

УДК [[631.445.3:631.431.1/.2]:[625.711.7:911.375.635]]:502.175(477.83-22:292.451); DOI: 10.30970/gpc.2021.1.3459

**ЗМІНА ВЛАСТИВОСТЕЙ БУРИХ ГІРСЬКО-ЛІСОВИХ ҐРУНТІВ ЧЕРЕЗ 10 РОКІВ НА ТУРИСТИЧНОМУ ШЛЯХУ “М. СКОЛЕ – Г. ПАРАШКА” (НПП “СКОЛІВСЬКІ БЕСКИДИ”, УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)**

**Оксана Леневиц<sup>1</sup>, Зіновій Паньків<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Національний природний парк “Сколівські Бескиди”,  
OksanaLenevych@mail.com; orcid.org/0000-0003-2258-2569;

<sup>2</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка,  
Zinoviiv.Pankiv@lnu.edu.ua; orcid.org/0000-0002-6384-9541

**Анотація.** Проведено моніторинг туристичного шляху “м. Сколе – г. Парашка” за основними критеріями деградації природного оточення: шириною стежки, наявністю паралельних/додаткових стежок; кількісними та якісними змінами у рослинному покриві (лучні екосистеми) або наявністю/відсутністю лісової підстилки на стежках (лісові екосистеми); ущільненням ґрунту; глибиною ерозійного врізу та об’ємом винесеного матеріалу з 1 м<sup>2</sup> полотна стежки. З’ясовано, що за 10 років туристично-рекреаційного використання туристичного шляху “м. Сколе – г. Парашка” ширина стежки збільшилась на 0,3 – 1,2 м. За фізичними властивостями ґрунтів найпомітніші зміни виявлені за показниками щільності будови ґрунту та твердої фази. Щільність будови ґрунту в межах стежок станом на 2012–2014 рр. збільшилась приблизно на 32 %, порівняно з контролем, а через 10 років вона зросла до 38 %, у межах узбіччя, за 2012–2021 рр., виявлено збільшення щільності будови ґрунту з 1,07 до 1,17 г·см<sup>-3</sup>. На стежках простежується також збільшення показників щільності твердої фази, а отримані результати є характерними для перехідного Нр горизонту бурих гірсько-лісових ґрунтів. Загальну шпаруватість на стежках оцінюємо, як «незадовільну». За 10 років туристично-рекреаційного використання шляху водопроникність на стежках практично не змінилась і становила 0,07 та 0,06 мм·хв<sup>-1</sup> відповідно до періодів проведення дослідження. Якщо в межах узбіччя водопроникність упродовж 2012–2014 рр. зменшилась на 60 %, а в деяких випадках – на 80 %, то протягом 2019–2021 рр. на цих ділянках вона зменшилась понад 90 %. Фактична водонепроникність ґрунту в період випадання зливовий дощів зумовлює інтенсифікацію поверхневого стоку на стежці. На сильно переущільнених поверхнях стежок зафіксовано також зменшення вмісту гумусу. В межах узбіччя, на відносно рівній поверхні, ці показники можуть бути близькими до контролю, або й вищими. Збільшення вмісту органічної речовини на ділянці, найімовірніше, є наслідком “проникнення” подрібнених фракцій лісової підстилки в гумусовий Н горизонт через втоптування і не є результатом біохімічних процесів. За показниками рН спостерігається тенденція до підлужнення ґрунту на стежках. Зі зміною фізичних, водно-фізичних та фізико-хімічних властивостей ґрунтів простежуються зміни за біотичними властивостями. За параметрами біотичної активності найпоказовішими виявилися показники активності каталази, величина якої значною мірою детермінована щільністю будови ґрунту та наявністю органічної речовини в ґрунті і його вологістю.

**Ключові слова:** щільність будови ґрунту; водопроникність; вміст гумусу, біотична активність ґрунтів; рекреаційний вплив; моніторинг, НПП “Сколівські Бескиди”.

**THE CHANGE OF PROPERTIES OF BROWN FOREST SOILS IN 10 YEARS ON THE TRACK “SKOLE – PARASHKA” (NPP “SKOLIVSKI BESKYDY”, UKRAINIAN CARPATHIANS)**

**Oksana Lenevych<sup>1</sup>, Zinoviy Pankiv<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*National Nature Park “Skolivski Beskydy”,*<sup>2</sup>*Ivan Franko National University of Lviv*

**Abstract.** Carry out monitoring of the track “Skole–Parashka” by the main five criteria of degradation of the natural environment: 1) width track (I category: to 0,5 m, “Unchanged track”; II category: to 1 m, “Little–changed track”; III category: 2–3 m “Endangered track”; IV category: to 5 m “Devastated track”; V category: over 5 m, “Strongly devastated track”); 2) presence of additional/parallel paths; 3) soil density; 4) quantitative and qualitative changes in vegetation (meadow ecosystems), presence/absence of forest litter (forest ecosystems); 5) the growth of erosion processes and the microrelief of the trail. It was found that for 10 years of exploitation by tourist track “Skole – Parashka” the width of the trail increased by 0,3–1,2 m. Reveal changes in soil over physical, water-physical, physico-chemical and biotic properties of brown forest soils. The bulk density of soil structure on trails during 2012–2014 increased by approximately 32 % compared to the control, and after 10 years it increased – to 38 %. To reveal within the roadside an increase in soil bulk density from 1,07 to 1,17 g·cm<sup>-3</sup> for 2019–2021 years. 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. On the track porosity total to appraise “unsatisfactory”. For 10 years of recreational use of the track, the water permeability on the trails has not changed and was 0,07 and 0,06 mm·min<sup>-1</sup> according to the periods of the study (2012–2014 and 2019–2021). Within the roadside water permeability in 2012–2014 decreased by 60–80%, then in 2019–2021 years water permeability decreased by more than 90%. The actual water permeability of the soil during the downpour rains causes the intensification of surface runoff on the trail. On the track reveal abatement C organic. On the roadside track when lay to plane surface C organic unchanged within a years (2012–2014 and 2019–2021) and even was outstanding within a control. The increase C organic on the roadside is a result of “penetration” of the crushed fractions of forest litter into the H horizon during trampling and is not the result of biochemical processes. On the track increase of soil reaction (pH 5,0) while in the control pH 4,0. As to the biotic activity parameters, among the most significant are the catalase activity indices which are mostly determined by the density of the soil structure and water permeability.

**Key words:** soil bulk density; water permeability; C organic; biotic activity; recreation influence; monitoring; NPP “Skolivski Beskydy”.

**Вступ.** Масові та нерегульовані сходження туристами-рекреантами до визначних та популярних місць відпочинку супроводжуються негативним впливом на природні екосистеми. За аналізом літератури (Leung & Marion, 1999; Prędkі, 1999, 2000; Сионова, 2005; Prędkі, T. Winnicki, 2006; Mende & Newsome, 2006; Шадже, 2007; Olive & Marion, 2009; Wimpey & Marion, 2010; Marion, Leung, Eaglesto & Burroughs, 2016; Svajda, Korony, Brighton & Esser, 2016; Amodio, Cerdà, Aucelli & Garfi, 2019) можна згрупувати та виокремити: *механічний вплив* (витоптування трав'яного ярусу, зменшення запасів та потужності лісової підстилки в лісових біогеоценозах, ущільнення верхніх горизонтів ґрунту, пошкодження деревно-чагарникової рослинності, збір хмизу, опіки ґрунту вогнищами, порушення місць гніздування птахів та укриття/сховку диких тварин); *акустичний вплив*, як один із чинників турбування тварин; *внесення рекреантами в екосистему нехарактерних для неї елементів* (засмічення неорганічними та органічними відходами наземний та водних екосистем); *винесення з екосистеми “речовини й енергії”* (збір квітів та лікарських рослин, ягід, грибів тощо).

Впродовж 20-ти років оцінку впливу рекреаційного навантаження на природні комплекси Українських Карпат, зокрема ґрунтовий покрив, проводили: І. С. Гнатяк (Гнатяк, 2004) та М. М. Запоточний – поблизу пам'ятки природи “Скелі Довбуша” (Калуцький і Запоточний, 2012); О. Г. Марискевич і І. М. Шпаківська – гірськолижному комплексі Буковель (Maryskevych & Shpakivska, 2013); У Карпатському НПП: В. П. Брусак і В. Б. Малець – на туристичному маршруті “На гору Говерла” (Брусак і Малець, 2018), В. Штуглинець – в межах еколого-пізнавальної стежки “На озеро Несамовите” (Штуглинець, 2019); М. М. Карабінюк – у високогірних природно-територіальних комплексах Чорногори (Карабінюк, 2020) та Сколівських Бескидах (НПП “Сколівські Бескиди”) – О. І Леневиц і О. Г. Марискевич (Леневиц і Марискевич, 2015; Леневиц, 2017, 2020).

Незважаючи на значну кількість публікацій за даною тематикою недостатньо вивченими є зміни властивостей ґрунтів на стежці, зокрема за біотичними. Окрім того, для прикладу – польські науковці Бещадського парку народового (Prędkі, 1999; Prędkі & Winnicki, 2006; Nawrocka, 2020; Sidor, 2019, 2020; Amarowicz, 2020), які проводять регулярно моніторинг туристичних шляхів, що дозволило їм не тільки провести оцінку впливу рекреаційного навантаження та класифікувати пошкоджені туристичні шляхи, але й вивчити та простежити динаміку змін у ґрунтовому покриві та провести реконструкцію деяких шляхів (Sidor, 2019, 2020; Amarowicz, 2020). В Українських Карпат такі дослідження практично не проводиться, що і визначає актуальність наших досліджень.

**Мета статті** – встановити основні закономірності перерозподілу лісової підстилки на шляху та проаналізувати зміни у верхньому горизонті ґрунту в просторі та часі за основними фізичними, водно-фізичними, фізико-хімічними і біотичними властивостями. Отримані результати досліджень в подальшому можна використовувати з метою моніторингу стану досліджуваного туристичного шляху.

**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 завданнями Парку є збереження цінних природно-територіальних та історико-культурних комплексів і створення відповідних умов для надання рекреаційних послуг. Це зафіксовано у відповідних методичних рекомендаціях (Методичні рекомендації ..., 2003) та у Положенні про рекреаційну діяльність у межах територій та об'єктів природо-заповідного фонду України (Наказ..., 2009).

*Туристичний шлях “м. Сколе – г. Парашка” (номер 13).* Прокладений на території Парку, Бутивланського лісництва на схилі північно-східної експозиції 9–25° у межах висот 580–1 268 м н.р.м. Експлуатується протягом багатьох років задовго до утворення Парку. Протяжність шляху становить 10,4 км, а ширина стежки – 2,15–3,40 м. Наявні додаткові та паралельні стежки. Зокрема,

експлуатуються туристичні шляхи “Корчин – водоспад Гуркало – Парашка” (№ 5046, протяжність – 8,2 км), “Монастир – Парашка” (№ 5044, протяжність – 9,9 км) та “Коростів–Красне–Парашка” (№ 504, протяжність – 9,9 км).

Деревний покрив обабіч “лісової” частини маршруту формують бук лісовий (*Fagus sylvatica L.*), ялиця біла (*Abies alba Mill.*) та ялина європейська (*Picea abies (L.) Karst.*) Склад деревостану 5БклЗЯцб2Яле, вік насадження 80-100 років, повнота 0,7. Підріст (15–20 %) сформований лісотвірними породами віком 10–15 років. Чагарниковий ярус з проєктивним вкриттям до 10 % представлений малиною (*Rubus idaeus L.*) та ожиною лісовою (*Rubus hirtus Waldst. et Ness.*). Трав’янистий покрив практично відсутній.

Ґрунт: бурий гірсько-лісовий (*Dystric Cambisols*), легкосуглинковий на елювіально-делювіальних відкладах карпатського флішу з домінуванням пісковиків.

На окремих ділянках маршруту, де крутість схилу перевищує 20°, спостерігаються прояви водної ерозії. Лісова підстилка на маршруті в літній період року практично відсутня, а поверхня ґрунту візуально ущільнена. На окремих відрізках маршруту зафіксовано оголення коріння дерев.

**Методика дослідження.** Впродовж багатьох років починаючи з 1995 року (Prędkі, 1995, 1999) основними критеріями оцінки стану шляхів та впливу рекреаційного навантаження на ґрунтовий покрив у Бещадському парку народовому (Польща, Бещади Західні) є: *ширина стежки, кількісні та якісні зміни в рослинному покриві (для лучних екосистем), ущільнення ґрунту, наявність додаткових/паралельних стежок* (Prędkі, 1999). Апробовану вперше (2012–2014) методику на території НПП “Сколівські Бескиди” (Сколівські Бескиди, Українські Карпати) в межах лісових біогеоценозів доповнено, ще одним критерієм: *наявністю/відсутністю лісової підстилки на стежках* (Леневиц і Марискевич, 2015; Леневиц, 2017). Вивчаючи зміни мікрорельєфу туристичних шляхів і стежок Карпатського НПП (Українські Карпати), В.П. Брусак запропонував, окрім ширини стежки, використовувати *глибину ерозійного врізу та об’єм винесеного матеріалу з 1 м<sup>2</sup> полотна стежки* (Брусак, 2018).

Вихідним чи основним показником для встановлення стадії рекреаційної дегресії визначали *ширину стежки* на цілому шляху в межах лісових біогеоценозів (рис. 1). З метою поглибленого вивчення рекреаційного впливу на ґрунтовий покрив виконано дослідження на стежці за окремими параметрами лісової підстилки та гумусово-аккумулятивного горизонту ґрунту. Зразки підстилки і гумусового горизонту (глибина – 0–5 см) відбирали на стежці, що проходить на схилі північно-східної експозиції 9–25° на висоті 600–750 м н. р. м. (2012–2014 рр.) та 755–850 м н.р.м (2019–2021 рр.) в межах лісової частини шляху, що охоплює круті та пологі схили, а часом і відносно рівні поверхні (хребет) – основна стежка. Окрім того, для повної оцінки масштабів впливу рекреації на прилягаючі до стежок території відібрали також зразки на узбіччях на відстані 0,25–0,35 м від стежки. Контроль – умовно непорушені лісові ділянки на відстані до 50 м від стежок/шляху без видимого візуального рекреаційного впливу.

Дослідження виконано в польових та лабораторних умовах. Підстилку відбирали за допомогою шаблона 25×25 см у 5–10-кратній повторності. У польових умовах визначали потужність підстилки (см), а в лабораторних умовах



Рис. 1. Дослідження туристичного шляху № 13 “м. Сколе – г. Парашка”  
 Fig. 1. Exploration of the track № 13 “Skole – Parashka”

відібрані зразки підстилки висушували до повітряно-сухого стану, зважували та розділяли на фракції. Отримані дані усереднювали і визначали запаси підстилки ( $\text{кг}\cdot\text{м}^2$ ) (Родин, Ремезов і Базилевич, 1968). Досліджували фізичні властивості ґрунтів за такими показниками: щільність будови ґрунту визначали методом різального кільця (буровий), щільність твердої фази – пікнометрично, загальну шпаруватість – розрахунково (Аринушкіна, 1970); водно-фізичні властивості: польову вологість – термостатно-ваговим методом, водопроникність ґрунту визначали методом трубок (у дослідженнях за 2012–2014 рр. використовували циліндри діаметром 6 см і висотою 10 см, а за 2019–2021 рр. – циліндри 7 см діаметром і висотою 5 та 10 см). Коефіцієнт фільтрації ( $K_{\phi}$ ) (водопроникність,  $\text{мм}\cdot\text{хв}^{-1}$ ) обчислювали за формулою:  $K_{\phi} = \frac{Q}{S \cdot t}$ , де  $Q$  – кількість води, що надійшла у ґрунт,  $\text{см}^3$ ;  $S$  – площа поперечного перерізу,  $\text{см}^2$ ;  $t$  – час, хв. (Вадюнина і Корчагіна, 1973; Ґрунтознавство (I частина), 2010); фізико-хімічні властивості: вміст органічного вуглецю – методом Тюріна в модифікації Нікітіна (Никитин, 1972), актуальну та потенційну кислотність ґрунту (pH) визначали потенціометрично (Аринушкіна, 1970); біотичні властивості ґрунтів: активність каталази – газометрично (Хазиев, 1976; 1982); інтенсивність продукування  $\text{C}-\text{CO}_2$  проводили макрореспірометричним методом з титриметричним закінченням (Веск, 1997). Мікробну біомасу визначали регідратаційним методом (Благодатский, Благодатская, Горбенко і Паников, 1987). Дослідження на вибраних ділянках проводили в 3–10-кратній повторності.

**Результати.** Наукові дослідження виконані упродовж 2012–2014 рр. базувались, здебільшого, на вивченні впливу рекреаційного навантаження на ділянки стежки з певним мікро- та мезорельєфом. За результати досліджень з’ясовано, що на ділянках, які приурочені до підніжжя схилів, чи на ділянках з відносно рівною поверхнею запаси лісової підстилки в середньому становлять  $0,91 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ , що майже в двічі менше, ніж на контролі. Потужність підстилки становить 0,3–0,5 см. Більшою мірою її формують L та F+N підгоризонти, причому останній горизонт може становити понад 50 % від загальної потужності

підстилки (табл. 1). Наявність лісової підстилки на таких відтинках шляху позитивно впливає на основні фізичні властивості ґрунтів. Щільність будови ґрунту на ділянках збільшилась приблизно на 20 %, порівняно з контролем. У межах узбіччя стежки ці показники зросли на 17 %. Показники щільності твердої фази також були відносно близькими до контрольних. На стежках загальну шпаруватість, згідно з класифікацією Н. А. Качинського, оцінено як “задовільну”, а на узбіччі стежки – визначено як “відмінну” (Качинский, 1965).

Таблиця 1. Індикатори стану туристичного шляху № 13 “м. Сколе – г. Парашка” НПП “Сколівські Бескиди” (2012–2014; 2019–2020)  
Table 1. Indicators of the condition of the track № 13 “Skole – Parashka” NPP “Skolivski Beskydy”, (2012–2014; 2019–2020)

Роки виконання досліджень	Ширина стежки, м	Запаси лісової підстилки, кг·м <sup>-2</sup>			Наявність додаткових/паралельних стежок	Глибина ерозійного врізу (наявність/відсутність ерозійних процесів)
		Контроль	Узбіччя стежки	Стежка		
2012–2014	1,85–2,2	1,53–1,81	1,44–4,34	0,51–0,91	Наявні додаткові стежки	Щебеність поверхні стежки
2019–2021	2,15–3,4	1,80–2,34	0,71–3,32	0,33–0,69	Наявні додаткові стежки	Щебеність поверхні стежки + оголене коріння

Виконані дослідження за водно-фізичними властивостями виявили, що верхні горизонти ґрунтів стежок, зазвичай, дещо вологіші порівняно з контролем. На стежках польова вологість на 15 %, а на узбіччях – на 30–35 % більша, порівняно з лісовою ділянкою (табл. 2). Проведені додаткові експериментальні лабораторні дослідження виявили, що на стежках лісова підстилка має здатність утримувати в собі більше вологи, порівняно з лісовою ділянкою (Леневиц, Марискевич і Козловський, 2014).

Схожі результати також знаходимо у праці В. В. Міндера за результатами проведених досліджень у Голосіївському парку культури та відпочинку імені М. Т. Рильського під семи видами деревних порід, що зростають на схилах стрімкістю до 26°: встановлено, що у насадженнях однакового складу вологомісткість підстилки залежить від її потужності (Міндер, 2016).

Незважаючи на відносно задовільні фізичні властивості, на дослідних стежках, порівняно з контролем, водопроникність фіксувались невисокою. Причиною такого різкого зменшення показників на стежці є щільність будови ґрунту (Марфенина, 1984; 1988; Леневиц, 2017; 2020) та втоптаний у верхній горизонт підгоризонт F+H.

У попередній нашій праці (Леневиц, 2020) з’ясовано, що навіть незначне ущільнення поверхні ґрунтом до 0,96 г·см<sup>-3</sup> зменшує водопроникність у 33 рази, порівняно з лісовою ділянкою. З огляду на те, що на відносно рівній поверхні стежки ерозійні процеси практично не активізуються (Ивонин и Воскобойникова, 2014), в мікро-пониженні, “западині” чи на ввігнутий поверхні стежки починає формуватись застій води (утворюються калюжі). Щоб оминати “перешкоду” на шляху туристам-рекреантам доведеться обходити ці ділянки, формуючи нові обхідні стежки, або ж витоптуючи ділянки узбіччя стежки. В

Таблиця 2. Порівняльна характеристика фізичних, фізико-хімічних та біотичних властивостей бурих гірсько-лісових ґрунтів на туристичному шляху № 13 “м. Сколе – г. Парашка”, НПП “Сколівські Бескиди” (2012–2021)

Table 1. Comparative characteristic physical, water-physical, physico-chemical and biotic properties of brown forest soils (*Dystric Cambisols*) on the track № 13 “Skole – Parashka”, NPP “Skolivski Beskydy” (2012–2021)

Властивості ґрунтів Ділянки дослідження		Контроль		Узбіччя стежки		Стежка	
		2012–2014	2019–2021	2012–2014	2019–2021	2012–2014	2019–2021
1		2	3	4	5	6	7
<i>Фізичні властивості ґрунтів</i>							
Щільність будови ґрунту, г·см <sup>-3</sup>	М	0,88	0,80	1,07	1,17	1,29	1,31
	min–max	0,74–1,04	0,76–0,82	0,94–1,16	1,13–1,21	1,05–1,53	1,26–1,37
Щільність твердої фази ґрунту, г·см <sup>-3</sup>	М	2,21	2,29	2,24	2,46	2,42	2,52
	min–max	2,11–2,33	2,27–2,31	2,13–2,39	2,43–2,49	2,24–2,60	2,51–2,52
Шпаруватість загальна, %	М	64,48	65,20	56,99	52,42	46,00	47,85
	min–max	58,37–75,84	64,09–67,08	51,46–68,76	51,35–53,49	41,20–53,75	45,62–50,07
<i>Водно-фізичні властивості ґрунтів</i>							
Польова вологість*, %	М	22,84	22,0	19,67	17,18	18,87	13,16
	min–max	20,60–25,07	18,28–26,97	15,12–24,20	12,26–22,09	15,56–23,55	12,09–15,38
Польова вологість**, %	М	21,60	31,24	31,9	32,56	24,53	26,80
	min–max	20,6–22,6	24,51–40,58	25,6–38,2	32,14–32,98	22,4–26,4	23,72–29,88
Водопроникність, мм·хв <sup>-1</sup>	М	5,15	3,88	2,14	0,40	0,07	0,06
	min–max	4,30–5,27	1,30–7,14	0,97–3,37	0,04–0,76	0,05–0,09	0,03–0,08
<i>Фізико-хімічні властивості ґрунтів</i>							
Вміст гумусу, %	М	3,09	3,19	3,10	2,58	2,09	1,77
	min–max	2,40–6,53	–	5,24–1,15	–	3,30–0,94	–
рН Н <sub>2</sub> O	М	4,4	4,1	4,9	4,6	5,3	5,0
	min–max	3,8–5,1	3,3–4,8	4,4–5,2	4,5–4,7	4,2–6,1	4,9–5,1
рН КСl	М	3,7	3,3	4,3	3,8	4,7	4,2
	min–max	3,5–4,5	2,8–3,5	4,4–4,5	3,7–3,9	4,0–5,5	4,1–4,2
<i>Біотичні властивості ґрунтів</i>							
Каталаза, см <sup>3</sup> ·O <sub>2</sub> на 1 г ґрунту за хв.	М	3,52	3,20	3,51	2,40	1,67	1,50
	min–max	2,5–5,0	2,2–4,8	3,3–3,7	1,6–2,9	1,2–2,0	1,2–1,9
С·СО <sub>2</sub> , мг·100 г·24 год <sup>-1</sup>	М	0,30	0,20	0,28	0,26	0,18	0,08
	min–max	0,26–0,33	0,16–0,25	0,18–0,30	0,17–0,32	0,13–0,25	0,04–0,20
С мікробної біомаси, мкг·г <sup>-1</sup>	М	451,3	216,6	241,9	167,9	191,2	116,7
	min–max	416,9–485,7	123,2–245,1	159,1–345,4	111,2–246,5	92,7–355,4	84,1–142,8

Примітка: \*посушливий період; \*\*дощовий період; \*\*\*рН за 2012–2014 рр. зроблено у змішаних зразках для Н горизонту.

першому випадку негативний вплив рекреаційного навантаження проявиться через витоптування нових ділянок, що спричинить формування та розширення

“стежкової мережі” (Leung & Marion, 1999; Wimpey & Marion, 2010) в лісових біогеоценозах, а в подальшому – деградацію природного середовища, у другому – спричинить витоптування узбіч, що збільшить ширину стежки.

За показниками вмісту гумусу виявлено, що у Н-горизонті стежки його частка є близькою до контролю, а в деяких випадках перевищує його. Дещо краща ця тенденція простежується на бокових ділянках. Тут вміст гумусу збільшився відносно контролю приблизно у 1,5 раза. Однак збільшення вмісту органічної речовини на стежці, здебільшого, є наслідком “проникнення” подрібнених часток пошкоджених компонентів підстилки в гумусовий горизонт через втоптування і не є результатом біохімічних процесів (Леневиц та ін., 2014; Леневиц, 2017). За показниками рН виявлено певні зміни, зумовлені наявністю лісової підстилки, а саме – потужним F+H горизонтом, який має здатність утримувати достатньо вологи на відносно тривалий час. Проте отримані нами результати потребують ще додаткових та розгорнутих досліджень, щоб оцінити вплив рекреаційного навантаження на ґрунтовий покрив за цими параметрами.

Зі зміною загальних фізичних, водно-фізичних та фізико-хімічних властивостей бурих лісових ґрунтів простежуються зміни і за показниками біотичної активності ґрунту, зокрема ферментативної. За результатами виконаних досліджень встановлено, що в літній період року ферментативну активність бурого гірсько-лісового ґрунту (контроль) за шкалою оцінки біогеоценозів Українських Карпат, оцінюють як “середню” (Марискевич, 1991). На стежках ферментативна активність зменшується вдвічі порівняно з контролем. Зміни також відбуваються у верхньому горизонті ґрунту за показниками питомої дихальної активності. Зокрема, на стежках, які частково вкриті лісовою підстилкою, активність зменшилась не суттєво, а в деяких випадках була близькою до показників, що встановлені на контролі. Схожу тенденцію спостерігаємо за показниками мікробної біомаси на стежках. Тут мікробна біомаса зменшилась порівняно з контролем, на понад 25 % порівняно з контролем. На узбіччях стежок, які відносно добре прогріваються, біотичні властивості ґрунтів були близькими до контрольних, про що також засвідчують запаси лісової підстилки. Вздовж туристичного шляху, що проходить у межах лісових біогеоценозів, у місцях, де ширина стежки сягає понад 2 м, виникають просвітки, через які відбувається швидше трансформація органічної речовини, запаси підстилки становлять 1,44 кг·м<sup>-2</sup>. Чим ширша стежка, тим інтенсивніше прогріваються верхні горизонти ґрунту, і навпаки. На ділянках з надлишковим зволоженням, трансформація органічної речовини дещо сповільнена, що засвідчують наполовину розкладені та оторфовані частки лісової підстилки, які формують підгоризонт F+H. Найкраще ці процеси виявлені на стежках, що проходять упоперек схилу із незначною його крутістю. Тут розбіжність між показниками запасу лісової підстилки на узбіччях становить 1,4–1,6 раза (Леневиц, 2019).

Слід також звернути увагу на те, що вздовж стежок з добрим освітленням формується рослинність, яка часто виконує роль бар’єра, що перешкоджає витоптуванню бокових ділянок стежки. Зокрема, в ялиново-буково-ялицевих лісах на узбіччях стежки добре зростає ожина лісова (*Rubus hirtus* Waldst. et Ness). На стежках шириною до 1 м, що відповідають I категорії деградації природного оточення, ожина сиза практично не зростає.



На ділянках з крутістю схилів понад  $15^\circ$  виявлено значні ерозійні процеси, що засвідчують хаотичне розміщення на шляху щебеню та т. з. “валиків” лісової підстилки, що формуються вздовж стежки. Запаси та потужність таких валиків суттєво залежить від крутості схилу, рекреаційного навантаження, ширини та напрямку стежки (Марфенина, 1984, 1988; Леневиц, 2019). За даними наших досліджень виявлено, що запаси валиків, сформованих водними потоками на шляху, становлять близько  $4,34 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-2}$ , а це у понад два рази перевищує запаси підстилки на контролі та 8,5 раз – на стежці. На таких ділянках не диференціюються горизонти, а за фракційним складом переважає, здебільшого, фракція листя, гілок + пісок. Візуально ґрунт сильно ущільнений, його показники в середньому збільшились на 32 %, порівняно з контролем, а в декількох місцях відбору, зокрема там, де виявлені значні ерозійні процеси, щільність будови ґрунту зросла на 34–37 % і становила близько  $1,5 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$  (з урахуванням частки щебеню). Отримані результати досліджень можуть свідчити, що внаслідок ерозійних процесів залучені hP горизонти. Формування яру та нагромадження щебеню на шляху на основній стежці часто ускладнюють проходження шляху, отож туристи-рекреанти щораз частіше залучають узбіччя стежки. За отриманими результатами виявлено, що щільність будови на цих ділянках на 24 % більша порівняно з контролем. Зміни на таких ділянках також засвідчують показники щільності твердої фази ґрунту. Загальна шпаруватість на стежках оцінюється як “незадовільна”.

Польова вологість на добре прогрітих стежках приблизно на 20 % менша, ніж на контролі. Значне збільшення щільності будови ґрунту суттєво зменшило водопроникність на стежках щонайменше на 95 %, порівняно з контролем. Практично водонепроникний верхній горизонт у період випадання зливових дощів на стежці крутістю схилу  $\geq 15^\circ$ , спричиняє формування поверхневого стоку. Як наслідок, змивається верхній H горизонт, найбагатший на органічні речовини.

За фізико-хімічними властивостями ґрунтів частка гумусу на таких ділянках удвічі, а часом і втричі менша, ніж на контролі. З часом поступове змивання верхнього горизонту спричиняє підлужнення. Для прикладу, якщо горизонт рН на контрольній ділянці оцінюється як “сильнокислий” та “середньокислий” (Паньків, Позняк, 1998; Паньків, 2017), то в межах стежок збільшується на 0,7 одиниць та оцінюється, як “середньокислий” та “слабокислий”.

Значне ущільнення, тривале та постійне змивання верхніх горизонтів стежки, недостатнє зволоження або, навпаки, перезволоження суттєво впливають на біотичну активність. На відміну від ділянок, охарактеризованих вище, тут біотична активність зменшилась, порівняно з контролем, на 30–40 %, а в деяких випадках – на понад 50 %. Однак слід звернути увагу на те, що біотична активність змінюється не тільки під впливом антропогенних чинників, а й суттєво залежить від пори року, що значною мірою коригується температурними показниками та джерелом органічної речовини в ґрунті (Голубець, 1987; Чорнобай, 2000). Отож виникла необхідність у проведенні досліджень, за результатами яких можна було б відстежити негативний вплив рекреаційного навантаження на властивості ґрунтів не тільки у просторі, а й у часі.

Метою наукових досліджень, виконаних упродовж 2019–2021 рр., було визначення динаміки змін лісової підстилки та властивостей ґрунтів за

*вегетаційний період*. Результати досліджень за основними властивостями ґрунтів частково висвітлені у попередніх працях (Леневиц, 2020; Леневиц та ін., 2020). За висновками отриманих результатів з'ясовано, що щільність будови ґрунту збільшилась, порівняно з контролем, на 39 %, а отримані величини щільності твердої фази, зазвичай, характерні для перехідного Нр горизонту бурих гірсько-лісових ґрунтів (Гаськевич, Паньків, 2020). На узбіччях стежок щільність будови ґрунту збільшилась приблизно на 30 %. У межах стежки загальну шпаруватість оцінено, як “незадовільну”, а в межах узбіччя – “задовільну”. На узбіччях польова вологість виявилась близькою до контрольної ділянки, тоді як у межах стежок вона зменшилась приблизно на 15 %. За результатами виконаних досліджень, у теплий, бездошовий період літа виявлено, що польова вологість на стежках становила 13,16 %, що приблизно в 1,7 раза менше, ніж на лісовій ділянці. Схожу тенденцію спостерігаємо на узбіччях цих стежок: польова вологість на 20 % менша, ніж на контролі, та приблизно на стільки ж більша, ніж на стежках. Сильно переущільнений верхній горизонт практично водонепроникний (0,06 проти 3,88 мм·хв<sup>-1</sup>). Ділянки обабіч стежки у незадовільному стані, оскільки тут водонепроникність майже на 89 % менша порівняно з лісовою ділянкою. Ерозійні процеси, що виникають на стежках, спричиняють вимивання органічної речовини з ґрунту. На стежках виявлено зменшення вмісту гумусу до 1,77 %, тоді як на контрольній ділянці вони становили 3,19 %. За показниками рН спостерігається тенденція до підлужнення ґрунту, найбільше це помітно на ділянках з тривалим та інтенсивним рекреаційним навантаженням.

Дослідження за біотичними властивостями ґрунтів засвідчили, що в літній період року під смереково-буково-ялицевими деревостанами, активність каталази (контроль) становить 2,2–4,8 см<sup>3</sup> О<sub>2</sub> на 1 г ґрунту за 1 хв та відповідно до шкали оцінки ферментативної активності в біоценозах Українських Карпат, оцінюється як “середня” та “висока” (Марискевич, 1991). В осінній період року активність каталази зменшилась приблизно на 17–25 % порівняно з літнім періодом року, і оцінювалась як “середня”. На весні з підвищенням середньодобових температур повітря, достатньої кількості вологи та органічної речовини в ґрунті зафіксовано значне збільшення фермента каталази приблизно на 28–46 %, порівняно з осіннім періодом, і за шкалою ферментативна активність оцінювалась як “висока”. До кінця літнього періоду активність каталази зменшувалась поступово, приблизно на 3–10 %. У межах стежок активність каталази зменшилась на 44–64 %, а в межах узбіччя – на 17–47 % та оцінювалась як “низька” та “середня” відповідно до дослідних ділянок. Зазначимо, що ця тенденція збігається з піковими спадами та зростанням активності каталази на лісових ділянках, тобто найвищі показники каталазної активності на стежках та їхніх узбіччях фіксують на весні. До осені вони поступово зменшуються, що зумовлено наявністю органічної речовини в ґрунті та середньодобовими температурними показниками тощо.

З огляду на сприятливі водно-фізичні та фізико-хімічні властивості на лісовій ділянці, для тлумачення (роз'яснення) пікових значень спаду та підняття активності каталази в Н (0–5 см) ми беремо до уваги наявність лісової підстилки як одного з багатьох чинників впливу на активність каталази в ґрунті. Запаси лісової підстилки для літнього періоду становлять 1,80–2,34 кг·м<sup>-2</sup> (див. табл.1)

За фракційним складом переважає частка детриту, в цей період вона становить 28–39 % від загальної маси. В осінній період завдяки свіжому опаді запаси підстилки збільшуються на 53–60 %, здебільшого, за рахунок листя, частка якого становить 40 % від загальної маси. З огляду на значні запаси лісової підстилки, зниження середньодобових температур значно сповільнює діяльність мікроорганізмів і, відповідно, процеси трансформації органічної речовини в ґрунті. На весні запаси підстилки зменшилися на 30–40 %, порівняно з осіннім періодом, отож незважаючи на низькі температури в зимовий період, трансформація органічної речовини у ґрунті не припиняється (Чорнобай, 2000). До завершення літнього періоду запаси підстилки зменшилися ще в 1,2 рази. У фракційному складі переважає частка детриту відсоткове значення якого становить 38 %.

Схожу тенденцію виявлено на стежці. Завдяки свіжому опаді запаси лісової підстилки в осінній період збільшуються майже втричі, здебільшого – за рахунок фракції листя (48 %). Однак у весняний період унаслідок ерозійних процесів, що виникають на стежках, запаси підстилки зменшуються на 50 %. В той час, як у межах узбіччя виявлено збільшення запасів за рахунок частки детриту, (тут вона приблизно в 1,3 рази є більшою, порівняно з осіннім періодом), загалом запаси підстилки, саме у весняний період виявились найбільшими. До початку літнього періоду запаси підстилки зменшилися приблизно на 30 % у межах узбіччя і на 17 % – у межах стежок.

За показниками біотичної активності схожу тенденцію можна спостерігати за показниками мікробної біомаси та дихання ґрунту. Проте варто звернути увагу щодо останнього показника, активність якого значною мірою зумовлена не лише наявністю органічної речовини у ґрунті та температурними показниками, а й значно коригується показниками вологості в ґрунті. За отриманими результатами дослідження виявлено, що за вологості ґрунту 18,28–26,97 % дихання ґрунту становить 0,15–0,28 С-СО<sub>2</sub>, мг·100 г·год<sup>-1</sup>. При вологості ґрунту 41,67–62,16 % показники дихання збільшилися у 2,9–3,9 рази. Однак таку тенденцію ми спостерігаємо не на всіх дослідних ділянках. На ділянках узбіччя, які, зазвичай, характеризуються високими показниками вологості, дихання ґрунту збільшилось у 2–2,6 рази. Ми припускаємо, що відносно менші показники дихання на узбіччях можуть зумовлювати показники щільності будови ґрунту, незначний вміст гумусу та зменшення в 1,3 рази, порівняно з контролем, мікробної біомаси. На стежках дихання та мікробна біомаса зменшилась на 60 та 45 %, відповідно.

#### **Обговорення результатів.**

**1. Ширина стежки.** У попередніх наших працях (Леневиц, 2017) зазначено, що, відповідно до ширини стежки (1,85–2,20 м), туристичний шлях із міста Сколе на гору Парашку відповідає III категорії – як “шлях під загрозою”. Дослідження 2019–2020 рр. засвідчили, що ширина стежки змінилась та становить 2,20–3,40 м. Завдяки отриманим даним, з’ясовано, що за 10 років туристично-рекреаційного використання шляху стежка збільшилась в середньому на 0,3–1,2 м.

**2. Наявність додаткових/паралельних стежок.** На окремих відтинках шляху, з’явилися паралельні стежки. Зазвичай, ці форми стежок виникають на крутих схилах і найінтенсивніше вони деградують у весняний період, коли

ґрунти сильно насичені талою водою і мають найменшу стійкість до рекреаційного навантаження (Prędkie & Winnicki 2006; Olive & Marion, 2009; Брусак, 2018), або ж у період випадання зливових дощів. На таких стежках від рекреаційного навантаження найбільше потерпає поверхнева коренева система ялини європейської (смереки).

**3. Якісні і кількісні зміни у рослинному покриві обабіч стежок/шляхів – для лучних екосистем або відсутність/наявність лісової підстилки на стежці – для лісових екосистем.** З огляду на те, що наші дослідження виконані в межах лісових біогеоценозів, предметом наших досліджень була лісова підстилка. За результатами досліджень з'ясовано, що запаси лісової підстилки в ялицево-буково-ялиновому лісі на стежці III категорії становлять менше  $1 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$  і змінюються залежно від пори року, крутості схилу тощо.

**4. Ущільнення ґрунту. Фізичні-властивості ґрунтів.** За період 2012–2014 рр. щільність будови ґрунту на стежці була на 32 % більшою, порівняно з контролем, а за 2019–2021 рр. щільність будови зросла на 38 %. Однак значно більшу відмінність в отриманих результатах дослідження можна простежити на узбіччі стежки. Якщо протягом 2012–2014 рр. щільність будови ґрунту збільшилась на 18 %, то за 2019–2021 рр. – на 32 %. Отримані результати досліджень засвідчують, що туристи-рекреанти узбіччя стежки щораз частіше залучаються для проходження, також з'ясовано те, що внаслідок локалізації ерозійних процесів верхні горизонти значно легше піддаються руйнуванню, порівняно з ділянками на стежці. Це засвідчують також показники щільності твердої фази та шпаруватості загальної.

**Водно-фізичні властивості ґрунтів.** Як уже зазначено вище, польова вологість може значно змінюватись на стежках за відносно короткий проміжок часу і значною мірою залежить від температурних показників та тривалості й інтенсивності атмосферних опадів, тому ми не акцентуватимемо увагу на цих показниках. Проте за показниками водопроникності ґрунту виявлено значні відмінності. На стежках водопроникність за 10 років туристично-рекреаційного використання шляху практично не змінилась і становила  $0,07$  та  $0,06 \text{ мм} \cdot \text{хв}^{-1}$  відповідно до періодів проведення дослідження. Якщо у межах узбіччя водопроникність за 2012–2014 рр. зменшилась на 60 % і в деяких випадках – на 80 %, то за 2019–2021 рр. на цих ділянках вона зменшилась на понад 90 %.

Із **фізико-хімічних властивостей ґрунтів** найефективнішими у проведенні моніторингу туристичних шляхів є вміст гумусу у ґрунті. За 10 років використання туристичного шляху туристами-рекреантами вміст гумусу на стежках зменшився у 1,5–1,8 раза відповідно до періодів проведення дослідження. Зазначимо, що за результатами виконаних досліджень упродовж 2012–2014 рр. з'ясовано, що вміст гумусу на узбіччях зменшився вдвічі (ділянки крутістю  $\geq 15^\circ$ ), а в деяких випадках, навпаки, був більшим (ділянки крутістю  $\leq 15^\circ$ ), ніж на контролі. Збільшення вмісту органічної речовини на стежці, найімовірніше, є наслідком “проникнення” подрібнених часток пошкоджених компонентів підстилки в гумусовий горизонт через втопування і не є результатом біохімічних процесів. За 2019–2021 рр. період на узбіччі стежок вміст гумусу зменшився на 20 %. За показниками рН на стежках виявлено підлужнення.

За результатами виконаних досліджень з'ясовано: *біотичні властивості ґрунтів* на стежках, що відповідають III категорії (“шлях під загрозою”) в середньому зменшуються на 40–60 %, порівняно з контролем. За параметрами біотичної активності найпоказовішими виявилися показники активності каталази, величина якої значною мірою детермінована щільністю будови ґрунту та наявністю органічної речовини в ґрунті і його вологістю.

**5. Глибина ерозійного врізу та об'єм винесеного матеріалу з 1 м<sup>2</sup> полотна стежки.** На туристичному шляху “м. Сколе – г. Парашка” ми не проводили досліджень за цими критеріями (глибина ерозійного врізу та об'єму винесеного матеріалу з 1 м<sup>2</sup>), проте зроблені фото (рис. 2) в різні роки та пори року засвідчують поступове руйнування шляху, локалізацію ерозійних процесів, переміщення лісової підстилки та винесення грубоуламковового матеріалу.

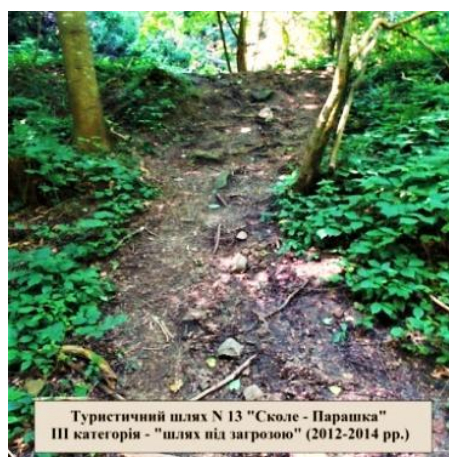


Рис. 2. Туристичний шлях № 13 “м. Сколе – г. Парашка” (III категорія – “шлях під загрозою”) за 2012–2014 та 2019–2021 рр.

Fig. 2. Track № 13 “Skole – Parashka” (III category – “Endangered track”) 2012–2014 end 2019–2021

У межах стежок запаси лісової підстилки в літній період року становили 0,4–0,5 кг·м<sup>-2</sup>, а в осінній період збільшувались майже втричі, здебільшого, за рахунок фракції листя (48 %). Однак у весняний період запаси підстилки зменшувались на 50 %, водночас у межах узбіччя фіксували збільшення її запасів, передусім, за рахунок частки детриту (тут вона приблизно в 1,3 раза більша порівняно з осіннім періодом). Причиною такого різкого зменшення запасів підстилки на стежках та збільшення в межах узбіччя можна вважати механічні переміщення та подрібнення фракції листя туристами-рекреантами в осінній період, а на весні – поступове їхнє вимивання та перенесення дощовими і талими водами до узбіччя стежок. Загалом запаси підстилки фіксували найбільшими саме у весняний період. До початку літнього періоду запаси підстилки зменшувались приблизно на 30 % у межах узбіччя і на 17 % – у межах стежок.

З метою зменшення рекреаційного навантаження на ґрунтовий покрив працівниками Парку в продовж останніх років було проведено організаційно-управлінські та інженерні заходи: 1) встановлено в улоговинах дренаж для відведення води; 2) проведено знакування туристичного шляху; 3) щорічно проводиться розчистка шляху від повалених дерев; 4) розчищено та прознаковано три туристичні шляхи (“Корчин – водоспад Гуркало – Парашка” (8,2 км), “Монастир – Парашка” (9,9 км) та “Коростів–Красне–Парашка” (9,9 км), які можуть використовувати у резервному режимі під час сходження з г. Парашка.

**Висновки.** За результати виконаних досліджень з’ясовано, що через 10 років рекреаційно-туристичного використання шляху щільність будови ґрунту на стежках збільшилась приблизно на 6 %, тоді, як в межах узбіччя – на 14 %. Отримані результати засвідчують, що верхні горизонти Н значно легше піддаються руйнуванню, порівняно з горизонтом Н→Н<sub>р</sub> на основній стежці, що сформувався впродовж певного часу під впливом рекреаційного навантаження. Це засвідчують також показники щільності твердої фази. Загальну шпаруватість на стежках оцінюємо, як “незадовільну”. Польова вологість на стежках за відносно короткий проміжок часу може значно змінюватись: в посушливий період польова вологість порівняно з контролем буде меншою, а в період випадання сильних дощів – навпаки, більшою. За 10 років туристично-рекреаційного використання шляху водопроникність на стежках практично не змінилась і становила 0,07 та 0,06 мм·хв<sup>-1</sup> відповідно до періодів проведення дослідження. Якщо в межах узбіччя водопроникність упродовж 2012–2014 рр. зменшилась на 60 %, а в деяких випадках – на 80 %, то протягом 2019–2021 рр. на цих ділянках вона зменшилась понад 90 %. Фактична водонепроникність ґрунту в період випадання зливовий дощів зумовлює інтенсифікацію поверхневого стоку на стежці, що спричиняє до вимивання органічної речовини з ґрунту на крутих схилах та переміщення (накопичення) її в понижених ділянках стежки чи її узбіччя. Про це засвідчують дещо вищі показники вмісту гумусу порівняно з контролем. Збільшення вмісту органічної речовини в межах стежки, найімовірніше, є наслідком “проникнення” подрібнених часток пошкоджених компонентів підстилки в гумусовий горизонт через втоптування і не є результатом біохімічних процесів. За показниками рН спостерігається тенденція до підлужнення ґрунту. За параметрами біотичної активності найпоказовішими

виявилися показники активності каталази, величина якої значною мірою детермінована щільністю будови ґрунту та наявністю органічної речовини в ґрунті і його вологістю. Активність фермента каталази на стежках в середньому зменшилася на 40–60 %, порівняно з контролем.

**Подяки.** Висловлюємо щиро подяку Інституту екології Карпат НАН України за допомогу у виконанні лабораторних досліджень.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 482 с.
- Благодатский С. А. Регидратационный метод определения биомассы микроорганизмов в почве / С. А. Благодатский, Е. В. Благодатская, А. Ю. Горбенко, Н. С. Паников // Почвоведение, 1987. – №7. – С. 64–71.
- Брусак В. П. Методичні аспекти дослідження рекреаційної дигресії мікрорельєфу туристичних маршрутів / В. П. Брусак // Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат та прилеглих територій. – Львів : ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2018. – Вип. 1 (8). – С. 108–120.
- Брусак В. П. Рекреаційна дигресія на туристичному маршруті “На гору Говерла” у Карпатському НПП / В.П. Брусак, В. Б. Малець // Природні ресурси регіону: проблеми використання, ревіталізації та охорони : матеріали III міжнар. наук. семінару. – Львів : ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2018. – С. 58–63.
- Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв и грунтов / А. Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – Москва : Высшая школа, 1973. – 399 с.
- Гаськевич В. Буроземи гірсько-лісові / В. Гаськевич, З. Паньків // Ґрунти Львівської області : колективна монографія. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – С. 257–265.
- Гнатяк І. С. Пішохідний мікрорельєф ЕПС КНПП “Стежка Довбуша” / І. С. Гнатяк // Проблеми геоморфології та палеогеографії Українських Карпат та прилеглих територій : матеріали міжн. семінару, присвяч. 90-річчю з дня народження проф. П. Цися (Сколе, 30 вересня – 3 жовтня 2004 р.). – Львів : ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2004. – С. 196–202
- Голубець М. А. Загальні закономірності нагромадження фітомаси в смерекових лісах / М. А. Голубець, Л. І. Половніков // Біологічна продуктивність смерекових лісів Карпат. – Київ : Наукова думка, 1975. – С. 4–68.
- Ґрунтознавство і географія ґрунтів : підручник. У двох частинах. Ч. 1 / С. П. Позняк. – Львів : ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – 270 с.
- 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.
- Калуцький І. Ф. Підвищення стійкості природно-заповідних об’єктів до інтенсивних рекреаційних навантажень (на прикладі пам’ятники природи

- “Скелі Довбуша” / І. Ф. Калущий, М. М. Запоточний // Наукові праці Лісівничої академії наук України : збірник наукових праць НЛТУ України, 2012. – Вип. 10. – С. 160–165.
- 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. О методике учета опада и лесной подстилки в смешанных лесах / Л.О. Карпачевский, Н.К. Киселева // Лесоведение, 1968. – № 3. – С. 73–79.
- Качинский Н. А. Физика почвы / Н. А. Качинский. – Москва : Высш. шк., 1965. – Ч. 1 – 323 с.
- Леневиц О. І. Вплив вигоптування 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. Екологічні критерії оцінювання туристичних маршрутів у гірському регіоні (на прикладі національного природного парку “Сколівські Бескиди”) / О.І. Леневиц, О.Г. Марискевич // Науковий вісник. – Львів : НЛТУ України, 2015. – Вип. 25.6. – С.153–158.
- 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.  
<https://doi.org/10.34142/23122218.2019.21.06>
- Леневиц О. І. Оцінка впливу лінійної форми рекреації на властивості бурих гірсько-лісових ґрунтів (на прикладі НПП “Сколівські Бескиди”, Українські Карпати) / О. І. Леневиц, О. Г. Марискевич, І. М. Шпаківська // Наукові записки Державного природознавчого музею, 2020. – Випуск 36. – С. 61–68.  
<https://doi.org/10.36885/nzdpm.2020.36.61-68>
- Леневиц О. І. Вплив рекреаційного навантаження на фізичні та водно-фізичні властивості бурих гірсько-лісових ґрунтів / О. І. Леневиц // Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат та прилеглих територій. – Львів : ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – Вип. 1 (11). – С. 311–328.  
<https://doi.org/10.30970/gpc.2020.1.3214> DOI 10.30970/gpc.2020.1.3214
- Літопис природи. 1999–2000. – Сколе, 2001. – Т. 1. – С. 5–10.
- Марискевич О. Г. Экологическая роль почвенных ферментов в биогеоценозах высотного профиля северного макросклона Украинских Карпат : автореферат. дисс. ... канд. биол. наук. / О. Г. Марискевич. – Днепропетровск, 1991. – 17 с.



- 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 (еловых) биогеоценозов / О. Е. Марфенина, Н. И. Гончарова, М. С. Розина // Экология. – 1988. – № 2. – С. 7–12.
- Методичні рекомендації щодо визначення максимального рекреаційного навантаження на природні комплекси та об'єкти у межах природно-заповідного фонду України за зонально-регіональним розподілом / С. С. Комарчук, А. В. Шлапак, В. П. Шлапак та ін. – Київ : Фітосоціоцентр, 2003. – 51 с.
- Міндер В. В. Протиерозійні властивості підстилки паркових насаджень в умовах складного рельєфу / В. В. Міндер // Науковий вісник НЛТУ України, 2016. – Вип. 26.5. – С. 92–97.
- Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України “Про затвердження Положення про рекреаційну діяльність у межах території та об'єктів природозаповідного фонду України”, №330, 2009. – Інтернет-ресурс. Режим доступу: <http://zakon.nau.ua/doc/?code=z0679-09>
- Никитин Б. А. Определение содержания гумуса в почве / Б. А. Никитин // Агрохимия, 1972. – № 3. – С. 123–125.
- Паньків З. П. Дерново-підзолисті поверхнево-оглеєні ґрунти північно-західного Передкарпаття / З. П. Паньків, С. П. Позняк. – Львів: Меркатор, 1998. – 138 с.
- Паньків З.П. Ґрунти України: навчально-методичний посібник / З. П. Паньків – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2017. – 112 с.
- Родин Л. Е. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах / Л. Е. Родин, Н. П. Ремезов, Н. И. Базилевич. – Ленинград : Наука, 1968. – 144 с.
- Сионова М. Н. Влияние рекреации на биоразнообразие модельных групп организмов нижнего яруса широколиственных и сосновых лесов Калужской области / М. Н. Сионова // Дисс. канд. биол. наук. – Калуга, 2005. – 151 с
- Хазиев Ф. Х. Ферментативная активность почв / Ф. Х. Хазиев. – Москва : Наука, 1976. – 180 с.
- Хазиев Ф. Х. Системно-экологический анализ ферментативной активности почв / Ф. Х. Хазиев. – Москва : Наука, 1982. – 202 с.
- Чорнобай Ю. М. Трансформація рослинного фітодетриту в природних екосистемах / Ю. М. Чорнобай // Львів: Вид-во ДПМ НАН України, 2000. – 352 с.
- Шадже А.И. Рекреационная дигрессия лесных фитоценозов на туристических маршрутах Северо-Западного Кавказа / А. И. Шадже // автореферат. дисс... канд. с.-г. наук. / А. И. Шадже. – Майкоп, 2007. – 20 с. 20.

- Штуглицень В. Рекреаційна дигресія на еколого-пізнавальній стежці “На озеро Несамовите” у Карпатському НПП / В. Штуглицень // Реалії, проблеми та перспективи розвитку географії та туризму в Україні : Матеріали XXI всеукр. студент. наук. конф. (м. Львів, 3 червня 2020 р.). – Львів, 2020. – С. 43–48.
- Amarowicz E. Czynna ochrona przyrody w BdPN 2020 w roku / E. Amarowicz // Internetowy Biuletyn Bieszczadzkiego Parku Narodowego, 2020. – S. 20–23.
- Amodio A. Assessment of soil erosion along a mountain trail in the Eastern Iberian Peninsula (Spain) / A. Amodio, A. Cerdà, P. Aucelli, V. Garfi. – 2019. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15142.88647>.
- Beck T. An inter-laboratory comparison of ten different ways of measuring soil microbial biomass C / T. Beck, R. G. Jorgensen, E. Kandeler et al. // Soil Biol. and Biochem, 1997. – Vol. 29. – N 7. – P. 1023–1032.
- Leung Yu-Fai. Assessing trail conditions in protected areas: Application of a problem-assessment method in Great Smoky Mountains National Park, USA / Yu-Fai Leung, Jeffrey L. Marion // Environmental Conservation, 1999. – 26 (04). – P. 270 – 279. <https://doi.org/10.1017/S0376892999000399>
- Marion Jeffrey L. A review and synthesis of recreation ecology research findings on visitor impacts to wilderness and protected natural areas / Jeffrey L. Marion, Yu-Fai Leung, Holly Eagleston, Kaitlin Burroughs // Journal of Forestry –Washington, 2016. – 114 (3). P. 352–362. <https://doi.org/10.5849/jof.15-498>
- Maryskevych O. Roślinność i pokrywa glebowa w obrębie tras zjazdowych na Bukovelu (Gorgany, Karpaty Wschodnie, Ukraina) / O. Maryskevych, I. Shpakivska // Roczniki Bieszczadzkie. – 2013. – № 21. – S. 336–350.
- Mende P. The assessment, monitoring and management of hiking trails: A case study from the Stirling Range National Park, Western Australia / P. Mende, D. Newsome // Conservation Science Western Australia, 2006. – 5 (3). – S. 285–295. Інтернет-ресурс. Режим доступу : <https://www.researchgate.net/publication/46141525>
- Nawrocka N. Ruch turystyczny w BdPN w roku 2020 / N. Nawrocka // Internetowy Biuletyn Bieszczadzkiego Parku Narodowego, 2020. – S. 40–42.
- 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. – P. 1483–1493. Інтернет-ресурс. Режим доступу : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19062152/>  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.10.004>
- Prędko R. Ocena stopnia zniszczeń środowiska przyrodniczego wzdłuż szlaków turystycznych BdPN / R. Prędko // Roczniki Bieszczadzkie – 1996. – № 4. – S. 292–294.
- Prędko R. Ocena zniszczeń środowiska przyrodniczego Bieszczadzkiego Parku Narodowego w obrębie pieszych szlaków turystycznych w latach 1995-1999 – porównanie wyników monitoringu / R. Prędko // Roczniki Bieszczadzkie. – 1999. – № 8. – S. 343–352.

- Prędko R. Przemiany właściwości powietrzno-wodnych gleb w obrębie pieszych szlaków turystycznych Bieszczadzkiego Parku Narodowego / R. Prędko // Roczniki Bieszczadzkie. – 2000. – № 9. – S. 225–236.
- Prędko R. Charakterystyka i zakres zagrożeń w piętrze wysokogórkim Bieszczadzkiego Parku Narodowego / R. Prędko, T. Winnicki // Roczniki Bieszczadzkie. – 2006. – № 14. – S. 267–283.
- Sidor S. Realizacja projektu kompleksowej rewitalizacji szlaków pieszych BdPN / S. Sidor // Internetowy Biuletyn Bieszczadzkiego Parku Narodowego, 2019. – S. 27–30.
- Sidor S. Kompleksowa rewitalizacja szlaków pieszych BdPN / S. Sidor // Internetowy Biuletyn Bieszczadzkiego Parku Narodowego, 2020. – S. 45–48.
- Svajda J. Trail impact monitoring in Rocky Mountain National Park, USA / J. Svajda, S. Korony, I. Brighton, S. Michael Esser // Solid Earth, 2016. – 7 (1). – P. 115–128. <https://doi.org/10.5194/se-7-115-2016>
- 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. <https://doi.org/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).
- Blagodatskij, S. A., Blagodatskaja, E. V., Gorbenko, A. Ju., Panikov, N. S. (1987). Regidracionnyj metod opredelenija biomassy mikroorganizmov v pochve. [Rehydration method for determining the biomass of microorganisms in soil]. In *Pochvovedenie*, (7), 64–71. (In Russian).
- Brusak, V. P. (2018). Metodichni aspekty doslidzhennia rekreatsiinoi dyhresii mikroreliefu turystychnykh marshrutiv [Methodological aspects of the study of recreational digression of microrelief tourist routes]. In *Problemy heomorfolohii ta paleoheohrafii Ukrainskykh Karpat ta prylehlykh terytorii*. Lviv : VC LNU im. I. Franka, 1 (8), 108–120. (In Ukrainian).
- Brusak, V. P., Malets, V. B. (2018). Rekreatsiina dyhresii na turystychnomu marshruti “Na horu Hoverla” u Karpatskomu NPP. [Methodical aspects of research of recreational digression of microrelief of tourist routes]. In *Pryrodni resursy rehionu : problemy vykorystannia, revitalizatsii ta okhorony : Materialy III-oho mizhnar. nauk. seminaru* – Lviv : VC LNU imeni Ivana Franka, 58–63 (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).

- Haskevych, V., Pankiv, Z. (2020) Burozemy hirsko-lisovi [Mountain-forest brown soil] In *Grunty Lvivskoi oblasti: kolektyvna monohrafiia*. Lviv : VC LNU im. Ivana Franka, 257–265. (In Ukrainian).
- Hnatiak, I. S. (2004). Pishokhidnyi mikrorelief EPS KNPP “Stezhka Dovbusha” [Pedestrian microrelief of the ECT "Dovbush Trail" in Carpathian NNP] In *Problemy heomorfolohii ta paleoheohrafiï Ukrainskykh Karpat ta prylehlykh terytorii: mater. mizhnar. sem.* Lviv : VC LNU im. I. Franka, 196–202. (In Ukrainian).
- Holubets, M.A., Polovnikov, L.I. (1975). Zahalni zakonirnosti nahromadzhennia fitomasy v smerekovykh lisakh [General patterns of phytomass accumulation in spruce forests] In *Biologichna produktyvnist smerekovykh lisiv Karpat*. – Kyiv: Naukova dumka, 4–68. (In Ukrainian).
- Gruntoznavstvo i heohrafiia gruntiv : pidruchnyk. U dvokh chastynakh. Ch. 1* (2010). [Soil science and soil geography: a textbook. In two parts. Part 1]. Ed. S. P. Pozniak. Lviv : LNU imeni Ivana Franka, 270. (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).
- Kalutskyi, I. F., Zapotochnyi, M. M. (2012). Pidvyshchennia stiikosti pryrodno-zapovidnykh ob'ektiv do intensyvnykh rekreatsiinykh navantazhen (na prykladi pam'iatnyky pryrody “Skeli Dovbusha”) [Increasing the resistance of nature reserves to intense recreational activities (for example, natural monuments “Dovbush Rocks”).] In *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy : zbirnyk naukovykh prats NLTU Ukrainy*, (10), 160–165. (In Ukrainian).
- Karabiniuk, M. M. (2020). Pryrodni terytorialni komplekxy subalpiiskoho i alpiiskoho vysokohir'ia Chornohirskoho masyvu Ukrainskykh 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).
- Karpachevskij, L.O., Kiseleva, N. K. (1968). O metodike ucheta opada i lesnoj podstilki v smeshannykh lesah [On the method of accounting for litter and forest litter in mixed forests]. In *Lesovedenie*, 3, 73–79. (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. Serii biologichna*, 67, 98–107. (In Ukrainian).

- Lenevych, O. I., Maryshevych, O. H. (2015) Ekologichni kryterii otsiniuvannya turystychnykh marshrutiv u hirskomu rehioni (na prykladi natsionalnoho pryrodnoho parku “Skolivski Beskydy”) [Ecological criteria for evaluation of hiking trails in the mountain region (for example NPP “Skolivski Beskydy”, the Ukrainian Carpathians)] In *Naukovyi visnyk*. – Lviv : NLTU Ukrainy, 25.6, 153–158. (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 *Bioloji ta valeoloji*, 21, 64–73. <https://doi.org/10.34142/23122218.2019.21.06> (In Ukrainian).
- Lenevych, O. I., Maryshevych, O. H., Shpakivska, I. M. (2020) Otsinka vplyvu liniinoi formy rekreatsii na vlastyvoli burykh hirsko-lisovykh gruntiv (na prykladi NPP “Skolivski Beskydy”, Ukrainski Karpaty) [Estimation the impact of the linear form of recreation on the properties of brown forest soils (for example NPP “Skolivski Beskydy”, Ukrainian Carpathians)] In *Naukovi zapysky Derzhavnoho pryrodoznavchoho muzeiu*, 36, 61–68. <https://doi.org/10.36885/nzdpm.2020.36.61-68> (In Ukrainian).
- Lenevych, O. I. (2020) Vplyv rekreatsiinoho navantazhennia na fizychni ta vodno-fizychni vlastyvoli burykh hirsko-lisovykh gruntiv [The impact of recreation loading on physical and waterphysical properties of brown forest soils] *Problemy heomorfolohii i paleoheohrafii Ukrainskykh Karpat ta prylehlykh terytorii*. – Lviv : VTs LNU imeni Ivana Franka, 1 (11), 311–328. <https://doi.org/10.30970/gpc.2020.1.3214> (In Ukrainian).
- Litopys pryrody. 1999–2000. (2001)*. [Chronicle of Nature 1999-2000]. Skole, 1, 5–10. (In Ukrainian).
- Marishevych O. G. (1991) Jekologicheskaja rol' pochvennykh fermentov v biogeocenozaх vysotnogo profilja severnogo makrosklona Ukrainskih Karpat : avtoreferat. diss. ... kand. biol. Nauk [Ecological role of soil enzymes in biogeocenoses of the altitudinal profile of the northern macroslope of the Ukrainian Carpathians] In *Dnepropetrovsk*, 17 (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 *Vestn. 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).
- Metodychni rekomendatsii shchodo vyznachennia maksimalnogo rekreatsiinoho navantazhennia na pryrodni kompleksi ta ob'iekty u mezhakh pryrodno-zapovidnogo fondu Ukrainy za zonalno-rehionalnym rozpodilom / Ed. S.S. Komarchuk, A.V. Shlapak, V.P. Shlapak ta in. (2003) – Kyiv: Fitosotsiotsentr, 51. (In Ukrainian).
- Minder, V. V. (2016) Protyeroziini vlastyvoli pidstylky parkovykh nasadzhen v umovakh skladnogo relief [Anti-erosion properties of litter of park plantings in the conditions of a difficult relief] In *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 26.5, 92–97. (In Ukrainian).
- Nakaz Ministerstva okhorony navkolysnogo pryrodnoho seredovyscha Ukrainy “Pro zatverdzhennia Polozhennia pro rekreatsiinu diialnist u mezhakh terytorii ta ob'ektiv pryrodnozapovidnogo fondu Ukrainy” (2009). – Retrieved from : <http://zakon.nau.ua/doc/?code=z0679-09> (In Ukrainian).
- Nikitin, B. A. (1972) Opredelenie soderzhaniia gumusa v pochve [Determination of humus content in soil] In *Agrohimiia*, 3, 123–125. (In Russian).
- Pankiv, Z. P., Pozniak, S. P. (1998) *Dernovo-pidzolysti poverkhnevo-ohleieni grunty pivnichno-zakhidnogo Peredkarpattia* [Sod-podzolic surface-gleyed soils of the north-western Precarpathians]. Lviv: Merkator, 138. (In Ukrainian).
- Pankiv, Z. P. (2017) *Grunty Ukrainy: navchalno-metodychnyi posibnyk*. [Soils of Ukraine: a textbook]. Lviv : LNU imeni Ivana Franka, 112. (In Ukrainian).
- Rodin, L. E., Remezov, N. P., Bazilevich, N. I. (1968). Metodicheskie ukazaniia k izucheniju dinamiki i biologicheskogo krugovorota v fitocenozah. [Methodical instructions for the study of dynamics and biological circulation in phytocenoses]. L.: Nauka, 144 (In Russian).
- Sionova, M.N. (2005). Vliianie rekreatcii na bioraznoobrazie modelnykh grupp organizmov nizhnego iarusu shirokolistvennykh i sosnovykh lesov Kaluzhkoï oblasti. (Candidate of Sciences' thesis). Kaluga, 151. (In Russian).
- Haziev, F. H. (1976). *Fermentativnaja aktivnost' pochv*. [Enzymatic activity of soils] Moskva : Nauka, 180. (In Russian).
- Haziev, F. H. (1982). *Sistemno-jekologicheskij analiz fermentativnoj aktivnosti pochv* [System-ecological analysis of the enzymatic activity of soils]. Moskva : Nauka, 202. (In Russian).
- Chornobai, Yu. M. (2000). *Transformatsiia roslynnoho fitodetrytu v pryrodnykh ekosystemakh* [Transformation of plant phytodetrite in natural ecosystems] In Lviv: Vyd-vo DPM NAN Ukrainy, 352. (In Ukrainian).
- Shadzhe, A.I. (2007) Rekreatsiinaja digressiia lesnykh fitocenozov na turisticheskikh marshrutah Severo-Zapadnogo Kavkaza [Recreational digression of forest

- phytocenoses on the tourist routes of the Northwestern Caucasus] avtoreferat. diss... kand. s.-g. Nauk, Majkop, 20 (In Russian).
- Shtuhlynets V. (2020). Rekreatsiina dyhresiiia na ekolooho-piznavalnii stezhtsi “Na ozero Nesamovyte” u Karpatskomu NPP [Recreational digression on the ecologicalcognitive trail "to Lake Nesamovyte" in the Carpathian NNP] In *XXI vseukrainska studentska naukova konferentsiia “Realii, problemy ta perspektyvy rozvytku heohrafii ta turyzmu v Ukraini”*, 43–48. (In Ukrainian).
- Amarovych, E. (2020). Aktyvnyy zakhyst pryrody v BdPN 2020 roku [Active protection of nature in the BdPN 2020 in the year] In *Internet-byuleten Natsionalnoho parku Beshchady*, 20–23. (In Polish).
- Amodio, A., Cerdà, A., Aucelli, P., Garfi, V. (2019). Assesment of soil erosion along a mountain trail in the Eastern Iberiamo Penisula (Spain). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15142.88647>
- Beck, T., Jorgensen, R. G., Kandeler, E. et. al. (1997) An inter-laboratory comparison of ten different ways of measuring soil microbial biomass In *Soil Biol. and Biochem*, 29. (7), 1023–1032.
- Leung, Yu-Fai, Marion, Jeffrey L. (1999) Assessing trail conditions in protected areas: Application of a problem-assessment method in Great Smoky Mountains National Park, USA. In *Environmental Conservation*, 26 (04), 270–279. <https://doi.org/10.1017/S0376892999000399>
- Marion, Jeffrey L., Leung, Yu-Fai, Eagleston, H., Burroughs, K. (2016). A review and synthesis of recreation ecology research findings on visitor impacts to wilderness and protected natural areas. In *Journal of Forestry –Washington*, 114(3), 352–362. <https://doi.org/10.5849/jof.15-498>
- Maryskevych, O., Shpakivska, I. (2013). Roslynnnyy pokryv ta gruntovyy pokryv u mezhakh hirs □ kolyzhnykh skhyliv na Bukoveli (Horhany, Skhidni Karpaty, Ukrayina [Vegetation and soil cover within the ski slopes on Bukovel (Gorgany, Eastern Carpathians, Ukraine)] In *Litopys pryrody Beshchady*, 21, 336–350. (In Polish).
- Mende, P., Newsome, D. (2006). The assessment, monitoring and management of hiking trails: A case study from the Stirling Range National Park, Western Australia. In *Conservation Science Western Australia*, 5 (3), 285–295. <https://www.researchgate.net/publication/46141525>
- Nawrocka, N. (2020) Turystychnyy rukh u BdNN u 2020 r. [Tourist traffic in the BdPN in 2020]. In *Internet-byuleten 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*. Retrieved from : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19062152/> – <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.10.00>

- Prendky, R. (1996). Otsinka stupenya shkody pryrodnomu seredovyshchu vzdovzh turystychnykh marshrutiv BdPN [Assessment of the degree of damage to the natural environment along the BdNN tourist routes] In *Litopys pryrody Beshchady*, 4, 292–294. (In Polish).
- Prendky, R. (1999). Otsinka vplyvy pryrodного seredovyshcha natsionalnoho parku Beshchady v mezhakh pishykh turystychnykh marshrutiv u 1995–1999 rokakhporivniannia 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 vlastyvoستي ґруntiv 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).
- Sidor, S. (2019). Realizatsiya proektu vsebichnoyi revitalizatsiyi turystychnykh stezhok BdPN [Implementation of the project of comprehensive revitalization of hiking trails of the BdPN] In *Internet-byuleten Natsionalnoho parku Beshchady*, 27–30. (In Polish).
- Sidor, S. (2020). Kompleksne pozhvavlennya turystychnykh stezhok BdPN [Comprehensive revitalization of hiking trails of the BdNN] In *Internet-byuleten Natsionalnoho parku Beshchady*, 45–48. (In Polish).
- Svajda, J., Korony, S., Brighton, I., Esser, S. M. (2016) Trail impact monitoring in Rocky Mountain National Park, USA. In *Solid Earth*, 7(1), 115–128. – <https://doi.org/10.5194/se-7-115-2016>
- 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*. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.05.017>