Прикладне ландшафтознавство: історія, сучасність, перспективи

Матеріали Всеукраїнського наукового семінару пам'яті професора Анатолія Мельника (1957-2020)

Львів-Ворохта, 6-9 жовтня 2022 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА

ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра геоекології і фізичної географії

Прикладне ландшафтознавство: історія, сучасність, перспективи

Матеріали Всеукраїнського наукового семінару
пам'яті професора Анатолія Мельника
(Львів – Ворохта, 6-9 жовтня 2022 року)

Львів–2022

УДК 911.2

Прикладне ландшафтознавство : історія, сучасність, перспективи: матеріали Всеукраїнського наукового семінару пам'яті професора Анатолія Мельника (Львів – Ворохта, 6-9 жовтня 2022 року). – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. – 55 с.

Матеріали семінару містять статті та тези доповідей, які стосуються: 1. Життєвого шляху і наукового доробку професора Анатолія Мельника (1957 – 2020). 2. Концептуальних основ прикладного ландшафтознавства. 3. Методів та регіональних прикладів ландшафтознавчих досліджень. Статті та тези посортовані за прізвищами провідних авторів. Цей збірник може зацікавити ландшафтознавців / ландшафтних екологів / геоекологів, геоморфологів і кліматологів, а також усіх, хто цікавиться історією, сучасним станом і перспективами розвитку географічних досліджень в Україні.

Друкується за ухвалою Вченої ради географічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка (Протокол № 6 від 21 вересня 2022 р.).

Автори опублікованих матеріалів несуть повну відповідальність за підбір, точність наведених фактів, цитат, власних імен та інших відомостей. Текст подано в авторській редакції.

Адреса редакційної ради:
79000 Львів, вул. Дорошенка, 41
Львівський національний університет
імені Івана Франка, географічний факультет
Тел.: (032) 239-46-46
© ЛНУ ім. І. Франка, 2022
© Автори статей, 2022

Анатолій Мельник
(1957-2020)

доктор географічних наук, професор,
завідувач кафедри фізичної географії (2001-2020)
Львівського національного університету ім. І. Франка

Зміст

Стор.

Науковий і організаційний комітети семінару…….. 5

Буряник О., Костів Л., Карабінюк М., Гостюк З. Внесок професора Анатолія Мельника у розвиток Львівської школи гірського ландшафтознавства…… 6

Денисик Г.І., Война І.М., Чиж О.П. Перспективні напрями розвитку прикладного антропогенного ландшафтознавства…….. 9

Іванов Є., Курганевич Л. Досвід і проблеми ландшафтного картографування гірничопромислових і постмайнінгових територій…… 12

Карабінюк М. Сучасні геолого-геоморфологічні процеси в природних територіальних комплексах субальпійського й альпійського високогір'я Чорногори (Українські Карпати)…… 16

Колтун О. Вивчення екзогенних геоморфологічних процесів у містах: можливості використання нетипових майданчиків для спостережень…….. 22

Петлін В. Природні закономірності як основа прикладних ландшафтних залежностей…… 24

Присакар В., Ходан Г., Дячук А. Розвиток ландшафтно-геохімічного напрямку на географічному факультеті Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича…….. 26

Савка Г. Застосування топографічного індексу вологості у ландшафтних дослідженнях Українського Розточчя…….. 28

Смалійчук А., Круглов І. Адаптація до зміни клімату як перспективний напрям ландшафтознавчих досліджень…… 31

Сорокіна Л. Узгодження структури легенд середньомасштабних ландшафтних карт Українських Карпат та України…… 33

Сплодитель А. Геоекологічна оцінка воєнно-техногенного впливу на ґрунтовий покрив Донецької та Луганської областей…… 38

Тиханович Є., Біланюк В., Матвіїв В. Методика картографування лавинної активності геокомплексів…… 42

Холявчук Д. Інтерпретація кліматичної мінливості гірських ландшафтів із застосуванням грід-даних…… 48

Черваньов І., Овчаренко А., Залюбовська О. Створення «образів ландшафту» засобами ДЗЗ на прикладі території НПП «Слобожанський».. 50

Науковий і організаційний комітети семінару

Науковий комітет

Голова: ***Роман Гладишевський***, д. хім. н., проф., академік НАН України, проректор з наукової роботи Львівського національного університету імені Івана Франка.

Секретар: ***Іван Круглов***, д. геогр. н., доцент, завідувач кафедри геоекології і фізичної географії Львівського університету.

Члени:

Сергій Бортник, д. геогр. н., проф., завідувач кафедри землезнавства та геоморфології Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Григорій Денисик, д. геогр. н., проф., завідувач кафедри географії Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського.

Валерій Петлін, д. геогр. н., проф., професор кафедри фізичної географії Волинського національного університету імені Лесі Українки.

Богдан Рідуш, д. геогр. н., проф., завідувач кафедри фізичної географії, геоморфології та палеогеографії Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Любомир Царик, д. геогр. н., проф., завідувач кафедри геоекології та методики навчання екологічних дисциплін Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.

Організаційний комітет

Голова: ***Володимир Біланюк***, к. геогр. н., доцент, декан географічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка.

Секретар: ***Олеся Буряник***, к. геогр. н., доцентка кафедри геоекології і фізичної географії Львівського національного університету імені Івана Франка.

Членами організаційного комітету є ***усі працівники*** кафедри геоекології і фізичної географії Львівського національного університету імені Івана Франка.

Прикладне ландшафтознавство : історія, сучасність, перспективи:
Матеріали Всеукраїнського наукового семінару пам'яті професора Анатолія Мельника
(Львів – Ворохта, 6-9 жовтня 2022 року). – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. – 55 с.

Внесок професора Анатолія Мельника у розвиток Львівської школи гірського ландшафтознавства

Олеся Буряник[1], Людмила Костів[1], Микола Карабінюк[2], Зоряна Гостюк[3]
[1] Львівський національний університет імені Івана Франка; [2] Ужгородський національний університет; [3] Національний природний парк «Гуцульщина».

В останні десятиліття Львівська школа гірського ландшафтознавства стала однією з найпопулярніших в колі української географії, збагачення та процвітання якої лежало на плечах кожного дослідника, що працював в царині ландшафтознавства. Безперервний її розвиток є результатом наполегливої праці та самовідданості науковців цієї школи протягом всього їхнього життя, які довічно залишаються у пошані своїх наступників. Навіки в історію географії ввійшли К. І. Геренчук, Г.П. Міллер, О. М. Федірко, Б. П. Муха, А. В. Мельник та ін., які наполегливо працювали над розвитком і становленням ландшафтознавчої науки. Але наша увага буде зосереджена саме на внеску професора А. В. Мельника у становлення Львівської школи гірського ландшафтознавства.

Рис. 1. Професор А. В. Мельник в Доломітових Альпах, 2015 р. (Фото М. М. Лаврук)

Звістка про передчасну смерть професора географічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка, одного з найвідоміших і найбільш шанованих представників Львівської школи гірського ландшафтознавства Анатолія Васильовича Мельника, який відійшов у вічність 15 квітня 2020 року, схвилювала всю географічну спільноту. Тоді, відійшов у вічність доктор географічних наук, професор, багаторічний завідувач кафедри фізичної географії, видатний ландшафтознавець та істинний польовик, обдарований педагог, доброзичлива й

щира Людина. У цей момент географічна спільнота втратила енергійного та завжди молодого в душі науковця, який із великою пошаною згадував своїх "вчителів" та намагався поділитися своїм власним науковим досвідом із колегами та "учнями". Це Людина, яка залишила по собі численні наукові здобутки і все своє життя присвятила науці. Він був знаним дослідником Українських Карпат та їх екологічних проблем, а також питань раціонального природокористування, охорони природи та сталого розвитку регіону. Його праці мають велике теоретичне і практичне значення та визнані й високо оцінені не тільки на теренах України, але й за її межами.

Неможливо переоцінити особистий науковий внесок Анатолія Васильовича Мельника у розвиток Львівської школи гірського ландшафтознавства, ландшафтознавчої науки й української географії загалом. Він є автором близько 170 наукових статей, 14 монографій (ще дві монографії готувались до виходу, але так і не били опубліковані), двох навчальних посібників і низки методичних вказівок до виконання практичних робіт з ландшафтознавства та проходження практик тощо. Він цілісно розробив теоретико-методичні основи ландшафтного моніторингу для Українських Карпат (Мельник, Міллер, 1993. Ландшафтний моніторинг; Мельник, 1999. Українські Карпати: еколого-ландшафтознавче дослідження: монографія; 2002. Основи регіонального еколого-ландшафтознавчого аналізу). Удосконалював понятійно-термінологічний апарат й теоретичні основи ландшафтознавства та геоекології, розробив критерії класифікації гірських ландшафтів та виокремлення природних територіальних комплексів у гірських системах, а також досліджував особливості вертикальної диференціації ландшафтів на прикладі Українських Карпат та ін. (Melnyk, 2008. Klaszfikacja geokompleksow Karpat Ukrainskich [Classification of geocomplexes of the Carpathians of Ukraine], Ecological analysis of landscape, 2014. Польове ландшафтне картографування: система термінів і понять, 2015. До питання класифікації ландшафтів Українських Карпат і Кримських гір; Мельник, Карабінюк, 2018. Чинники формування та критерії виділення високогірного ландшафтного ярусу в Чорногорі (Українські Карпати)). Також започаткував і застосував на практиці регіональні еколого-ландшафтознавчі дослідження гірських і передгірських територій, які включають детальне вивчення ландшафтної структури, особливостей демографічного та площинного навантаження, поширення екологічно несприятливих фізико-географічних процесів та розробку заходів щодо попередження їх виникнення та розвитку (Мельник, 2000. Еколого-ландшафтознавчий аналіз Українських Карпат; Костів, Мельник, 2012. Кліматичні умови лісистого середньогір'я верхів'я р. Прут у межах Чорногори та їхня рекреаційна оцінка; Буряник, Мельник, 2015. Ландшафтне районування Сколівських Бескид, Ландшафтна структура Сколівських Бескид; Мельник, Шушняк, 2016. Ландшафти басейну річки Молода (Українські Карпати); Гостюк, Мельник, 2017. Ландшафтна структура Покутських Карпат, Покутські Карпати у системі ландшафтів Українських Карпат, 2018. Особливості ландшафтної диференціації лісопатологічних процесів в Шешорському природоохоронному науково-дослідному відділенні національного природного парку "Шуцульщина"; Мельник, Карабінюк, 2018. Чинники формування та критерії виділення високогірного ландшафтного ярусу в Чорногорі (Українські Карпати)).

Серед основних прикладних напрямів роботи Анатолія Васильовича також слід відмітити вивчення сучасного стану та розроблення шляхів оптимізації

природоохоронної діяльності в Українських Карпатах, а також дослідження ландшафтних особливостей, екологічної безпеки та цінних природних комплексів у природоохоронних об'єктах гірської системи, таких як: Карпатському національному природному парку, Карпатському біосферному заповіднику, національних природних парках "Сколівські Бескиди", "Гуцульщина", "Горгани" та ін. Особливу увагу А. В. Мельник приділяв вивченню сучасного стану та перспектив рекреації й туризму в Українських Карпатах з огляду їхнього впливу на функціонування та розвиток ПТК, а також загальній стабілізації рекреаційно-туристичної діяльності в регіоні (Буряник, Мельник, 2016. Ландшафтна різноманітність туристичних маршрутів Сколівських Бескид; Melnyk, Gostiuk, 2019. Landscape Background for Tourism and Recreation Development in the Pokutsk Carpathians (Ukrainian Carpathians).

В останні роки свого життя Анатолій Васильович особливу увагу приділяв своїм учням, аспірантам кафедри фізичної географії. Окрім загального підвищення їхнього наукового рівня, протягом багатьох років співпраці він також ділився досвідом організації та проведення польових досліджень, у яких безпосередньо брав участь, намагався прищепити любов до гір і навчити розуміти їх та відчувати. Разом зі своїми аспірантами, які є авторами цієї публікації, останнє десятиліття він присвятив ландшафтному вивченню Сколівських Бескид, Покутських Карпат та інших куточків Українських Карпат, але особливо цікавився Чорногорою. Загалом під керівництвом А. В. Мельника було захищено три кандидатські дисертації: Є. А. Іванов «Еколого-ландшафтознавчий аналіз гірничопромислових територій (на прикладі Львівської області)», 2001 р., Л. Я. Костів «Структура, динаміка та оптимізація ландшафтів Центрального Поділля», 2010 р., О. О. Буряник «Еколого-ландшафтознавчий аналіз Сколівських Бескид», 2019р.. Ще дві дисертації захищені вже після смерті Анатолія Васильовича, зокрема М. М. Карабінюк – «Природні територіальні комплекси субальпійського і альпійського високогір'я Чорногірського масиву Українських Карпат», 2020 р. та З. В. Гостюк – «Ландшафтні комплекси Покутських Карпат: структура, процеси, охорона», 2021 р., над завершенням якої працювала здобувачка вже з доц. В. П. Брусаком. Професор Мельник опублікував результати численних досліджень у престижних фахових українських та закордонних виданнях.

Загальний науковий доробок Анатолія Васильовича Мельника у вивченні ландшафтів Українських Карпат і вклад у розвиток українського ландшафтознавства, а також кафедри фізичної географії та Чорногірського географічного стаціонару по праву можна назвати неоціненним. Завдяки своїй працьовитості, наполегливості, терпінню й високій професійності він зміцнив та підняв на новий рівень Львівську школу гірського ландшафтознавства та підготував висококваліфікованих дослідників гірських ландшафтів, що знаменує продовження його справи та життєвої філософії "географії через поле".

ПАМ'ЯТАЄМО…

Перспективні напрями розвитку прикладного антропогенного ландшафтознавства

Денисик Г.І., Війна І.М., Чиж О.П.
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Особливості і чинники розвитку антропогенного ландшафтознавства на початку XXI ст. розглянуті у монографічних виданнях та окремих статтях. Тут лише зазначено, що антропогенне ландшафтознавство в Україні завершило перший етап свого розвитку, результатом якого є не лише відповідні теоретичні напрацювання (Воловик, 2021. Етнокультурні ландшафти; Денисик, 2014. Антропогенне ландшафтознавство; Денисик (ред), 2005-18. Серія «Антропогенні ландшафти Поділля») і детальне пізнання окремих класів антропогенних ландшафтів, але й формування нових перспективних напрямів їх досліджень (Денисик, 2013. Антропогенне…).

Кожна наука або науковий напрям, якщо вони розвиваються, досягають такого рівня, який не лише дає можливість подальшого успішного і стабільного функціонування, але й зароджують та виокремлюють зі свого складу нові напрями розвитку. Відповідні природні і суспільні чинники, що характеризують той чи інший проміжок часу, стимулюють розвиток або призводять до занепаду нових наук та наукових напрямів. Це закономірно, бо наука і практика завжди були тісно взаємопов'язані.

У другій половині XX ст. (60-ті – початок 90-х років), класичне ландшафтознавство досягло розвитку, який призвів до виокремлення з його складу нових напрямів. Серед них найбільш активно розвивались геохімія і геофізика ландшафтів, меліоративне ландшафтознавство, ландшафтна екологія та антропогенне ландшафтознавство. Це підтверджено численними фундаментальними науковими працями, аналіз яких потребує окремої публікації. Однак, уже наприкінці XX – та початку XXI ст., з різних об'єктивних та суб'єктивних причин, нові напрями розвитку класичного ландшафтознавства почали занепадати. Із зазначених вище продовжує розвиватися лише антропогенне ландшафтознавство та ландшафтна екологія. Причини різні: немає запитів практики на результати дослідження (хоча й безперечно необхідних) зароджених у другій половині XX ст. наукових ландшафтознавчих напрямів; відсутність фінансування проведення відповідних досліджень, що зумовлено їх значною вартістю; відсутність сформованих і активно діючих наукових шкіл нових ландшафтознавчих напрямів (крім школи антропогенного ландшафтознавства).

Проведені упродовж другої половини XX та початку XXI ст. дослідження антропогенізованої природи сприяли становленню ***антропогенного ландшафтознавства як самостійної науки.*** Про це свідчать виокремлені із його структури ***нові перспективні напрями розвитку.*** Ці напрями можна об'єднати в окремі ***групи,*** розвиток яких зумовлений видами господарської діяльності людей, ґенезою антропогенних ландшафтів, особливостями їх формування, що й зумовлюють і їх відповідне прикладне значення.

Нові напрями розвитку антропогенного ландшафтознавства зумовлені видами господарської діяльності людей. Основою Їх розвитку є антропогенні ландшафти відповідних класів. Як найбільш сформовані зазначимо такі:

- *селитебне ландшафтознавство.* Формується у процесі пізнання міських, містечкових і сільських ландшафтів. Цікаві дослідження селитебних ландшафтів

Поділля, що сприяють виокремленню селитебного ландшафтознавства, провели Ю.В. Яцентюк, О.І. Бабчинська, А.Г. Кізюн, І.О. Буряк-Габрись. Суттєвою складовою селитебного ландшафтознавства є *урболандшафтознавство,* що вивчає, переважно, сучасні міські ландшафти. Доцільнішим є використання терміну «міське ландшафтознавство», щ включає в себе весь спектр пізнання процесу зародження, розвитку та сучасного функціонування ландшафту міст;

- *промислове ландшафтознавство.* Його розвиток зумовлений пізнанням ландшафтів, що формуються у процесі промислової діяльності людей. Промислове ландшафтознавство активно розвивається у наукових закладах, розташованих у промислових регіонах, зокрема з видобутку і переробки корисних копалин. Яскравим прикладом є Криворізький басейн залізних руд, промисловим ландшафтам якого присвячені наукові праці В.Л. Казакова, С.В. Яркова, Г.М. Задорожньої, Т.С. Коптєвої та ін.. Промислові ландшафти регіону видобутку і переробки уранових руд в Україні розглянуто у працях І.П. Козинської.

Рекреаційне ландшафтознавство. Зараз розвивається найактивніше тому, що значно зросли запити практики. Майже в усіх закладах вищої освіти є або ліцензують спеціальності з туристичних напрямів. Це зумовлено зменшенням потоків туристів на Чорноморське побережжя та зростанням – у внутрішні райони України, особливо придатні для рекреації частини басейнів річок – Середнє Придністер'я, Середнє Побужжя, водосховища Дніпра, а також озера Полісся та Карпати. Це призводить до повсемісного збільшення площ рекреаційних ландшафтів, їх значення у структурі сучасного ландшафту України, що сприяє розвитку рекреаційного ландшафтознавства зараз і сприятиме у майбутньому. Особливу увагу, у процесі формування рекреаційного ландшафтознавства необхідно звернути на нетиповий, а у його структурі екстремальний туризм, зокрема, у рівнинній частині України (Кізюн, 2017. Суспільні…).

Крім зазначених напрямів розвитку прикладного ландшафтознавства, хоча й меншими темпами, але поступово розвиваються сільськогосподарське та особливої уваги потребує белігеративне (від лат. beligero – вести війну) ландшафтознавство.

Напрями антропогенного ландшафтознавства зумовлені генезою антропогенних ландшафтів:

- *техногенне ландшафтознавство.* Техногенні ландшафти – особлива генетична група антропогенних ландшафтів, у яких за допомогою техніки перебудовані всі компоненти ландшафту, включно й літогенна основа. Ландшафтні комплекси техногенного походження наявні у кожному класі антропогенних ландшафтів. В Україні їх активно вивчають з 80-х років XX ст. (Денисик (ред), 2005-18. Серія «Антропогенні ландшафти Поділля»). Найбільш репрезентативним регіоном їх пізнання є Криворізький залізорудний басейн, що підтверджено оригінальними дослідженнями В.Л. Казакова, Л.М. Булави, Ю.І. Тютюнника, С.В. Яркова, І.М. Малахова, а на Західній Україні – Є.А. Іванова. У 2011 р. на науково-практичній конференції у Кривому Розі, присвяченій пізнанню промислових ландшафтів Кривбасу, Ю.І. Тютюнник висловив думку, про можливість формування і розвитку на базі досліджень науковців-географів і ландшафтознавців Криворіжжя техногенного ландшафтознавства. Подальші дослідження ландшафтів техногенного походження (селитебних, промислових, водних антропогенних, белігеративних) вінницькими, криворізькими, львівськими і, частково, уманськими ландшафтознавцями показали, що техногенне ландшафтознавство розвивається

успішно.

Серед інших напрямів розвитку прикладного антропогенного ландшафтознавства зумовлених ґенезою поступово виокремлюється *пірогенне ландшафтознавство.* Археологічні та історичні матеріали свідчать, що пірогенний чинник мав суттєве значення у формуванні антропогенних ландшафтів не лише у стародавні часи, але й значно пізніше, особливо у ході воєнних дій. Цей чинник не втратив свого значення й зараз. Весною і осінню повсюдно можна спостерігати так звані «пали». Їх значення у функціонуванні лісостепового і степового ландшафту України не викликає сумнівів, що й зумовлює необхідність у детальнішому пізнанні. У Харківському національному університеті імені Каразіна з цієї проблеми підготовлена докторська дисертація. Загальновідоме значення у функціонуванні сучасного ландшафту України масштабних лісових пожеж, згорілих торфовищ і полезахисних смуг тощо.

Формування антропогенних ландшафтів України часто зумовлено не лише видом господарської діяльності людей та їх ґенезою, але й різноманітними етнокультурними чинниками. Як результат – зароджуються і функціонують етнокультурні ландшафти – основа подальшого розвитку *етнокультурного ландшафтознавства.* Суттєвий внесок у розвиток етнокультурного ландшафтознавства зробили С.П. Романчук, М.Д. Гродзинський, В.М. Воловик, Ю.Г. Тютюнник. Дослідженнями цих науковців показано, що етнокультурне ландшафтознавство – міждисциплінарний напрям, який формується на перетині антропогенного та історичного ландшафтознавства, етнографії, урбаністики, регіоналістики та етноекології.

У 2009 році на захисті кандидатської дисертації у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича «Мікроосередкові процеси в антропогенних ландшафтах Подільського Побужжя» Шмагельською М.О. відомий еколог і ландшафтознавець В.М. Гуцуляк зазначив, що *дослідження мікроосередкових процесів* у структурі сучасних , переважно антропогенних ландшафтів, *можуть стати основою розвитку нового напряму антропогенного ландшафтознавства.* Поступово цей прогноз підтверджується. У жовтні 2018 року вперше проведено Міжнародну науково-практичну конференцію «Мікроосередкові процеси в антропогенних ландшафтах», а у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка захищена дисертація на тему: «Рекреаційні мікроосередки і геоекотони Середнього Побужжя» (Дмитрук, Денисик, 2019).

За період 70-х років XX ст. і по теперішній час, активний розвиток нового, оригінального напряму класичного ландшафтознавства – антропогенного ландшафтознавста призвів до формування на його основі однойменної науки. Однією з визначальних ознак розвитку антропогенного ландшафтознавства, як самостійної науки, є активне виокремлення із його структури нових перспективних напрямів – селитебного, промислового, техногенного, етнокультурного, та інших ландшафтознавств. Це доказ не лише розвитку науки, але й цікавої перспективи її функціонування у майбутньому. Подальший розвиток зазначених і нових напрямів прикладного антропогенного ландшафтознавства призведе до ускладнення його структури, формування нових наукових шкіл та появи нових ідей і фундаментальних монографічних досліджень.

Прикладне ландшафтознавство : історія, сучасність, перспективи:
Матеріали Всеукраїнського наукового семінару пам'яті професора Анатолія Мельника
(Львів – Ворохта, 6-9 жовтня 2022 року). – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. – 55 с.

Досвід і проблеми ландшафтного картографування гірничопромислових і постмайнінгових територій

Євген Іванов, Людмила Курганевич
Львівський національний університет імені Івана Франка

Актуальні питання методики ландшафтного картографування різнофункціональних природно-господарських геосистем частенько обговорювалися із моїм науковим керівником, професором Анатолієм Мельником. При цьому відбувалися продуктивні дискусії щодо підходів складання ландшафтних карт та узгодження проблемних моментів картування. Від цих розмов, які сформували мій погляд она ландшафтне картографування пройшло понад 20 років. За цей час окреслився спектр головних наукових інтересів, що полягає у геоекологічному (ландшафтно-екологічному) вивченні гірничопромислових і постмайнінгових територій у Західному регіоні України. Пропоную коротко розглянути проблеми картографування ландшафтних систем цих територій.

Особлива роль у геоекологічному вивченні гірничопромислових і постмайнінгових територій належить власне картографічному методу. При цьому картографування виступає і як засіб дослідження й одержання нової інформації, і як спосіб кінцевого представлення результатів роботи. Аналіз геоекологічних проблем у районах розроблення корисних копалин ґрунтується на знанні особливостей їх ландшафтної структури. Картографічною основою для проведення геоекологічного дослідження служить ландшафтна карта, складання якої є першим й основним етапом для подальшого геоекологічного картографування і моделювання. Методичні підходи і досвід крупномасштабного ландшафтного картографування природно-господарських систем подано у низці статей (Іванов, 2001. Методика…; Іванов, 2014. Методика…; Іванов та ін., 2006. Теоретико-методологічні…), а тому коротко зупинимося на специфіці та актуальних проблемах знімання гірничопромислових і постмайнінгових територій.

Виготовлення ландшафтної карти є складним науковим процесом, який має певну специфіку для гірничодобувних регіонів, яка розглянута у ряді публікацій (Іванов, 2002. Особливості…; Іванов та ін., 2016. Ландшафтне…; Ковальчук та ін., 2011. Картографування…). В межах гірничопромислових і постмайнінгових територій та об'єктів проводять або раніше були проведені широкомасштабні геологорозвідувальні роботи, під час яких детально і різнобічно вивчено особливості їхньої геологічної, гідрогеологічної і геоморфологічної будови, геофізичні і геохімічні властивості навколишнього природного середовища, оцінено запаси корисних копалин та інших природних ресурсів тощо. Масштабні геологорозвідувальні дослідження служать визначальною передумовою для вдалого геоекологічного картографування гірничопромислових і постмайнінгових територій. Виходячи з цього, важлива роль належить аналізу тематичних (геологічних, гідрогеологічних, геоморфологічних, ґрунтових та інших) карт, матеріалів дистанційного аеро- чи космознімання, які доповнюють польові ландшафтно-екологічні дослідження ключових ділянок (Ковальчук та ін., 2011. Картографування…).

Особливості ландшафтної структури гірничопромислових і постмайнінгових територій зумовлені виникненням і формуванням нових природно-господарських систем антропогенного походження, які утворені на основі кар'єрів, териконів, відвалів, хвостосховищ, відстійників тощо. Враховуючи те, що такі ландшафтні системи водночас залишаються природними територіальними утвореннями, які розвиваються за природними законами, можна говорити про співрозмірність ієрархічних рівнів природних, антропогенно-трансформованих та антропогенних геосистем, що є важливим під час проведення геоекологічного картографування цих територій. Відповідно теоретико-методологічною і методичною основою є загальнонаукове ландшафтне картографування (Іванов та ін., 2006. Теоретико-методологічні…).

Під час складання ландшафтних карт гірничопромислових і постмайнінгових територій ми спирались на набутий чималий і різнобічний досвід геоекологічного картографування у Західному регіоні України (Геоекологічне…, 2010; Рудько та ін., 2019. Гірничопромислові…). Для складання ландшафтних карт використано матеріали власного польового знімання, проведеного в межах ключових ділянок (напр., Іванов, Клюйник, 2014. Ландшафтна…) та результати дешифрування космознімків. У першу чергу, геоекологічний аналіз гірничопромислових і постмайнінгових територій потребує проведення детального ландшафтного знімання в межах антропогенно-трансформованих геосистем та особливо в межах гірничопромислових геосистем. Картографування таких геосистем для вивчення їхньої ландшафтної структури проводять на ключових (модельних) ділянках, які охоплюють різнофункціональні гірничодобувні і гірничозбагачувальні об'єкти – терикони, відвали, кар'єри, хвостосховища, відстійники тощо, а також оточуючі природні та антропогенно-трансформовані геосистеми.

Вихідними матеріалами під час польового знімання гірничопромислових і постмайнінгових геосистем слугували схеми гірничих робіт з нанесеною на них топоосновою масштабу 1 : 1 000, 1 : 2 000, 1 : 5 000 чи 1 : 10 000, космо- та аерознімки високої роздільної здатності. У 1997–2022 рр. проведено детальне вивчення ландшафтної структури для восьми модельних ділянок: у Львівсько-Волинському кам'яновугільному, Передкарпатському сірконосному і соленосному басейнах та Карпатській нафтогазоносній провінції. Ділянками обрано як території нині діючих гірничодобувних і гірничозбагачувальних підприємств, так і постмайнінгові площі (рис. 1). На основі удосконаленої методики геоекологічного картографування (Іванов, 2002. Особливості…; Іванов та ін., 2006. Теоретико-методологічні…; Іванов, 2001. Методика…) та за результатами ландшафтно-екологічних досліджень у межах ключових ділянок складено серію великомасштабних (1 : 1 000 – 1 : 10 000) ландшафтних карт відвалів, кар'єрів, хвостосховищ та інших гірничих об'єктів, на яких головними одиницями знімання виступають морфологічні одиниці ландшафту: фації, урочища, смуги і місцевості. Легенду до ландшафтної карти варто подавати у вигляді матриці, яка у горизонтальній площині узгоджує існуючі форми рельєфу та спектр небезпечних природно-антропогенних процесів, а у вертикальній – утворення ґрунтового і рослинного покривів (Іванов, 2014. Методика…).

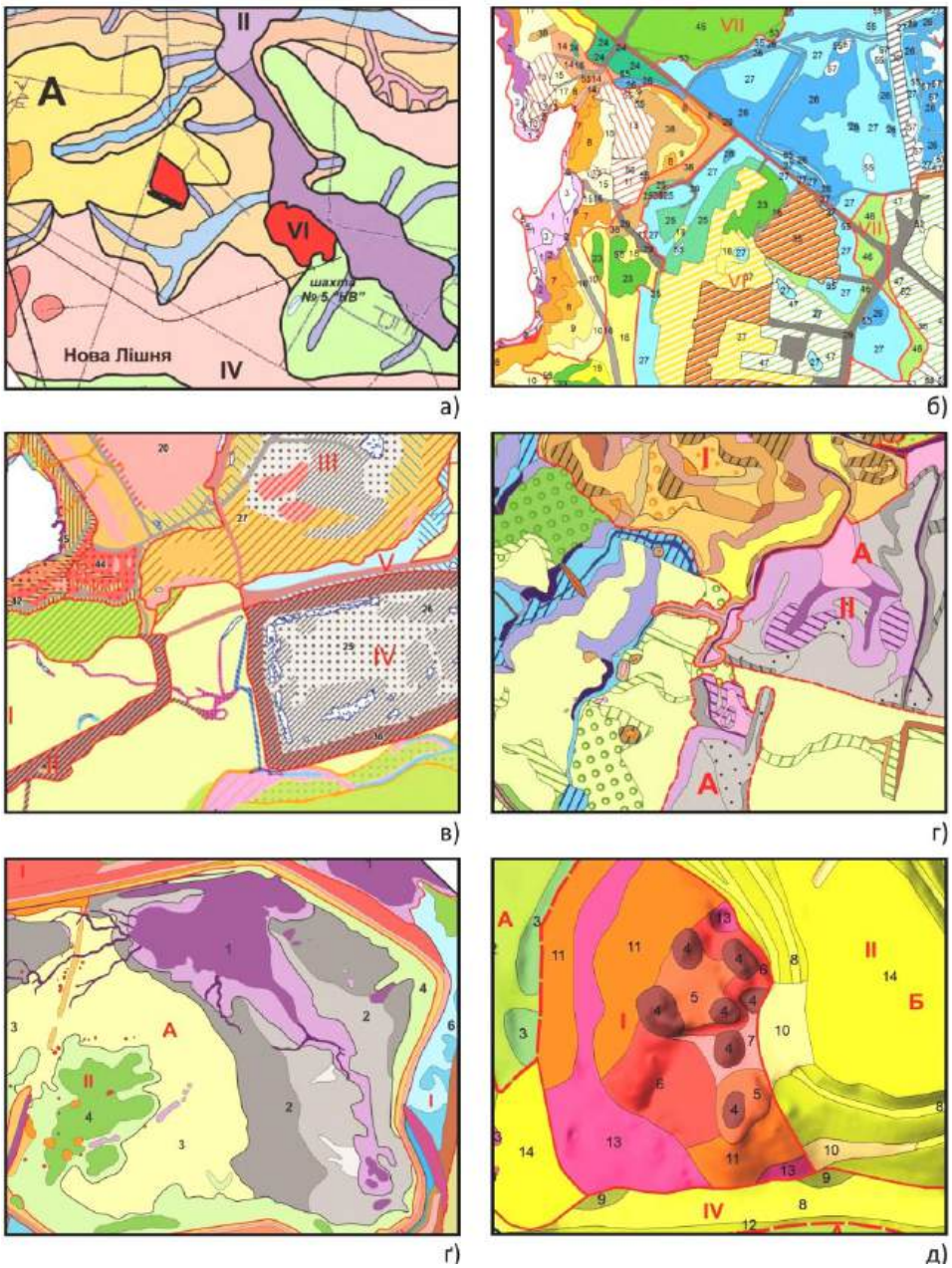


Рис. 1. Фрагменти ландшафтних карт для гірничопромислових і постмайнінгових територій: а) Нововолинського гірничопромислового району (масштаб 1 : 10 000); б) ключової ділянки "Яворівська водойма" (масштаб 1 : 5 000); ключової ділянки "Подорожненська водойма"(масштаб 1 : 5 000); г) ключова ділянка "Бориславський озокерит" (масштаб 1 : 2 000); ґ) ключова ділянка "Стебницьке хвостосховище" (масштаб 1 : 2 000); д) ключова ділянка "Шахта "Візейська" (масштаб 1 : 2 000)

Об'єктами ландшафтного картографування гірничопромислових і постмайнінгових територій є як антропогенно-трансформовані та антропогенні геосистеми, так і суміжні природні (природно-господарські) геосистеми; а предметом – їхній генезис, динаміка, розвиток, функціонування та сучасна просторово-часова ландшафтна організація цих територій. Варто наголосити на необхідності великомасштабного картографування геосистем локального рівня – фаціях, урочищах, стріях, місцевостях та їхніх антропогенних модифікаціях (Ковальчук та ін., 2011. Картографування…). Важливим моментом польового знімання гірничопромислових геосистем є визначення їхніх меж. Здебільшого межі цих геосистем, унаслідок молодості і високої динамічності, є лінійними, що полегшує процес їх картування. Ландшафтне знімання у районах розроблення корисних копалин ґрунтується на візуальних ознаках. До них можна віднести особливості літології геологічних відкладів, мезоформ рельєфу, ґрунтових субстратів і рослинних угруповань (Козинська, 2009. Методи…).

Вигляд кінцевої ландшафтної карти залежатиме від обраного масштабу. На картах масштабу 1 : 10 000 і дрібніше відображені індивідуальні ландшафти і місцевості, а більшість територій зайнято природними геосистемами із окремими "плямами" місцевостей гірничопромислового генезису (див. рис. 1а). У масштабі 1 : 5 000 на карті нанесені ландшафтні урочища, а співвідношення природних, антропогенно-трансформованих та антропогенних геосистем майже урівноважене, що сприятиме аналізу екологічного стану гірничопромислових об'єктів на тлі оточуючих природно-господарських систем іншого генезису (див. рис. 1б,в). Крупніші масштаби (головно 1 : 2 000) дають змогу виокремити підурочища та головно використовуються для аналізу внутрішньо ландшафтної структури окремих гірничопромислових об'єктів.

Питання методики створення оригінальних ландшафтних карт гірничопромислових і постмайнінгових територій перебуває лише на етапі становлення. На жаль, на сьогодні не достатньо досвіду картування таких територій. Звернемо увагу лише на декілька робіт, наприклад (Fagiewicz, Łowicki, 2019; Kumi et al., 2021). Однак підходи до складання ландшафтних карт у цих прикладах відрізняються і відображають головно структуру природокористування у районах розроблення корисних копалин. Щодо вирішення проблем картографування ландшафтних систем у районах розроблення корисних копалин, то слід продовжувати шукати нові методичні напрацювання та отримувати досвід складання нових картографічних творів. Найближчим часом буде завершено роботу над ландшафтною картою Червоноградського гірничопромислового району масштабу 1 : 5 000, в якій застосовано удосконалену методику ландшафтного картографування гірничопромислових і постмайнінгових територій.

Сучасні геолого-геоморфологічні процеси в природних територіальних комплексах субальпійського й альпійського високогір'я Чорногори (Українські Карпати)

Микола Карабінюк
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Вступ

Важливим завдання ландшафтознавчого аналізу Українських Карпат та гірських територій загалом є вивчення особливостей розвитку та функціонування природних територіальних комплексів (ПТК). Одним із основних зовнішніх проявів їхнього функціонування є сучасні фізико-географічні процеси та явища, на розвиток яких впливають не тільки природні (ландшафтні) властивості території, але й ступінь антропогенного впливу (Мельник, 1999. Українські Карпати…). Різноманіття сучасних фізико-географічних процесів визначає первинний екологічний стан території, впливає на специфіку і можливості її використання тощо.

У системі ландшафтів Українських Карпат центральне і гіпсометрично найвище положення займає ландшафт Чорногора. Особливою його рисою є значне поширення цінних ПТК денудаційного, льодовиково-екзараційного та нівально-ерозійного походження, які в сукупності на висотах понад 1450-1500 м н.р.м. формують високогірний ландшафтний ярус загальною площею 80,5 км^2 (Карабінюк, 2020. Природні…). Природні територіальні комплекси високогір'я Чорногори та інших гірських ландшафтів Українських Карпат характеризуються високою літоморфністю, динамічністю та своєрідним набором сучасних фізико-географічних процесів. Серед них особливе місце займають геолого-геоморфологічні процеси – обвали, осипи, зсуви та ін. Інтенсивний їх розвиток у високогір'ї Чорногори негативно впливає на екологічну ситуацію, господарську діяльність та є потенційно небезпечними для життя людей.

Методика

Дослідження сучасних геолого-геоморфологічних процесів у високогір'ї Чорногори проводилося за допомогою комплексу польових та геоінформаційних методів, що використовувалися на різних етапах виконання дослідних завдань. З організаційної точки зору, наше дослідження було реалізовано у три етапи, які методологічно суттєво різнилися між собою:

• *Перший* – аналіз літературних та картографічних джерел інформації, моделювання території дослідження (геологічної будови, рельєфу тощо), визначення потенційних місць розвитку процесів на основі ГІС-аналізу тощо;

• *Другий* – польові експедиційні дослідження, картографування та опис осередків розвитку геолого-геоморфологічних процесів;

• *Третій* – геоінформаційний аналіз особливостей поширення та ландшафтної диференціації геолого-геоморфологічних процесів, визначення взаємозв'язку розміщення осередків розвитку процесів із геологічною будовою території, обчислення інтенсивності їх прояву в ландшафтних комплексах різного ієрархічного рівня.

Для вивчення геолого-геоморфологічних процесів у високогір'ї Чорногори був проведений комплексний геоінформаційний аналіз території та сформована база даних про властивості природних компонентів та ландшафтних комплексів, ландшафтну структуру високогір'я та інше. За допомогою спеціалізованого програмного середовища ArcGIS проведений морфометричний аналіз рельєфу території на основі цифрової топографічної основи масштабу 1 : 25 000 із січенням горизонталей 5 м, що дозволило побудувати високоякісну DEM та TIN-модель рельєфу. Для їх розробки також були векторизовані й інші елементи топографічної основи – точки вершин та їх висоти, точки водойми та їх висоти, тальвегові лінії потоків тощо.

Польові обстеження території були реалізовані в експедиційній формі, які тривали впродовж літніх періодів з 2014 по 2020 роки. Впродовж цього періоду у високогір'ї Чорногори було ідентифіковано 789 осередків розвитку обвалів, осипів, зсувів та інших сучасних негативних геолого-геоморфологічних процесів (Karabiniuk et al., 2022. Geological...). Підчас польового обстеження території проводили безпосереднє картографування осередків розвитку процесів та їхніх меж, фіксували основні параметри тощо. У процесі дослідження використовувались GPS-приймачі Garmin eTrex10, далекоміри Sndway SW-S100 та ін. Основні результати обстеження були занесені у спеціальні бланки фіксації даних, а також зафіксовані на польовій ландшафтній карті, низці фотографій тощо.

Аналіз ландшафтної диференціації геолого-геоморфологічних процесів у високогір'ї Чорногори головно проводився головно у розрізі висотних місцевостей за раніше апробованою нами методикою (Карабінюк, 2019. Ландшафтна…). Ця методика також передбачає визначення показника інтенсивності прояву процесів ($I_{пп}$), обчислення якого відбувається за допомогою відношення сумарної кількості осередків негативних фізико-географічних процесів до площі ПТК, у межах яких вони проявляються (осередків/км^2). Також на основі кількісного співвідношення зафіксованих осередків розвитку геолого-геоморфологічних процесів у високогір'ї ландшафту, на завершальному етапі нашого дослідження, обрахований відсотковий розподіл кожного виду цих процесів у висотних місцевостях та ландшафтних стріях, який виражає залежність їх прояву від ландшафтної структури досліджуваної території. Аналіз ландшафтної диференціації та інтенсивності прояву геолого-геоморфологічних процесів у високогірних ПТК Чорногори цілісно проводився на основі методів GIS-аналізу.

Результати

Значне поширення та диференціація геолого-геоморфологічних процесів (обвали, осипи, зсуви та лінійна ерозія) у високогірному ландшафтному ярусі Чорногори обумовлені властивостями ландшафтних комплексів та особливостями історії розвитку літогенної основи ландшафту. Високе ландшафтне різноманіття та різкі відмінності у генезисі та морфометричних параметрах високогірних ПТК сприяють просторовій диференціації процесів.

Обвальні процеси у високогір'ї Чорногори приурочені до природних територіальних комплексів льодовиково-екзараційного походження, які характеризуються найбільшими показниками крутизни поверхні. Численні обвали формуються у всіх урочищах карів, стінок трогових долин та деяких амфітеатрах древніх фірнових

полів (рис. 1). Найбільш масштабні обвальні процеси у високогір'ї Чорногори спостерігаються у складних урочищах карів та трогових долин висотної місцевості різко ввігнутого давньольодовиково-екзараційного субальпійського високогір'я у межах сектора підвітряного північно-східного макросхилу.

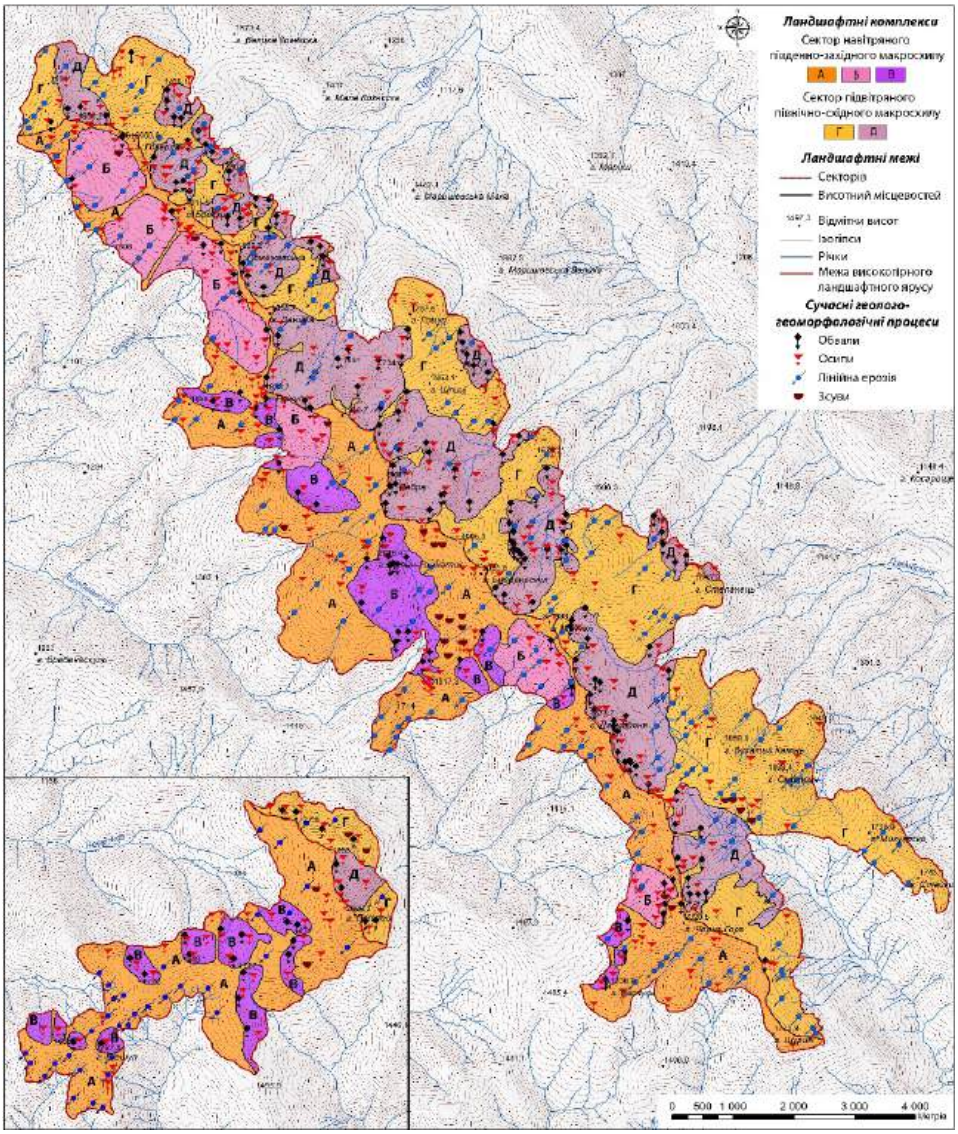


Рис. 1. Негативні геолого-геоморфологічні процеси у природних територіальних комплексах субальпійського й альпійського високогір'я Чорногори (А – ділянка високогір'я «Говерла-Шурин»; Б – ділянка високогір'я «Шешул-Петрос»)

У високогірному ярусі Чорногори обвали характерні для урочищ крутих і дуже крутих схилів врізання амфітеатрів древніх фірнових полів висотної місцевості нівально-ерозійного субальпійського високогір'я (Карабінюк, 2020. Природні…). Вони розміщені у верхів'ї басейну р. Говерла і співпадають з напрямом падіння пластів корінних порід потужних чорногірських пісковиків, які оголюються у верхній частині амфітеатрів і під впливом морозного вивітрювання розтріскуються та обвалюються. Подібні обвали добре простежуються на південно-західних схилах вершин Говерла, Брескул та ін.

Серед геолого-геоморфологічних негативних фізико-географічних процесів у високогірному ярусі Чорногори також значно поширені осипи, які тісно пов'язані з обвалами. Зокрема, під кожною обвальною стінкою урочищ карів гіпсометрично нижче розміщені осипи. Вони також притаманні для більшості нівальних ніш, що зосереджені на стінках карів. Їхні осипні стінки активно розвиваються за рахунок деградації гіпсометрично вищих обвальних (Karabiniuk et al., 2022. Geological…).

Осипи також характерні для верхніх частин урочищ амфітеатрів древніх фірнових полів, формуючи великі нагромадження уламкового крупнонобрилового матеріалу на контакті крутих осипних схилів та вирівняних перезволожених ступенів амфітеатрів. Такі осипи територіально обмежені амфітеатрами древніх фірнових полів, а їхні акумулятивні вали вирізняються особливо великими розмірами. Активні осипні процеси також характерні для урочищ сформованих на пісковиково-аргілітовому і аргілітовому фліші, зокрема – на пригребеневих схилах південної експозиції г. Смотрич. Осипи також проявляються в урочищах випуклих схилів куполоподібних вершин та пригребеневих схилів різної експозиції у вигляді кам'янистих нагромаджень. Прояви осипних процесів зафіксовані у реліктових водозбірних лійках північно-східної експозиції, які розміщені у верхів'ї річок Бистрець та Дземброні. На найвищих гіпсометричних рівнях високогірного ландшафтного ярусу Чорногори також поширені кам'яні розсипи у вигляді кам'яних рік довжиною понад 50-100 м. Вони приурочені до випуклих ділянок пригребеневих схилів у місцях прояву гравітаційної тектоніки та вершинах Туркул, Брескул, Шпиці, Пожежевська та ін.

Важливе місце серед геолого-геоморфологічних процесів у високогірних ПТК Чорногори займають зсуви. Найбільш масштабні зсувні процеси характерні для урочищ ступінчастих зсувних схилів у верхів'ї пот. Бребенескул, які головно визначили загальний розвиток південно-західного макросхилу ландшафту та безпосередньо пов'язані із його структурно-літологічними особливостями (Klapita, 2008. Structural…). Активізація подібних зсувних процесів в урочищах сектору південно-західного макросхилу зумовлені чітким узгодження більшості пригребеневих схилів із підошвою масивних пластів чорногірської світи із характерними процесами відсідання та формування зсувних блоків.

Інтенсивне нівально-ерозійне підрізання пригребевих схилів у період плейстоценових зледенінь і деградація сніжно-фірнових мас у амфітеатрах древніх фірнових полів у голоцені обумовили активізацію в середньому та пізньому голоцені зсувних процесів у верхніх частинах урочищ амфітеатрів та формування масивних зсувних тіл, які залишаються активними до сьогодні. Подібні зсувні процеси притаманні для більшості урочищ нівально-ерозійного генезису.

Масштабні зсувні процеси також проявляються у верхів'ї басейну р. Лазещина в урочищі тектонічно обумовлених зсувів на схилах північно-східної експозиції. Тут вони супроводжуються обвально-осипними процесами.

Значна крутизна поверхонь ландшафтних комплексів високогір'я Чорногори та часті сильні дощі і зливи зумовлюють активізацію тут процесів лінійної ерозії. Під час зливових дощів на схилах високогір'я формуються численні тимчасові руслові потоки, які поступово зливаються у більші струмки із більшою водністю, зумовлюючи розвиток глибинної ерозії та інтенсивне розчленування поверхні урочищ. Особливо активно цей процес відбувається на ділянках урочищ з слабкою задернованістю або пошкодженою дерниною внаслідок лавинної активності чи антропогенного впливу. Така ерозійна діяльність тимчасових водних потоків сприяє формуванню численних борозен, промивин та інших лінійних ПТК фаціального рівня. Особливо великі борозни та яри, які набули контрастних рис, а в їх межах сформувалась відносно складна внутрішня фаціальна неоднорідність. Прикладом таких ланок є борозни на північних схилах г. Говерла та пригребеневих схилах північно-західної експозиції, які є результатом лінійної ерозії.

У результаті проведених польових досліджень та камерального геоінформаційного аналізу території у високогір'ї Чорногори ідентифіковано 789 осередків (ос.) прояву негативних геолого-геоморфологічних процесів, що становить близько 63 % від загальної кількості осередків розвитку усіх фізико-географічних процесів у ландшафтному ярусі (Карабінюк, 2020. Природні…). Серед них найпоширенішим є осипи, які характеризуються найбільшою інтенсивністю прояву (4,3 ос./км^2) та зафіксовані у 338 осередках. Інтенсивність прояву лінійної ерозії та обвалів тут становить відповідно 2,9 та 2,4 ос./км^2. Серед аналізованих нами геолого-геоморфологічних процесів локалізоване поширення характерне для зсувів. На всій території високогір'я Чорногори зафіксовано 24 зсувні осередки, а інтенсивність їхнього прояву становить 0,3 ос./км^2 (Karabiniuk et al., 2022. Geological...). У результаті дослідження геолого-геоморфологічних процесів у високогір'ї масиву також виявлено тут суттєві відмінності в інтенсивності прояву та характері їх розвитку, що обумовлено їхнім генезисом та літологічними особливостями (рис. 2).

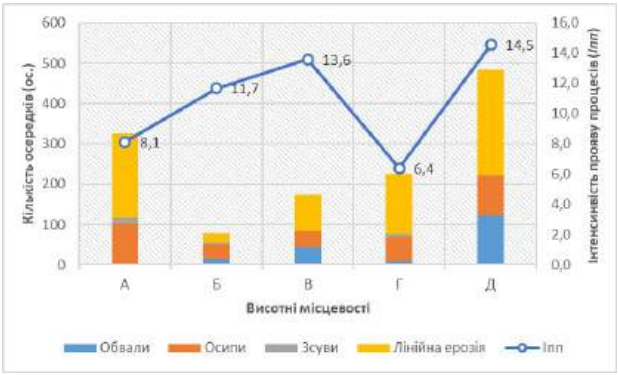


Рис. 2. Ландшафтна диференціація геолого-геоморфологічних процесів у висотних місцевостях субальпійського й альпійського високогір'я Чорногори

Найінтенсивніший розвиток вище названих процесів понад 13-14 ос./км^2 характерний для генетичного типу висотних місцевостей давньольодовиково-екзараційного високогір'я (В, Д), які представлені урочищами глибоковрізаних карів, цирків, трогових долин, нівальних ніш та ін. Окрім значного поширення осипних процесів та ерозії, основною їхньою властивістю є інтенсивний розвиток обвалів в урочищах обвально-осипних та тильних стінках карів, дуже крутих стінках ригелів, нівальних нішах та ін. У межах давньольодовиково-екзараційному типі висотних місцевостей зосереджено понад 85 % з усіх осередків прояву обвальних процесів високогір'я Чорногори. Також його особливістю є фактична відсутність зсувів, що безпосередньо пов'язано із особливостями генезису ПТК, їх приуроченням до твердих пісковикових порід та сучасними морфометричними рисами.

Висновки

Субальпійське й альпійське високогір'я Чорногори характеризується значним розвитком негативних фізико-географічних процесів, найпоширенішими і найнебезпечнішими із яких є геолого-геоморфологічні – обвали, осипи, зсуви та лінійна ерозія. У результаті проведеного дослідження у високогірному ландшафтному ярусі масиву було виявлено 789 осередків прояву цих процесів, основними факторами розвитку та диференціації яких є характер геологічної будови території, її структурно-літологічні особливості та високий рівень ландшафтної організації.

На основі власних польових досліджень та результатів геоінформаційного аналізу укладено карту поширення негативних геолого-геоморфологічних процесів у природних територіальних комплексах субальпійського й альпійського високогір'я Чорногори у масштабі 1:25 000 на рівні висотних місцевостей, яка свідчить про нерівномірне поширення цих процесів у геокомплексах різного походження та властивостей. Визначено, що найбільша інтенсивність прояву геолого-геоморфологічних процесів характерна для ландшафтних комплексів давньольодовиково-екзараційного походження, яка у північно-західному ландшафтному секторі досягає 14,5 ос./км^2. Також високі показники інтенсивності прояву (11,7 ос./км^2) та значна різноманітність геолого-геоморфологічних процесів характерні для висотної місцевості нівально-ерозійного субальпійського високогір'я Чорногори, у межах якої зафіксовано масштабні осередки розвитку обвально-осипних, зсувних та інших процесів. Загалом, у високогір'ї масиву найбільша інтенсивність прояву притаманна для осипів (4,2 ос./км^2), лінійної ерозії (2,9 ос./км^2) та обвалів (42,4 ос./км^2). Це є результатом переважання у геологічній будові досліджуваної території масивних пісковиків та пісковикового флішу крейдового періоду, складного поєднання геокомплексів різного генезису, домінування крутих схилів та ін.

Результати дослідження сучасних геолого-геоморфологічних процесів у високогір'ї Чорногори дають можливість проведення подальшого ландшафтного аналізу території, вивчення динаміки та властивостей високогірних природних територіальних комплексів, а також обґрунтувати конструктивні рекомендації щодо оптимізації системи природокористування із врахуванням закономірностей прояву негативних процесів та явищ. Ідентифіковані нами осередки прояву обвалів, осипів, зсувів та інших процесів також дають змогу розробити нові й удосконалити наявні тут туристичні маршрути та шляхи із забезпечення безпеки туристів та рекреантів.

Прикладне ландшафтознавство : історія, сучасність, перспективи:
Матеріали Всеукраїнського наукового семінару пам'яті професора Анатолія Мельника
(Львів – Ворохта, 6-9 жовтня 2022 року). – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. – 55 с.

Вивчення екзогенних геоморфологічних процесів у містах: можливості використання нетипових майданчиків для спостережень

Оксана Колтун
Львівський національний університет імені Івана Франка

Екзогенні геоморфологічні процеси у містах часто розвиваються на ділянках, які в умовах стабільного недофінансування української науки можна використати у якості полігонів натурних досліджень без додаткових фінансових витрат, та водночас вони не створені спеціально для такої мети, тому називаємо їх нетиповими. Йдеться про нові будівельні майданчики, території реконструкцій, прокладання нових комунікацій тощо. За умов доступності та дотримання правил техніки безпеки, під час обстежень позбавлених рослинного шару і родючого ґрунту природних відкладів, культурного шару, а також насипних та інших техногенних відкладів фіксують прояви інтенсивної площинної та лінійної ерозії, широкий спектр гравітаційних процесів, осідання, просідання, суфозію.

Одне з таких досліджень було проведене у березні 2018 році у мікрорайоні Північний (або ж Озерна) у місті Хмельницькому (Колтун, 2018. Водна...), де після зливових опадів на щойно створених штучних терасах і бортах котлованів утворилися численні промивини завглибшки до 1,5–2 м і завдовжки до 40 м. Розмивалися леси та поховані ґрунти середньо-пізньоплейстоценового віку.

Свіжі факти і для наукових, і для навчальних цілей дає реконструкція в районі вулиць П. Дорошенка. С. Бандери, Професорської у Львові, яка розпочалася 25 серпня 2022 року через аварійний стан підпірної стінки зсувонебезпечних схилів біля Органного залу (Львівська міська рада, 2022. Аварійну...).

Вересень у Львові видався дощовим, і станом на 22.09.2022 р. на всій довжині реконструйованої ділянки розвиваються процеси: лінійна ерозія у піщаних насипних відкладах після зняття бруківки на частині під'їзної доріжки над вулицею П. Дорошенка (рис. 1, вгорі), поєднання зсувних, обвальних, місцями й осипних процесів з тією ж ерозією на уступі вздовж вулиці С. Бандери (рис. 1, внизу). Глибина найбільшої промивини досягає 30 см, ширина — 80 см. Малі ерозійні борозни мають глибину до 3-4 см.

Найбільший зсув-обвал відкладів (№3 на рис. 1) має стінки відриву завдовжки 2,5 м. Гравітаційні процеси розвиваються у техногенних ґрунтах з різним складом та розміром уламків. Головною причиною їхнього розвитку є перезволоження тривалими атмосферними опадами та остаточне порушення стійкості цього схилу після демонтажу бетонних блоків підпірної стінки заввишки до 2 м.

Рис. 1. Лінійна ерозія (вгорі) та гравітаційні процеси (внизу) на ділянці вулиць П.Дорошенка—С. Бандери у Львові, фото авторки, 22 вересня 2022 р. Номери вказують на найбільш чітко виражені наслідки цих процесів: 1-2 — зсуви, 3 — зсув-обвал, 4 — зсув з осипанням.

Якщо доступ до цієї ділянки буде відкритим і надалі, то сюди можна приводити студентів на навчальну екскурсію на тему "Пришвидшений розвиток екзогенних геоморфологічних процесів на порушених територіях", оскільки саме відсутність рослинного покриву викликала активний розвиток усіх згаданих вище процесів. Це можливе для тих, хто слухають різні дисципліни геоморфологічного, екологічного, геоекологічного спрямування та урбаністики. Також важливим є геоекологічний аспект будівництва у містах, яким поки що не зовсім переймаються у нашій країні, бо якби це було не так, процеси на будівельних майданчиках були б мінімізовані.

Прикладне ландшафтознавство : історія, сучасність, перспективи:
Матеріали Всеукраїнського наукового семінару пам'яті професора Анатолія Мельника
(Львів – Ворохта, 6-9 жовтня 2022 року). – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. – 55 с.

Природні закономірності як основа прикладних ландшафтних залежностей

Валерій Петлін
Волинський національний університет імені Лесі Українки

Закономірності організованості територіальних систем – один з головних об'єктів теоретичного дослідження ландшафтознавства. На сьогодні спільними зусиллями наук природничого спрямування відкрито понад тисячу закономірностей просторово-часової організованості природних територіальних утворень і це далеко не межа. Водночас те, що вже відомо дає змогу на рівні закономірностей описати ландшафтні системи, що створює для них своєрідний закономірнісний каркас. Саме це забезпечує їм узгоджене співіснування на всіх рівнях ієрархічної організованості.

Загалом закономірність є взаємопов'язаною сукупністю явищ і процесів, яка забезпечує природним територіальним утворенням стійке існування в часі та просторі, тобто напрям закономірної мінливості. Закономірність стверджує, що будь-які зміни відповідають причинно-наслідковим зв'язкам. Тобто за одних і тих самих умов начебто зміни в системах мають відбуватися строго певним чином. Нажаль саме абсолютної ідентичності умов у організованості природних систем ми не спостерігаємо. Найчастіше пропонується розглядати наслідок впливу умов у вигляді стану систем. Стверджується, що однаковий ланцюг змін за однакового вихідного стану системи повинен обов'язково призводити до однакового її кінцевого стану. Таке твердження спричинило появу певних неузгодженостей коли здійснюється екстраполяція будь-яких показників, спираючись на ландшафтну структуру території. Комплексні стаціонарні дослідження давно довели, що, наприклад, організованість ландшафтних фацій значною мірою індивідуальна. Так кількісні показники ландшафтної фації більш наближені з такими показниками дотичних фацій інших видів ніж у одновидових але віддалених.

Таке явище робить актуальними відповідні закономірності, які переконують, що для отримання реальних показників організованості ландшафтних систем необхідно використовувати індивідуальний підхід.

Отже природні закономірності значною мірою спрямовані на розкриття індивідуальних природних умов існування ландшафтних утворень. Загалом можна, погоджуючись з Ісаченком, стверджувати, що у широкому розумінні увесь навколишній світ, який розглядається щодо суспільства в цілому або окремих рис його життя і діяльності складає природні умови. У вузькому розумінні такі умови є постійно діючими властивостями матеріального світу, які не приймають участь у виробничих процесах і не використовуються для отримання корисного продукту, але суттєво впливають (зокрема негативно) на життя людей, на розвиток і розміщення виробництва (наприклад, температурні умови, вітри, заболоченість, нахили земної поверхні тощо). Те, що природні умови організованого розвитку ландшафтних систем мають індивідуальний характер, що переважно залежить від неоднакових за властивостями дотичних територіальних систем, додає актуальності необхідності врахування залежностей, які цю індивідуальність враховують.

Іншим є питання врахування у прикладному використанні ландшафтних систем співвідношення в них природного та антропогенного. Ще, пропонуючи поняття

«антропогенний ландшафт, Ф. Мільков зауважував, що в його організаційній основі перебуває ландшафт природний. Отже, будь-яка антропогенна, технічна чи інженерна ландшафтна система характеризується наявністю певного природного каркасу. Вважають, що таким каркасом є упорядкована за ступенем екологічної цінності й активності система лінійних просторових зв'язків природного протистояння комплексній антропогенній експансії на певній території. Його виокремлення здійснюється на основі наявних природних ресурсів з врахуванням особливостей наприклад регіональної екологічної стратегії і перспективної планувальної структури території і уявляється у вигляді просторової сотової сітки на відповідних осях. Отже оптимізація природного каркасу експлуатованих ландшафтних систем виконується з метою виявлення просторових і функціональних характеристик, екологічної цінності окремих ландшафтних утворень з метою розробки природоохоронних заходів.

Усе більш глибоке проникнення до організованості природних систем переконує в тому, що як природне середовище так і природний каркас будь-яких ландшафтних систем – це насамперед повинна бути сукупність організаційних закономірностей, які утримують їх у стабільному стані. При цьому ці закономірності насамперед повинні належати їх природній основі тобто еволюційно сформованій за довгий час існування диференціації земної поверхні на все ландшафтне різноманіття.

Вважають також, що природно-техногенно-екологічний аспект досліджень ландшафтів фіксує динамічний стан природного середовища певної території, що зумовлено закономірностями функціонування саме ландшафтів. На цій основі досліджуються процеси взаємообміну речовини й енергії між природними компонентами у просторово-часовому вимірі. Відповідно до наукових напрацювань співробітників Інститут географії НАН України, це надає змогу фіксування наслідків взаємодії як окремих компонентів ландшафту, так і поєднаних природних територіальних комплексів на рівні міграції речовини й енергії в умовах техногенного навантаження.

Прикладне ландшафтознавство : історія, сучасність, перспективи:
Матеріали Всеукраїнського наукового семінару пам'яті професора Анатолія Мельника
(Львів – Ворохта, 6-9 жовтня 2022 року). – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. – 55 с.

Розвиток ландшафтно-геохімічного напрямку на географічному факультеті Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

Віталій Присакар, Галина Ходан, Аліна Дячук
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Шістдесяті роки 20 століття є часом становлення ландшафтної екології (та її розділу - ландшафтно-геохімічної екології) в нашій країні. Це сприяло зростанню рівня практичного використання ландшафтознавства і геохімії ландшафту при розв'язанні екологічних завдань, які викликані інтенсивним впливом суспільства на природнє середовище (Гуцуляк, 2002. Ландшафтна екологія:Геохімічний аспект).

Розвиток ландшафтно-геохімічного напряму на географічному факультеті ЧНУ пов'язаний із розвитком на кафедрі фізичної географії таких наук як ландшафтознавство, геохімія ландшафту, ландшафтна екологія.

Основоположник даного напряму на кафедрі - професор Василь Миколайович Гуцуляк. Працюючи в Чернівецькому університеті, В.М.Гуцуляк створив тут ґрунтово-геохімічну лабораторію (1975р.), де проходила активна наукова діяльність. Була створена значна аналітична геохімічна база даних природних компонентів. В.М.Гуцуляк читав курси « Ландшафтознавство», « Геохімія ландшафту», « Медична географія», «Ландшафтна екологія». У 1994р. захистив докторську дисертацію в Інституті географії Академії Наук України на тему "Еколого-геохімічний аналіз антропогенних ландшафтів (на прикладі Чернівецької області і півночі Молдови)" (Гуцуляк, 1994. Еколого-геохімічний…). У 1994р. отримав звання професора. Вперше в Україні заснував науковий напрям ландшафтно-геохімічної екології (Гуцуляк, 1995. Ландшафтно-геохімічна екологія). Професор В.М.Гуцуляк виступав організатором досліджень з ландшафтної екології в межах Буковинського регіону. Протягом багатьох років ним досліджувались проблеми техногенного геохімічного навантаження на природне середовище, особливо урбанізованих територій.

В цьому напрямку успішно працюють і захищають кандидатські дисертації аспіранти, виконуються дослідження по держбюджетних темах. У рамках ландшафтно-геохімічного напряму під керівництвом проф. Гуцуляка В.М. сформувалась нова наукова мікрошкола - ландшафтно-геохімічної екології (доц. Присакар В.Б., доц. Ніколаєв А.М., доц. Наконечний К.П., доц. Кирилюк С.М., доц. Ходан Г.Д.). По даному напрямку підготовлено 7 кандидатів наук.

Зокрема, кандидатська дисертація Присакаря В.Б. «Еколого-геохімічний аналіз та оцінка поселенських ландшафтів Чернівецької області» присвячена геохімічним особливостям поселенських (селитебних) ландшафтів, кандидатська дисертація Ніколаєва А.М. « Гідролого-геохімічна оцінка стану річок урбанізованої території (на прикладі м. Чернівці)» - геохімічним властивостям водних ландшафтів, кандидатська дисертація Кирилюка С.М. «Ландшафтно-екологічний аналіз та оцінка ландшафтних комплексів для цілей садівництва (на прикладі Хотинської височини)» - геохімічним особливостям сільськогосподарських ландшафтів, кандидатська дисертація Ходан Г.Д. «Еколого-геохімічна оцінка дорожніх ландшафтів Чернівецької області» - геохімічним властивостям дорожніх

ландшафтів, кандидатська дисертація Танасюка М.В. «Ландшафтно-геохімічний аналіз та оцінка екологічного стану сільських геосистем (на прикладі Північної Буковини)» - геохімічним особливостям сільськогосподарському класу антропогенних ландшафтів. Близькими до них є дисертації Наконечного К.П. «Медико-екологічна оцінка поселенських ландшафтів Чернівецької області» та Нєвєнченко А.І. «Еколого-грошова оцінка земель урбанізованих територій (на прикладі Коломийського Прикарпаття).

Наукові праці В.М. Гуцуляка та його мікрошколи стали значним внеском у розвиток теоретичних і методичних основ геоекології, геохімії, прикладного ландшафтознавства (навчальний посібник "Ландшафтно-геохімічна екологія", 2002р. - вперше виданий в Україні). Розроблена еколого-геохімічна концепція оцінки якісного стану ландшафтного середовища. На її основі запропоновані методичні прийоми визначення техногенного геохімічного навантаження та інтегральної оцінка екологічної ситуації (екологічної небезпечності) ландшафту. Використання вказаних розробок дозволяє врахувати синергічну дію антропогенних факторів (навантаження) та екологічну значимість компонентів ландшафту. Особлива увага при цьому приділялася проблемам геоекології людини.

Вперше була складена серія карт (велико - та середньомасштабні ландшафтні, геохімічні, ґрунтові та екологічні карти регіонів Західної України, в тому числі м. Чернівці, Івано-Франківськ, а також Молдови). На особливу увагу заслуговують карти ландшафтно-функціональних комплексів, виконані в масштабі 1:10000 (м. Чернівці, м. Івано-Франківськ, м. Коломия, всі районні центри Чернівецької області). Були запрошені до участі у дослідженнях і складанні подібних карт Молдови (Інституту географії АН Молдови), Румунії (Сучавський університет). Результати наукових пошуків доповідались та вміщені в матеріалах міжнародних конгресів та в наукових журналах (Софія (Болгарія), Прага(Чехія), Бухарест (Румунія), Бонн (Німеччина), Торонто (Канада), Сеул (Південна Корея) та ін.)

Ландшафтно-геохімічний напрям дозволяє географам вирішити , на нашу думку, дві основні групи завдань. Перша група завдань пов'язана із вивченням впливу антропогенно-техногенного геохімічного навантаження, створеного людською діяльністю, на зміну ландшафтних комплексів та природних компонентів. Друга група завдань – це вплив природних, і техногенних компонентів-чинників ландшафту на стан і розвиток біотріади «рослина, тварина, людина». Дана група завдань тісно переплітається із завданнями медичної географії, тобто медико-екологічним напрямом.

Перспективність ландшафтно-геохімічного напряму на кафедрі фізичної географії Чернівецького університету підтверджується розвитком, перш за все, ландшафтно-еколого-геохімічними дослідженнями, спрямованих на пізнання стану природного середовища, з метою його раціонального використання і охорони, вирішення актуальних екологічних проблем.

Прикладне ландшафтознавство : історія, сучасність, перспективи:
Матеріали Всеукраїнського наукового семінару пам'яті професора Анатолія Мельника
(Львів – Ворохта, 6-9 жовтня 2022 року). – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. – 55 с.

Застосування топографічного індексу вологості у ландшафтних дослідженнях Українського Розточчя

Галина Савка
Львівський національний університет імені Івана Франка

Топографічний індекс вологості (Topographic Wetness Index (TWI)) відомий також як складний топографічний індекс (CTI)) – уперше був запропонований К. Бівеном і Н. Кіркбі (Beven, Kirkby, 1979). Його зазвичай використовують для кількісної оцінки гідрологічних процесів. Методи його розрахунку різняться залежно від мети дослідження та бажаних результатів.

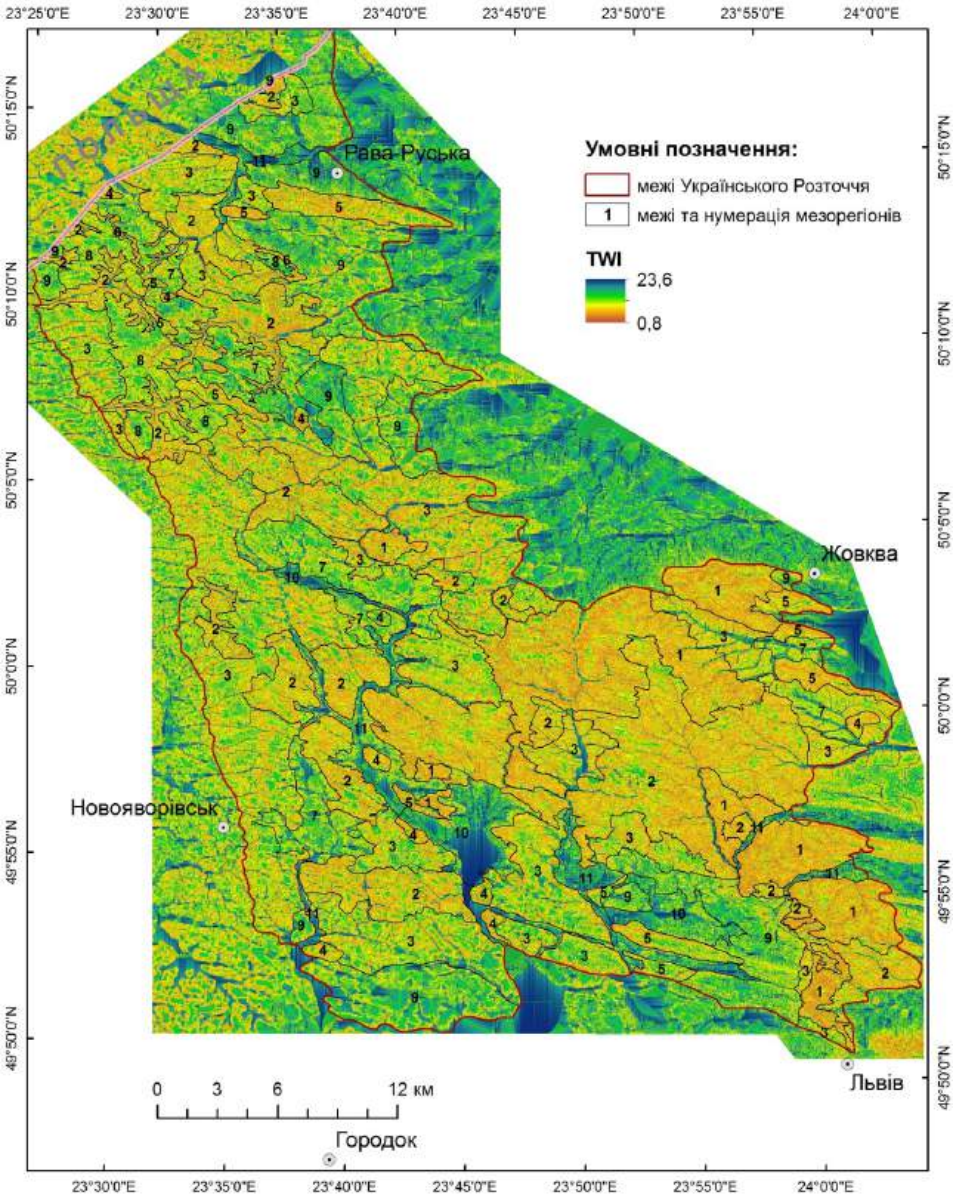
Топографічний індекс вологості нами визначено з метою верифікації виокремлених одиниць мезорельєфу Українського Розточчя (Савка Г.С., Шушняк В.М., 2019. Морфотипи рельєфу Розточчя), які взято за основу ландшафтного районування регіону. Відтак цей показник ми використали для аналізу зв'язку між компонентами та показниками подібності / відмінності між окремими суміжними мезорегіонами. Слід відмітити, що його часто використовують під час фізико-географічної регіоналізації (Studia nad regionalizacja fizycznogeograficzna Polski, 2018).

Розрахунок топографічного індексу вологості здійснено засобами програмного пакета ArcGis 10.0. Використано цифрову модель рельєфу (ЦМР) побудовану на територію Українського Розточчя на основі синтезованих горизонталей топографічних карт масштабів 1:10 000 і 1:25 000; закладення горизонталей 1 м і 5 м, розмір пікселя (15х15 м).

Послідовність дій коротко можна подати так: ЦМР (DEM) > Заповнити ЦМР (Fill DEM) > Напрямок потоку (Flow direction) > Нагромадження потоку (Flow accumulation) > Ухил у градусах (Slope in degree) > Radians of slope= (Slope in degree*1.570796)/90 > Tan slope= con(slope>0, tan(slope), 0.001) > Flow accumulation scaled=(flow accumulation+1)*cell size > TWI=Ln(Flow accumulation scaled/Tan slope).

В результаті проведеного семантико-орієнтованого морфометричного аналізу регіону Розточчя виокремлено такі одиниці мезорельєфу (Савка Г.С., Шушняк В.М., 2019. Морфотипи рельєфу Розточчя): горбогір'я, горбовини високі, горбовини низькі, пагорб, гряда, уступ, подол, рівнина вища, рівнина нижча, котловина, долина (рис. 1).

Горбогір'я – території, що відзначаються значною глибиною розчленування. Переважають відносні висоти 25–30 м / 6,25*104 м^2; компактність – 0,3–0,7; середній ухил рельєфу – 9–12 град. На горбовинах високих переважають відносні висоти 15–25 м / 6,25*104 м^2; компактність – 0,2–0,8; середній ухил рельєфу – 5–9 град. На горбовинах низьких – відносні висоти 5–15 м / 6,25*104 м^2; компактність – 0,3–0,8; середній ухил рельєфу – 2–5 град. Пагорби мають відносні висоти 10–30 м / 6,25*104 м^2; компактність – 0,7–1,0; середній ухил рельєфу – 4–9 град. Гряди – відносні висоти 10–30 м / 6,25*104 м^2; компактність – 0,5–0,7; середній ухил рельєфу – 4–9 град. Уступи – відносні висоти 15–25 м / 6,25*104 м^2; компактність – 0,3–4,0; середній ухил рельєфу – 6–8 град. Рівнини – відносні висоти 0–10 м / 6,25*104 м2; компактність – 0,3–0,8; середній ухил рельєфу – 2–3 град.



Умовні позначення. Одиниці мезорельєфу: 1 – горбогір'я; 2 – горбовини високі; 3 – горбовини низькі; 4 – пагорб; 5 – гряда; 6 – уступ; 7 – подол; 8 – рівнина вища; 9 – рівнина нижча; 10 – котловина; 11 – долина.

Рис. 1. Карта топографічного індексу вологості (TWI) Українського Розточчя в розрізі мезорегіонів

На подолах переважають відносні висоти 0–10 м / 6,25*104 м^2; компактність – 0,2–0,6; середній ухил рельєфу – 1–3 град. Котловини мають відносні висоти 0–5 м / 6,25*104 м^2; компактність – 0,4–0,6; середній ухил рельєфу – 4–9 град.

Долини відзначаються відносними висотами 0–5 м / 6,25*104 м^2; компактність – 0,2–0,5; середній ухил рельєфу – 0–1 град.

Для регіону Розточчя визначено шкалу індексу TWI в діапазоні від 1 до 24. Встановлено, що середні значення показника топографічного індексу вологості в розрізі одиниць мезорельєфу Розточчя мають такий розподіл (Рис. 1, Табл. 1): горбогір'я та уступи – 6, горбовини високі, пагорби, гряди – 7, горбовини низькі, рівнини вищі – 8, подоли, рівнини нижчі – 9, котловини, долини – 11. Відтак закономірність зростання індексу вологості з пониженням розташування у рельєфі справджується.

Таблиця 1. Середнє значення топографічного індексу вологості в розрізі мезорегіонів Українського Розточчя

№ з/п	Одиниця мезорельєфу	Площа, км^2	Площа, %	Середнє значення TWI
1	Горбогір'я	120,1	11,71	6
2	Горбовини високі	234,1	22,82	7
3	Горбовини низькі	306,9	29,92	8
4	Пагорб	9,0	0,88	7
5	Гряда	33,6	3,28	7
6	Уступ	2,1	0,20	6
7	Подол	84,5	8,24	9
8	Рівнина вища	28,5	2,78	8
9	Рівнина нижча	136,8	13,34	9
10	Котловина	28,9	2,82	11
11	Долина	41,3	4,03	11
	Всього	1025,8	100,00	

Спостерігається прямий кореляційний зв'язок між середніми значеннями топографічного індексу вологості, висоти (м н.р.м), ухилу рельєфу (°), а також відносних висот.

Отже, застосування топографічного індексу вологості у ландшафтних дослідженнях, зокрема, фізико-географічній регіоналізації, є ефективним.

Прикладне ландшафтознавство : історія, сучасність, перспективи:
Матеріали Всеукраїнського наукового семінару пам'яті професора Анатолія Мельника
(Львів – Ворохта, 6-9 жовтня 2022 року). – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. – 55 с.

Адаптація до зміни клімату як перспективний напрям ландшафтознавчих досліджень

Анатолій Смалійчук, Іван Круглов
Львівський національний університет імені Івана Франка

Зміна клімату є одним нагальних викликів для суспільства разом із соціально-економічними потрясіннями, на кшталт військових конфліктів, міграційних криз чи глобальних епідемій (IPCC, 2022. Climate…). Неможливість швидко стабілізувати стан кліматичної системи вимагає, окрім нагальних дій щодо мітигації впливу антропогенної діяльності на клімат, також й заходів, спрямованих на адаптацію до нових кліматичних умов. Історично увага зосереджувалася переважно саме на питаннях зменшення або компенсації викидів парникових газів у атмосферу, натомість питанню адаптації до наслідків зміни клімату не приділялося достатньо уваги (Lesnikowski et al., 2017. What…). В Україні перший документ, присвячений кліматичній адаптації на загальнонаціональному рівні, був схвалений лише восени 2021 року (Кабінет Міністрів України, 2021. Про схвалення…). Питання адаптації набувають ще більшої актуальності у світлі післявоєнної відбудови України, яка має бути стійкою (невиснажливою) та «зеленою» (Національна рада з відновлення України, 2022. Проект…).

Дієвою методологічною основою реалізації адаптаційних заходів, що набуває все більшої популярності у наукових публікаціях та практичних проєктах, є екосистемний підхід. Це один з напрямків природоорієнтованих рішень, що ґрунтується на використанні природних властивостей просторово диференційованих екосистем (геоекосистем) через надання ними різноманітних екосистемних послуг, передусім кліматорегулювальних (Munang et al., 2013. Climate…). Розробка стратегій та втілення практичних заходів, що ґрунтуються на екосистемному підході, передбачають серед іншого картування актуального стану геоекосистем та кількісного оцінювання їхніх властивостей з огляду на адаптаційний потенціал. Ці завдання можуть бути успішно реалізовані в рамках геоекології, яка базується на голістичному уявленні про ландшафт як об'єкт дослідження (Круглов, 2020. Трансдисциплінарна…). такий підхід передбачає використання методів інших наукових дисциплін та залучення позанаукового (практичного) досвіду. Нижче, на прикладі одного з реалізованих проєктів, до виконання якого були залучені науковці Львівського університету, стисло висвітлені основні етапи дослідження локальних геоекосистем та їхніх властивостей з метою адаптації до зміни клімату.

Проєкт «Екосистемна адаптація до зміни клімату та стійкий регіональний розвиток через розширення можливостей український біосферних резерватів» впроваджувався фахівцями з України та Німеччини протягом 2018-2022 рр. на прикладі біосферних резерватів Деснянського, Шацького та «Розточчя». Підсумки його діяльності опубліковані у кількох документах (https://eba-ukraine.net/). Першочергово у рамках проєкту виконано ситуаційний аналіз фактичного стану екосистем та серію оригінальних карт.

Ситуаційні карти екосистем відображають відносно невеликі й однорідні екосистеми локального географічного масштабу – екотопи. Екотоп можна

розглядати як комбінацію двох наборів екологічних компонентів: (1) фізіотоп, що охоплює абіотичні характеристики, такі як елемент мезорельєфу, клімат, гідрологічний режим і ґрунт; (2) біотоп як рослинне угрупування з мікроорганізмами та тваринами (біоценоз) у визначених географічних межах.

Критеріями для оцінки функціональної спроможності екосистем були природність відповідної екосистеми, ступінь її саморегуляції, кількість і тип рослинності, складність і різноманітність, а також частка незабудованої території. На основі цих основних параметрів запропонували ранжування саморегулюючої спроможності екосистем зменшувати вразливість та ризики від зміни клімату. Загалом виокремлено шість рівнів функціональної спроможності екосистем.

Вразливість оцінили через моделювання на основі даних щодо типів екосистем, землекористування та рушійних сил стресу екосистем. Загалом розглянули сім індикаторів стресу, кожен з яких відобразили як окремий набір геоданих, а загальний результат – як інтегральну карту вразливості, отриману через зважене накладення індикаторів стресів.

На основі історичних даних термальних каналів сателітів MODIS (2002-2018 рр., просторове розділення 1000 м) і Landsat 8 (2013-2018 рр., розділення 30 м) фахівцями Потсдамського інституту досліджень зміни клімату створені карти середніх багаторічних значень температур земної поверхні (ТЗП) (Kriewald, 2019. Ecosystem-based…) На їхній основі розробили нові карти, що показують відхилення температури від середнього показника, а також охолоджувальну здатність екосистем, для чотирьох типів літніх погодних умов.

Термальні геодані та інтегральні розрахунки вразливості були об'єднані для визначення пріоритетних територій щодо заходів з екосистемної адаптації. Результуючий геодатасет стандартизували за шкалою 0-100 та візуалізували як карту «Пріоритетні території для дій з екосистемної адаптації». Для екотопів з низькими балами рекомендовано збереження існуючих функціональних екологічних структур та регуляторної здатності, середніми – зменшення антропогенного навантаження, а високими – заходи з відновлення функціональності екологічних структур та регулюючої здатності.

Прикладне ландшафтознавство : історія, сучасність, перспективи:
Матеріали Всеукраїнського наукового семінару пам'яті професора Анатолія Мельника
(Львів – Ворохта, 6-9 жовтня 2022 року). – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. – 55 с.

Узгодження структури легенд середньомасштабних ландшафтних карт Українських Карпат та України

Людмила Сорокіна
Інститут географії НАН України

Інтегрування, узгодження відомостей про ландшафти регіонів України є актуальною проблемою при середньомасштабному картографуванні всієї території країни. Оскільки відсутні єдині, обов'язкові для запровадження вимоги до структури легенди ландшафтних карт, а також (меншою мірою) до їхнього змістовного наповнення, матеріали ландшафтного картографування окремих регіонів часто різняться і не узгоджуються між собою. Такі особливості пов'язані зі складністю ландшафтів як об'єкта картографування і з прагненням авторів подати, зафіксувати на створюваних картах специфіку ландшафтів певної території. Особливо актуальними є завдання узгодження структури легенд ландшафтних карт рівнинних і гірських територій, у першу чергу – Українських Карпат, з їх складною і різноманітною ландшафтною будовою.

Принципи формування легенди середньомасштабної ландшафтної карти України, представлення на такій карті ландшафтів Українських Карпат ми неодноразово обговорювали з Анатолієм Васильовичем Мельником, завідувачем кафедри фізичної географії Львівського університету, одним із найкращих дослідників Карпат. Перше таке обговорення відбулося ще у лютому 2012 р., під час і після наукового семінару «Геоінформаційне картографування ландшафтів України», що відбувся в Інституті географії НАНУ. Оскільки наш колектив тоді лише починав працювати над складним завданням створення середньомасштабної (1:500 000) цифрової ландшафтної карти України і ще остаточно не визначився з деякими принциповими методичними питаннями, при обговоренні виникало багато дискусійних моментів. Серед важливих порад, які за підсумками цих обговорень висловив нам Анатолій Васильович, процитуємо наступні.

«Хотілось би, щоб автори ландшафтної карти від Інституту географії зайняли більш чітку позицію … і конкретно окреслили, що буде об'єктом (об'єктами) картографування і які його (їх) діагностичні ознаки. Це основа основ, бо якщо ми, фахівці в певній галузі, маємо труднощі у розумінні того, що ми досліджуємо, то що говорити, про широкий загал. …. На мою думку, що об'єктом картографування мають бути типологічні ландшафтні комплекси локального (за А. Ісаченком) рівня ієрархії ПТК - **ландшафтні місцевості** (не логічно, щоб в одній частині карти були місцевості і складні урочища, а в іншій – місцевості). І мова має йти про ландшафтну карту, на якій зображені ландшафтні місцевості, ландшафтну карту на рівні місцевостей, а не на рівні ландшафтів, і аж ніяк не про карту ландшафтів! ... Необхідно окреслити діагностичні ознаки об'єкта картографування. Що таке ландшафтна місцевість і за якими критеріями вона буде виділятись …. Щодо класифікації ландшафтів (ландшафтних місцевостей) України, то може її доцільно дещо поглибити, виділивши підкласи низовинних і височинних місцевостей, низько- середньо- і високогірних. При виділенні родів може варто вказати літологію антропогенових відкладів» (з листа А.В. Мельника від 17.03.2012). Поради Анатолія Васильовича були з вдячністю враховані у нашій подальшій роботі.

Ландшафтні карти Українських Карпат, а також інших регіонів України, які автори надали Інституту географії НАНУ з дозволом їхнього використання (обов'язково із збереженням авторства), були нами уважно опрацьовані при роботі над ландшафтною картою України. При збереженні інформаційного наповнення таких карт, важливим завданням було структурування даних у цілісну легенду середньомасштабної ландшафтної карти України. Основою для формування такої легенди стала запропонована нами єдина класифікація природних і антропогенно змінених ландшафтних комплексів (Сорокіна, 2014; 2019. Єдина…). Принцип її побудови передбачає представлення ландшафтних єдностей на кількох ієрархічних (класифікаційних) рівнях. Особливо складним виявилося впорядкування на основі цієї класифікації за єдиною логікою легенд ландшафтних карт рівнинних та гірських регіонів.

По завершенні основної роботи над ландшафтною картою України, отримані результати були представлені нами у 2017 р. на Чорногірському географічному стаціонарі Львівського університету під час роботи XI польової літньої школи-семінару гірського ландшафтознавства, незмінним керівником якої був Анатолій Васильович Мельник. Тривале обговорення наших напрацювань, зокрема, результатів представлення на карті України ландшафтних комплексів Українських Карпат, дало можливість уточнити та узгодити певні питання. Анатолій Васильович у цілому погодився з варіантом опрацювання ландшафтної карти Українських Карпат (Мельник, 1999. Українські…), яка слугувала базовою при створенні її цифрової версії (автор-укладач ГІС-версії цієї карти – Т.Г. Купач, КНУ). Разом із тим, були певні зауваження до точності окремих ландшафтних виділів на упорядкованій карті, а також до структури її легенди. Дискусійним, наприклад, було питання щодо класифікаційного рівня ландшафту як регіональної одиниці. Логічним було спільне рішення представити ландшафтні комплекси (ЛК) цього рівня у класифікаційній схемі на рівні виду і разом з тим не включати цей рівень у структуру легенди середньомасштабної ландшафтної карти України. Нижчими одиницями у легенді є підвид ЛК (ландшафтна місцевість). Відповідно до опрацьованої класифікації, різнорангові ландшафтні комплекси Українських Карпат представлені на таких рівнях, починаючи з найвищих, спільних для всієї території країни.

Ряд: *ландшафтна оболонка*
Підряд: *материкові*
Відділ: *територіальні*
Підвідділ: *поверхневотериторіальні*
Класи: *передгірні та гірські*
Підкласи: *передгірні низьковисотні та середньовисотні; гірські низькогірні, середньогірні та високогірні;*
Система: *суббореальні;*
Типи: *широколистянолісові, хвойно-широколистянолісові, хвойнолісові, субальпійські.*

На класифікаційному рівні **рід** виокремлення ландшафтних комплексів при формуванні структури легенди ландшафтної карти для передгірних і гірських територій є неоднозначним питанням. Ієрархія різнорангових ландшафтних комплексів значною мірою узгоджується з одиницями фізико-географічного

районування України (Маринич та ін., 2003. Удосконалена схема фізико-географічного районування України; Національний атлас України, 2007), де критеріями виокремлення родів ландшафтних комплексів (фізико-географічних країв) є їхня належність до частин морфоструктур першого порядку в межах певної природної зони. У згадані схемі районування виокремлено «Гірський край – Українські Карпати». Оскільки гірські і передгірні ландшафтні комплекси розглядаються в системі висотної поясності і у межах пропонованої класифікації - як окремі класи ЛК, очевидно, в структуру легенди ландшафтної карти Українських Карпат (як складової частини легенди ландшафтної карти України) може бути не включений рівень **рід** ЛК.

Родини - у нашій класифікації ландшафтних комплексів цей рівень відповідає фізико-географічній області за критерієм однакових генетичного типу рельєфу та антропогенових відкладів і є наступним структурним підрозділом легенди середньомасштабної ландшафтної карти України. При формулюванні характеристик ландшафтних комплексів на рівні родин використано карту геоморфологічного районування України (Національний атлас України, 2007). Приклади представлення родин ЛК у структурі легенди, що розглядається, подано у таблицях 1 та 2.

Види ландшафтів, як було зазначено вище, у структурі легенди середньомасштабної ландшафтної карти не відображені, оскільки ландшафти (у регіональному розумінні), які й відповідають класифікаційному рівню вид, є самостійним об'єктом картографування і види ландшафтів можуть бути представлені як окремий інформаційний шар із самостійною легендою. Варто знов згадати позицію. А.В. Мельника, який писав, що «…виділення ландшафтів на основі врахування, поряд з їх морфоструктурними особливостями, особливостей морфологічної структури на рівні місцевостей, для всієї території України є досить трудоємким і, думаю, що окремим завданням. Тут, звичайно, можна опертись на останню схему районування України, на якій показані ландшафтні райони, але ландшафти, це більш дрібніші регіональні одиниці, ніж представлені на згаданій карті ландшафтні райони, і, як показав досвід районування львівських ландшафтознавців, ландшафт часто відповідає не ландшафтному району, а підрайону» (з листа А.В. Мельника від 17.03.2012).

Підвиди (ландшафтні місцевості) - основний об'єкт картографування на середньомасштабній ландшафтній карті України. Головний критерій виокремлення місцевостей – внутріландшафтна диференціація літогенної основи, оскільки інші критерії, за якими можна ідентифікувати ландшафтну місцевість (характер підстилаючих порід, інтенсивність сучасних рельєфотвірних процесів та ін.), залежні, похідні від першого. У класифікації, що опрацьована А.В. Мельником для гірських ландшафтів, місцевості також класифіковано як підвид ландшафтних комплексів за критеріями однорідності рельєфу і літології порід (Melnik A., 2008. Klasyficacja geokompleksów Karpat Ukrainskich). Характеристику ландшафтних комплексів на рівні підвидів (ландшафтних місцевостей) подано у межах кожної з родин (що територіально відповідають фізико-географічним областям) передгірних та гірських ЛК (окремі приклади – див. табл. 1 і 2). При укладанні середньомасштабної ландшафтної ГІС-карти України, для формування її частини у межах Українських Карпат та змістовного наповнення відповідної частини її

легенди, як зазначено вище, базовою слугувала карта цього регіону, що була укладена А.В. Мельником на рівні висотних ландшафтних місцевостей.

Таблиця 1 Приклад структурування легенди середньомасштабної ландшафтної карти Українських Карпат (клас- передгірні) як складової середньомасштабної ландшафтної карти України (фрагмент)

клас	підклас	система	тип	родини, підвиди
ПЕРЕДГІРНІ	НИЗЬКОВИСОТНІ	СУББОРЕАЛЬНІ	ШИРОКОЛИСТЯНОЛІСОВІ	**Родина: Передгірні височини з антропогеновим покривом на неогенових моласових відкладах** (ландшафтні комплекси Передкарпатської височинної області)
				Підвиди: Межирічні рівнини передгірні низьковисотні (240-300м), акумулятивно-денудаційні сильнорозчленовані із широкими грядами на лесовидних суглинках елювіально-делювіального типу з темно-сірими оглеєними грунтами та чорноземами опідзоленими оглеєними в комплексі з дерново-середньопідзолистими та підзолисто-дерновими грунтами під грабовими бучинами (з буковими, дубово-буковими і грабово-буковимя лісами - № 14 за легендою (Мельник, 1999) Межирічні рівнини (підняття) передгірні низьковисотні (200-300м), горбисті, ерозійно-зсувні, складені четвертинними суглинками на глинах, пісковиках і вапняках неогену, зі світло-сірими опідзоленими ґрунтами під вторинними луками і дубово-буковими лісами, з селами, пасовищами, орними землями - №17 за легендою (Мельник, 1999) .....
	СЕРЕДНЬООВИСОТНІ		ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТЯНОЛІСОВІ	Межирічні рівнини (поверхні педиментів) передгірні середньовисотні (400-600 м), покаті, складені елювіально-делювіальними суглинками, з деново-підзолистими в комплексі з бурими гірсько-лісовими грунтами під ялицево-смереково-буковими лісами, розорані. - №10 за легендою (Мельник, 1999) Межирічні рівнини передгірні середньовисотні (280-540 м), горбисто-грядові та грядово-долинні, ерозійно-зсувні, складені елювіально-делювіальними суглинками, що підстелені глинами, пісковиками і вапняками неогену, з дерново-підзолистими поверхнево-оглеєними грунтами під ялиново-дубово-буковими лісами, майже зведеними та під садами, луками та оранкою - №12 за легендою (Мельник, 1999)

Автор уклав цю карту, «…використовуючи раніше складені ландшафтні карти Українських Карпат …, враховуючи матеріали власних багаторічних польових досліджень у різних районах Карпат … а також галузевих … досліджень» (Мельник, 1999. Українські Карпати. Еколого-ландшафтознавче дослідження). Серед згаданих А.В.Мельником дослідників Карпат, чиї напрацювання були використані при укладанні цієї ландшафтної карти, – П.М.Цись К.І.Геренчук, Г.П.Міллер, О.М.Федірко, Л.І.Воропай, М.І.Куниця. Нами також були використані ландшафтні карти Львівської області (Муха, 2003. Ландшафтна карта Львівської області масштабу 1:200 000) та Чернівецької області (автори: Л.І.Воропай, В.М.Гуцуляк, М.В.Дутчак, М.М.Куниця, П.І.Чернега). Використані матеріали дали можливість найбільш повно врахувати і представити на середньомасштабній ландшафтній карті України та впорядкувати у її легенді відомості про ландшафтні комплекси Українських Карпат. Колеги та учні Анатолія Васильовича Мельника продовжують

змістовні і детальні дослідження ландшафтів Українських Карпат, отримують нові результати прикладних застосувань знань про них. Метою ж наших робіт з у кладання середньомасштабної ландшафтної карти України є узагальнення, систематизація та комплексне представлення у єдиній класифікаційній системі сучасних уявлень про ландшафтну структуру території країни.

Таблиця 2 Приклад структурування легенди середньомасштабної ландшафтної карти Українських Карпат (клас - гірські) як складової середньомасштабної ландшафтної карти України (фрагмент)

клас	підклас	система	тип	РОДИНИ, ПІДВИДИ
ГІРСЬКІ	НИЗЬКОГІРНІ	СУББОРЕАЛЬНІ	ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТЯНОЛІСОВІ	**Родина: Ландшафтні комплекси брилового середньогір'я та високогір'я на крейдових та палеогенових відкладах** (ландшафтні комплекси Полонинсько-Чорногірської області)
				Підвиди: *Низькогір'я (400-800 м.) пологосхилове ерозійно-денудаційне, складене аргілітами з тонкими прошарками пісковиків і алевролітів, з бурими гірськолісовими грунтами, з смереково-ялицево-буковими та грабово-буковими лісами та вторинними луками - №6.5 за легендою (Мельник, 1999)* .....
	СЕРЕДНЬОГІРНІ		ХВОЙНОЛІСОВІ	Підвиди: *Середньогір'я (1200-1600 м.) крутосхиле ерозійно-денудаційне, складене пісковиками і пісковиковим флішем, в комплексі з пологосхиловим давньольодовиковим акумулятивним середньогір'ям (900-1400 м.), складеним безкарбонатною суглинково-валунною мореною, з бурими гірсько-лісовими слабопотужними ґрунтами, з ялицево-смерековими лісами № 4.1 за легендою (Мельник, 1999)* .....
			СУБАЛЬПІЙСЬКІ	Підвиди: *Середньогір'я з елементами високогір'я (1400-1600 і більше м.) випукле (пенепленізоване), складене пісковиками і пісковиковим флішем, з гірсько-лучно-буроземними, гірсько-підзолистими та гірсько-торфянисто-буроземними грунтами, альпійсько-субальпійське (полонинське) з високогірними луками і пустищами, гірсько-сосновим і зелено-вільховим криволіссям № 1.2 за легендою (Мельник, 1999)* .....
				Родина: Ландшафтні комплекси денудаційно-вулканічного низькогір'я та середньогір'я на неогенових відкладах (ландшафтні комплекси Вулканічно-міжгірно-улоговинної області)
	НИЗЬКОГІРНІ		ШИРОКОЛИСТЯНОЛІСОВІ	Підвиди: *Низькогір'я (200-800 м.) пологосхилове ерозійно-денудаційне, складене тонкоритмічним флішем та глинами з прошарками алевролітів і пісковиків, з бурими гірськолісовими потужними слабоскелетними грунтами з буковими, грабово-буковими та грабово-дубовими лісами і вторинними луками - № 6.6 за легендою (Мельник, 1999)* .....

Геоекологічна оцінка воєнно-техногенного впливу на ґрунтовий покрив Донецької та Луганської областей

Анастасія Сплодитель
Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник

Воєнно-техногенне забруднення ґрунтів зумовлює загострення екологічних проблем, які впливають на стан здоров'я населення. Дослідження ряду країн продемонструвало, що військові дії мають потужний вплив на стійкість ґрунтів до такого виду забруднень. Однак наукові розробки в області моніторингу та еколого-геохімічної оцінки стану ґрунтів в умовах військових конфліктах мають фрагментарний характер. Це зумовлює необхідність вирішення проблеми геохімічного аналізу й оцінки екологічного стану територій, які зазнали руйнувань через воєнні дії.

Донецький економічний район, до складу якого входять Луганська та Донецька області, традиційно належить до найбільш розвинутих промислових регіонів України. Екологічний стан території Донбасу ще за радянських часів оцінювався як кризовий та відносився до зони надзвичайної екологічної ситуації. Військовий конфлікт, що триває тут з 2014 року, окрім інших проблем, став також причиною нових екологічних загроз у регіоні. Дослідження сучасних екологічних проблем Донбасу ускладнені важкодоступністю до багатьох територій, неможливістю виконання повноцінних експериментальних робіт та отримання необхідної інформації.

На території Донбасу, де проводяться стрільби із широкого спектру систем тактичної зброї, спостерігається забруднення ґрунтів як головного "депо" повітряних і наземних викидів важких металів, залишків вибухових речовин і порохів. Так, внаслідок ударної дії вибуху снарядів ґрунт в місцях розташування котлів артилерії та мішеневих полів деформується, що в результаті призводить до утворення штучного пористого середовища з стохастичними розподілом тріщин, яке змінюється після кожного вибуху. Більшість речовин, які утворюються внаслідок застосування систем зброї і військової техніки представлені твердими, розчинними чи дрібнодисперсними речовинами, які або відразу потрапляють на поверхню ґрунту або осідають на неї з атмосфери (Хрущов та ін., 2022 Д., Концептуальні...).

Джерела воєнно-техногенного забруднення, які утворюються внаслідок заходів військової діяльності, мають за своєю природою специфічний характер. Хімічні мікрокомпоненти забруднення представлені токсичними елементами (As, Ni, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Sb і Zn) та їх солями (комплексний перхлорат міді, 1,3-дигідрокси-2,4,6-тринітро-бензол, перхлорат (5 гідразинотетразол-1н) ртуті, тринітрорезорцинат свинцю, стифнат свинцю – C6H(NO2)3O2Pb) (Amanda and otherю, 2020. Environmental…).

Завдяки дифузійно-дисперсійним та конвективним процесам, а також процесам розчинення, сорбції-десорбції поверхневі забруднення ґрунтів переносяться з верхніх горизонтів у підстилаючі породи зони ненасиченої фільтрації та ґрунтові води, де можуть або накопичуватись у вигляді геохімічних аномалій за наявності

геохімічних бар'єрів, або мігрувати на значні відстані з ґрунтовими водами (Хрущов та ін., 2022 Д., Концептуальні...).

Детальні еколого-геохімічні дослідження в зоні конфлікту на сході України проводилися в 2017-2021 рр. за підтримки Управління ООН з координації гуманітарних питань у складі швейцарської неурядової організації Центр гуманітарного діалогу в рамках проєкту «Попередня оцінка екологічної небезпеки резервних джерел питно-господарського водопостачання населення Донбасу (Донецька та Луганська області) за умов АТО» та науково-дослідної роботи відділу геохімії техногенних металів та аналітичної хімії Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України «Трансформація сполук важких металів у компонентах довкілля урбанізованих територій України.

Вміст мікроелементів в ґрунтах територій військової діяльності було визначено методом масс-спектрометрії *з* індуктивно-зв'язаною плазмою (ICP-MS аналіз) аналізатор ELEMENT-2, виробництво Німеччина в Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України. Визначення форм знаходження мікроелементів у ґрунтах проведено методом постадійних витяжок згідно методики В.О. Кузнєцова (1990), модифікованої А.І. Самчуком (1998).

Для укладання карт хімічного забруднення ґрунтів в кожній точці відбору був підрахований коефіцієнт концентрації цих металів (Кс), який визначається відношенням фактичного вмісту хімічного елементу (Сі) до фонового (Сф). На основі цих даних підрахований сумарний показник забруднення (Zc).

Враховуючи вищезазначені умови, що склалися в цьому регіоні було розроблено індикативну схему пробовідбору, яка дає змогу встановити еколого-геохімічну оцінку ґрунтового покриву в результаті військової діяльності. Відбір ґрунтових проб здійснювався в центральній частині воронки вибуху та на відстанях 5, 10 і 20 м від її зовнішнього валу. Фоновий зразок відбирався за межами контрольних точок без дії воєнного впливу в межах одного типу ландшафтного комплексу.

Відповідно до отриманих даних, вміст важких металів у пробах ґрунту, відібраних на ділянках бойових дій, в більшості випадків перевищував фонове значення в 3 – 25 разів. Систематичне перевищення в 3-6 разів спостерігалося щодо ртуті, ванадію та кадмію. У поодиноких пробах, фонові значення перевищувалися у понад 100 разів. Якщо порівнювати середні показники валового вмісту токсичних елементів у місцях бомбардування з фоновими для Донбасу, то найбільші кларки концентрацій відзначені кадмію, свинцю, міді, цинку і, в окремих випадках ртуті.

Крім того, збільшення площ затоплення і підтоплення при підйомі рівнів підземних вод призводить до змін екологічних параметрів геохімічних ландшафтів, збільшення рухомості техногенних елементів. Найбільними показниками рухливості серед високонебезпечних елементів володіє цинк з вмістом рухомих форм 10-20% від валового вмісту. Кількість рухомих форм свинцю в досліджуваних ґрунтах регіону досягає 6-8% від валового вмісту. Хром серед досліджуваних елементів небезпеки володіє найменшою рухливістю – до 2,2 %.

Отримані дані свідчать, що в межах території впливу військової діяльності в залежності від стану щільності та проникності порід зони ненасиченої фільтрації зростає уразливість підземних вод до геохімічних чинників.

Для ґрунтів зон бойових дій було також визначено сумарний показник забруднення (Zc) за методикою Ю.Ю. Саєта (1990).

В кожній точці відбору ґрунтів за даними аналізу геохімічних проб згідно із згаданою вище методикою, підрахований сумарний показник хімічного забруднення ґрунтів Zc. Для розрахунку Zc взято середньофоновий вміст хімічних елементів. Коефіцієнт концентрації Кс вираховувався для елементів з вищефоновим вмістом.

Значення сумарного показника хімічного забруднення Zc змінюється на досліджуваній території в широких межах — від 7,3 до 118,5. Фонові значення Zc характеризуються показниками менш 16 і переважно поширені на північ від зони бойових дій (Рис.).

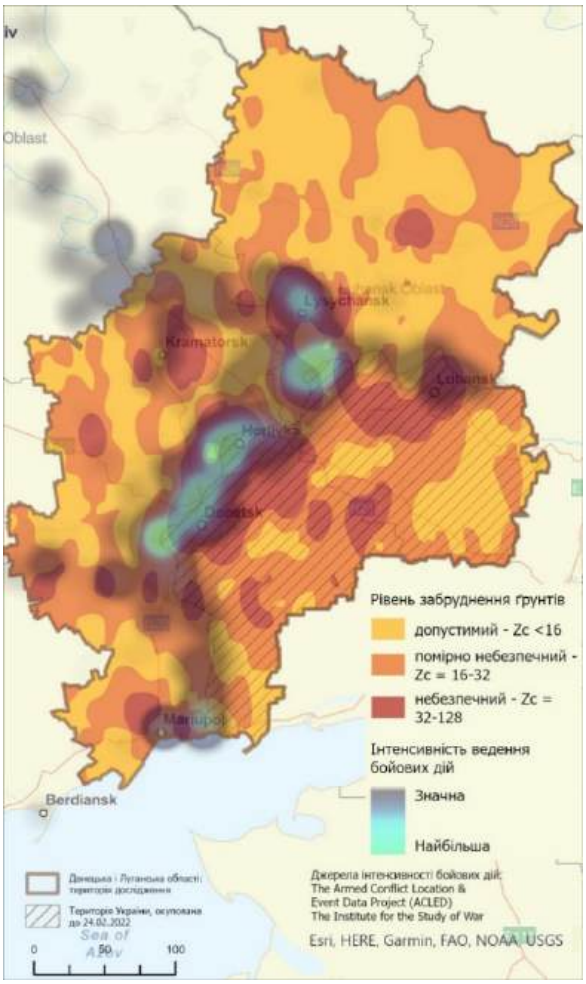


Рис. 2. Сумарний показник забруднення ґрунтів Донецької та Луганської областей, (Zc) за методикою Ю.Ю. Саєта

За сумарним показником забруднення зони ведення військової діяльності віднесені до категорії надзвичайно небезпечного забруднення ґрунтів, інші зони агломерацій відчувають небезпечний ступінь забруднення. Контрастність аномалій різко зростає в межах промислових агломерацій та накладається на техногенне забруднення. В зонах бойових дій поблизу міських та промислових звалищ зростає концентрація кадмію, молібдену, на території агроландшафтів фіксуються підвищені концентрації фосфору, свинцю та нікелю.

Сучасні еколого-геохімічні умови ландшафтів Донбасу внаслідок значних просторово-часових змін природно-техногенних факторів в умовах військового впливу є вкрай складними, що формує високі ризики надзвичайних ситуацій екологічного походження. В умовах інтенсивного військового впливу на ландшафти регіону відбувається підвищення рівня фонових характеристик ґрунтового покриву, посилюються рівні коливання концентрацій токсичних елементів та їх сполук, змінюються закономірності процесів формування хімічного складу ґрунту.

Прикладне ландшафтознавство : історія, сучасність, перспективи:
Матеріали Всеукраїнського наукового семінару пам'яті професора Анатолія Мельника
(Львів – Ворохта, 6-9 жовтня 2022 року). – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. – 55 с.

Методика картографування лавинної активності геокомплексів

Євген Тиханович, Володимир Біланюк, Володимир Матвіїв
Львівський національний університет імені Івана Франка

Одним з найкращих методів представлення інформації про лавинну активність території є створення карт і картосхем поширення цього явища в межах досліджуваної території. Методикою представлення інформаційних даних відносно лавинної активності з допомогою графічних матеріалів та відповідною класифікацією територій для можливості подальшого картографування займалися різні вчені. При картографуванні за основу брали інформаційні дані відносно статистичних відомостей, знання характеристик рельєфу та клімату. Переважно карти створювалися на основі таких показників лавинної активності території як (Географія лавин, 1992): кількість лавинних лотків на 1 км. дна долини; середня багаторічна повторюваність сходу лавин; ступінь лавинної активності; тривалість лавинонебезпечного періоду; фактори лавиноутворення.

Проте, такі карти склада лися переважно орієнтуючись на інформацію, зібрану, в кращому випадку, на модельних ділянках. З іншого боку лавиноактивні території виділяли шляхом вивчення топографічних, кліматичних карт та космознімків (Borrel, 1992. The new French avalanche map.) При чому, досить рідко трапляються матеріали про отримання інформації шляхом суміщення кількох карт, тобто досліджені факторів в комплексі. Переважно для картографування опиралися на один із факторів. Наприклад, при складанні карт кількості лавинних лотків на 1 км. дна долини як фактор лавиноутворення береться орографія і відповідно до цього відбувається поділ, а за ним і картографування лавиноактивної території. Для екстраполяції даних на інші території створена таблиця приблизної кількості лавинних лотків на 1 км. дна долини в залежності від типів рельєфу. Карти середньої багаторічної повторюваності сходу лавин та карти степені лавинної активності формуються на даних по сходженні лавин відповідно до чого території порівнюються між собою та картуються; карти тривалості лавинонебезпечного періоду та карти факторів лавиноутворення в своїй основі опираються на клімат (Географія лавин, 1992). На нашу думку, недолік таких робіт полягає в таких положеннях:

1. Для дослідження береться лише один показник, а не усі в комплексі, як зазначалось вище;
2. При розробці усереднених таблиць, дані з яких пізніше екстраполювались на різні території, використовувались узагальнені дані з різних гірських систем. Як бачимо, при таких роботах, наприклад, для картографування лавинної активності території Карпат могли використовувати інформацію одержану при дослідженні Кавказу;
3. При таких підходах практично неможливо локалізувати, а відповідно правильно прив'язати до території лавиноактивні ділянки і такі дослідження будуть супроводжуватися великими інформаційними похибками при складанні середньо- та великомасштабних карт.

Відповідно до вище зазначених недоліків методики складання карт лавинної активності території не можна вважати доцільними, оскільки кожна гірська система є унікальна і характеризується своїми особливостями формування морфодинамічних процесів (Шушняк, 2006. Особливості просторово-часової…).

Основною ідеєю запропонованої нами методики є те, що при складанні карт лавинної активності території потрібно брати до уваги усі фактори формування лавинної ситуації в комплексі, а не робити акцент на певного роду інформацію, яка стосується одного з аспектів дослідження лавин. Ми вважаємо, що при проведенні картографування лавинних територій потрібно враховувати два блоки відомостей:

1) наявні лавинні геокомплекси;
2) статистична інформація про сходження лавин.

Використання сукупних відомостей цих двох груп дасть змогу охопити усю потрібну інформацію для створення карт. Лавинні геокомплекси, як сукупність фацій та урочищ розміщених в одній, або кількох місцевостях, в межах території яких сформувалися, чи можуть бути сформовані умови для сходження лавин, займають найвищий ієрархічний ступінь при поділі лавинних територій. При їх виділенні легко розмежувати ділянки з лавинною активністю від неактивних. Відповідно при цьому враховуватимуться усі природні фактори, які впливають на формування лавиноактивної ситуації. Перевагою використання лавинних геокомплексів при картографуванні є те, що їх досить легко ідентифікувати в просторі як візуально, так і з допомогою карт та аерофотознімків (Weir, 2002. Snow avalanche management…). Таким чином, в межах території дослідження, ми матимемо чітко локалізовані в просторі ділянки, в межах яких, при потребі, в подальшому проводитиметься більш точне картографування, при якому уже використовуватимуться статистичні відомості про сходження лавин (кількість лавин, місця їх сходження та територію, яку вони охопили). Тобто для подальших робіт потрібно знати, щонайменше, локалізацію місць сходження і територіальне розташування лавиновищ (Тиханович, Біланюк, 2012. Проблеми термінології…) Важливо також зазначити, що при картографуванні з допомогою запропонованої нами методики можливість екстраполювання даних обмежується на рівні ландшафту і унеможливлює дослідження лавинної активності усієї гірської системи на основі даних зібраних в межах модельної ділянки. Це, звичайно, ускладнює роботу, оскільки потрібно проводити подібні дослідження та моделювати лавинну ситуацію в межах кожного ландшафту та це компенсується високою точністю картування лавиноактивних територій.

Основною проблемою, при використанні запропонованої нами методики картографування лавиноактивних територій є необхідність у точних статистичних даних відносно сходження лавин: місце сходження, охоплена територія. Відповідно, для отримання інформації, яка дозволить з великою точністю картувати території в контексті лавинної активності, потрібно проводити систематичні стаціонарні і напівстаціонарні дослідження протягом, приблизно, 10 років (часові терміни підібрані опираючись на метод складання карт ступені лавинної активності та дані з градації лавинної активності територій (Географія лавин, 1992). Тривалі в часі дослідження, також допоможуть уникнути похибки, яка обумовлена даними з систематичності сходження лавин, оскільки для створення карт братиметься середньостатистична інформація. Відповідно, чим довший період спостереження за

лавинами тим краще вдасться знівелювати усі невідповідності при проведенні картографічних робіт.

Картографування в межах лавинних геокомплексів, опираючись на статистику, можна проводити по-різному в залежності від масштабів досліджуваної території. Тому, ми пропонуємо використовувати наступні варіанти картографування лавинної активності:

1) диференціація лавинних геокомплексів;
2) поділ лавинних геокомплексів за внутрішньою активністю;
3) картографування за допомогою накладання лавиновищ.

Диференціація лавинних геокомплексів. Картографування лавиноактивної території через диференціацію лавинних геокомплексів базується на тому, що за допомогою статистичних даних відносно кількості сходження лавин комплекси поділяються на сильно-, середньо- і слабоактивні. В відповідності до цієї класифікації, комплекси зафарбовують певним кольором (Weir, 1998. Avalanche risk management…), про що йтиметься далі. Опираючись на відомості про сходження лавин Українських Карпатах, отриманих шляхом збору інформації через опитування та польові дослідження нами запропоновано наступний поділ лавинних геокомплексів відносно лавинної активності в залежності сходження впродовж встановленого періоду певної кількості лавин (Географія лавин, 1992):

1) 1 і більше лавин на 1 лавиноактивний період – сильна активність;
2) 1 лавина на 2-5 лавиноактивних періоди – середня активність;
3) 1 лавина на 5 і більше лавиноактивних періоди – слабка активність.

Проте, такою класифікацією легко користуватися при умові, що період спостереження за лавинною активністю триватиме рівно 5 лавиноактивних періодів. Якщо ж період дослідження довший (нами запропоновано 10 років), то відповідно при розрахунках виникатимуть труднощі, а саме основне – похибки, спричинені тим, що лавини можуть не сходити через відсутність снігового покриву, несприятливі погодні умови. Оскільки такі фактори, при їх наявності, зазвичай будуть охоплювати велику площу досліджуваних територій, то під їх вплив підпадатимуть усі лавинні ділянки. Якщо такий вплив на зміну кількості комплексів з слабою лавинною активністю буде незначний, то кількість лавинних геокомплексів з високою лавинною активністю значно зменшиться, особливо при довготривалих дослідженнях. Проте відкидати і не брати до уваги відомості про сходження лавин в роки з малосніжними зимами також не доцільно. Тому опираючись на вище подану класифікацію нами запропонований більш оптимальний поділ лавинних геокомплексів, який базується на частоті сходження лавини. Цей показник відображає відношення кількості лавин, що зійшли, до тривалості періоду спостереження в роках.

$$\text{Частота сходження лавини} = \frac{\text{Кількість лавин, що зійшли}}{\text{Тривалість періоду спостереження}} * 100\%$$

З іншого боку така методика дасть змогу вирішити проблеми похибки, які можуть виникати при таких ситуаціях, як сходження, через несприятливі умови, наприклад, 6 лавин за 7 лавиноактивних періодів в геокомплексах з сильною лавинною активністю. Обрахунок відсоткових меж для класифікації проводився наступним чином: спочатку визначались межі відсоткових значень для середньої активності. Нижня межа, згідно вище поданої класифікації, 2 лавини за 5 лавиноактивних

періодів, верхня – 4 лавини протягом 5 лавиноактивних періодів. Таким чином ймовірність щорічного сходження лавин для лавинних геокомплексів з середньою активністю складатиме 40-80%. Проте, як можна вирахувати за формулою, ймовірність щорічного сходження лавин при високій активності складатиме 100%, а при низькій – менше 20% (максимум 1 лавина на 5 лавиноактивних періодів). І тут виникає проблема з вище заданою похибкою, яку, на нашу думку, доречно усунути з допомогою "втрачених" 40% при обрахунках, які розділяємо між високою та низькою активністю (рис. 1).

100%	Сильна активність
81-99%	??? (↑↑↑)
80-40%	Середня активність
21-39%	??? (↓↓↓)
< 20%	Слаба активність

↓

> 80%	Сильна активність
80-40%	Середня активність
< 40%	Слаба активність

Рис.1 Схема відсоткових меж при класифікації активності

Таким чином, ми отримали кінцеву класифікацію активності лавинних геокомплексів відносно ймовірності щорічного сходження лавин, подану в нижній частині схеми яка є найбільш універсальною при порівнянні лавинних природних територіальних комплексів відносно активності проходження досліджуваного морфодинамічного процесу. Та все ж, такий метод картографування лавинних геокомплексів в контексті їхньої активності має місце на існування лише при дослідженні великих за площею територій та порівняння активності лавинних ПТК різних ландшафтів. Проте, він не характеризується високою точністю та не є ефективним при картуванні невеликих модельних ділянок.

Поділ за внутрішньою активністю та накладанням лавиновищ. Для досягнення більшої точності виокремлення лавиноактивних територій нами пропонується два методи картографування: поділ лавинних геокомплексів за внутрішньою активністю та картографування активності лавинних геокомплексів за допомогою накладання лавиновищ. Обидва ці методи полягають у диференціації території самого лавинного геокомплексу (Тиханович, Біланюк, 2012. Проблеми термінології…), в межах якого і виділяють, окремо, активні ділянки високого, середнього та низького ступеня лавинної активності (Географія лавин, 1992). В нашому випадку, ступінь лавинної активності – трактується як показник, який відображає характеристики лавинної активності певних ділянок в межах одного лавинного геокомплексу.

Обидва методи полягають у виокремленні ділянок з певним ступенем лавинної активності на основі статистичних даних та інформації одержаної при польових дослідженнях відносно місць сходження лавин та локалізації ділянок, які були охоплені лавиновищами (територіями, які охоплені процесами сповзання і акумуляції снігових мас, що формували лавини). Різниця між запропонованими варіантами картографування полягає у точності виділення територій з різним ступенем лавинної активності та можливої перспективи подальшого використання, отриманої при проведенні досліджень, інформації.

Метод поділу лавинного геокомплексу на ділянки відносно ступеня їх лавинної активності полягає у тому, що знаючи територію, яка охоплювалася лавиновищем, на картосхему лавинного геокомплексу наносяться нижні межі лавиновищ, тобто кінцеві межі конусів виносу. Оскільки, в межах досліджуваних комплексів завжди сходили і сходитимуть лавини різного об'єму (орієнтовний поділ: великі, середні та малі Weir, 2002. Snow avalanche management…), наносячи нижні межі, на схемі лавинного комплексу можна буде інтерполювати дві основні лінії, які розміщуватимуться в зонах найбільшого скупчення кінцевих меж лавиновищ. Дані лінії, за нашим припущенням, будуть наближено відповідати усередненим даним відносно кінцевих меж малих та середніх лавин (кінцевою межею великих лавин буде нижня межа усього лавинного геокомплексу) і таким чином ділитимуть весь комплекс на три ділянки. Найвища (пригребенева) ділянка буде класифікуватися, як територія з високим ступенем лавинної активності, наступна – з середнім, найнижча в гіпсометричному положенні ділянка характеризуватиметься низьким ступенем лавинної активності в межах досліджуваного геокомплексу. За результатами польових досліджень і опираючись на знання про рельєф гірської території ми вважаємо, що такий метод є досить точним. Провівши такі дослідження в межах ключової ділянки та порівнюючи рельєфні, кліматичні та флористичні умови цієї ділянки з іншими, отримані результати легко екстраполювати на потрібні нам території досліджуваного ландшафту (Шушняк, 2006. Особливості просторово-часової…). Дані здобуті при таких дослідженнях також можна використовувати при моделюванні умов сходження лавин.

Схожий, до вище описаного, варіант картографування ступеня лавинної активності території за допомогою накладання лавиновищ також виконується на картосхемі досліджуваного лавинного геокомплексу. Картографування проводиться в межах активного, відносно сходження лавин, комплексу, на схему якого, опираючись на статистичні відомості, наносяться лавиновища усіх снігових мас, які зійшли за досліджуваний період і оконтурені території зафарбовуються кольором (прозорість – 10-20%). Після нанесення усіх лавиновищ, території диференціюються на три групи, відносячи ті чи інші ділянки до територій з високим, середнім чи низьким ступенем лавинної активності. Такий поділ проводиться на основі насиченості кольору зафарбованої території, опираючись на відомості про кількість лавиновищ. Використовуючи інформацію зібрану в результаті польових досліджень, автор картосхеми може вносити свої корективи для уточнення її інформативності. Нами запропоновано наступний варіант поділу таких територій, який використовувався у вище описаному методі складання карт лавинної активності на основі диференціації лавинних геокомплексів. Ділянки, в межах яких будуть накладатися > 80% лавиновищ характеризуватимуться високим ступенем лавинної активності, 40-80% – середнім, < 40% – низьким.

На картах і картосхемах, при позначенні лавиноактивних ділянок, нами запропоновано використовувати наступні умовні знаки, які були вибрані опираючись на досвід картографування лавинонебезпечних територій європейських країн. Для позначення лавинних геокомплексів з характерною активністю використовується забарвлення усієї території комплексу у відповідний колір (Weir, 2002. Snow avalanche management…): комплекси з сильною лавинною активністю позначаються

червоним кольором, з середньою – оранжевим, слабкою – жовтим. При картографуванні лавинного геокомплексу за ступенем лавинної активності території, нами запропоновано використовувати відтінки кольорів в залежності від того, до якої категорії відносно активності належить лавинний геокомплекс. Наприклад: для комплексу, який характеризується сильною лавинною активністю, при диференціації його території за ступенем лавинної активності і відображенні виділених ділянок на карті вони будуть зафарбовуватися у темно-червоний (високий ступінь лавинної активності), червоний (середній) та світло-червоний (низький) кольори. Потенційно можливі геокомплекси на картах позначаються рожевим кольором. Усі виділені ареали зафарбовуються на топографічній основі досліджуваної території з прозорістю кольору 50%.

Опираючись на розроблені та подані вище методи картографування лавино активних територій, нами запропоновані наступні рекомендації, щодо проведення картографічних робіт в різних лавинних геокомплексів:

1. При картографуванні лавиноактивних територій можна використовувати будь-які геоінформаційні системи, які дають змогу провести відповідні операції для подальших аналізу та параметризації.
2. Для картографування великих територій, які охоплюють кілька ландшафтів та для порівняння різних ландшафтів між собою в контексті лавинної активності доцільніше використовувати метод диференціації лавинних геокомплексів.
3. Метод поділу лавинних геокомплексів за внутрішньою активністю найкраще використовувати при дослідженні невеликих за площею територій та лавинних геокомплеків з міграційними місцями сходження лавин.
4. Для складання картосхем активності лавинних геокомплексів з локалізованими місцями сходження лавин може бути використаний як метод поділу лавинних геокомплексів за внутрішньою активністю, так і картографування методом накладання лавиновищ. В даному випадку варіант картографування залежатиме від наявної інформації та необхідності у потребі детальних картосхем і моделей.
5. Потенційно можливі лавинні геокомплекси завжди картуються як при складанні картосхем за диференціацією лавинних геокомплексів та виділяються окремим кольором. Це пояснюється тим, що потенційно можливі лавинні геокомплекси неможливо поділити на ділянки з різною лавинною активністю; можна робити лише припущення, опираючись на відомості з отримані з уже досліджених ділянок та розроблених моделей.

Інтерпретація кліматичної мінливості гірських ландшафтів із застосуванням грід-даних

Дарія Холявчук
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича;

Актуальність

У теперішній час стрімких природних змін, зумовлених кліматичними факторами, вкрай актуальною стає проблема виявлення коливальних та циклічних кліматичних змін, особливо впродовж останнього тисячоліття, та особливостей їхнього відображення у різних ландшафтних регіонах. Коливальні природні процеси найкраще відображають кліматичні властивості ландшафтів. Регіональні і локальні варіації кліматичних змін, зокрема в Європі, є найбільш виразними і, часто, найбільш екстремальними, в областях із неоднорідною та глибоко розчленованою поверхнею (Bednar-Friedl et al., 2022. Europe). Водночас, для таких територій типовими є різноспрямовані або не значущі показники параметрів кліматичного тренду кількадесятилітнього часового зрізу. Тому гірські ландшафти є важливими модельними об'єктами для виявлення екстремальних проявів кліматичної мінливості регіонального генезису. Відповідно пояснення просторово-часових особливостей кліматичних змін на рівні регіональних ландшафтів є питанням на часі. Поява доступних і якісних кліматичних грід-даних достатньої резолюції (починаючи з другої половини XX століття) дає змогу інтерпретувати кліматичну мінливість не лише в часі, а в й просторі, що є визначальним для спеціалізованих регіональних ландшафтознавчих досліджень

Матеріали і методи

Для апробації кліматичних грід-даних та інтерпретації кліматичної мінливості як модельний простір обрано регіон Карпат як цілісний природний об'єкт**.** Останній є цікавим тлом кліматичної мінливості, з огляду на неоднозначність проявів змін повітряного компоненту над складно побудованими поверхнями, які виступають центрами збурень (пульсацій) кліматичних параметрів. Регіон є особливим, зважаючи і на положення його частини в екотоні між зоною широколистих лісів та лісостепу, що надалі збільшує флуктуації природних процесів на цих теренах.

Мережа точкових даних наземних стаціонарних гідрометеорологічних станцій, розташованих у Карпатах не дає повноцінної просторої картини розподілу кліматичних показників, що відображають регіональні та локальні риси ландшафтів. Відповідно використання просторових даних, отриманих шляхом поєднання точкових даних та моделювання поверхні і приземної атмосфери, спрямоване на розв'язання цієї проблеми. В дослідженні апробовано найновішу серію грід-даних ERA Interim ERA5-Land. Останні – оновлені дані наземного компоненту реаналізу клімату ERA5. Суттєве вдосконалення ERA5-Land - підвищена роздільна здатність (9 км порівняно з 31 км у ERA5), що значно підвищує можливості регіональних та локальних ландшафтно-кліматичних досліджень. Кліматична мінливість досліджена на прикладі місячних температур повітря і опадів упродовж 1950-2021 рр. У дослідженні також здійснена спроба подальшого удосконалення «ландшафтності» даних шляхом проведення масштабування (downscaling) - підвищення просторової точності із застосування крігингу до роздільної здатності 1 км.

Результати дослідження

Виконаний просторовий багаторічний аналіз кліматичних даних ERA5-Land вказує на чітку ядроформуючу роль Карпатської гірської споруди у полях розподілу температур і опадів. Зокрема, виявлено, що найвищі масиви Українських Карпат в межах Полонинсько-Чорногірської та Мармароської ландшафтних областей найвиразніші у впливі на розподіл середніх місячних температур, який просторово помітний аж до північної межі Передкарпатської області. Водночас у зимові місяці просторово проявляється циркуляційний утеплюючий вплив Закарпатської низовинної області на південно-західному макросхилі Карпат. У роки такого прояву, на прикладі грудня, (1972, 1981, 1993, 2000) Мармароській області притаманні найнижчі ізотерми. Такі риси вже можна вирізнити, використовуючи оригінальні дані ERA5-Land.

Масштабовані дані середніх місячних температур ще чіткіше відображають регіональні і навіть локальні риси гірських ландшафтів, які часто не відображають контури областей Карпатської гірської фізико-географічної країни внаслідок значної міжрічної просторової мінливості середніх місячних температур та полів опадів. Зокрема, на рівні просторової резолюції 1 км стає виразним розподіл середніх місячних температур у гірських долинах, вплив яких просторово зростає у сухі місяці. Окрім того, у деякі роки значення середніх місячних температур повітря у гірських долинах досягають значень температур у Закарпатській низовинній області.

Розподіл місячних атмосферних опадів упродовж обраного періоду в Українських Карпатах ще складніший. Водночас, можливості для їхнього детального масштабування ускладнені, зважаючи на обмеженість впливу рельєфу як детермінанти коваріації з величиною опадів та недостатньої мережі опорних даних наземних метеостанцій. Проте, навіть використання вихідних грід-даних ERA5-Land дає змогу просторово визначати мінливість на рівні фізико-географічних областей. Такий розподіл у розрізі місяців чітко відображає регіональні циркуляційні паттерни, що просторово відмінні на протилежних макросхилах і відповідно їх вплив зміщується у напрямку руху переважаючих атмосферних фронтів.

Загалом попередні результати дослідження вказують на найпомітніші короткоперіодичні міжрічні коливання температур повітря та атмосферних опадів у розрізі місяців. Вони узгоджуються із попередніми дослідженнями за даними метеостанцій у розрізі років (Kholiavchuk & Kynal. 2016. Climate…, Walanus et al., 2022. In Search…). Зокрема, мова йде про 4-, 7-9-, 18-20-річні флуктуації температур повітря та атмосферних опадів.

Висновки

Багаторічні кліматичні грід-дані серії ERA5-Land придатні для пояснення кліматичної мінливості Карпат на регіональному рівні, зважаючи на достатню просторову точність, і навіть локальному рівні завдяки можливостям масштабування розподілу температур повітря. Ідентифікація просторово-часових паттернів кліматичної мінливості на прикладі температур повітря та атмосферних опадів для всіх Карпат передбачає перспективу наших досліджень. Очікується ,що такі паттерни дадуть змогу просторово інтерпретувати гірські ландшафти у динамічному контексті і відображати ці риси у схемах фізико-географічного районування.

Створення «образів ландшафту» засобами ДЗЗ на прикладі території НПП «Слобожанський»

Ігор Черваньов, Аліна Овчаренко, Оксана Залюбовська
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Постановка задачі

У процесі сучасного розвитку ландшафтознавства та швидкозмінності окремих характеристик об'єктів різного рангу постає питання в необхідності вивчення і моніторингу дистанційними методами і засобами. Важкодоступні території та швидкозмінні візуально метаморфози поверхні можливо досліджувати засобами ДЗЗ (дистанційного зондування Землі).

Поняття «образів ландшафтів»

Природоохоронні території потребують здійснення моніторингу як вцілому, так і окремих їх ділянок. Проте традиційні процеси довготривалі і потребують комплексного вивчення і унеможливлюються важкодоступними територіями (якщо такі наявні). Тому ми пропонуємо методику вивчення ландшафтної структури рівня фацій шляхом створення «образів ландшафту» за допомогою картографічних ГІС-методів та методів ДЗЗ. В камеральних умовах укладаються карти-гіпотези без безпосереднього вивчення на території, враховуючи дані попередніх досліджень, а потім результати перевіряються в польових умовах і вносяться корективи.

Територія дослідження

Територія національного природного парку (НПП) «Слобожанський» характеризується мозаїчною фаціальною структурою. Національний парк розташований в межах Харківської області в долині річки Мерла. Незвичне поєднання широколистих та хвойних рослинних угруповань на давніх перевіяних четвертинних відкладах з наявними озерами і болотами утворюють нетипову для Лісостепової зони місцевість.

Дані

Для проведення ландшафтознавчих досліджень були використані матеріали Літописів природи парку, наявні картографічні матеріали наукового відділу НПП, Інституту Ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського, Гутянського лісництва (зокрема дані про рельєф, геологічну будову та четвертинні відклади, ґрунти, лісовпорядні матеріали, тощо). Також за основу були взяті карта місцевостей і карта урочищ (укладена авторами в співавторстві раніше). Рослинні угруповання були отриманні шляхом дешифрування космічних знімків різного часу та роздільної здатності 3, 10, 15 м – Planet Scope, Sentinel-2, Landsat-8.

Методи дослідження

У роботі використовувалися програмні інструменти для порівняльно-географічного методу обробки даних космічного моніторингу – метод контрольованої і напівавтоматичної неконтрольованої класифікації, геоінформаційний, картографічний, метод удосконаленої за рахунок ДЗЗ великомасштабної ландшафтної польової зйомки.

Створення «образів ландшафтів» картографічними ГІС-методами та засобами ДЗЗ

Ландшафтне картографування дозволяє виявити ландшафтну структуру території для визначення заходів охорони окремих її ділянок та для регулювання

господарської діяльності з метою управління в межах НПП, зокрема збереження біорізноманіття та регулювання рекреаційної діяльності. Укладання карт неможливе без попереднього, хоча б камерального вивчення території: картографічні твори, Літописи природи, документація парку, Інтернет-джерела.

Нами було досліджено та укладено алгоритм формування «образів ландшафтів» (рис. 1), що базується на класичній методиці ландшафтного картографування з використанням методів ГІС та даних ДЗЗ та включає в себе також визначення індикаторів змін ландшафтної структури для подальшого моніторингу.

Рис. 1.Формування образу ландшафту

Поняття «індикативного моніторингу» серед робіт вітчизняних та зарубіжних вчених зустрічається опосередковано. Аналізуючи ландшафтознавчі дослідження з використанням даних ДЗЗ та різноманітних ГІС-аналізів, ми узагальнили їх зміст, увівши це поняття.

Індикатором змін для ландшафтів може бути декілька компонентів. В основі нашого дослідження ми обрали два компоненти, опираючись на нестандарний підхід до виділення ландшафтів (рис. 1).

Комплексний аналіз цифрових геоданих дає можливість обробки космічних спектрозональних знімків, користуючись аналоговими (картинковими) зображеннями. Проте виникає потреба в кращому способі ідентифікації у зв'язку з величезною строкатістю синтезованих зображень і багатоваріантністю результату. Нами розв'язувалась дослідницька задача поєднання інформації від дешифрування обраних діапазонів спектрального зображення шляхом по-піксельного синтезування окремих зображень, поданих у цифровому вигляді, шляхом розпізнавання за оптичними властивостями синтезованого зображення та кероване розпізнавання через виділення на еталонних ділянках оптичних образів певних ландшафтних виділів, ідентифікованих на місцевості.

Саме проведення класифікації в поєднанні з польовими дослідженнями визначило майбутні індикативні об'єкти для території інтересу. Зокрема, загалом основним індикатором зміни ландшафтів стали рослинні угрупування, а більш детальну ландшафтну структуру було отримано за допомогою високоточних космічних знімків, а отже, й визначило ще один вид об'єктів як індикаторів змін – контури водних об'єктів.

Для прикладу, на рис. 3.3 представлено RGB-композицію космічного знімку Sentinel-2 за 23.11.2019.

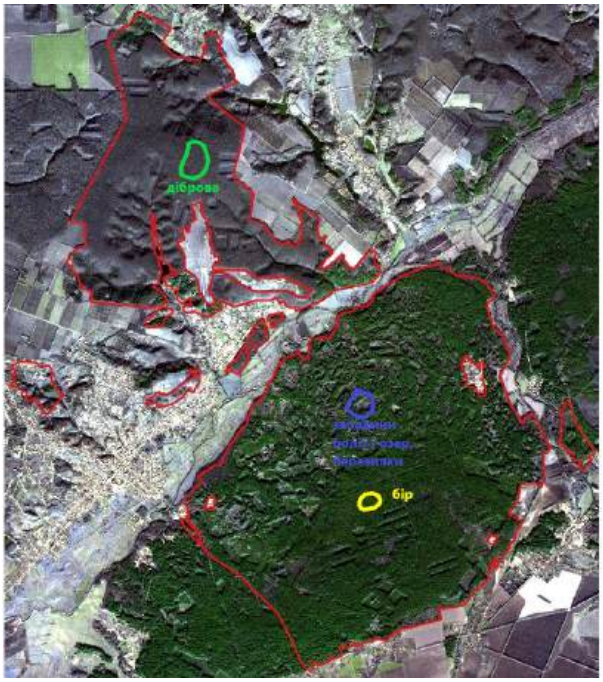


Рис. 2. Визначення основних типів рослинності як індикаторів фаціальної структури

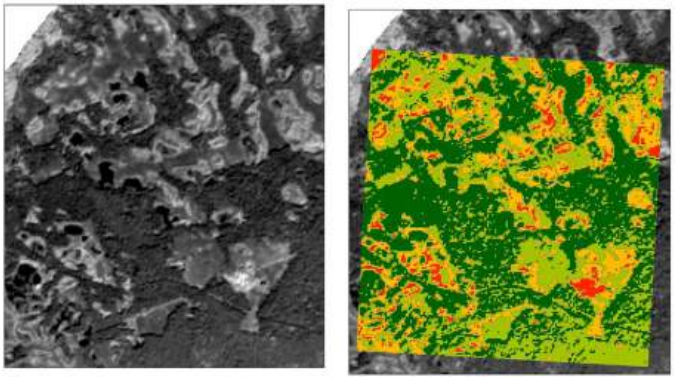
За допомогою цих даних можна визначити тип рослинності – в нашому випадку важливим є тип лісу – листяний чи хвойний, або ж відкрита трав'яниста місцевість чи навпаки – без рослинності ділянка. Також, окремі аналітичні розрахунки дозволяють отримувати інформацію про стан рослинності (особливості розвитку посівів на полях, стан деревної чи трав'яної рослинності на різних етапах вегетації).

Під час обробки даних ДЗЗ було проведено дешифрування космічних знімків із підбиранням оптимальної кількість класів індивідуально для кожного виду знімку (рис. 3), в залежності під пори року. Ці експериментальні дослідження неможливо здійснювати, без урахування особливостей території. Також важливо врахувати, що рослинні угруповання є мінливим компонентом ландшафту. Тому дані ДЗЗ дозволяють оперативно отримати інформацію про їх стан в конкретний проміжок часу.

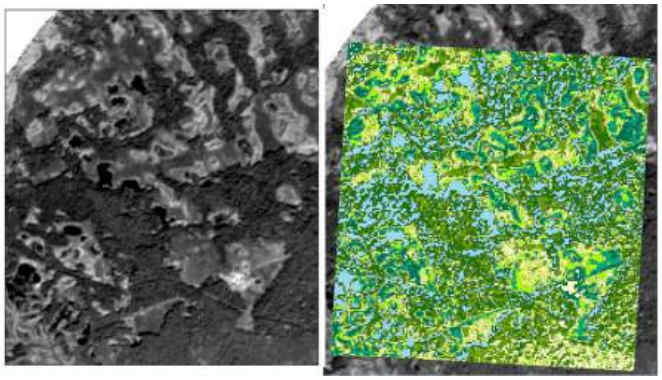
На основі наявних даних рельєфу, четвертинних відкладів, ґрунтів, рослинних угруповань (шляхом дешифрування космічних знімків) створюється база даних та

пошарове накладання цих шарів дозволяє сформувати «образи ландшафтів» досліджуваної території.

а



б



в

Рис. 3 Тематичні зображення, створені в процесі дешифрування космічних знімків: а – Landsat 8, б - Sentinel-2, в - PlanetScope

Перспективи дослідження

Використання ГІС-технологій та даних ДЗЗ дає можливість на основі готової бази даних та щорічного дешифрування нового космознімку проводити моніторинг динаміки ландшафтних угруповань національних природних парків. Укладена ландшафтна карта дозволить оновлювати результати досліджень та спостерігати за станом ландшафтних угруповань на досліджуваній території. Вся інформація про зміни зберігається в базі геоданих і може бути візуалізована для конкретного періоду досліджень.

Великомасштабна ландшафтна карта (на рівні фацій) території НПП «Слобожанський» в подальшому має стати основою для визначення особливостей біорізноманіття кожного з виділених контурів та проведення в подальшому ландшафтного планування згідно з цілями збереження природного стану унікальних озер та боліт, окремих видів рослин та тварин в поєднані з нормальним функціонуванням рекреаційної діяльності в межах парку.

Територія НПП «Слобожанський» має значну фаціальну мозаїчність. Укладання ландшафтної карти і збереження даних в геоінформаційній базі є необхідною умовою для здійснення управління територією. Укладена ландшафтна карта є своєрідним поєднуючим компонентом між аналізом і прогнозуванням.

Висновки

Створення «образів ландшафту» камеральними методами дослідження з використанням даних космічних знімків є оперативним і швидким методом отримання інформації щодо візуалізації поверхні навіть в важкодоступних місцях. Це є необхідним для природоохоронних територій. А своєчасне виявлення проблеми на території дозволить уникнути негативних наслідків, проаналізувати, спрогнозувати подальші зміни і своєчасно надати рекомендації для збереження унікальних ландшафтів та компонентів в межах природоохоронних територій.

Прикладне ландшафтознавство : історія, сучасність, перспективи:
Матеріали Всеукраїнського наукового семінару пам’яті професора Анатолія Мельника
(Львів – Ворохта, 6-9 жовтня 2022 року). – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. – 55 с.

Наукове видання

Прикладне ландшафтознавство: історія, сучасність, перспективи

Матеріали Всеукраїнського наукового семінару пам’яті професора Анатолія Мельника (Львів – Ворохта, 6-9 жовтня 2022 року)

Редагування і комп’ютерне верстання:
Іван Круглов, Євген Тиханович, Олеся Буряник