

УДК 551.4

Бортник С., Погорільчук Н., Ковтонюк О.
*Київський національний університет
імені Тараса Шевченка*

ФІТОІНДИКАЦІЙНІ МЕТОДИ У ДОСЛІДЖЕННЯХ РЕЛЬЄФУ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ

Ключові слова: фітоіндикація процесів морфогенезу, дендрохронологічний, дендрогеографічний, ліхенометричний, фітоценотичний методи

Вступ. Рельєф та рослинний покрив є найбільш фізіономічними елементами ландшафту, які сприймаються при першому ж знайомстві з територією як її зоровий образ. Отримання такої інформації відрізняється високою швидкістю і відносно незначними затратами праці та часу, що надає їй ряд переваг. З іншого боку, рослинність по відношенню до рельєфу часто виступає індикатором його різних ознак та властивостей, які не можна «прочитати» лише на основі зорового образу. Тому фітоіндикаційні методи давно і ефективно використовуються для вивчення морфологічних, генетичних, вікових та динамічних аспектів рельєфу.

Особливості рослинного покриву залежать від форм рельєфу як безпосередньо, починаючи від формування вертикальної поясності, і закінчуючи експозицією та морфологією схилів, так і опосередковано - через геологічний субстрат та ґрунтовий покрив. В свою чергу, рослинний покрив в комплексі з іншими чинниками, впливає на характер процесів морфогенезу та зумовлює морфологічне різноманіття різних генетичних категорій рельєфу.

Аналіз публікацій. Спроби використання різних можливостей фітоіндикації для дослідження рельєфу активно здійснюються по всьому світу. І якщо спочатку цей напрямок зводився до експериментальних робіт на окремих типах рельєфу, то згодом вийшов на позиції ширшого просторового аналізу, охоплюючи крупні природні регіони.

Проте в україномовній літературі на сьогодні відсутні узагальнюючі роботи по використанню фітоіндикаційних методів у геоморфологічних дослідженнях. Окремі питання час від часу висвітлюються у періодичних виданнях та матеріалах наукових конференцій. Вони переважно стосуються вивчення динамічних аспектів морфогенезу в Українських Карпатах, визначення віку та стадій розвитку карстових форм рельєфу Волинського Полісся, Подільської височини тощо [1, 2, 5]. Чи не єдиною узагальнюючою роботою залишається робота Т. Сєребрянной «Фитоиндикационные методы в геоморфологии», Москва, 1989 (*наклад 270 примірників*). В ній на основі аналітичної обробки майже 500 джерел, відображених у реферативному журналі, зроблено спробу систематизувати інформацію по використанню фітоіндикаційних методів для вивчення найпоширеніших типів морфогенезу, висвітлити основні методичні принципи та напрямки цих досліджень.

Метою даної статті є загальний огляд найбільш популярних методів фітоіндикації, які ефективно зарекомендували себе у вирішенні різних задач під час польових геоморфологічних досліджень.

Викладення основного матеріалу. В основу фітоіндикаційних методів покладено тісний генетичний зв'язок між процесами морфогенезу, рельєфом, речовинним складом гірських порід та особливостями видового складу, морфології, ступеню розвитку та інших показників рослинного покриву.

Для вивчення рельєфу застосовують дендрогеографічний, дендрохронологічний, ліхенометричний та фітоценотичний методи. Існує багатий

досвід застосування цих методів для вивчення зсувів, повільного та швидкого руху мас по схилах, снігових лавин, курумів, повеней та паводків, льодяних заторів на річках, темпів акумулятивної діяльності тимчасових та постійних водотоків, просядок ґрунту внаслідок суфозійних процесів та при деградації вічної мерзлоти, карстових форм, осциляції льодовиків, вулканічних вивержень тощо. Для абсолютних датувань форм рельєфу та реконструкції палеогеографічних умов давнього морфогенезу часто залучають спорово-пилковий аналіз.

Дендрохронологічний та дендргеоморфологічний методи.

Дендрохронологія у геоморфологічних дослідженнях - це датування природних процесів та форм рельєфу на основі підрахунку річних кілець дерев. Метод ґрунтується на особливості дерев щорічно нарощувати по одному кільцю деревини, характеристики якого (ширина, щільність, колір, хімічний та ізотопний склад) відображають умови середовища. Сформоване кільце в подальшому не змінюється і зберігає інформацію, закодовану у рік утворення.

Існує певний зв'язок між рельєфоутворюючими процесами та ростом дерев. Активізація геоморфологічних процесів призводить до впливу різних чинників на дерево, яке в свою чергу, реагує на них у вигляді особливостей утворення шарів деревини. Пригнічення росту деревини може проявитися у різних наслідках, зокрема: у відсутності деревного кільця, формуванні дуже вузького або нерівномірного за потужністю (ексцентричного) кільця тощо. Після припинення несприятливого чинника знову утворюються «нормальні» деревні кільця. У випадку механічного пошкодження дерева, наприклад, відриву кори, біля краю «рани» нарощується потовщена кора, що використовується як часовий репер геоморфологічної події (рис. 1).

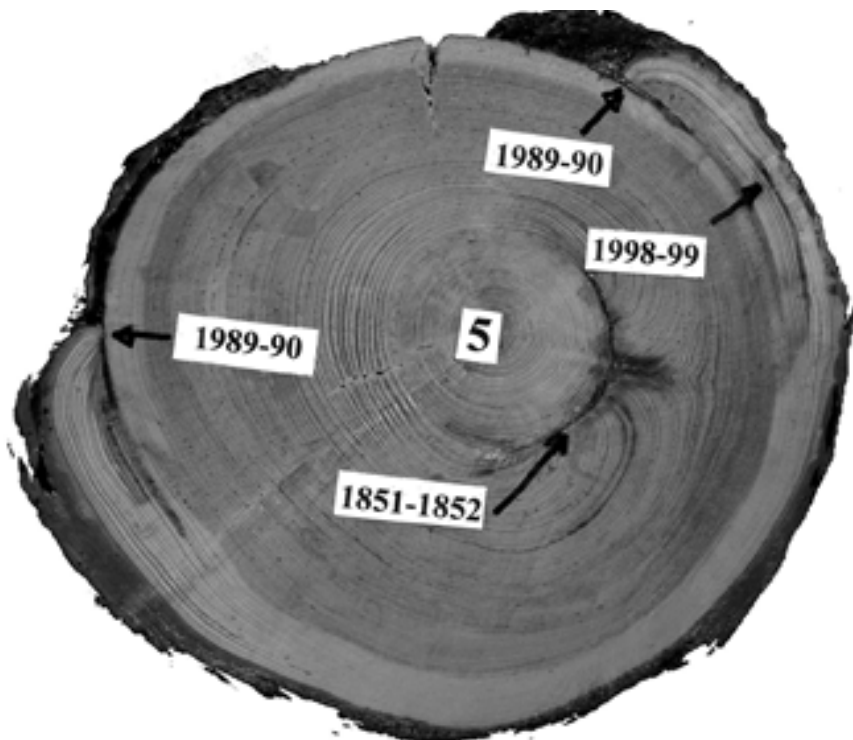


Рис. 1 – Датування пошкоджень стовбура модрини кригою під час весняного паводку на р. Хатанга (Таймир)

Цей метод використовується здебільшого для вивчення схилового, флювіального, льодовикового та перигляціального морфогенезу. Так, прояви гравітаційних процесів ідентифікуються за похилими, викривленими стовбурами. Дерево з похилого положення намагається повернутися до вертикального, через що у нього утворюються ексцентричні річні кільця. Їх підрахунок дозволяє визначити час активізації процесів, а величина ексцентричності характеризує

інтенсивність процесу. Також, при дуже раптовому нахилі дерева або навіть його частковому похованні починають формуватися бічні пагони (а при похованні – придаткові корені), які також чітко маркують час події, оскільки виникають на наступний рік після нього.

Існує методика дендрохронологічних досліджень селевих конусів, яка дозволяє їх датувати з досить високою точністю. Пропонується три способи визначення часу проходження селів:

1) виділення ареалів поширення одновікових лісових насаджень, що дозволяє оконтурити поверхні одновікових селевих конусів;

2) визначення часу проходження селю за аналізом густоти і віку молоді порослі, які залежать від вмісту дрібнозему у селевих відкладах. Особливої уваги заслуговує пенькова поросль, яка починає розвиватися вже в рік проходження селю;

3) час проходження селів та їх частота визначаються за характером механічного впливу на стовбури дерев, що чітко відбивається на рисунку деревних кілець [6].

Застосування дендрохронології у вивченні віку флювіального рельєфу ґрунтується, насамперед, на тому положенні, що поява деревної рослинності на дні річкової долини, як правило, свідчить про зміну її водного режиму і темпів накопичення алювію. За деревними кільцями найбільш старих дерев визначають їх вік, а відповідно, і час закінчення формування поверхні, на якій вони ростуть. Наприклад, вік окремих ділянок заплави можна визначати за віком та радіальним приростом пагонів верби. Зазвичай, запізнення у заселенні заплавної поверхні деревами не перевищує 7-10 років. Дендрохронологічні дослідження похованої деревини сприяють датуванню терасових рівнів, а вивчення деревних кілець стовбурів дерев, пошкоджених під час паводків, дозволяють отримати інформацію про терміни та інтенсивність останніх.

Подібно до принципів вивчення віку флювіального рельєфу, дендрохронологічний метод застосовується для датування морен, головним чином молодих гірських. Тут вік дерев корелюється із часом звільнення поверхні від льоду. Поселення деревної рослинності на морені відбувається не одразу, а через деякий проміжок часу після відступу льодовика. Встановлено, що цей інтервал в різних районах для різних видів чагарників та дерев варіює від року до 170 років [6]. Окрім цього, при датуванні льодовикових форм надзвичайно важливо враховувати особливості місцевих орографічних умов (гіпсометрію, приуроченість до різних елементів рельєфу, експозицію схилів тощо) та ступінь антропогенного освоєння території, оскільки це впливає на темпи колонізації морен деревною рослинністю

Дендрохронологічний метод працює в основному у лісових районах помірної зони та гірсько-лісовому поясі, де чітко розрізняються сезони. Часовий діапазон застосування цього методу обмежується останніми століттями, оскільки рідко зустрічаються дерева віком старше 200-250 років.

Дендрогеографічні дослідження полягають у виявленні ознак зародження або перебігу екзогенних процесів по зовнішньому вигляду рослинності.

Розрізняють три типи індикації природних процесів [3]:

- прогнозу, що полягає у просторово-часовому передбаченні зародження процесу на певній території ще до його початку;

- стадійно-синхронну – індикацію процесу безпосередньо в ході його розвитку, з визначенням стадій та їх просторового розподілу;

- ретроіндикацію – індикацію процесу, що вже завершився, за його наслідками.

Стадійно-синхронна індикація застосовується для вивчення соліфлюкційного, кріогенного, карстово-суфозійного рельєфу тощо. Прогнозна та ретроіндикація мають виключно важливе значення для вивчення інтенсивності схилових процесів, як сучасних, так і недавнього минулого. Про інтенсивні зміщення ґрунтових мас свідчать свіжі розриви дерново-рослинного покриву, повалені дерева, оголені деформовані корені. При повільніших зміщеннях спостерігаються нахилені дерева («п'яний ліс») (рис. 2), викривлені стовбури дерев (рис. 3), асиметричні (прапороподібні) крони (рис. 4), викривлені корені, що вказують на напрямок руху уламкового матеріалу. Нижня часова границя зміщення відповідає віку дерев. Оглядаючи рослинний покрив схилів, фіксують наявність або відсутність цих ознак, які є прямими індикаторами активізації схилових процесів або стабільного стану схилів.

За допомогою дендроіндикації визначають темпи росту ярів у довжину (швидкість регресивної ерозії) за віком дерев або чагарників на дні яру, а об'єм та потужність порід, що руйнуються на схилах, а також темпи донної ерозії – за віком дерев та висотою їх оголених кореневих шийок [6].



Рис. 2 – «П'яний ліс» на поверхні зсувного тіла (околиці м. Вишгород)

Цей метод є ефективним і для дослідження динаміки еолових процесів, зокрема швидкості руху піщаних форм, які поступово заносять насадження і тим самим призводять до їх усихання (рис. 5). На морських узбережжях в умовах постійно діючих вітрів одного напрямку часто зустрічаються дерева з прапороподібною формою крони та викривленими стовбурами (рис. 6), що можна використовувати як індикатор аеродинамічних умов формування еолового рельєфу. Із заростанням пісків пов'язана еволюція форм піщаного рельєфу, коли відбувається їх трансформація з поперечних на поздовжні тощо.



Рис. 3 – Викривлення стовбурів дерев на поверхнях зсувних тіл (околиці м. Вишгород)



Рис. 4 – Сосна із прапороподібною формою та викривленим стовбуром на поверхні зсуву (Крим)



Рис. 5 – Наступ дюни на лісовий масив (Словінський національний парк, Польща)



Рис. 6 – Характерний вигляд дерев в умовах переважання вітрів одного напрямку

Ліхенометричний метод застосовується для відносного та абсолютного датування молодих форм рельєфу у безлісних районах – моренних пагорбів, курумників, селевих та пролювіальних конусів виносу, морських та річкових терас. Він полягає у визначенні радіального приросту кіркових (накипних) лишайників. Найчастіше використовують довгоживучі види роду різокарпон географічний (*Rhizocarpon geographicum*) (рис. 7). Цей рід лишайнику є космополітом і добре ідентифікується на поверхнях гірських порід завдяки своєму жовто-салатовому кольору. Стабілізація поверхні та наступне заселення лишайниками породи відбувається незабаром після відкладення останньої. Ріст лишайнику є функцією часу.



*Рис. 7 – Лишайник різокарпон географічний (*Rhizocarpon geographicum*)**

Поширення та швидкість росту лишайників залежить від експозиції схилів та складу порід. Кіркові лишайники погано ростуть на гладких відполірованих поверхнях, на сланцевій щітці. Вони віддають перевагу крупнозернистим корінним породам, валунам, галечникам, щебеню (рис. 8). Деякі лишайники роду різокарпон кальцієфобні.



*Рис. 8 – Розселення лишайнику *Rhizocarpon geographicum* на поверхні уламкових порід, утворених внаслідок фізичного вивітрювання (Українські Карпати, Горганський хребет)**

Найширше ліхенометричний метод застосовується при вивченні і датуванні морен у високогірних та високоширотних областях, хоча він має високу ефективність і в середніх широтах. Найбільшу точність метод дає в межах останніх декількох сотень років. При абсолютному датуванні порівнюють умови заселення, особливості і швидкості приросту сучасних лишайників на поверхнях, вік яких встановлений іншими методами абсолютного датування. Швидкість приросту лишайників варіює в різних екологічних умовах, в гумідних умовах вони набагато більші, аніж в аридних. У середньому вона може становити 0,3–0,7 мм/рік [6].

Відсутність лишайникового покриву у прильодовиковій зоні на оголених вивітрілих піскових, які є сприятливим середовищем для поселення кіркового лишайнику, може служити індикатором відносно недавнього звільнення території від постійних сніжників та льоду.

Часто для відносного датування враховують проективне покриття лишайниками поверхні. Цей показник тісно пов'язаний з періодом субаеральної експозиції поверхні. Лишайники більших розмірів і з більшим проективним покриттям приурочені до давніших поверхонь.

Фітоценотичний метод отримав найбільшу сферу застосування у геоморфології. Це пов'язане з тим, що рослинні угруповання на конкретній території є продуктом багатьох умов та чинників, серед яких рельєф, речовинний склад відкладів та ґрунтовий покрив посідають визначальне місце. Тому фітоценози є важливим індикатором конкретних генетичних типів, форм та елементів рельєфу [3, 4].

Вивчення фітоценозів дозволяє також здійснювати абсолютне та відносне датування рельєфу. Цей метод ґрунтується на існуванні кореляційного зв'язку між характером фітоценозів та часом експонування поверхні, які вони займають. При цьому враховуються закономірності сукцесій – послідовної зміни рослинності на свіжих субстратах та недавно утворених форм рельєфу. В розвитку первинних сукцесій розрізняють стадії: піонерного, простого і складного угруповання, замкнутого фітоценозу. Стадії сукцесії, як правило, приурочені до різних етапів розвитку ґрунтів і розрізняються рясністю рослин в угрупованні, видовим складом, ярусністю, мозаїчністю рослинного покриву, проективним покриттям та величиною біомаси. Зі збільшенням віку форми рельєфу в однотипних умовах усі ці показники зростають.

Фітоіндикацію застосовують для відносного датування моренних пагорбів, селевих пасом, пролювіальних конусів виносу, карстових форм тощо. Так, на стадії активного процесу карстові лійки відрізняються незадернованими схилами, що час від часу обвалюються, а дно може бути вкрите трав'янисто-чагарниковою рослинністю. Для зрілих карстових форм характерні деревні, чагарникові та трав'яні вологолюбні види без ознак заболочування та засолення у зв'язку з промивним типом водного режиму. І нарешті про затухаючий характер карстових процесів свідчить відсутність деревних видів у дні лійок через застійний характер водного режиму і заболочування, натомість схили таких форм покриваються листяними породами (рис. 9).

При вивченні флювіального морфогенезу за геоботанічними даними можна реконструювати етапи формування заплави; за різними типами рослинності та домінуючими в них видами - деталізувати межі терас, високої та низької заплави тощо. Існує досвід використання фітоценотичного методу для вивчення темпів акумуляції в заплавах. Так, за рослинними угрупованнями в заплаві річки можна визначати темпи акумуляції менше 1 мм/рік, 2...5 мм/рік, 5...10 мм/рік та катастрофічні надходження матеріалу [7].



Рис. 9 – Карстові лійки (Поділля)

В областях сучасного вулканізму видовий склад рослинності використовується в якості індикатора стадій вивітрювання і заростання лав, а також прямого впливу на ґрунтоутворення періодично випадаючих на поверхню твердих продуктів вулканічних вивержень.

Оскільки склад фітоценозу залежить не тільки від віку субстрату, а і від багатьох інших чинників (географічного і висотного положення району, експозиції та освітленості схилів, мікрорельєфу, з яким пов'язана зволоженість ґрунтів), фітоценологічний метод завжди використовують у комплексі із іншими .

Спостереження за фітоценозами дозволяють також судити про інтенсивність денудації за характером рослинного покриву - його видовим складом, щільністю (зімкнутістю), ознаками механічного впливу денудаційних агентів на стебла та корені рослин.

На поверхнях з інтенсивною денудацією рослинність повністю відсутня або представлена одиничними особинами рослин, які здатні вкоренитися у нестабільному ґрунті (рис. 10). З послабленням денудаційних процесів оселяються нові види рослин, їх різноманітність та рясність зростають.

Проте, аналогічні стадії розвитку фітоценозів спостерігаються і на ділянках сучасної акумуляції. Поверхні інтенсивної акумуляції як правило, теж не задерновані або вкриті бідною трав'янистою рослинністю. Але на відміну від ділянок денудації, тут поверхневі гірські породи мають пухкішу консистенцію. По мірі послаблення акумуляції трав'яний покрив стає все більш різноманітним та ряснішим. Тому відрізнити ареали домінування денудаційних або акумулятивних процесів лише за вивченням фітоценозів можна не завжди. Для цього потрібно залучати методи геологічні та вивчення ґрунтів.

Крім вище зазначених методів фітоіндикації в геоморфологічній літературі згадуються ще й такі, як метод аналізу ареалів поширення окремих рослинних видів (метод розірваних ареалів), зокрема реліктових рослин [8]. Вони застосовуються як для картування форм рельєфу різного генезису, так і для реконструкції історії розвитку рельєфу.



Рис. 10 – Характер рослинності на денудаційному схилі

Висновки. Проведений огляд фітоіндикаційних методів дозволяє сформулювати декілька напрямків їх застосування у дослідженнях рельєфу земної поверхні: 1) фітоіндикація генетичних типів та форм рельєфу; 2) визначення абсолютного та відносного віку рельєфу; 3) дослідження трансформації рельєфу та динаміки процесів морфогенезу (ретроспектива, сучасні прояви та прогнозування). Кожний напрямок включає свій набір методів – дендрохронологічний, дендргеоморфологічний, ліхенометричний, фітоценотичний. Слід зазначити, що найбільших успіхів фітоіндикаційний напрямок досягнув у дослідженнях тих регіонів, де поширені поверхні молодого віку і там, де процеси морфогенезу відрізняються високою динамічністю.

Зважаючи на високу інформативність і невибагливість цих методів в плані фінансових витрат та матеріального забезпечення, вважаємо за доцільне ґрунтовне їх вивчення при підготовці фахівців зі спеціальностей «геоморфологія та палеогеографія» та «ґрунтознавство та управління земельними ресурсами».

Список літератури

- 1.** Байцар А. Фітоіндикація динамічних процесів у зоні верхньої межі лісу / А. Байцар, С. Кравців // Вісник ЛНУ. Серія географічна. – 2004. – Вип. 30. – С. 9-13.
- 2.** Брусак В. Фітоіндикація розвитку карстових лійок Бистрицько-Тлумацької височини / В. Брусак, Л. Ковальська, В. Ткачик // Сучасні проблеми і тенденції розвитку географічної науки. – Львів : вид-во ЛНУ ім. Ів. Франка, 2003. – С. 179-182.
- 3.** Викторов С. В. Индикационная геоботаника : уч. пособие / С. В. Викторов, Г. Г. Ремезова. – М. : изд-во МГУ, 1988. – 168 с.
- 4.** Виноградов Б. В. Растительные индикаторы и их использование при изучении природных ресурсов / Б. Виноградов. – М. : Высшая школа, 1964. – 328 с.
- 5.** Вовк П. Визначення віку окремих поверхневих форм карстового рельєфу Волинського Полісся / П. Вовк, М. Федонюк, В. Ковальчук // Природа Західного Полісся. – 2010. – №7. – С. 46-50.
- 6.** Серебрянная Т. А. Фитоиндикационные методы в геоморфологии / Т. А. Серебрянная // Итоги науки и техники. Серия Геоморфология. – 1989. – Т. 8. – 154 с.
- 7.** Туровцев В. Д. Биоиндикация : уч. пособие / В. Д. Туровцев, В. С. Краснов. – Тверь : изд-

во Твер. гос. ун-та, 2004. – 260 с. 8. Методическое руководство по геоморфологическим исследованиям / Чемяков Ю. Ф., Ганешин Г. С., Соловьев В. В. и др. – Л. : Недра, 1972. – 384 с.

Бортник С., Погорільчук Н., Ковтонюк О. Фітоіндикаційні методи у дослідженнях рельєфу земної поверхні. Проаналізовано найбільш популярні методи фітоіндикації, які застосовуються під час польових геоморфологічних досліджень. Сформульовані головні напрямки використання фітоіндикаційних методів у геоморфології: фітоіндикація генетичних типів та форм рельєфу; абсолютне та відносне датування рельєфу; дослідження трансформацій рельєфу та динаміки процесів морфогенезу.

Ключові слова: фітоіндикація процесів морфогенезу, дендрохронологічний, дендрогеографічний, ліхенометричний, фітоценотичний методи.

Bortnyk S., Pogorilchuk N., Kovtonyuk O. Fitoindication methods in studies landforms. Analyzed the most popular methods phytoindication used in field geomorphological studies. The basic directions of use fitoindikation methods in geomorphology: phytoindication genetic types and landforms; absolute and relative dating of the relief; study of transformations of relief and dynamics of the processes of morphogenesis.

Keywords: phytoindication morphogenesis, dendrochronological, dendrogeomorphological, lichenometric, phytocenotic methods.

Бортник С., Погорільчук Н., Ковтонюк О. Фітоіндикационные методы в исследованиях рельефа земной поверхности. Проанализированы наиболее популярные методы фитоиндикации, используемые при полевых геоморфологических исследованиях. Сформулированы основные направления использования фитоиндикационных методов в геоморфологии: фитоиндикация генетических типов и форм рельефа; абсолютное и относительное датирование рельефа; исследование трансформаций рельефа и динамики процессов морфогенеза.

Ключевые слова: фитоиндикация процессов морфогенеза, дендрохронологический, дендрогеографический, лихенометрический, фитоценотический методы.

Надійшла до редколегії 11.03.2015

УДК 551.4 (477)

Філоненко Ю. М.

*Ніжинський державний університет
імені Миколи Гоголя*

КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНИХ КЛАСИФІКАЦІЙ БІОГЕННОГО РЕЛЬЄФУ

Ключові слова: біогенний рельєф, зоогенний рельєф, фітогенний рельєф, нора, улоговина, горб, пасмо

Вступ. Поверхня багатьох районів нашої планети значною мірою сформована або трансформована під впливом біоти. Це робить дослідження біогенного чинника рельєфоутворення важливим та актуальним, оскільки дає можливість оцінити його роль та масштаби впливу. Різноманітність форм біогенного рельєфу, їх кількість, розміри, умови формування та поширення дозволяють, в залежності від поставленої мети, застосовувати різні підходи до їх класифікації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Про роль біогенного чинника в рельєфоутворенні у різних районах планети можна отримати інформацію з цілого ряду публікацій [1–13, 15–18] та ін. Опрацювання зазначених публікацій та власні польові дослідження дали можливість визначити основні ознаки, за якими можна виділити певні типи біогенного рельєфу.