



КАФЕДРА ГЕОЕКОЛОГІЇ
І ФІЗИЧНОЇ ГЕОГРАФІЇ
ЛЬВІВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ



Міністерство освіти і науки України
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА

Географічний факультет
Кафедра геоєкології і фізичної географії

Іван Круглов

Загальний зміст геоєкології (ландшафтної екології)

Ілюстрований текст лекції

ЛЬВІВ 2026

УДК 910.1/.27+911.2/.9+574.42/.91
К84

Рецензенти:

Богдан Рідуш, доктор географічних наук, професор
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Любомир Царик, доктор географічних наук, професор
Тернопільський національний педагогічний університет імені
Володимира Гнатюка

*Рекомендовано до друку
Вченою радою географічного факультету
Львівського національного університету імені Івана Франка
Протокол № 10 від 22 грудня 2025 р.*

Круглов Іван

К84 Загальний зміст геоекології (ландшафтної екології) :
ілюстрований текст лекції / Іван Круглов. – Львів: ЛНУ
імені Івана Франка, 2026. – 31 с.

Подається ілюстрований матеріал вступної лекції з курсу
«Геоекологія» («Ландшафтна екологія»), який викладається
студентам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі
спеціальностей «Е4 Науки про Землю» та «С6 Географія та
регіональні студії».

УДК 910.1/.27+911.2/.9+574.42/.91

© Іван Круглов, 2026

© Львівський національний університет
імені Івана Франка, 2026

Зміст

Список скорочень.....	4
Вступ.....	5
1. Сутність географії.....	5
2. Сутність екології.....	10
3. Визначення геоекології (ландшафтної екології).....	13
4. Геоекологія як інтегрована наука.....	15
5. Інформаційні технології у геоекології.....	21
6. Практичне значення геоекології.....	23
7. Географічні корені геоекології.....	25
Контрольні запитання.....	26
Теми презентацій та дискусій на семінарах.....	27
Джерела.....	28

Список скорочень

ГеоШІ – геопросторовий штучний інтелект

ГЕС – геоекосистема – геопросторова екологічна система

ГІС – географічна інформаційна система

ГНСС – глобальна навігаційна супутникова система

ГТД – геотеледетекція (дистанційне зондування Землі)

ІТ – інформаційна технологія

Вступ

Ми синонімічно застосовуємо назви «**геоекологія**» та «**ландшафтна екологія**». Адже термін «**геоекологія**» запровадив німецький географ Карл Тролль (*Carl Troll*) у 1968 р. як альтернативну міжнародну назву **ландшафтно́ї екологі́ї** (нім.: *Landschaftsökologie*; англ.: *landscape ecology*; пол.: *ekologia krajobrazu*; рум.: *ecologia peisajului*; словац.: *krajinná ekologia*; угор.: *tájökológia*) – ним же ініційованої у 1939 р. науки. Зроблено це було з міркувань уніфікації – після того, як німецьке «ландшафт» замінили грецьким «гео», назва науки набула подібного класичного лаконічного написання і звучання різними мовами (Troll, 1971).

Отже, **геоекологія** – **географічна екологія** – є інтегрованою (міждисциплінарною, трансдисциплінарною, комплексною) наукою, яка поєднує теоретичні підходи та методи **географії** й **екології**. Тому спершу стисло розглянемо сутність цих двох базових, по відношенню до геоекології, галузей знань, а тоді дамо визначення самої геоекології. Крім того, роз’яснимо, що маємо на увазі під **геоекологією** як **інтегрованою наукою**, кількома реченнями опишемо **прикладне значення геоекології**, а також згадаємо міждисциплінарні географічні науки та ідеї, які формують **корені геоекології**. Ці теми потім розкриємо ширше у наступних лекціях.

1. Сутність географії

Географія складається з різних фізичних (напр., кліматологія), біологічних (напр., зоогеографія) і суспільних (напр., географія сільського господарства) дисциплін, які мають спільну рису – вони неодмінно вивчають розташування своїх об’єктів на поверхні Землі (Топчієв та ін., 2019; Dahlman, Renwick 2015; Hettner 1927). **Реальними об’єктами** географії можуть бути окремі властивості або інтегральні характеристики літосфери, атмосфери, гідросфери, біосфери й антропосфери, які досліджують як порізно, так і у поєднаннях. *Це, наприклад, альтитуда, середньорічна температура повітря, типи ґрунтів, природна рослинність, сільськогосподарські культури, щільність*

населення, автошляхи, сектори промисловості, ціна нерухомості тощо. **Оскільки географія першочергово вивчає особливості поширення (розподілу, диференціації) явищ на земній поверхні, то передусім дає відповідь на запитання «де?»**. Для дослідження розподілу явищ на земній поверхні (у географічному просторі – **геопросторі**) раніше використовували картографічний метод, а тепер – **геоматику** – інформаційну технологію (ІТ) здобування, опрацювання, візуалізації та поширення **геопросторової (географічної) інформації – геоданих** – за допомогою **географічних інформаційних систем (ГІС), геотеледетекції (ГТД), глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС) та наземних інструментальних знімань** (напр., Gomarasca, 2009). Також, протягом останніх років усе ширше впроваджують технології **геопросторового штучного інтелекту – ГеоШІ** (напр., Wang et al., 2024). Цифрові технології драматично розширили можливості географії, але не змінили її сутності (**Рис. 1**).

Отже, **географія – це наука про геопросторову диференціацію різноманітних фізичних, біотичних і суспільних явищ, а також їхніх поєднань (комплексів)**. Диференційований у геопросторі комплекс фізичних, біотичних та суспільних явищ суходолу, які вивчає географія, традиційно називають **ландшафтним комплексом або просто ландшафтом** (Круглов 2020; Bobek, Schmithüsen, 1949; **Рис. 2**)¹. З позицій **системного підходу теоретичні об'єкти** географії, які відображають геопросторову диференціацію явищ, інтерпретують як **геопросторові (географічні) системи – геосистеми (Рис. 3)**. Таким чином, географію асоціюємо з **геопросторовим (географічним) підходом**, який витлумачує явища земної поверхні як геосистеми (Круглов, 2020).

¹ Хоча більшу частину земної поверхні займає океан, у цьому курсі ми зосередимо увагу на суходолі (ландшафті) як безпосередньому довкіллі людини.



Рисунок 1. Географія колись і тепер

Зліва: Фрагмент картини «Географ» (1668 р.) нідерландця Я. Вермеєра. **Справа:** Картина «Картування цифрових світів», створена за допомогою ШІ (джерело: https://stockcake.com/i/mapping-digital-worlds_2123801_1338494. Прочитано 23.05.2025).

Тепер глобус, паперову карту та циркуль-вимірник замінила мультимедійна робоча станція ГІС. Але сутність географії не змінилася – ця наука першочергово досліджує розташування явищ на земній поверхні.



Рисунок 2. Приклад ландшафтного комплексу як реального об'єкта географії: ділянка басейну нижньої течії Апшиці, Рахівщина, Карпати ($\lambda = 23^{\circ}55' E$; $\varphi = 47^{\circ}59' N$; $h = \sim 270\text{--}550\text{ m}$)

Фізичними явищами цього ландшафту є горбогірний рельєф, колювіальні та алювіальні відклади, що залягають на моласі, помірно теплий субконтинентальний клімат, щільна садибна забудова тощо. Біотичними явищами є напівприродні середньовікові дубові та букові ліси, вторинні луки, сади та городи, свійські та дикі тварини тощо. Суспільними явищами є людське населення з переважанням етнічних румунів, сільське та лісове господарство, рекреація тощо. Усі ці явища диференційовані (нерівномірно розподілені) у геопросторі – наприклад, забудова зосереджена у днищі долини, а ліси займають верхні частини схилів.

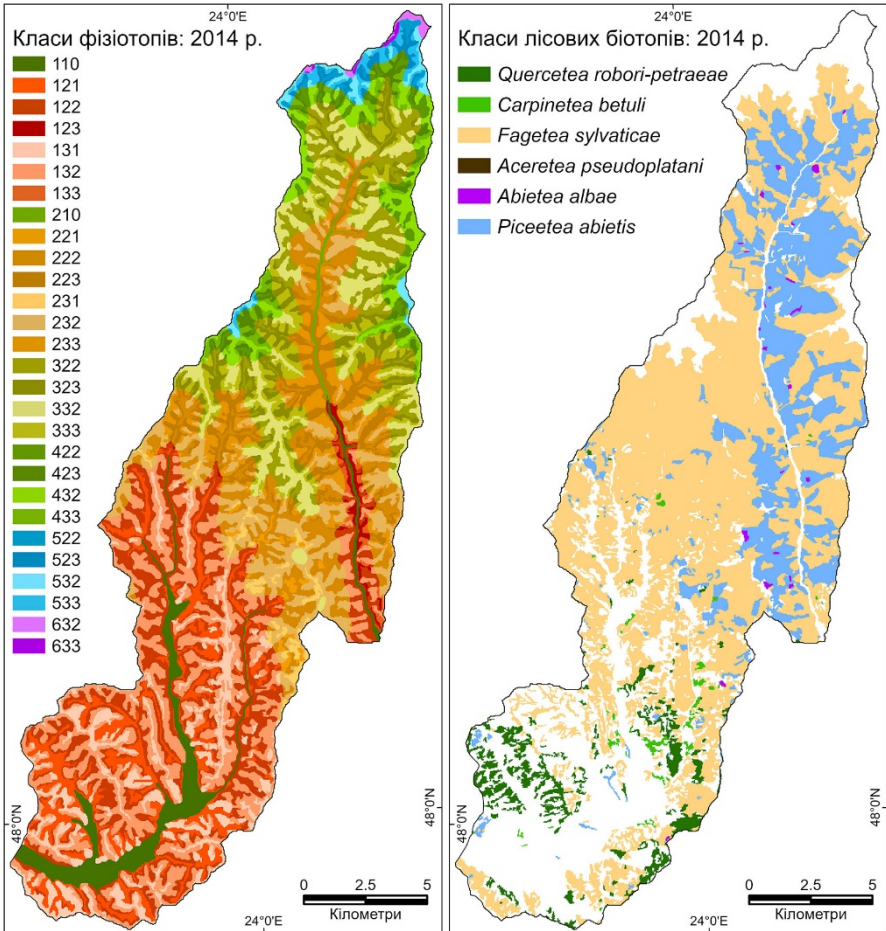


Рисунок 3. Приклад геосистем як теоретичних об'єктів географії: фізіотопи та біотопи басейнів Апшиці та Малої Шопурки, Рахівщина, Карпати (джерело: Круглов, 2020)

Геосистема є морфологічною (просторовою) моделлю певних властивостей земної поверхні (ландшафту), а її звичним унаочненням є географічна карта. Тут зображені дві карти-геосистеми – *фізіотопів* (зліва) та *біотопів* (справа) на ту ж саму територію. Фізіотопи відображають *ареали* з однорідними ґрунтово-геоморфологічними та гідрокліматичними умовами, а біотопи – *ареали біоценозів* (у даному випадку – лісових формацій). Ці геосистеми створені за допомогою ГІС

у *растровому форматі* з використанням даних ГТД. Їхніми компонентами є квадратні комірки растру, які представляють ареали різних класів фізіотопів і біотопів з геометричною роздільністю 30*30 м.

2. Сутність екології

Екологія, у найширшому сенсі, є всеохопною наукою про довкілля людини та інших організмів (англ.: *environmental science*). Вона, так само як і географія, складається з багатьох дисциплін, які вивчають різні аспекти взаємозв'язків між фізичними та біотичними, а також суспільними, явищами на поверхні Землі (Соломенко та ін., 2018; Chiras, 2010; Odum, Barrett, 2005). Екологія тісно пов'язана з географією, оскільки значною мірою зародилася та оформилася всередині останньої – так, німецького географа Александра Гумбольдта (*Alexander Humboldt*, 1769–1859; **Рис. 4**) вважають одним із батьків-засновників біоекології наряду з біологами шведом Карлом Ліннеєм (*Carl Linné*, 1707–1778) та британцем Чарльзом Дарвіном (*Charles Darwin*, 1809–1882) (Egerton, 2009).



Рисунок 4. Александер фон Гумбольдт (1769–1859) у Венесуелі в 1800 р. Портрет роботи Ф.Г. Вайтша

У Гумбольдта на коліні гербарний прес, а зліва на передньому плані – ртутний барометр, який використовували для визначення альтитуди. Ці пристрої символізують найвідоміше екологічне та, водночас, географічне дослідження Гумбольдта – в Андах він встановив вплив альтитуди та, відповідно, клімату на розподіл рослинності. Цей ефект відомий як «висотна поясність» – альтитудна біокліматична зональність.

Реальні об'єкти екології загалом ті самі, що й географії – ними є суспільно-біофізичні комплекси – поєднання різних властивостей

біосфери й антропосфери з особливостями літосфери, атмосфери та гідросфери. Але якщо географія першочергово вивчає геопросторову диференціацію таких об'єктів, то екологія зосереджується на з'ясуванні причинно-наслідкових відношень всередині них. Отже, *екологія досліджує механізми взаємодій різних явищ у довкіллі і дає відповідь на запитання «чому?», «у який спосіб?»*. Екологи використовують найрізноманітнішу інформацію про довкілля, самі проводять польові дослідження, зокрема багаторічні спостереження на спеціальних польових станціях (напр., <https://www.neonscience.org>. Прочитано 12.03.2025; **Рис. 5**), а також застосовують різні кількісні моделі на основі ІТ (напр., Jørgensen, Fath, 2011) для того, щоб з'ясувати минулі, теперішні та майбутні структури і процеси у довкіллі.



Рисунок 5. Градієнтна вежа Оклагомської сільськогосподарської експериментальної станції (*Oklahoma Agricultural Experiment Station*), США ($\lambda = 99^{\circ}04'W$; $\varphi = 35^{\circ}25'N$; $h = 519$ м) (джерело: <https://www.neonscience.org/field-sites/oaes>. Прочитано 23.05.2025)

Площа прерії у 6,3 км² є однією з 81 ділянок Національної екологічної спостережної мережі (National Ecological Observation

Network – NEON), розташованих у різних екорегіонах США. Градієнтна вежа, зображена на фото, має висоту 8 м (на деяких лісових ділянках вежі сягають 70 м) і чотири висотні рівні автоматичного щосекундного вимірювання температури, вологості, вітру, газообміну з наземним покривом. Плювіограф змонтований нагорі, а дві відеокамери постійно знімають рослинність навколо. На п'яти майданчиках, розташованих навколо вежі, автоматизовано вимірюють сонячну радіацію та радіаційний баланс поверхні, а також температуру, вологість та концентрацію CO₂ на різних глибинах у ґрунті. Регулярно проводять додаткові геоботанічні та інші обстеження, відбирають та опрацьовують зразки ґрунту, води, повітря, рослин, мікроорганізмів.

Таким чином, *екологія – це наука про причинно-наслідкові (процесні) відношення між явищами у довкіллі людини та інших організмів*. З позицій системного підходу теоретичні об'єкти екології тлумачать як *екологічні системи – екосистеми* (Рис. 6). Отже, екологію асоціюємо з *екологічним підходом*, який інтерпретує поєднання явищ довкілля як екосистеми.

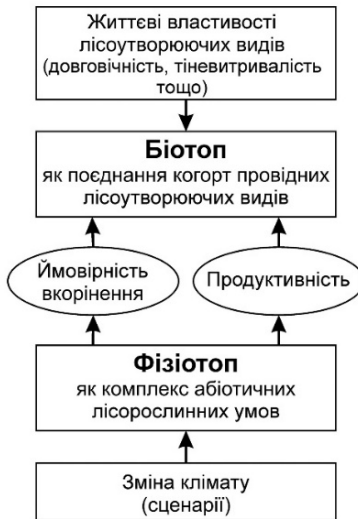


Рисунок 6. Приклад екосистеми як теоретичного об'єкта екології: концептуальна схема *суцесії* лісового біотопу (джерело: Круглов та ін., 2021; спрощено)

Екосистема є процесною (причинно-наслідковою) моделлю довкілля. Залежно від потреб, ту саму ділянку земної поверхні можна

представляти за допомогою різних екосистем, які доповнюють одна одну, – так само, як і геосистем (див. **Рис. 3**). Тут зображений один із варіантів динамічної *біоєкосистеми*. Її компоненти показані блоками, а процеси, які відображають причинно-наслідкові зв'язки, – стрілками. Ця модель демонструє, що *суццесія* (природна еволюція) біотопу як поєднання *популяцій* дерев різних вікових груп (когорт), залежить від життєвих властивостей видів, а також від особливостей фізіотопу, який визначає ймовірність вкорінення (приживання) та продуктивність (швидкість росту) когорт. На додачу, фізіотоп, а отже й ймовірність вкорінення та продуктивність, модифікуються під впливом зміни клімату, майбутній перебіг якої визначають на підставі кількох альтернативних сценаріїв. Ця схема спрощено ілюструє організацію комп'ютерного симулятора перспективної еволюції лісового ландшафту *LANDIS-II* (Scheller et al., 2007). Конкретні параметри (кількісні показники) – життєві властивості видів, ймовірності вкорінення, продуктивність тощо – отримують на підставі польової інформації.

3. Визначення геоекології (ландшафтної екології)

Тепер, коли з'ясували у найзагальніших рисах зміст географії й екології, дамо загальне визначення геопросторової (ландшафтної) екології. Отже, *геоекологія (ландшафтна екологія) – це інтегрована наука, яка базується на географічному й екологічному підходах і досліджує геопросторову диференціацію поєднань фізичних, біотичних і суспільних явищ у їхніх причинно-наслідкових (процесних) відношеннях*. Для цього геоекологи використовують різноманітну геопросторову інформацію про довкілля, яку опрацьовують за допомогою ГІС та процесних екологічних моделей. З позицій системного підходу теоретичні об'єкти геоекології інтерпретують як *географічні (геопросторові) екологічні системи – геоекосистеми (ГЕС) (Рис. 7)*. Інакше кажучи, ГЕС є продуктами / об'єктами *геоекологічного (ландшафтно-екологічного) підходу* (Круглов, 2020).

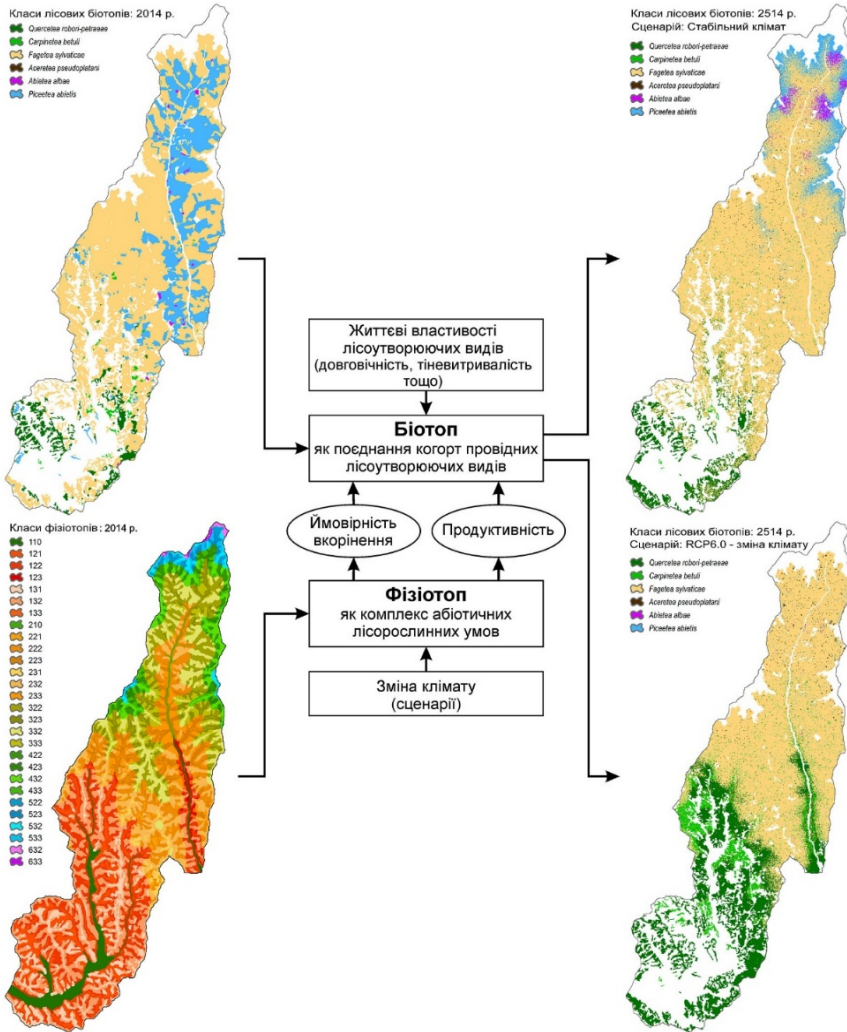


Рисунок 7. Приклад геоекосистеми як об'єкта геоекології (ландшафтної екології): симулятор лісового ландшафту басейнів Апшиці та Малої Шопурки, Рахівщина, Карпати (джерело: Круглов, 2020; Круглов та ін., 2021; доповнено)

ГЕС є водночас морфологічною (геопросторовою) та процесною (причинно-наслідковою) моделлю земної поверхні як доквілля людини та інших організмів, оскільки поєднує геосистеми (див. **Рис. 3**) з

екосистемою (див. **Рис. 6**). Тут спрощено представлена динамічна біотична ГЕС, реалізована за допомогою симулятора *LANDIS-II* (Scheller et al., 2007). Так званими геопросторовими вводами у цей симулятор є геосистеми фізіотопів та лісових біотопів станом на початок симуляційного періоду (2014 р.), а виводами, які генерує симулятор, – геосистеми лісових біотопів станом на кінець симуляційного періоду (2514 р.). Наведені варіанти ймовірної геопросторової диференціації лісових біотопів за двома кліматичними сценаріями: 1) стабільного клімату кінця *XX* століття та 2) сильного потепління за сценарієм RCP6.0 (Moss et al., 2010).¹

4. Геоєкологія як інтегрована наука

Геоєкологія є *інтегрованою (міждисциплінарною, трансдисциплінарною, комплексною) наукою*. В україномовній літературі замість прикметника «інтегрований» часто вживають слово «комплексний» – наприклад, «комплексна географія» (Геренчук та ін., 1975). Однак у міжнародному (англомовному) спілкуванні слово «комплексний» (англ.: *complex*) фактично не використовують у такому сенсі, оскільки його головно розуміють як «складний», «заплутаний». Натомість, на рівні з терміном «інтегрований» широко застосовують «міждисциплінарний» та «трансдисциплінарний». Крім того, існує термін «багатодисциплінарний» (Max-Neef, 2005; Stock, Burton, 2011) – наприклад, «географія як багатодисциплінарний науковий напрям». Коротко розглянемо ці поняття.

Під науковою дисципліною (науковою галуззю) розуміють відносно вузький напрям досліджень, який вирізняється своєрідною методологією – унікальним предметом/ об'єктом, особливими концептуально-теоретичними основами та понятійно-термінологічним апаратом, а також специфічними методами (Bauer, 1999; Harvey, 1969). Наприклад, «широкими»

¹ Ця доволі складна динамічна ГЕС наведена тут лише для ілюстрації теперішніх пізнавальних можливостей геоєкології – у рамках цього курсу початкового рівня динамічні ГЕС не розглядатимуться.

географічними дисциплінами є геоморфологія, кліматологія, педологія, фітогеографія, соціальна географія, економічна географія тощо. У межах «широких» дисциплін можуть виокремлюватися «вужчі» дисципліни – наприклад, у рамках кліматології сформувалися топокліматологія, біокліматологія, урбокліматологія тощо. Поділ науки на все більшу кількість дисципліни забезпечує глибші знання, і є позитивним явищем – невід’ємним атрибутом прогресу.

Однак дисциплінарна спеціалізація науки має також недоліки. Окрема дисципліна досліджує певне питання глибоко, але вузько, і цього здебільшого недостатньо для вирішення прикладних завдань. Наприклад, для сільськогосподарської оцінки ландшафту недостатньо інформації лише про ґрунт – потрібно знати особливості рельєфу та геоморфологічних процесів, локального клімату, біорізноманіття, інфраструктури тощо (напр., Eichler Inwood et al., 2018). У такому випадку найпростіший шлях вирішення проблеми – поєднання потрібних результатів відповідних дисциплінарних досліджень без попередньої гармонізації їхніх методологій. Тут *під гармонізацією* розуміємо позбавлення інформації, отриманої з різних джерел, суперечності (неузгодженості) та надмірності (дублювання). Отже, дослідження, які об’єднують кілька дисциплін *без* гармонізації та інтеграції методологій і результатів називають **багатодисциплінарними** (англ.: *multidisciplinary*). Типовим прикладом багатодисциплінарного географічного дослідження є «традиційні» атласи як збірки різноманітних дисциплінарних (тематичних) карт. Однак результати таких багатодисциплінарних досліджень можуть суттєво узгоджуватися між собою і, як наслідок, значно знижувати сумарну точність / достовірність інформації (**Рис. 8**).

Ефективнішою альтернативою багатодисциплінарному підходу є *міждисциплінарне* (англ.: *interdisciplinary*) дослідження, яке передбачає наявність спільної концептуальної основи, зокрема понятійно-термінологічного апарату, а також узгодженість решти складових дисциплінарних методологій – мети,

матеріалів і методів та, відповідно, результатів (Рис. 9). Однак такий підхід вимагає тісної співпраці фахівців з дисциплін «учасниць» протягом усього дослідження, а також наявності координатора, який має достатньо знань та досвіду для інтеграції методологій цих дисциплін. У сфері географічних та екологічних наук таким координатором може бути особа, яка володіє методологією інтегрованої геоєкології (Круглов, 2020).

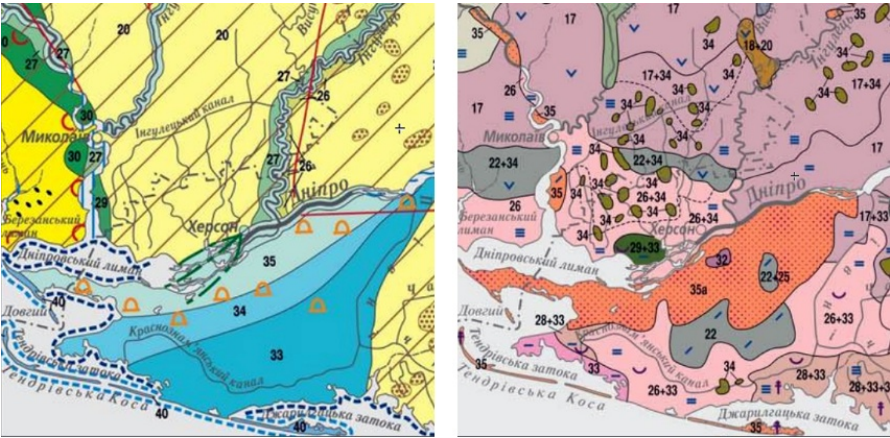


Рисунок 8. Приклад неузгодженості географічної інформації багатодисциплінарного дослідження (джерело: Патон та ін., 2007)

Тут наведені фрагменти дрібномасштабних геоморфологічної (зліва) та ґрунтової (справа) карт з Національного атласу України (Патон та ін., 2007), укладених в одному масштабі на ту саму територію. Про тісний зв'язок між рельєфом та ґрунтовим покривом відомо давно (напр., Gerrard, 1982), рельєф використовують як провідний фактор картування ґрунту (напр., Позняк та ін., 2003; McKenzie et al., 2008), і тому ареали форм рельєфу та категорій ґрунту загалом повинні збігатися. Однак на наведених фрагментах карт розбіжність геоморфологічних та ґрунтових ареалів є вражаючою. Очевидно, що це наслідок неузгодженості методологій (концептуальних підходів, матеріалів і методів) укладання карт – основної вади багатодисциплінарних досліджень.

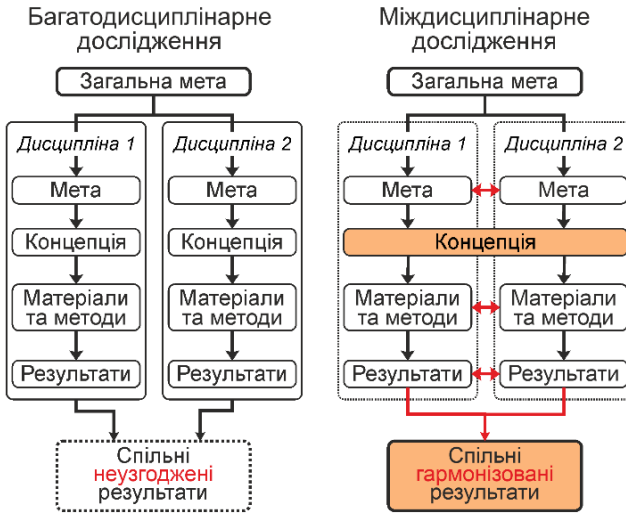


Рисунок 9. Відмінності між багатодисциплінарним та міждисциплінарним дослідженнями (джерело: Круглов, 2020; спрощено)

На відміну від багатодисциплінарного дослідження, міждисциплінарне (інтегроване) дослідження відзначається єдиною концептуальною основою, зокрема понятійно-термінологічним апаратом, а також узгодженим визначенням мети і завдань, спільним використанням матеріалів та методів і, як наслідок, повністю сумісними (гармонізованими) результатами

*Прикладні міждисциплінарні дослідження, орієнтовані на зацікавлені сторони у суспільстві (владу, бізнес, громадськість) – так званих стейкхолдерів (англ.: stakeholder), називають **трандисциплінарними** (англ: transdisciplinary). У таких дослідженнях загальну практичну мету визначають у тісній комунікації зі стейкхолдерами, а також узгоджують з ними кінцеві практичні висновки та рекомендації. Водночас це слід робити у такий спосіб, щоб стейкхолдери не втручалися у хід самого наукового дослідження. Отже, науковці доводять до стейкхолдерів у доступній формі результати та беруть участь у подальшій дискусії щодо їхнього практичного впровадження. Зауважимо, що така дискусія переважно закінчується*

компромісними рішеннями та, як наслідок, «деформацією» наукових рекомендацій. Характерними рисами трансдисциплінарного дослідження є орієнтація на наявні політичні та економічні пріоритети, використання термінології офіційних документів (нормативно-правових актів), активний пошук замовників, донорів і партнерів, постійне інформування стейкхолдерів про хід дослідження, публікація результатів не лише у наукових виданнях, але й у мас-медіа, а також активний вплив на суспільство для формування відповідних наукових, економічних, політичних та інших пріоритетів (Круглов, 2020).

Отже, геоєкологія як інтегрована – міждисциплінарна або трансдисциплінарна – наука гармонізує й поєднує методології різних екологічних і географічних дисциплін, які, своєю чергою, базуються на відповідних фундаментальних наукових напрямках – фізиці (разом з хімією), біології та суспільствознавстві (**Рис. 10**). Фізика досліджує явища неживої природи, біологія вивчає живу природу (організми), а суспільствознавство стосується культурних явищ – людей і продуктів їхньої матеріальної та духовної діяльності. Для гармонізації й інтеграції методологій різних дисциплін геоєкологія використовує два підходи – геопросторовий (географічний), який інтерпретує явища довкілля як геосистеми (див. **Розділ 1**), й екологічний, який відображає процесні (причинно-наслідкові) відношення між явищами довкілля як компонентами екосистеми (див. **Розділ 2**).

Таким чином, геоєкологія як інтегрована наука знаходиться «на перетині» багатьох географічних і екологічних дисциплін. Водночас вона не є готовим «дисциплінарним коктейлем», а геоєкологи – не є такими собі «всезнайками», які обізнані з усім загалом, і з нічим конкретно. Натомість геоєкологія забезпечує лише загальний підхід (концепцію) для інтеграції дисциплінарних методологій, необхідних для вирішення конкретної наукової або прикладної мети (див. **Рис. 9**), а реалізує цей підхід переважно не одна особа, а колектив фахівців-«дисциплінаріїв». Тому роль геоєколога в інтегрованих

дослідженнях доквілля можна порівняти з роллю головного архітектора, який розробляє проект великого будинку і працює у

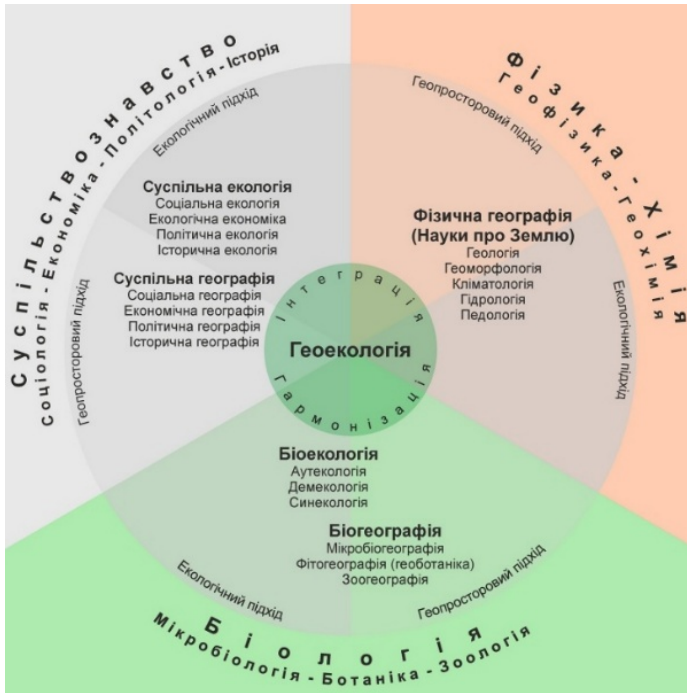


Рисунок 10. Наукові напрями, дисципліни та підходи, які формують геоєкологію (ландшафтну екологію)

Методології фізики (разом з хімією), біології та суспільствознавства як фундаментальних наукових напрямів про, відповідно, неживі, живі та культурні явища лежать в основі екологічних, географічних і геоєкологічних дисциплін. Екологічні дисципліни першочергово наголошують на процесному підході, який висвітлює причинно-наслідкові відношення між явищами доквілля (див. **Розділ 2**). На відміну, географічні дисципліни мають пріоритетом геопросторовий підхід, який з'ясує розташування явищ на земній поверхні (див. **Розділ 1**).

Екологічні та географічні дисципліни доповнюють одне одного. Наприклад, першочерговим завданням *демекології* є з'ясування процесних відношень популяції певного мікроорганізму, рослини чи тварини зі своїм доквіллям – кліматом, ґрунтом, іншими популяціями тощо. Натомість біогеографія зосереджується на створенні

геопросторової моделі (геосистеми, карти), яка відображає розподіл цієї популяції на земній поверхні. Екологічні та географічні дисципліни переважно не існують ізольовано одне від одного – здебільшого екологи залучають геопросторовий підхід до своїх досліджень, а географи – екологічний. Щоб наголосити цю обставину, на схемі дисципліни розташовані так, що частково «заходять на територію» іншого підходу. На відміну від біологічних і суспільних наук, фізико-географічні дисципліни тісно поєднують процесний (екологічний) і геопросторовий підходи. Щоправда, і тут іноді практикують розділенням – наприклад, можуть вирізняти географію ґрунтів окремо від ґрунтознавства (педології).

Геоєкологія, залежно від мети дослідження, використовує методології відповідних екологічних і географічних дисциплін, але попередньо їх гармонізує та інтегрує для підвищення ефективності дослідження та точності результатів. На схемі відображені лише основні дисципліни, суттєві для геоєкології, і серед них є кілька менш відомих – наприклад, мікробіогеографія (англ.: *microbial biogeography*) як новий напрям географічних досліджень мікроорганізмів (напр., Martiny et al., 2006).

тісній співпраці з фахівцями з інженерної геології, несучих конструкцій, дахів і фасадів, різних інженерних мереж тощо. Через це геоєкологію іноді образно описують не як конкретну науку, а як спосіб мислення. Також її визначають як *проблемно-орієнтовану науку*. Хорошому геоєкологу вартує не лише знати методологічні засади інтегрованої геоєкології, але й спеціалізуватися на одній з екологічних або географічних дисциплін. Крім того, йому принципово потрібно володіти технологією ГІС.

5. Інформаційні технології у геоєкології

Як і будь-яка інша сучасна наука, геоєкологія немислима без ІТ, зокрема геоматики, комп'ютерних процесних екологічних моделей та спеціалізованих геоєкологічних (ландшафтних) моделей (див. **Рис. 7**). Серед технологій геоматики спеціально виділимо ГТД, яка є провідним джерелом геопросторової інформації для геоєкологічних досліджень у вигляді цифрових спектрозональних оптичних і радарних аеро- та космозображень.

Їхнє автоматизованє опрацювання у середовищі ГІС дає змогу отримувати високоточні та актуальні геодані про фізіономію (зовнішній вигляд), температуру та інші характеристики *наземного покриття*, а також про рельєф (напр., Campbell, Wynne, 2011). Провідною технологією є також *алгебра карт* (картографічна алгебра; англ.: *map algebra*) ГІС (напр., Світличний, Плотницький, 2006; Huisman, de By, 2009), яка зокрема забезпечує оверлей (англ.: *overlay*) – «накладання» та поєднання – різноманітних растрових геоданих за певними правилами. Алгебра карт є провідною технологією геоecологічного аналізу та синтезу (**Рис 11, 12**). Крім того, існує спеціалізоване ПЗ для геоecологічних досліджень, зокрема ландшафтні симулятори (див. **Рис. 7**).

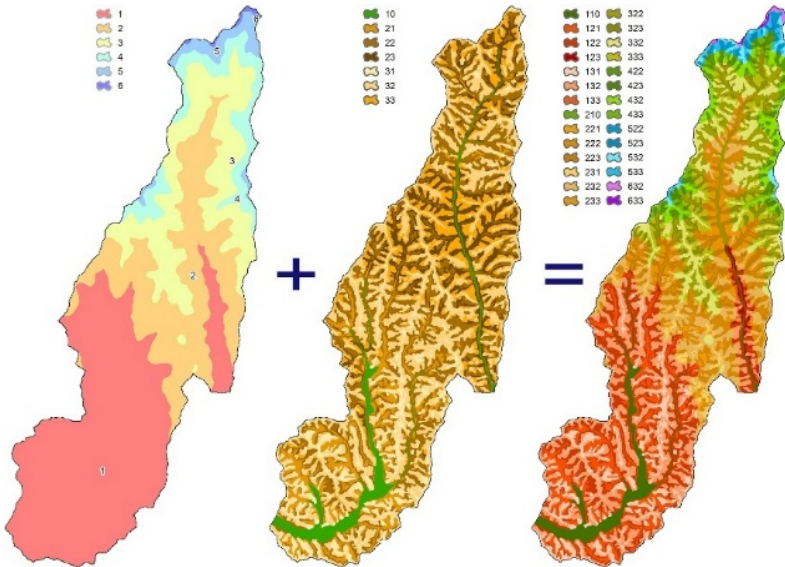


Рисунок 11. Приклад алгебри карт: синтез ареалів фізіотопів басейнів Апшиці та Малої Шопурки, Рахівщина, Карпати (джерело: Круглов, 2020; змінено)

Ареали, представлені комірками розміром 30*30 м, класів фізіотопів як поєднань ґрунтово-геоморфологічних та гідрокліматичних умов (карта-геосистема справа; див. також **Рис. 3**) синтезували через *локальну функцію алгебри карт*, застосовану до растрових ареалів

класів біоклімату (карта-геосистема зліва) та класів літоморфотопів – поєднань форм мезорельєфу та поверхневих відкладів (карта-геосистема посередині). Локальна функція, яка поєднала індивідуальні комірки растру з двох різних карт-геосистем та присвоїла їм нові значення, мала такий вираз: [біоклімати] * 100 + [літоморфотопи] = [фізіотопи]. Значення комірок відображені у ключах-легендах карт-геосистем.

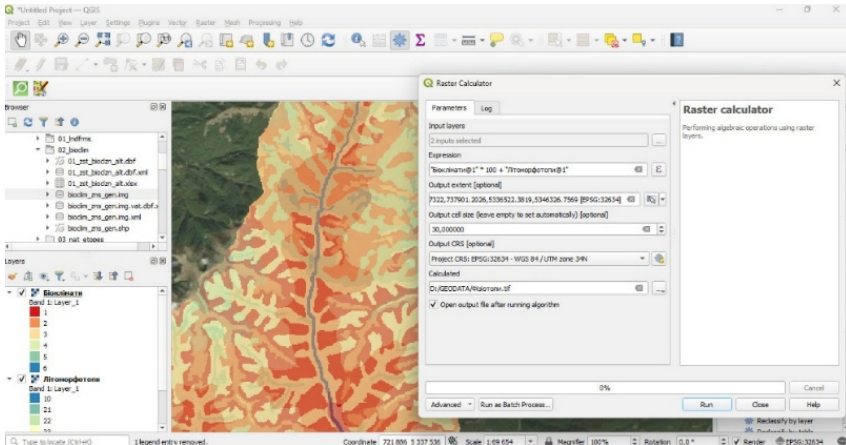


Рисунок 12. Інтерфейс програмного забезпечення QGIS

У сучасному ПЗ для ГІС, на зразок QGIS (<https://qgis.org>, Прочитано 28.05.2025), яке підтримує опрацювання растрових геоданих, можна реалізовувати різні функції алгебри карт за допомогою зручного інтерфейсу. Тут показаний Растровий калькулятор (англ.: *Raster calculator*) – інструмент, який дав змогу застосувати локальну функцію для синтезу геосистеми-геоданих фізіотопів на підставі геосистем-геоданих біокліматів та літоморфотопів (див. Рис. 11).

6. Практичне значення геоекології

Геоекологія надає різносторонню гармонізовану геопросторову інформацію про довкілля, необхідну для невиснажливого (сталого, екологічно збалансованого) менеджменту територій та акваторій. Під менеджментом (управлінням) розуміємо комплекс послідовних заходів, спрямованих на інвентаризацію, оцінку, планування, використання та моніторинг певного ресурсу, у нашому випадку

– *довкілля*. Геопросторові аспекти менеджмент довкілля, які є сферою компетенції геоecології, першочергово асоціюють з наукою та практикою геопросторового (територіального) планування – скорочено: *геопланування* (Топчієв та ін., 2010).

Невиснажливий менеджмент довкілля є необхідною, законодавчо закріпленою, умовою здійснення господарської діяльності у будь-якій цивілізованій країні, і ринок консалтингу у сфері менеджменту так званих *екосистемних послуг* (МЕА, 2005) невинно зростає у державах так званого глобального Заходу. Геоecологічна інформація є зручною основою для планування невиснажливого менеджменту землі у різних секторах економіки, – сільському, лісовому та водному господарствах, містобудуванні, природоохоронній справі (**Рис. 13**) тощо, – а також для розроблення комплексних планів просторового розвитку, зокрема повоєнної реконструкції, громад, регіонів і країн (Hersperger et al., 2021). Геоecологічна інформація знаходить застосування також у інших сферах – наприклад, для оцінки ландшафту як театру воєнних дій (Bondesan, Ehlen, 2022).

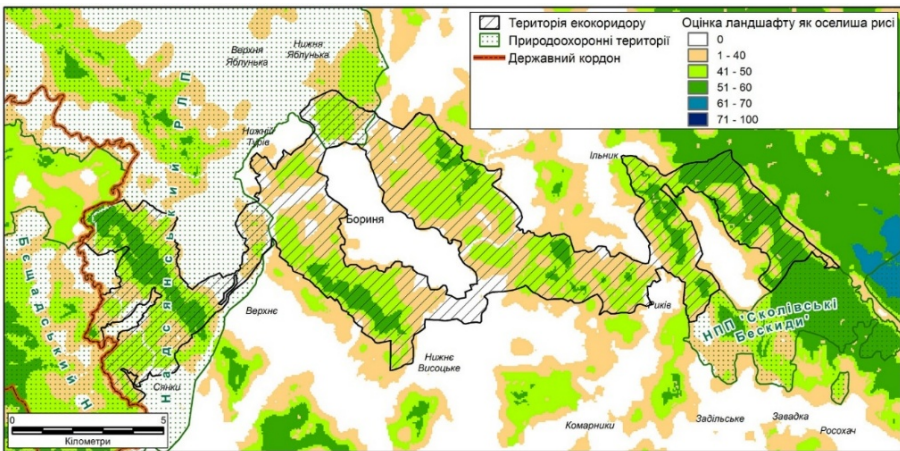


Рисунок 13. Турківський екокоридор ($\lambda = 23^{\circ}02' E$; $\varphi = 49^{\circ}04' N$) (джерело: Круглов, 2020; Deodatus et al., 2013)

Екокоридори (офіційно: сполучні елементи екомережі) є природоохоронними територіями, які забезпечують міграцію тварин

між так званими ключовими елементами екомережі – великими природоохоронними територіями зі статусом національних природних парків, біосферних резерватів тощо (Закон України «Про екологічну мережу»). Межі Турківського екокоридору, який поєднує національні парки «Сколівські Бескиди» та «Бещадський», були визначені на підставі ГЕС оселища риси. До дослідження були також залучені фахівці-«дисциплінарії» з зоології та природоохоронної справи. Межі екокоридору узгодили з границями місцевих громад і лісівничими кварталами для ефективнішого менеджменту (Круглов та ін., 2010).

7. Географічні корені геоекології

Концептуально-теоретичні засади геоекології (ландшафтної екології), викладені у цьому тексті, упорядковують та об'єднують ідеї, сформульовані багатьма вченими, які належать до різних шкіл і течій міждисциплінарних географічних досліджень. Згадаємо такі, основоположні щодо геоекології, назви міждисциплінарних наук і концепцій (у алфавітному порядку):

- Екологічна географія (Castree et al., 2009).
- Екосистемна географія (Bailey, 2009).
- Загальна географія (Топчієв та ін., 2019; Dahlman, Renwick, 2015).
- Землезнавство (Багров та ін., 2000).
- Інтегрована географія (Urban, Rhoads, 2003).
- Комплексна географія (Геренчук та ін., 1975).
- Ландшафтна екологія (Гродзинський, 2014; Troll, 1968; Naveh, Lieberman, 1990; Turner et al., 2001; Bastian, Steinhardt, 2002).
- Ландшафтознавство (Гродзинський, 2005; Гродзинський, Савицька 2008; Міллер та ін., 2002; Bobek, Schmithüsen, 1949; Isachenko, 1973; Neef, 1971; Troll, 1950).

Контрольні запитання

1. Що досліджує географія?
2. Назвіть дисципліни географії та їхні об'єкти (предмети) дослідження.
3. Який провідний спільний метод географічних досліджень?
4. Що таке ландшафт (ландшафтний комплекс)?
5. Які технології використовує географія?
6. Що таке геосистема?
7. Що досліджує екологія?
8. Назвіть галузі екології та їхні об'єкти (предмети) дослідження.
9. Які методи досліджень використовує екологія?
10. Що таке екосистема?
11. Які відмінності між географічним та екологічним підходами?
12. Які відмінності між екосистемою та геосистемою?
13. Що досліджує геоекологія?
14. Які підходи використовує геоекологія?
15. Що таке геоекосистема?
16. Чому геоекологія є інтегрованою наукою?
17. Що таке наукова методологія?
18. Що таке гармонізація?
19. Що таке наукова дисципліна?
20. Які позитивні сторони дисциплінарних досліджень?
21. Які недоліки дисциплінарних досліджень?
22. У чому полягає багатодисциплінарне дослідження?
23. Які недоліки мають багатодисциплінарні дослідження?
24. У чому полягає міждисциплінарне дослідження?
25. Які відмінності між багато- та міждисциплінарним дослідженнями?
26. У чому суть трансдисциплінарного дослідження?
27. Чим трансдисциплінарне дослідження відрізняється від багато- та міждисциплінарного?
28. Які характерні риси трансдисциплінарного дослідження?

29. Які дисципліни інтегрує геоєкологія?
30. Які ІТ найважливіші для геоєкології?
31. У чому суть алгебри карт?
32. Яке практичне значення геоєкології?
33. Що таке менеджмент довкілля?
34. Які географічні науки та ідеї лягли в основу геоєкології?

Теми презентацій та дискусій на семінарах

1. Загальний зміст географії (її об'єкти/предмети, методи, дисциплінарна структура, практичне застосування)
2. Дисципліни географії: геоморфологія та четвертинна геологія
3. Дисципліни географії: кліматологія та гідрологія
4. Дисципліни географії: біогеографія та педологія
5. Дисципліни географії: демогеографія та соціальна географія
6. Дисципліни географії: економічна географія (з наголосом на географію сільського та лісового господарства)
7. Загальний зміст екології (її об'єкти/предмети, методи, дисциплінарна структура, практичне застосування)
8. Дисциплінарна структура екології: біоекологія
9. Дисциплінарна структура екології: соціоекологія
10. Загальний зміст геоєкології (її об'єкти, провідні методи, приклад(и) практичного застосування)
11. Зв'язок геоєкології з географічними дисциплінами
12. Зв'язок геоєкології з екологічними дисциплінами
13. Зв'язок геоєкології з фізичними науками
14. Зв'язок геоєкології з біологічними науками
15. Зв'язок геоєкології з суспільними науками
16. Багато-, між- та трансдисциплінарний підходи у географічних дослідженнях
17. Значення ІТ для геоєкологічних досліджень
18. Прикладні геоєкологічні дослідження
19. Географічні корені геоєкології

Джерела

- Багров МВ, Боков ВО, Черваньов ІГ (2000) Землезнавство. Либідь, Київ
- Геренчук КІ, Раковська ЕМ, Топчієв ОГ (1975) Польові географічні дослідження. Вища школа, Київ
- Гродзинський МД (2005) Пізнання ландшафту: місце і простір: Монографія. У 2-х т. Видав.-поліграф. центр “Київський університет,” Київ
- Гродзинський МД (2014) Ландшафтна екологія: підручник. Знання, Київ
- Гродзинський МД, Савицька ОВ (2008) Ландшафтознавство: навчальний посібник. Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет,” Київ
- Круглов І (2020) Трансдисциплінарна геоecологія: монографія. ЛНУ ім. І. Франка, Львів
- Круглов І, Башта А-Т, Коржик В та ін. (2010) Визначення території екокоридору. У: Створення екологічних коридорів в Україні. Посібник щодо законодавства, ландшафтно-екологічного моделювання та менеджменту для поєднання природоохоронних об’єктів на підставі досвіду в Карпатах. Київ, сс 55–70
- Круглов ІС, Смалійчук АД, Часковський ОГ та ін. (2021) Перспективна еволюція карпатського лісового ландшафту в умовах зміни клімату та природокористування: методологія дослідження. Науковий вісник Херсонського державного університету Серія «Географічні науки» 51–58. <https://doi.org/10.32999/ksu2413-7391/2021-15-5>
- Міллер ГП, Петлін ВМ, Мельник АВ (2002) Ландшафтознавство: теорія і практика: Навч. посібн. Видав. центр ЛНУ ім. І. Франка, Львів
- Патон БС, Шпак АП, Руденко ЛГ та ін. (ред) (2007) Національний атлас України. ДНВП “Картографія”
- Позняк СП, Красєха ЄН, Кіт МГ (2003) Картографування ґрунтового покриву. Видав. центр ЛНУ ім. І. Франка, Львів
- Світличний ОО, Плотницький СВ (2006) Основи геоінформатики: Навчальний посібник. ВТД “Університетська книга,” Суми
- Соломенко ЛП, Боголюбов ВМ, Волох АМ (2018) Загальна екологія. Підручник. Друге видання, виправлене і доповнене. РНБІПУ, Київ
- Топчієв ОГ, Мальчикова ДС, Пилипенко Ю, Яворська ВВ (2019) Методологічні засади географії: підручник. Одеськ. нац. ун-т ім. І.І. Мечнікова, Одеса
- Топчієв ОГ, Мальчикова ДС, Шашєро АМ (2010) Методологічні засади геопланування регіону. Укр геогр журн 1:23–31
- Bailey RG (2009) Ecosystem geography: from ecoregions to sites, 2nd ed. Springer, New York
- Bastian O, Steinhardt U (eds) (2002) Development and perspectives of landscape ecology. Springer, Dordrecht

- Bauer BO (1999) On methodology in physical geography: current status, implications, and future prospects. *Annals of the Association of American Geographers* 89:677–679
- Bobek H, Schmithüsen J (1949) Die Landschaft im logischen System der Geographie. *Erdkunde* 3:112–120. <https://doi.org/10.3112/erdkunde.1949.02.05>
- Bondesan A, Ehlen J (eds) (2022) *Military geoscience: a multifaceted approach to the study of warfare*. Springer International Publishing, Cham
- Campbell JB, Wynne RH (2011) *Introduction to remote sensing*, Fifth edition. Guilford Press, New York
- Castree N, Demeritt D, Liverman D, Rhoads B (eds) (2009) *A companion to environmental geography*. Wiley, Chichester
- Chiras DD (2010) *Environmental science*, 8th edn. Jones & Bartlett Publishers, Sudbury
- Dahlman CT, Renwick WH (2015) *Introduction to geography: people, places & environment*. 6th edition. Pearson Education, Harlow
- Deodatus F, Kruhlov I, Protsenko L et al. (2013) Creation of ecological corridors in the Ukrainian Carpathians. In: Kozak J, Ostapowicz K, Bytnerowicz A, Wyżga B (eds) *The Carpathians: Integrating Nature and Society Towards Sustainability*. Springer Berlin Heidelberg, pp 701–717
- Egerton FN (2009) A history of the ecological sciences, Part 32: Humboldt, nature's geographer. *The Bulletin of the Ecological Society of America* 90:253–282. <https://doi.org/10.1890/0012-9623-90.3.253>
- Eichler Inwood SE, López-Ridaura S, Kline KL et al (2018) Assessing sustainability in agricultural landscapes: a review of approaches. *Environ Rev* 26:299–315. <https://doi.org/10.1139/er-2017-0058>
- Gerrard AJ (1982) *Soils and landforms: An integration of geomorphology and pedology*. Unwin Hyman, London ; Boston
- Gomasasca MA (2009) *Basics of geomatics*. Springer, Dordrecht
- Harvey D (1969) *Explanation in geography*. Edward Arnold, London
- Hersperger AM, Grădinaru SR, Pierri Daunt AB et al (2021) Landscape ecological concepts in planning: review of recent developments. *Landscape Ecol* 36:2329–2345. <https://doi.org/10.1007/s10980-021-01193-y>
- Hettner A (1927) *Die Geographie: ihre Geschichte, ihr Wesen und ihre Methoden*. F. Hirt Verlag, Breslau
- Huisman O, de By RA (eds) (2009) *Principles of geographic information systems: An introductory textbook*, Forth edition. ITC, Enschede
- Isachenko AG (1973) *Principles of landscape science and physical-geographic regionalization*. Melbourne University Press, Melbourne
- Jørgensen SV, Fath BD (eds) (2011) *Fundamentals of ecological modelling*. Elsevier, Amsterdam
- Martiny JBH, Bohannan BJM, Brown JH et al. (2006) Microbial biogeography: putting microorganisms on the map. *Nat Rev Microbiol* 4:102–112. <https://doi.org/10.1038/nrmicro1341>

- Max-Neef MA (2005) Foundations of transdisciplinarity. *Ecological Economics* 53:5–16. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.01.014>
- McKenzie N, Grundy MJ, Webster R, Ringrose-Voase AJ (2008) Guidelines for surveying soil and land resources. Csiro Publishing, Collingwood
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment) (2005) Ecosystems and human well-being: synthesis, 2 edition. Island Press, Washington, DC
- Moss RH, Edmonds JA, Hibbard KA et al. (2010) The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature* 463:747–756. <https://doi.org/10.1038/nature08823>
- Naveh Z, Lieberman AS (1990) Landscape ecology: Theory and application. Second edition. Springer, New York
- Neef E (1971) Die theoretischen Grundlagen der Landschaftslehre. VEB Hermann Haack, Gotha, Leipzig
- Odum EP, Barrett GW (2005) Fundamentals of ecology, 5th edn. Thomson Brooks/Cole, Belmont
- Scheller RM, Domingo JB, Sturtevant BR et al., (2007) Design, development, and application of LANDIS-II, a spatial landscape simulation model with flexible temporal and spatial resolution. *Ecological Modelling* 201:409–419. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2006.10.009>
- Stock P, Burton RJF (2011) Defining terms for integrated (multi-inter-transdisciplinary) sustainability research. *Sustainability* 3:1090–1113. <https://doi.org/10.3390/su3081090>
- Troll C (1950) Die geographische Landschaft und ihre Erforschung. *Studium Generale* 4–5:163–181
- Troll C (1968) Landschaftsökologie. In: Tüxen R (ed) *Pflanzensoziologie und Landschaftsökologie*. Junk Publishers, Hague, pp 1–21
- Troll C (1971) Landscape ecology (geoecology) and biogeocenology — A terminological study. *Geoforum* 2:43–46. [https://doi.org/10.1016/0016-7185\(71\)90029-7](https://doi.org/10.1016/0016-7185(71)90029-7)
- Turner MG, Gardner RH, O'Neill RV (2001) Landscape ecology in theory and practice. Springer, New York
- Urban M, Rhoads B (2003) Conceptions of nature: implications for an integrated geography. In: *Contemporary Meanings in Physical Geography*. Routledge, London, p 21
- Wang S, Huang X, Liu P et al. (2024) Mapping the landscape and roadmap of geospatial artificial intelligence (GeoAI) in quantitative human geography: An extensive systematic review. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 128:103734. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2024.103734>

Навчальне видання

Круглов Іван Станіславович

**Загальний зміст геоекології (ландшафтної екології):
Ілюстрований текст лекції**

Ум. друк. арк. 2,5

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Університетська 1, Львів 79000