови ґрунту	твердої фази				
	г·см <sup>-3</sup>					%
<i>Контроль</i>						
Туристичний шлях “Старовікові ліси”	M*	0,84	2,30	63,54	47,61	3,05
	min-max**	0,78-0,90	2,27-2,33	61,39-65,84	39,60-53,62	1,22-5,83
Туристичний шлях “Павлів потік-водоспад Кам'янка”	M	0,85	2,32	63,19	44,33	Не проводили досліджень
	min-max	0,79-0,90	2,31-2,24	61,04-66,23	37,19-50,40	
Туристичний шлях “м. Сколе-г. Парашка”	M	0,80	2,29	65,20	31,24	3,88
	min-max	0,76-0,82	2,27-2,31	64,09-67,08	24,51-40,58	1,30-7,14
Туристичний шлях “Долиною р. Кам'янка”	M	0,74	2,27	67,29	44,98	3,58
	min-max	0,65-0,84	2,24-2,29	63,43-71,15	41,58-48,38	1,30-12,25
Туристичний шлях “Стежками легендарної Тустані”	M	0,79	2,32	65,87	30,45	4,13
	min-max	0,77-0,83	2,27-2,36	65,01-66,58	28,29-34,29	3,0-4,85
<i>Узбіччя стежки</i>						
Туристичний шлях “Старовікові ліси”	M	0,96	2,34	59,01	42,71	0,58
	min-max	0,93-1,00	2,30-2,37	58,01-59,76	38,30-46,24	0,32-0,92
Туристичний шлях “Павлів потік-водоспад Кам'янка”	M	1,01	2,37	57,32	38,29	Не проводили досліджень
	min-max	0,97-1,08	2,36-2,38	54,47-59,17	34,99-40,27	
Туристичний шлях “м. Сколе-г. Парашка”	M	1,17	2,46	52,42	32,56	0,40
	min-max	1,13-1,21	2,43-2,49	51,35-53,49	32,14-32,98	0,04-0,76
Туристичний шлях “Долиною р. Кам'янка”	M	1,28	2,52	49,98	29,19	0,07
	min-max	1,26-1,30	2,49-2,55	47,88-50,67	27,28-31,10	0,08-0,12
Туристичний шлях “Стежками легендарної Тустані”	M	1,25	2,51	50,02	17,02	0,06
	min-max	1,09-1,36	2,42-2,58	47,27-54,79	12,51-25,63	0,07-0,10
<i>Стежка</i>						
Туристичний шлях “Старовікові ліси”	M	0,96	2,32	54,69	27,31	0,09
	min-max	0,88-1,04	2,27-2,38	53,09-59,09	25,72-28,95	0,01-0,16
Туристичний шлях “Павлів потік-водоспад Кам'янка”	M	1,17	2,45	52,80	24,29	Не проводили досліджень
	min-max	1,16-1,18	2,38-2,49	52,54-53,06	22,83-25,74	
Туристичний шлях “м. Сколе-г. Парашка”	M	1,31	2,52	47,85	26,80	0,06
	min-max	1,26-1,37	2,51-2,52	45,62-50,07	23,72-29,88	0,03-0,08
Туристичний шлях “Долиною р. Кам'янка”	M	1,42	2,57	44,74	23,09	0,02
	min-max	1,36-1,46	2,52-2,60	43,03-46,09	21,00-25,83	0,01-0,03
Туристичний шлях “Стежками легендарної Тустані”***	M	0,93	2,48	62,62	26,94	3,06
	min-max	0,90-0,94	2,46-2,51	61,93-63,46	25,00-30,70	1,67-4,50

\* – середні значення; \*\* – межі коливань;

\*\*\* – Протягом 2007–2008 рр. шлях облаштовано дерев'яним настилом.

Важливим показником для оцінки впливу рекреантів на ґрунт є шпаруватість. Між показниками щільності будови та шпаруватістю ґрунту виявлено певну кореляційну залежність: чим більші показники щільності будови ґрунту, тим менші значення шпаруватості фіксують (Марискевич і Шпаківська, 2004; Запоточний, 2012). За нашими результатами встановлено, що на контрольній ділянці шпаруватість верхнього (0–5 см) шару бурого гірсько-лісового ґрунту становить 63,19–67,29 %, що за шкалою М. А. Качинського (Качинський, 1965) відповідає категорію “відмінна”, тоді як на туристичному шляху “Долиною р. Кам’янка” та шляху “м. Сколе–г. Парашка” шпаруватість зменшилась в 1,3–1,6 рази і, за шкалою, оцінена як “незадовільна”. Значно кращим шпаровим простором характеризуються туристичні шляхи “Павлів потік–водоспад Кам’янка” та “Старовікові ліси”. На цих ділянках шпаруватість верхнього гумусово акумулятивного горизонту оцінюють як “задовільну”. Ми припускаємо, що ці показники можуть залежати від наявності лісової підстилки на стежках та відносно меншого рекреаційного впливу, порівняно з іншими дослідними ділянками (Марфенина і др., 1988; Леневиц, 2019). Туристичний шлях “Стежками легендарної Тустані” єдиний із дослідних шляхів, де шпаруватість оцінюється як “відмінна”. Це засвідчує, що при за відсутності антропогенного впливу деградовані ділянки з часом “повертаються” до свого природного стану. За матеріалами Л. А. Соколова та В. Д. Зеликова, відновлення ґрунтів, здебільшого, припадає на осінньо-зимовий період, коли фіксують найбільші коливання температурних показників на поверхні ґрунту. Йдеться про промерзання та розмерзання верхніх горизонтів ґрунту (Соколов і Зеликов, 1982). Шпаруватість ґрунту в межах узбіч інших стежок оцінюються як “відмінна” та “задовільна”. Найнижчими показниками шпаруватості характеризуються узбіччя стежок “Долиною р. Кам’янка” та “Стежками легендарної Тустані” – “незадовільна”.

Зі зниженням загальної шпаруватості ґрунту спостерігається й зменшення капілярної вологості (див. табл.). Практично на всіх дослідних ділянках відзначено зменшення польової вологості 5-ти см шару бурого гірсько-лісового ґрунту. Однак у наукових працях простежуються розбіжності у висновках щодо накопичення польової вологості у ґрунтах, які зазнають рекреаційного навантаження. В одних літературних джерелах стверджують, що вологості зменшується зі зростанням рекреаційного навантаження (Чорнобай та ін., 2004), а в інших – збільшується (Запоточний, 2012). Проведені додаткові експериментальні дослідження водоутримуючої здатності лісової підстилки та ґрунтів (Леневиц, Марискевич і Козловський, 2014) виявили, що вагова вологості підстилки є у 5 разів більшою, ніж для мінеральних горизонтів ґрунту. Під час лабораторних досліджень (стан максимального насичення; перша доба після максимального насичення та 14-та доба після максимального насичення). З’ясовано, що значна частина вологи видаляється з ґрунтового профілю вже в першу добу після стану повного насичення (найпомітніше це на контролі), водночас на витоптаній ділянці, передусім у верхній частині ґрунтового профілю, втрачає вологу значно повільніше – більше, як 14-та доба після стану максимального насичення (Леневиц та ін., 2014). З огляду на отримані дані можна стверджувати, що за наявності лісової підстилки на стежках верхні горизонти ґрунту залишаються на доволі тривалий період вологішими. І



навпаки, стежки без лісової підстилки характеризуються меншою польовою вологістю, порівняно з контролем. Зазначимо також, що запаси вологи на стежці зменшуються завдяки доброму її прогріванню через “просвітки”, які значною мірою визначаються шириною стежки (Леневиц, 2017). Дослідженнями на “Стежками легендарної Тустані” виявлено, що польова вологість на узбіччях стежок становить 17,02 %, що в 1,6 раза менше, ніж на стежці під настилом, та в 1,8 раза – ніж на контролі. Такі відмінності в отриманих результатах можна пояснити відкритими просторами без дерев дослідної території та значним рекреаційним навантаженням.

Показники водопроникності ґрунту виявились найефективнішими під час оцінки впливу рекреаційного навантаження на ґрунтовий покрив. На основі опрацьованих та проаналізованих даних з’ясовано, що водопроникність бурих гірсько-лісових ґрунтів під ялиново-буково-ялицевими лісами становить  $3,05\text{--}4,13 \text{ мм}\cdot\text{хв}^{-1}$ , а в деяких випадках є провальною. Однак унаслідок переущільнення верхніх горизонтів ґрунту водопроникність на стежках зменшилась понад 90 %, порівняно з контролем. Отримані результати засвідчують, що навіть за незначного ущільнення поверхні ґрунту до  $0,96 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$  (контроль  $0,84 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$ ), яке виявлено на туристичному шляху “Старовікові ліси”, водопроникність зменшилась у 33 рази, порівняно з контролем, а на узбіччі тієї ж стежки – у 5 разів. Зі збільшенням показників щільності будови ґрунту на стежках та узбіччях стежки до  $1,24\text{--}1,42 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$  поверхня вибитої ділянки стає практично водонепроникною ( $0,06\text{--}0,07 \text{ мм}\cdot\text{хв}^{-1}$ ). Фактичний час поглинання води ґрунтом на переущільненій поверхні стежки перевищував 4–5 год., тоді як на контрольній ділянці в середньому становив 3–5 хв. Схожі результати досліджень знаходимо у працях О. Є. Марфєніної зі співавторами (Марфєнина и др., 1984). Водопроникність бурих гірсько-лісових ґрунтів на контролі була  $3,8 \text{ мм}\cdot\text{хв}^{-1}$ , а на експериментальних ділянках за 250 та 500 проходжень водопроникність зменшилась у 20–30 разів, порівняно з контролем, та становила, відповідно,  $0,13$  та  $0,07 \text{ мм}\cdot\text{хв}^{-1}$ . Результати виявились схожими з результатами, отриманими під час дослідження старої стежки ( $0,08 \text{ мм}\cdot\text{хв}^{-1}$ ). Водопроникність на стежці за 100 проходжень була більшою, ніж на інших (попередніх) стежках, проте все ж удвічі меншою, ніж на лісових ділянках –  $2,2$  та  $3,8 \text{ мм}\cdot\text{хв}^{-1}$ , відповідно (Марфєнина и др., 1984). Водопроникність на стежці “Стежками легендарної Тустані” була доволі високою та становила  $3,06$  проти  $4,13 \text{ мм}\cdot\text{хв}^{-1}$  на контролі, однак на узбіччях цієї стежки виявили доволі низьку водопроникність  $0,06 \text{ мм}\cdot\text{хв}^{-1}$ . За висновками П. С. Пастерника, В. І. Бондарь фільтраційна здатність ґрунту знижується, здебільшого, через зменшення коефіцієнта водопроникних ґрунтових агрегатів розміром  $2,0\text{--}2,25 \text{ мм}$  та різке збільшення водонепроникних частинок розміром менше  $0,25 \text{ мм}$  (Пастернак, Бондарь, 1983). З огляду на отримані результати можна припустити, що в період випадіння зливових дощів на поверхні стежок “Долиною р. Кам’янка”, “м. Сколе–г. Парашка” та на узбіччях стежки “Стежками легендарної Тустані” виникатиме поверхневий стік води, що спричинить значні ерозійні процеси.

**Обговорення.** Викладені польові дослідження з використанням візуальних критеріїв деградації лінійних шляхів (Prędkі, 1999, 2000; Леневиц, 2017, 2019) дають підставу зарахувати досліджені об’єкти до таких стадій/категорій рекреаційної дегресії:

*Туристичний шлях “Старовікові ліси”*. Ширина стежки становить 0,35–0,70 м, відсутні додаткові стежки. На стежці простежується лісова підстилка, що позитивно впливає на основні фізичні та водно-фізичні властивості. Однак, зазначимо: навіть незначне збільшення щільності будови ґрунту в 1,14 раза, порівняно з контролем, зменшує водопроникність у 33 рази, що можна пояснити як щільністю будови ґрунту, так і потужним (до 1 см) оторфованим (F+H) підгоризонтом лісової підстилки (Леневиц, 2017). За класифікацією Р. Прендкого, досліджуваний шлях зараховую до I категорії – як “шлях не змінений” (рис.).

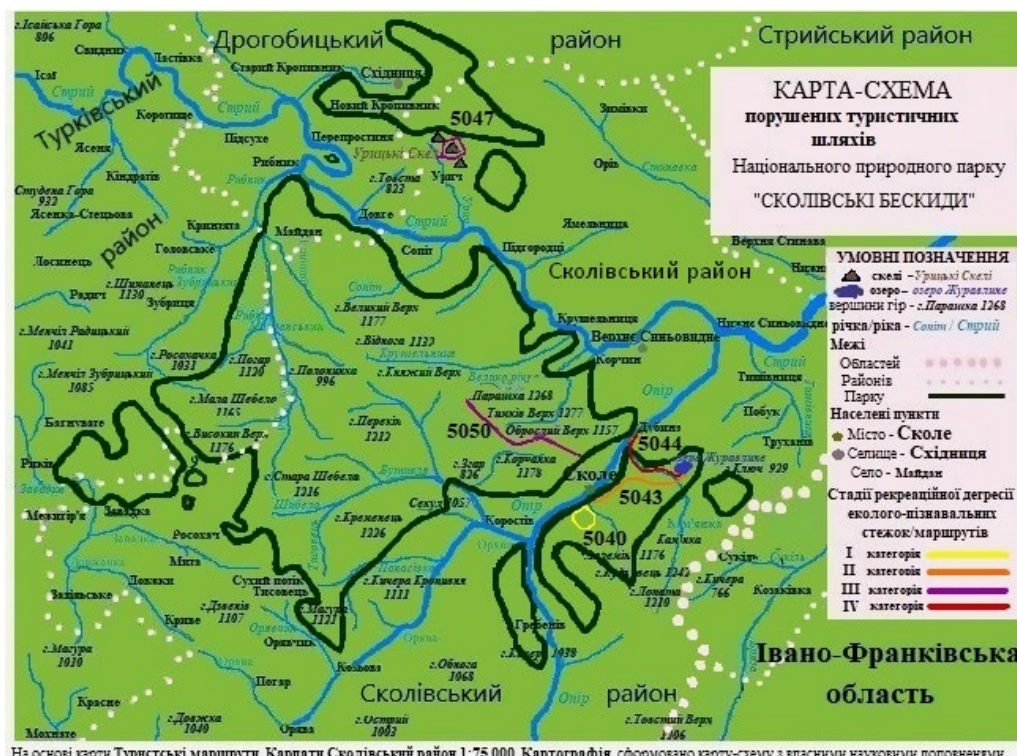


Рис. Карта-схема порушених туристичних шляхів НПП “Сколівські Бескиди” станом на 2019–2020 рр. (5040 – туристичний шлях “Старовікові ліси”; 5043 – туристичний шлях “Павлів потік–водоспад Кам’янка”; 5047 – туристичний шлях “Стежками легендарної Тустані”; 5044 – туристичний шлях “Долиною р. Кам’янка”; 5050 – туристичний шлях “м. Сколе – г. Парашка”).

Fig. Map-scheme of damage track NPP “Skolivski Beskydy” as of 2019–2020. (5040 – track “Starovikovi lisy”; 5043 – track “Pavliv potik–vodospad Kamyanka”; 5047 – track “Stezhkamy lehendarnoyi Tustani”; 5044 – track “Dolynouy richky Kamyanka”; 5050 – track “Skole–Parashka”).

*Туристичний шлях “Павлів потік–водоспад Кам’янка”*. Незважаючи на тривалу експлуатацію цього шляху, загальна шпаруватість на стежці була у “задовільному стані”, що можна пояснити наявністю лісової підстилки на стежці, хоча тут зафіксовано незначне збільшення показників щільності твердої фази

грунту (2,45 проти 2,32 г·см<sup>-3</sup>) та щільності будови приблизно на 27 %, порівняно з контролем. З огляду на те, що ширина стежки становить 0,90–1,20 м і відсутні додаткові стежки, дає підстави зачислити дану стежку до II категорії (“шлях мало змінений”).

*Туристичний шлях “м. Сколе–г. Парашка”.* Цілковита або часткова відсутність підстилки на стежках спричиняє швидке випаровування вологи з поверхні ґрунту (26,80 % проти 31,24 %) та зростання показників щільності будови приблизно на 39 %, порівняно з контролем. Також зафіксовано зменшення показників загальної шпаруватості ґрунту. Сильно переущільнений (0–5 см) горизонт бурих гірсько-лісових ґрунтів є практично водонепроникним, що зумовлює інтенсифікацію поверхневого стоку. З огляду на наявність додаткових стежок, ширину стежки 2,15–3,40 м, досліджуваний шлях зараховуємо до III категорії – “шлях під загрозою”.

*Туристичний шлях “Долиною р. Кам’янка”.* Характеризується найгіршими фізичними та водно-фізичними властивостями ґрунтів відносно інших дослідних ділянок. Відсутність лісової підстилки на стежці суттєво збільшили показники щільності будови ґрунту (на 48 %, порівняно з контролем). Загальна шпаруватість на стежках є “незадовільною”. Верхній горизонт стежки практично водонепроникний (0,02 проти 3,58 мм·хв<sup>-1</sup>), як наслідок у період випадання зливових дощів на стежці формується поверхневий стік води, що засвідчують відсутність лісової підстилки та вихід на поверхню кореневої системи. Це також підтверджують отримані результати за щільністю твердої фази, де величина, зазвичай, характерна для перехідного Нр горизонту бурих гірсько-лісових ґрунтів. Ширина стежки становить 2,60–4,90 м, що за класифікацією відповідає IV категорії – “шлях змінений”.

*Туристичний шлях “Стежками легендарної Тустані”.* Перекриття стежки дерев’яним настилом позитивно вплинуло на фізичні та водно-фізичні властивості ґрунтів. Щільність будови ґрунту на стежці під настилом є близькою до контролю, загальна шпаруватість оцінюється як “відмінна”, і тільки показники щільності твердої фази засвідчують значний рекреаційний вплив на цій території у минулому. Отримані дані на узбіччях стежки є значно більшими, ніж на контролі, та близькими до показників туристичного шляху “м. Сколе–г. Парашка”. Обабіч від стежки виявлені кількісні та якісні зміни в рослинному покриві; ширина стежки з дерев’яним настилом та її узбіччя сягають 1,3–3,3 м, а також наявні додаткові стежки, що дає підстави зарахувати туристичний шлях до III категорії – як “шлях під загрозою”.

**Висновки.** За незначного рекреаційного навантаження (I та II – стадії/категорії деградації) на стежках наявна лісова підстилка, а показники щільності будови ґрунту збільшуються на 12,5–27 %. Загальну шпаруватість ґрунту оцінено як задовільну, зафіксовано незначне збільшення показників щільності твердої фази ґрунту. Зазначимо, що навіть за незначного збільшення щільності будови ґрунту в 1,14 раза, порівняно з контролем, зменшується водопроникність у 33 рази.

Зі збільшенням рекреаційного навантаження (III та IV стадії/категорії) рекреаційної дегресії простежується цілковита або часткова відсутність підстилки на стежках. Суттєво збільшуються показники щільності будови ґрунту (до 36–48 %), збільшуються також показники щільності твердої фази. Отримані

результати, зазвичай, характерні для перехідного Нр горизонту бурих гірсько-лісових ґрунтів. Загальну шпаруватість оцінено як “незадовільну”. Водопроникність на стежках зменшується понад 98 %, що в період випадання зливових дощів спричиняє інтенсифікацію поверхневого стоку.

Перекриття дерев’яним настилом туристичного шляху “Стежками легендарної Тустані” позитивно вплинули на фізичні та водно-фізичні властивості ґрунтів. Зокрема, показники щільності будови ґрунту на стежці були близькими до результатів, отриманих на контролі. З’ясовано, що водопроникність є меншою приблизно на 25 % ніж на лісовій ділянці, тоді як ділянки узбіччя цієї стежки практично водонепроникні. Для оцінки рекреаційного впливу на ґрунтовий покрив пропонуємо використовувати ділянки – узбіччя стежки, які виконують роль буферної зони між основною стежкою та контролем.

**Подяки.** Своїм приємним обов’язком вважаю висловити щире подяку в аналізі отриманих результатів доктору географічних наук, професору Зіновію Павловичу Паньківу, а також Інституту екології Карпат НАН України за проведення наукових досліджень.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 482 с.
- Брусак В. П. Методичні аспекти дослідження рекреаційної дигресії мікрорельєфу туристичних маршрутів / В. П. Брусак // Проблеми геоморфології та палеогеографії Українських Карпат та прилеглих територій. – Львів : ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2018. – Вип. 1 (8). – С. 108–120.
- Вадюнина А. Ф. Методы исследования физических свойств почв и ґрунтов / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – Москва, 1973. – 399 с.
- Вовк О. Б. Антропогенні ґрунти Розточчя-Опілля та їх спроможність щодо екологічних функцій : Автореферат. дис. ... канд. біол. наук. / О. Б. Вовк. – Дніпропетровськ, 2003. – 20 с.
- Генсирук С. А. Рекреационное использование лесов / С. А. Генсирук, М. С. Нижник, Р. Р. Возняк. – Киев : Урожай, 1987. – 246 с.
- Гнатяк І. С. Дослідження морфодинаміки пішохідного мікрорельєфу в околицях Чорногірського географічного стаціонару / С. І. Гнатяк // Природні комплекси й екосистеми верхів’я ріки Прут: функціонування, моніторинг, охорона. – Львів : ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2009. – С. 288–289.
- Ґрунти Львівської області : колективна монографія / за ред. С. П. Позняка. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – 424 с.+вкл.
- Запоточний М. М. Вплив рекреаційних навантажень на водопроникливість лісових ґрунтів / М. М. Запоточний // Науковий вісник НЛТУ України, 2012. – Вип. 22.9. – С. 92–95.
- Зінько Ю. Туризм у Карпатському регіоні: загрози для довкілля та способи сталого розвитку / Ю. Зінько, М. Мальська, М. Іваник, С. Благодир // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – 2014. – Вип. 45. – С. 443–451.
- Ивонин В. М. Влияние туризма на процессы эрозии почв в лесах низкогорий северо-западного Кавказа / В. М. Ивонин, И. В. Воскобойникова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2014. – № 4 (16). – С. 87–104.

- Івах Я. Розвиток рекреаційної сфери та проблеми раціонального використання природних ресурсів у Карпатському регіоні України / Я. Івах // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – 2013. – Вип. 42. – С. 136–143.
- Казанская Н. С. Рекреационные леса (состояние, охрана, перспективы использования) / Н. С. Казанская, В. В. Ланина, Н. Н. Марфенин. – Москва, 1977. – 97 с.
- Карабінюк М. М. Природні територіальні комплекси субальпійського і альпійського високогір'я Чорногірського масиву Українських Карпат : автореферат дис. ... канд. геогр. наук / М. М. Карабінюк. – Київ, 2020. – 21 с.
- Карпачевский Л. О. Структура почвенного покрова в лесных биогеоценозах с высокой рекреационной нагрузкой / О. Л. Карпачевский, Г. В. Морозова, Т. А. Зубкова // Структура почвенного покрова и использование почвенных ресурсов. – Москва, 1978. – С. 47–52.
- Качинский Н. А. Физика почвы / Н. А. Качинский. – Москва : Высш. шк., 1965. – Ч. 1 – 323 с.
- Леневиц О. І. Вплив витоптування на гідрофізичні властивості буроземів лісових екосистем НПП “Сколівські Бескиди” (Українські Карпати) / О. І. Леневиц, О. Г. Марискевич, В. І. Козловський // Вісник Львів. ун-ту. Серія біологічна. – 2014. – Вип. 67. – С. 98–107.
- Леневиц О. І. Вплив рекреаційного навантаження на властивості ґрунтів лісових екосистем НПП “Сколівські Бескиди” (Українські Карпати) : автореферат. дис. ... канд. біол. наук. / О. І. Леневиц. – Львів, 2017. – 20 с.
- Леневиц О. І. Вплив рекреаційного навантаження на морфологічні особливості лісової підстилки (НПП “Сколівські Бескиди” Українські Карпати) / О. І. Леневиц // Біологія та валеологія. – 2019. – Вип. 21. – С. 64–73. DOI 10.34142/23122218.2019.21.06
- Літопис природи. 1999–2000. – Сколе, 2001. – Т. 1. – С. 5–10.
- Літопис природи 2016. – Сколе, 2017. – Т. 17. – С. 188.
- Лужкова Н. М. Геоэкологический подход к обустройству пеших троп на ООПТ федерального уровня (на примере Байкальского заповедника) / Н. М. Лужкова // География и природные ресурсы. – 2016. – № 1. – С. 70–79.
- Мандюк Н. Територіальна та функціональна структура гірськолижного туризму Карпатського регіону України / Н. Мандюк // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – 2013. – Вип. 43. – Ч. 1. – С. 221–226.
- Марискевич О. Г. Вплив рекреаційного навантаження на ґрунтовий покрив лісової екосистеми / О. Г. Марискевич, І. М. Шпаківська // Науковий вісник Національного аграрного університету. Лісівництво. – 2001. – № 46. – С. 34–40.
- Марискевич О. Г. Оцінка впливу лінійної форми рекреації на ґрунти в межах природоохоронних територій (на прикладі НПП “Сколівські Бескиди”) / О. Г. Марискевич, О. І. Леневиц // Природоохоронні, історико-культурні та екоосвітні аспекти збалансованого розвитку Українських Карпат : Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 15-й річниці НПП “Гуцульщина” (м. Косів, 8–9 червня 2017 р). – Косів, 2017. – С. 437–444.
- Марфенина О. Е. Влияние нормированных рекреационных нагрузок на свойства бурых лесных почв / О. Е. Марфенина, Е. М. Жевелева, З. А. Зарифова и др. // Вестн. МГУ. Сер. 17 : Почвоведение. – 1984. – № 3. – С. 52–58.

- Марфенина О. Е. Последствия рекреационного воздействия на подстилку лесных (словоых) биогеоценозов / О. Е. Марфенина, Н. И. Гончарова, М. С. Розина // Экология. – 1988. – № 2. – С. 7–12.
- Пастернак П. С. Изменение физических свойств темно-серых лесных почв под влиянием рекреационных нагрузок / П. С. Пастернак, В. И. Бондарь // Лесоводство и агролесомелиорация. – Киев, 1983. – Вып. 67. – № 1–72. – С. 18–23.
- Соколов Л. А. Изменение свойств почв в лесных биогеоценозах с высокой рекреационной нагрузкой / Л. А. Соколов, В. Д. Зеликов // Лесоведение. – 1982. – № 3. – С. 16–23.
- Чижова В. П. Допустимые рекреационные нагрузки в охраняемых природных территориях Камчатки / В. П. Чижова // География и туризм : сб. науч. трудов. Пермь, 2006. – С. 239–253.
- Чижова В. П. Ландшафтно-экологическое обоснование развития познавательного туризма в Баргузинском заповеднике / В. П. Чижова, Е. В. Бухарова, Н. И. Лозбенев, Н. М. Лужкова, А. Е. Разуваем // Географический вестник. Экология и природопользование. – 2016. – № 2 (37). – С. 97–109.
- Чорнобай Ю. М. Морфо-функціональна оцінка ґрунтів НПП “Гуцульщина” / Ю. М. Чорнобай, О. Б. Вовк, О. Л. Орлов // Наукові записки Державного природознавчого музею. – 2004. – Т. 19. – С. 71–82.
- Amodio A. Assesment of soil erosion along a mountain trail in the Eastern Iberiamo Peninsula (Spain) / A. Amodio, A. Cerdà, P. Aucelli, V. Garfi. – 2019. Интернет-ресурс. Режим доступа : [https://www.researchgate.net/publication/340600865\\_Assesment\\_of\\_soil\\_erosion\\_along\\_a\\_mountain\\_trail\\_in\\_the\\_Eastern\\_Iberiamo\\_Penisula\\_Spain](https://www.researchgate.net/publication/340600865_Assesment_of_soil_erosion_along_a_mountain_trail_in_the_Eastern_Iberiamo_Penisula_Spain). DOI 10.13140/RG.2.2.15142.88647.
- Bryan R. B. The influence of soil properties on degradation of mountain hiking trails at Grövelsjön, Geografiska Annaler // Physical Geography. – 1977. – Vol. 59. – No. 1/2. – P. 49–65. Интернет-ресурс. Режим доступа : <https://www.jstor.org/stable/520581?seq=1>. DOI 10.1080/04353676.1977.11879946
- Dragovich D. Soil erosion and conservation in two geomorphic and recreational environments / D. Dragovich // Soil-Water Journal. – 2015. – P. 67–73.
- Marion J. L. Assessing the influence of sustainable trail design and maintenance on soil loss / J. L. Marion, J. Wimpey // Journal of Environmental Management. – 2017. – P. 46–57.
- Olive N. D. The influence of use-related, environmental, and managerial factors on soil loss from recreation trails / N. D. Olive, J. L. Marion // Journal of Environmental Management. – 2009. Интернет-ресурс. Режим доступа : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19062152/> – DOI 10.1016/j.jenvman.2008.10.004
- Prędkі R. Ocena zniszczeń środowiska przyrodniczego Bieszczadzkiego Parku Narodowego w obrębie pieszych szlaków turystycznych w latach 1995-1999 – porównanie wyników monitoringu / R. Prędkі // Roczniki Bieszczadzkie. – 1999. – № 8. – S. 343–352.
- Prędkі R. Przemiany właściwości powietrzno-wodnych gleb w obrębie pieszych szlaków turystycznych Bieszczadzkiego Parku Narodowego / R. Prędkі // Roczniki Bieszczadzkie. – 2000. – № 9. – S. 225–236.

- Prędko R. Charakterystyka i zakres zagrożeń w piętrze wysokogórskim Bieszczadzkiego Parku Narodowego / R. Prędko, T. Winnicki // Roczniki Bieszczadzkie. – 2006. – № 14. – S. 267–283.
- Prędko R. Ruch turystyczny w Bieszczadzkiem Parku Narodowym w latach 2015-2017 / R. Prędko, T. Demko // Roczniki Bieszczadzkie. – 2018. – № 26. – S. 249–266.
- Selesa D. Soil erosion on mountain trails as a consequence of recreational activities. A comprehensive review of the scientific literature / D. Selesa, A. Cerdà // Journal of Environmental Management. – 2020. Інтернет-ресурс. Режим доступу : <https://europemc.org/article/med/32778281>. – DOI 10.1016/j.jenvman.2020.110990
- Wimpey J.F. The influence of us, environmental and managerial factors on the width of recreation trails / J. F. Wimpey, J. L. Marion // Journal of Environmental Management website. – 2010. Інтернет-ресурс. Режим доступу : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479710001465?via%3Dihub> – DOI 10.1016/j.jenvman.2010.05.017

## REFERENCES

- Arinushkina, E. V. (1970) *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv*. [Manual for the chemical analysis of soils]. Izd-vo Moskva un-ta, 482. (In Russian).
- Brusak, V. P. (2018) Metodichni aspekty doslidzhennia rekreatsiinoi dyhresii mikroreliefu turystychnykh marshrutiv. [Methodical aspects of research of recreational digression of microrelief of tourist routes]. In *Problemy heomorfolohii ta paleoheohrafiï Ukrainskykh Karpat ta prylehlykh terytorii*, Lviv : VC LNU im. Ivana Franka, 1 (8), 108–120. (In Ukrainian).
- Vadiunina, A. F., Korchagina, Z. A. (1973) *Metody issledovaniia fizicheskikh svoistv pochv i gruntov*. [Methods for studying the physical properties of soils]. Moskva, 399. (In Russian).
- Vovk, O. B. (2003) *Antropohenni grunty Roztochchia-Opillia ta yikh spromozhnist shchodo ekolohichnykh funktsii*. Candidate of Science's thesis [Anthropogenic soils of Roztochchya-Opillya and their capacity for ecological functions]. Dnipropetrovsk, 20 (In Ukrainian).
- Gensiruk, S. A., Nizhnik, M. S., Voznyak, R. R. (1987) *Rekreatsiionnoye yspolzovanye lesov*. [Recreational use of forests]. Kiyev : Urozhay, 246. (In Ukrainian).
- Hnatiak, I. S. (2009) *Doslidzhennia morfodynamiky pishokhidnoho mikroreliefu v okolytsiakh Chornohirskoho heohrafichnoho statsionaru*. [Research of morphodynamics of pedestrian microrelief in the vicinity of the Chornohirskoho heohrafichnoho statsionaru]. In *Pryrodni komplekxy y ekosystemy verkhiv'ia riky Prut: funktsionuvannia, monitorynh, okhorona*. Lviv : VC LNU im. Ivana Franka, 288–289. (In Ukrainian).
- Grunty Lvivskoi oblasti: kolektyvna monohrafiia* (2020). Ed. S. P. Pozniak. [Soils of Lviv region]. In Lviv : LNU im. Ivana Franka, 424. + vkl. (In Ukrainian).
- Zapotochnyi, M. M. (2012) Vplyv rekreatsiinykh navantazhen na vodopronyklyvist lisovykh gruntiv. [Influence of recreational loads on water permeability of forest soils]. In *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 22.9, 92–95. (In Ukrainian).
- Zinko, Yu., Malska, M., Ivanyk, M., Blahodyr, S. (2014) *Turyzm u Karpatskomu rehioni: zahrozy dlia dovykillia ta sposoby staloho rozvytku*. [Tourism in the

- Carpathian region: threats to the environment and ways of sustainable development]. In *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriiia heohrafichna*, 45, 443–451. (In Ukrainian).
- Ivonin, V. M., Voskoboinikova, I. V. (2014) Vliianie turizma na protsessy erozii pochv v lesakh nizkogorii severo-zapadnogo Kavkaza. [The influence of tourism on the processes of soil erosion in the forests of the low mountains of the North-Western Caucasus]. In *Nauchnyi zhurnal Rossiiskogo NII problem melioratsii*, 4 (16), 87–104. (In Russian).
- Ivakh, Ya. (2013) Rozvytok rekreatsiinoi sfery ta problemy ratsionalnoho vykorystannia pryrodnykh resursiv u Karpatskomu rehioni Ukrainy. [Development of the recreational sphere and problems of rational use of natural resources in the Carpathian region of Ukraine]. In *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriiia heohrafichna*, 42, 136–143. (In Ukrainian).
- Kazanskaia, N. S., Lanina, V. V., Marfenin, N. N. (1977) *Rekreatcionnye lesa (sostoianie, okhrana, perspektivy ispolzovaniia)*. [Recreational forests (condition, protection, prospects of use)]. Moskva, 97. (In Russian).
- Karabiniuk, M. M. (2020) Pryrodni terytorialni komplekсы subalpiiskoho i alpiiskoho vysokohir'ia Chornohirskoho masyvu Ukrainykykh Karpat. (Candidate of Science's thesis). [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).
- Karpachevskii, L. O., Morozova, G. V., Zubkova, T. A. (1978) Struktura pochvennogo pokrova v lesnykh biogeotcenzakh s vysokoi rekreatcionnoi nagruzkoii. [The structure of the soil cover in forest biogeocenoses with a high recreational load]. In *Struktura pochvennogo pokrova i ispolzovanie pochvennykh resursov*, 47–52. (In Russian).
- Kachinskii, N. A. (1965) *Fizika pochvy*. [Soil physics]. Moskva : Vyssha. Shkola, 1, 323. (In Russian).
- Lenevych, O. I., Maryskevych, O. H., Kozlovskiy, V. I. (2014) Vplyv vytoptuvannia na hidrofizychni vlastyvoli burozemiv lisovykh ekosystem NPP "Skolivski Beskydy" (Ukrainski Karpaty). [Influence of trampling on hydrophysical properties of brown soils of forest ecosystems of Skolivski Beskydy National Park (Ukrainian Carpathians)]. In *Visnyk Lviv. un-tu. Seriiia biolohichna*, 67, 98–107. (In Ukrainian).
- Lenevych, O. I. (2017) Vplyv rekreatsiinoho navantazhennia na vlastyvoli gruntiv lisovykh ekosystem NPP "Skolivski Beskydy" (Ukrainski Karpaty). (Candidate of Science's thesis). [The impact of recreation loading on soil properties of the forest ecosystems of the NNP "Skolivski Beskydy" (the Ukrainian Carpathians)]. *Institute of Ecology of the Carpathians National Academy of Sciences of Ukraine*, Lviv, 20. (In Ukrainian).
- Lenevych, O. I. (2019) Vplyv rekreatsiinoho navantazhennia na morfolohichni osoblyvosti lisovoi pidstylky (NPP "Skolivski Beskydy" Ukrainski Karpaty). [The influence of recreation loading on the morphological specifics of forest litter (NPP "Skolivski Beskydy", Ukrainian Carpathians)]. In *Biolohiia ta valeolohiia*, 21, 64–73. – Doi 10.34142/23122218.2019.21.06 (In Ukrainian).
- Litopys pryrody. 1999–2000. (2001)*. [Chronicle of Nature 1999-2000]. Skole, 1, 5–10. (In Ukrainian).
- Litopys pryrody 2016 (2017)*. [Chronicle of Nature 2016]. Skole, 17, 188. (In Ukrainian).



- Luzhkova, N. M. (2016) Geoekologicheskii podkhod k obustroistvu peshikh trop na OOPT federalnogo urovnia (na primere Baikalskogo zapovednika). [Geoecological approach to the arrangement of hiking trails in protected areas of the federal level (on the example of the Baikal reserve)]. In *Geografiia i prirodnye resursy*, 1, 70–79 (In Russian).
- Mandiuk, N. (2013) Terytorialna ta funktsionalna struktura hirsokolozhnogo turizmu Karpatskoho rehionu Ukrainy. [Territorial and functional structure of ski tourism of the Carpathian region of Ukraine]. In *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriya heohrafichna*, 43, 1, 221–226. (In Ukrainian).
- Maryshevych, O. H., Shpakivska, I. M. (2001) Vplyv rekreatsiinoho navantazhennia na hruntovi pokryv lisovoi ekosystemy. [Influence of recreational load on the soil cover of the forest ecosystem]. In *Naukovyi visnyk Natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Lisivnytstvo, 46, 34–40. (In Ukrainian).
- Maryshevych, O. H., Lenevych, O. I. (2017) Otsinka vplyvu liniinoi formy rekreatsii na grunty v mezhakh pryrodokhoronnykh terytorii (na prykladi NPP “Skolivski Beskydy”). [Assessment of the impact of the linear form of recreation on soils within protected areas (on the example of NPP “Skolivsky Beskydy”)]. In *Pryrodokhoronni, istoryko-kulturni ta ekoosvitni aspekty zbalansovanoho rozvytku Ukrainykh Karpat: Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii prysviachenoi 15-i richnytsi NPP “Hutsulshchyna” (m. Kosiv, 8–9 chervnia 2017 r.)*, Kosiv, 437–444. (In Ukrainian).
- Marfenina, O. E., Zheveleva, E. M., Zarifova, Z. A. i dr. (1984) Vliianie normirovannykh rekreatcionnykh nagruzok na svoistva burykh lesnykh pochv. [Influence of normalized recreational loads on the properties of brown forest soils]. In *Vestnyk MGU, Pochvovedenie*, 3, 52–58. (In Russian).
- Marfenina, O. E., Goncharova, N. I., Rozina, M. S. (1988) Posledstviia rekreatcionnogo vozdeistviia na podstilku lesnykh (elovykh) biogeotcenozov. [Consequences of the recreational impact on the litter of forest (conifers) biogeocenoses]. In *Ekologiya*, 2, 7–12. (In Russian).
- Pasternak, P. S., Bondar, V. I. (1983) Izmenenie fizicheskikh svoistv temno-serykh lesnykh pochv pod vlianiem rekreatcionnykh nagruzok. [Changes in the physical properties of dark gray forest soils under the influence of recreational loads] In *Lesovodstvo i agrolesomeliatsiia*. Kiev, 67, 1–72, 18–23. (In Russian).
- Sokolov, L. A., Zelikov, V. D. (1982) Izmenenie svoistv pochv v lesnykh biogeotcenozakh s vysokoi rekreatcionnoi nagruzkoii. [Changes in soil properties in forest biogeocenoses with high recreational load]. In *Lesovedenie*, 3, 16–23. (In Russian).
- Chizhova, V. P. (2006) Dopustimye rekreatcionnye nagruzki v okhraniaemykh prirodnykh territoriakh Kamchatki. [Permissible recreational loads in protected natural areas of Kamchatka]. In *Geografiia i turizm: Sb. nauch. trudov*. Perm., 239–253. (In Russian).
- Chizhova, V. P., Bukharova, E. V., Lozbenev, N. I. i dr. (2016) Landshaftno-ekologicheskoe obosnovanie razvitiia poznavatel'nogo turizma v Barguzinskom zapovednike. [Landscape and ecological substantiation of the development of cognitive tourism in the Barguzinsky reserve]. In *Geograficheskii vestnik. Ekologiya i prirodopolzovanie*, 2 (37), 97–109. (In Russian).

- Chornobai, Yu. M., Vovk, O.B., Orlov, O. L. (2004) Morfo-funktsionalna otsinka gruntiv NPP “Hutsulshchyna”. [Morpho-functional assessment of soils of NPP “Hutsulshchyna”]. In *Naukovi zapysky Derzhavnoho pryrodnavchoho muzeiu*, 19, 71–82. (In Ukrainian).
- Amodio, A., Cerdà, A., Aucelli, P., Garfi, V. (2019) Assesment of soil erosion along a mountain trail in the Eastern Iberiamo Peninsula (Spain) – Retrieved from : [https://www.researchgate.net/publication/340600865\\_Assesment\\_of\\_soil\\_erosion\\_along\\_a\\_mountain\\_trail\\_in\\_the\\_Eastern\\_Iberiamo\\_Penisula\\_Spain](https://www.researchgate.net/publication/340600865_Assesment_of_soil_erosion_along_a_mountain_trail_in_the_Eastern_Iberiamo_Penisula_Spain) – DOI 10.13140/RG.2.2.15142.88647
- Bryan, R. B. (1977) The influence of soil properties on degradation of mountain hiking trails at Grövelsjön, *Geografiska Annaler. Series A, Physical Geography*, 59, 1/2, 49–65. Retrieved from : <https://www.jstor.org/stable/520581?seq=1> – DOI 10.1080/04353676.1977.11879946
- Dragovich, D. (2015) Soil erosion and conservation in two geomorphic and recreational environments In *Soil-Water Journal*, 67–73.
- Marion, J., Wimpey, J. (2017) Assessing the influence of sustainable trail design and maintenance on soil loss. In *Journal of Environmental Management*, 46–57.
- 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*. Retrieved from : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19062152/> – DOI 10.1016/j.jenvman.2008.10.00
- Prendky, R. (1999) Otsinka vplyvy pryrodnoho seredovyscha natsionalnoho parku Beshchady v mezhakh pishykh turystychnykh marshrutiv u 1995–1999 rokakh-porivniannia rezultativ monitorynhu. [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]. In *Litopys pryrody Beshchady*, 8, 343–352. (In Polish).
- Prendky, R. (2000) Zmina povitriano-vodnykh vlastyvostei gruntiv v mezhakh pishokhidnykh stezhok natsionalnoho park Beshchady. [Changes in air-water properties of soils within the hiking trails of the Bieszczady National Park]. In *Litopys pryrody Beshchady*, 9, 225–235. (In Polish).
- Prendky, R., Vinnytsky, T. (2006) Kharakterystyka ta masshtaby zahroz na vysokohirnomu rivni Natsionalnoho parku Beshchady. [Characteristics and scope of threats in the high mountain level of the Bieszczady National Park]. In *Litopys pryrody Beshchady*, 14, 267–283. (In Polish).
- Prendky, R., Demko, T. (2018) Turystychny rukh u Natsionalnomu parku Beshchady u 2015–2017 rr. [Tourist traffic in the Bieszczady National Park in 2015–2017]. In *Litopys pryrody Beshchady*, 26, 249–266. (In Polish).
- Selesa, D., Cerdà, A. (2020) Soil erosion on mountain trails as a consequence of recreational activities. A comprehensive review of the scientific literature. In *Journal of Environmental Management*. Retrieved from : <https://europepmc.org/article/med/32778281>. DOI 10.1016/j.jenvman.2020.110990.
- Wimpey, J. F., Marion, J. L. (2010) The influence of us, environmental and managerial factors on the width of recreation trails. In *Journal of Environmental Management website*. Retrieved from : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479710001465?via%3Dihub> – DOI 10.1016/j.jenvman.2010.05.017