

Bulavenko I.G. Mikroclicmatic peculiarities plots plantations in Dubrovytsky landscape of Roztochya

Knowledge of microclimatic is important for understanding the functioning and dynamics of territorial complexes of local level. Microclimatic parameters affect the process of development and growth as a young sapling trees and herbaceous plants. Here are the results of microclimate researches, which were conducted in landscape Dubrovytsky of South Roztochya. Observations were carried out using electronic recorders – datalogers, series Tinytag Ultra – 1500, which recorded a temperature and humidity in their place of installation.

Keywords: microclimate, recorder, Dubrovytsky landscape.

УДК 6300.907.1 *Гол. спеціаліст В.І. Гетьман, канд. геогр. наук – Державна служба заповідної справи Міністерства природи України*

ЕКОЛОГІЧНИЙ ОПТИМУМ АНТРОПОГЕННОГО ЛАНДШАФТУ

Одним із важливих наукових завдань ландшафтознавства нині є знаходження оптимально придатного для життєдіяльності людини ландшафту, тобто екологічного оптимуму ландшафтної системи в її природному та зміненому станах. З метою наукового пошуку екологічного оптимуму ландшафту запропоновано схему історико-ландшафтознавчої реконструкції і механізм актуального використання та практичної реалізації методу порівняльної екології. Пропонований методичний механізм дає змогу віднайти кожній антропогенізованій ландшафтній системі екологічний оптимум її просторово-часової структури як в натурі, так і в певному "історичному зрізі".

Ключові слова: екологічний оптимум, екологічний ряд, типологічний профіль, індикаторний спектр, часовий факторально-динамічний ряд.

Вступ. Важливою проблемою сучасного ландшафтознавства є формування стабільних антропогенізованих ландшафтних систем (ЛС). Ці системи повинні гармонійно поєднувати в собі "інтереси" природної та суспільної підсистем, давати максимум вигідної для людини біопродукції і, що не менш важливо, залишатися постійним джерелом задоволення її духовних запитів. Одним із варіантів виконання такого завдання може бути знаходження оптимально придатної для життєдіяльності людини ЛС, тобто **екологічного оптимуму** (від лат. *optimus* – найкращий) ландшафтної системи в її природному та зміненому станах. Такий оптимум можна трактувати як складний своєю сутністю, утворений зовнішніми і внутрішніми просторовими та часовими зв'язками інваріантно-змінний аспект ЛС, коли спостерігається найбільша відповідність між її соціально-економічними функціями та природно-ресурсним потенціалом.

Теорія оптимуму, яку інтенсивно розробляють сьогодні багато представників загальнонаукових та галузевих областей знань, органічно входить до метатеорії пізнання. Використовуючи структурно визначені аналітико-синтетичні методи наукового дослідження, теорія екологічного оптимуму обґрунтовує та закладає ґносеологічні основи "співтворчості", консенсусу, людини і природи.

Матеріал і методи досліджень. Ландшафтна система як просторово-часове утворення характеризується в кожному окремому "історичному зрізі"

свого розвитку (еволюції) певним динамічним станом і посідає відповідне місце в ландшафтному факторально-динамічному ряді. Цей стан може бути постійним (еквіфінальним, клімаксовим), зокрема корінним, коли спостерігається стійка динамічна рівновага між структурними елементами ЛС, і змінним (серійним), коли ЛС недовговічні, в них немає стабільного режиму і структури.

Синтетичним показником (критерієм) функціонально-динамічного стану, добротності екологічних умов ЛС (що дає змогу говорити про ступінь їх стабільності і стійкості) є біорізноманіття ландшафтів, яке, своєю чергою, визначається ландшафтним різноманіттям [2, 3].

Під структурою ландшафтної системи В.Б. Сочава розумів "сукупність елементарних геосистем з різними взаємозв'язками між їхніми компонентами, що характеризуються сезонним ритмом і утворюють серії та ряди трансформації, а також різні мозаїчні поєднання" [18, с. 58]. За сучасним трактуванням структура ЛС – просторова (вертикальна та горизонтальна) і часова, що є проявом реального балансу варіантних та інваріантних просторово-часових геосистемних відношень [14]. Виявлення інваріантних властивостей має велике значення для вивчення глибини структурних змін у ЛС під впливом статично випадкових збурень зовнішнього середовища [17] і, зокрема, антропогенних модифікацій ЛС. Поєднане вивчення ландшафтних систем історичного минулого та сучасного дає змогу скласти уявлення про їх природно-ресурсний потенціал, його трансформацію.

Власне, просторово-часовий оптимум ландшафтної структури в процесі тривалої еволюції створює сама природа. На сьогодні такий оптимум спостерігається, певною мірою, на відносно незмінених природно-заповідних територіях. Кількісно його можна виразити через умовну одиницю. Внаслідок повної розораності території, наприклад, реальний показник екологічного оптимуму мінімізується. Такий "антиклімаксовий" стан організації ландшафтної структури у природному відношенні сам собою не стійкий. Підтримується він агро-, біотехнічними заходами з виробничо-господарською метою. Вилучення земель з господарського користування (обігу), що повинно здійснюватися через резервування для наступного заповідання, спричинить демутаційні сукцесії, що призведуть рано чи пізно (час релаксації, характерний час) до екологічного оптимуму, близького одиниці [1].

Час відновлення ландшафтного інваріанта залежатиме від характеру та інтенсивності структурних змін ЛС. Неоднаковий він для всієї ландшафтної системи та окремих її природних компонентів (біогенний, едафогенний), які, як відомо, можуть змінюватися з неоднаковою швидкістю і різними шляхами.

Характерний час, приміром для формування зрілого деревного ярусу рослинності (чи лишайникового ярусу), а також зрілого карбонатного профілю ґрунту становитиме близько сотні років, тоді як зрілий трав'яний ярус, чи популяція мишоподібних гризунів формуються за якихось десять років. Отже, можна запропонувати шляхи пошуку еталонів оптимальної ландшафтної структури з допомогою історико-ландшафтознавчих реконструкцій як основного інструментарію ретроспективного ландшафтознавчого аналізу [9].

Завдання історико-ландшафтознавчих реконструкцій полягає, насамперед у відтворенні структури ландшафтних систем минулого. Ретроспективні ландшафтні дослідження передбачають вивчення еволюції, динаміки і функціонування ЛС у процесі історичної трансформації цілого, комплексного, загалом природи. При цьому мають на увазі, що природні компоненти можуть змінюватись з неоднаковою швидкістю і різними шляхами. Часовий системний аналіз ЛС, його методика узгодження з просторовим аналізом на певний "зріз" часу в історичному ландшафтознавстві сьогодні залишається ще недостатньо розробленим. Особливо це стосується новітнього часу, коли могутнім фактором трансформації природних ландшафтів став антропогенний.

Виявлено можливість застосування завдяки історико-ландшафтознавчим реконструкціям за принципом актуалізму методів порівняльної екології (у комплексі з іншими методами).

Суть методики порівняльної екології, яку розробили ще Л.Г. Раменський (стосовно лугових ценозів) [19], П.С. Погребняк (стосовно лісових ценозів) [15] та інші вчені, полягає в *ландшафтній індикації*, тобто у знаходженні ландшафтів-аналогів за певними індикаторами, найкращими з яких можуть бути живі представники рослинності, їх видовий склад, продуктивність рослинної біомаси, а також ґрунти (зокрема викопні).

Теоретичну основу ландшафтної індикації, зокрема природних процесів, становить вчення про сукцесії, що розробляють здавна вчені різних геоботанічних шкіл, особливо англо-американської (Коулс, Клементс) [7] і російської (пізніше радянської), а також уявлення про геохімічні особливості ландшафтів і про біогенну міграцію хімічних елементів, які викладено у працях В.І. Вернадського (1967), Б.Б. Полинова (1956) та ін.

У геоботаніці на основі теорії сукцесій виникло вчення про еколого-генетичні ряди рослинних угруповань (В. Сукачов, В. Альохін, Б. Келлер, А. Воронов, за кордоном – Кюхлер, Скамоні) [6]. Пізніше група дослідників (Вікторов, Ілюшина, Кузьміна, 1970), узагальнивши попередні наукові (ландшафтні) дослідження, і на основі багатьох елементів вчення про еколого-генетичні ряди рослинних угруповань сформулювали поняття про *ландшафтно-генетичні ряди*.

Якщо коротко, то суть його така: всередині просторового (ландшафтно-генетичного) ряду розміщені природно-територіальні (ландшафтні) комплекси у тому порядку, в якому вони змінюють один одного в часі (у ході процесу). Або, у нашому розумінні, ландшафтно-генетичний ряд: у просторі розгорнутий часовий ряд і водночас – це просторовий ряд, розгорнутий у часі. Актуальним є питання індикаційної інтерпретації ландшафтно-генетичних рядів (як індикаторів).

Та вернімось до теорії порівняльної екології. У середині минулого століття П.С. Погребняк [15, с. 201-204] запропонував три технічні її прийоми: 1) опис типологічного профілю; 2) складання екологічних рядів; 3) складання індикаторних спектрів. В основу цієї методики покладено *складання екологічних рядів* (за акад. Б. Келлером), які становлять собою ряди типів лісу, розміщених за принципом зростання або зменшення кількості будь-яко-

го одного ведучого екологічного фактора [6]. За основу екологічного ряду беруть найбільш фізіономічний природний компонент – рослинність, яка за об'разним висловом відомого географа С.В. Калесника (одного з корифеїв ландшафтознавства: його визначення самого ландшафту як району) є "одягом ландшафту" [10]. В екологічному ряді П.С. Погребняка по сусідству можуть бути поставлені типи лісу територіально розрізнені, але обов'язково близькі за лісорослинним ефектом.

За побудови таких екологічних рядів використовується конкретний *типологічний профіль* того чи іншого лісового масиву, з відображенням його природного (біотичного і ландшафтного) різноманіття. Вздовж профілю проводиться зйомка рельєфу та інших природних компонентів досліджуваної території (зокрема детальний таксаційний і геоботанічний опис насаджень). Конкретний типологічний профіль, який більш-менш повно збігається з екологічним рядом, є, так би мовити, живою діаграмою, свого роду чистим рядом типів лісу.

Важливим (третім) технічним прийомом порівняльної екології є складання *індикаторних спектрів*. Останні становлять собою перелік рослин із характеристикою їх повноти, густоти, життєвості, інтенсивності розвитку тощо. Для деревних порід вказують їхню частку в насадженні (склад), бонітет, інші таксаційні показники.

Індикаторна цінність рослин різна, і для одного й того ж виду може мінятися як об'єктивно (від його поведінки в екотопі), так і суб'єктивно (залежно від інтересу дослідника). Найбільш чутливі індикатори – представники трав'яного покриву. Індикаторні спектри складаються для кожного екологічного ряду з кожного провідного фактора окремо: за трофністю, зволоженням, температурними умовами (тепла), освітленням.

Зазначимо, що індикаторами вважають не тільки види рослин, але, що дуже важливо, і характерні в екологічному відношенні їх властивості: наявність чи відсутність у складі ценозу або його ярусу, продуктивність, відновлюваність, процес сукцесії тощо. Так, поява білоуса стиснутого (*Nardus stricta*) на вирубках є характерною ознакою вологих і сирих типів лісу борового та субборового рядів, поява вівсяниці або костриці овечої (*Festuca ovina*) – їх свіжих типів.

Порівняльно-екологічна оцінка за рослинними індикаторами цінна насамперед тим, що дає більш-менш точну характеристику умов місцезростання, виявляє ("індикує") їхні зміни. Стосовно ландшафтної індикації ще зазначимо, що окремі дослідники (Вікторов, Востокова, Вишивкін, Чікішев, 1976) виділяють три її види: стадійно-синхронна (індикація в процесі розвитку), прогнозна і ретроспективна індикація умов минулого (індикація за наслідками). Для нас становить інтерес остання – ландшафтна ретроіндикація, оскільки її можна успішно використати для виявлення процесів освоєння та заселення територій у минулому.

Результати дослідження та їх обговорення. *Принцип актуалізму* історико-ландшафтознавчих реконструкцій передбачає послідовне вивчення просторових змін властивостей ландшафтних систем і ретроспективне проєк-

тування виявлених закономірностей. З метою практичної реалізації науково-го пошуку екологічного оптимуму, пропонуємо схему актуального використання методики порівняльної екології через механізм її застосування у три етапи (рис.).

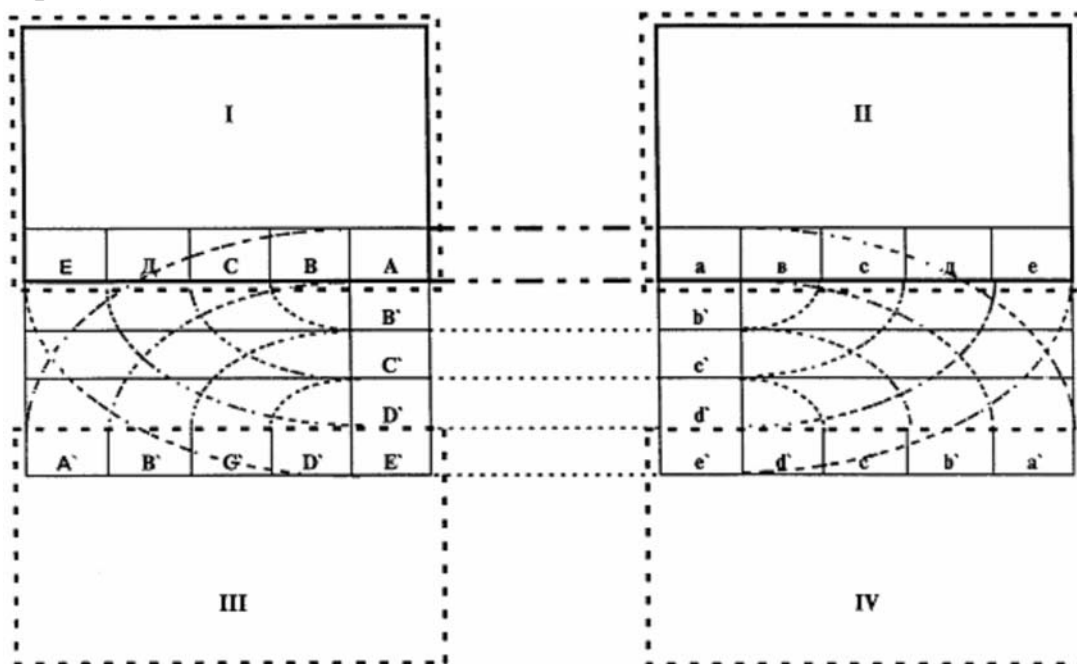


Рис. Схема використання методів порівняльної екології внаслідок історико-ландшафтознавчих реконструкцій за принципом актуалізму:

I, II – блоки просторових факторально-динамічних рядів геосистем: I – антропогенізованих, II – заповідних; III, IV – часові блоки просторових рядів; A, B, C, D, E і a, в, с, д, е – просторові факторально-динамічні ряди; A, B', C', D', E' і a, в', с', д', е' – часові ряди; E', D', C', B', A' і e', д', с', в', a' – просторово-часові ряди

Перший етап охоплює виявлення і закладання в натурі (і складання в камеральних умовах) просторових факторально-динамічних рядів антропогенізованих і природно-заповідних ЛС та їхніх блоків. Зазначимо, що для цієї мети можуть бути використані лише території природних заповідників, заповідні зони біосферних заповідників, національних природних і регіональних ландшафтних парків, заповідні урочища (відокремлені цілісні ландшафти, "міні-заповідники"), території окремих заказників і пам'яток природи (згідно зі Законом України "Про природно-заповідний фонд України" – статті 41, 42)" [8].

Виявлення рядів, які формуються через різні за просторово-часовими параметрами екзогенні процеси (тривалість і масштаб впливу), потребує використання різних методів. В одних випадках просторові факторально-динамічні ряди можуть бути побудовані за фактичними даними безпосередніх спостережень на відносно невеликій ділянці, а в інших – тільки шляхом зіставлення різновікових ландшафтних систем на значній території. Методику створення таких рядів добре розробили сибірські географи [12, 13]. Найбільш доцільно підбирати для них ландшафтні системи рангу урочище.

Другим етапом роботи за нашою схемою є ретроспективний пошук (зокрема через ретроспективну ландшафтну індикацію) історичних відповідни-

ків кожному складнику (урочищу) просторового факторально-динамічного ряду природно-заповідної території в певному "історичному зрізі" часового ряду.

Технологія таких історико-ландшафтознавчих досліджень ґрунтується на відомому науковому постулаті про те, що просторовим екологічним рядам рослинності стосовно до якого-небудь фактора можуть, у переважній більшості випадків, відповідати зміни рослинного покриву в часі. Зазначимо, що часовий факторально-динамічний ряд ідентичний відомому сукцесійному ряду, який вперше запропонував основоположник вчення про індикацію Ф. Клементсом (США) у книзі "Рослинні сукцесії та індикатори" [7].

Методика ретроспективних історико-ландшафтознавчих реконструкцій тією чи іншою мірою розроблялася у наукових працях учених, істориків-ландшафтознавців (Коржик В.П., 1978; Жекулін В.С., 1988; Романчук С.П., 1976, 1981; Штойко П.І., 1986). Результатом другого етапу пропонованої схеми наукового дослідження буде часовий факторально-динамічний ряд (або ряди), що закінчуватиметься чи виходитиме з корінного урочища просторового ряду. Тобто на практиці внаслідок виконаної роботи реалізується перехід від змін у просторі до змін в часі.

Третій етап роботи передбачає зіставлення елементів часових (сукцесійних) рядів природно-заповідних територій з відповідними урочищами – складниками у просторовому ряді антропогенно змінених ЛС через динамічні стани останніх у часових рядах. При цьому ландшафтним системам часового ряду відповідатимуть ландшафти-аналоги в просторовому ряді певного "історичного зрізу", даючи, в підсумку, просторово-часовий. Таким чином, практично реалізується наукова концепція простір-часу в образі ландшафту як земної реальності (геореалу).

Іншим шляхом пошуку екологічного оптимуму ЛС (за відсутності природно-заповідних територій в регіоні) є власне історико-ландшафтознавчі реконструкції, які на основі історичного підходу передбачають відтворення природної ситуації території доагрикультурного використання у формі ландшафтних описів, серії ландшафтних карт досліджуваних "історичних зрізів", історико-господарських схем природокористування з використанням літературних, архівних, фондових та інших джерел. З класичних методів досліджень у цьому напрямі можна назвати споро-пилковий аналіз, радіометричні дослідження, палеонтологічний, порівняльно-географічний (метод аналогів), вивчення органічної речовини ґрунту (гумусу), археологічні розкопки та ін. спостереження для датування динамічних трансформацій ЛС.

Висновки. Отже, наслідком усієї роботи буде ретроспекція в історичне минуле ландшафтних систем антропогенізованих територій і зіставлення з їхніми природно-заповідними відповідниками в просторових факторально-динамічних рядах. Пропонований методичний механізм дає змогу віднайти кожній антропогенізованій ландшафтній системі екологічний оптимум її просторово-часової структури як в натурі, так і в певному "історичному зрізі". Значення такої роботи у тому, що є можливість синхронно проаналізувати однакові за рангом ландшафтні системи, виявити їх екологічний оптимум та ресурсний потенціал у сучасному антропогенізованому, природно-заповідному та історично-минулому станах. На основі такого ландшафтознавчого

аналізу можна скласти географічний прогноз тенденцій еволюційного розвитку ландшафтів і, відповідно, прогноз кількісно-якісних змін (збільшення чи зменшення) їх ресурсного потенціалу.

Література

1. **Арманд А.Д.** Некоторые принципиальные ограничения эксперимента и моделирования в географии / А.Д. Арманд, В.О. Таргульян // Известия АН СССР. – Сер.: Географическая, 1974. – № 4. – С. 129-138.
2. **Гетьман В.І.** Збереження ландшафтного різноманіття України в контексті заповідної справи / В.І. Гетьман // Заповідники Крыма. Биоразнообразие на приоритетных территориях: 5 лет после Гурзуфа : матер. II научн. конф. (25-26 апреля 2002 года, Симферополь, Крым). – Симферополь : Изд-во КРА "Экология и мир", 2002. – С. 46-49.
3. **Гродзинський М.Д.** Основи ландшафтної екології / М.Д. Гродзинський. – К. : Вид-во "Либідь", 1993. – 224 с.
4. **Вернадский В.И.** Биосфера / В.И. Вернадский // Избранные труды по биохимии. – М. : Изд-во "Мысль", 1967. – 376 с.
5. **Викторов С.В.** Экологические-генетические ряды растительных сообществ как индикаторы природных процессов / С.В. Викторов, М.Т. Илюшина, И.В. Кузьмина // Экология. – М. : Изд-во "Наука", 1970. – № 6. – С. 3-8.
6. **Викторов С.В.** Современное состояние индикации природных процессов и пути ее развития. Ландшафтная индикация природных процессов / С.В. Викторов, Е.А. Востокова, Д.Д. Вышивкин, А.Г. Чикишев // Труды Московского общества испытателей природы. – М. : Изд-во "Наука", 1976. – С. 16-20.
7. **Воронов А.Г.** Современные проблемы ландшафтной индикации / А.Г. Воронов // В кн.: Ландшафтная индикация природных процессов. – М. : Изд-во "Наука", 1996. – С. 10-15.
8. **Екологія і закон:** Екологічне законодавство України. – У 2-х кн. / відпов. ред., д-р юрид. наук, проф., засл. юрист України, акад. УЕАН В.І. Андрейцев. – К. : Вид-во "Юрінком Інтер", 1997. – Кн. 2. – 576 с.
9. **Жекулин В.С.** Историческая география и современность: грани сотрудничества / В.С. Жекулин // География и современность. – 1988. – № 4. – С. 9-22.
10. **Калесник С.В.** Общие географические закономерности Земли / С.В. Калесник. – М. : Изд-во "Мысль", 1970. – 283 с.
11. **Коржик В.П.** К вопросу классификации измененных геокомплексов / В.П. Коржик // Физическая география и геоморфология. – К. : Изд-во КГУ, 1978. – Вып. 19. – С. 17-22.
12. **Крауклис А.А.** Проблемы экспериментального ландшафтоведения. – Новосибирск : Изд-во "Наука", 1979. – 231 с.
13. **Крауклис А.А.** Теория и практика исследования геосистем / А.А. Крауклис // География и природные ресурсы. – Иркутск : СО РАН, 1987. – № 4. – С. 14-22.
14. **Пашенко В.М.** Теоретические проблемы ландшафтоведения / В.М. Пашенко. – К. : Изд-во "Наук. думка", 1993. – 283 с.
15. **Погребняк П.С.** Основы лесной типологии / П.С. Погребняк. – К. : Изд. АН УССР, 1955. – 455 с.
16. **Полынов Б.Б.** Избранные труды / Б.Б. Полынов. – М. : Изд-во АН СССР, 1956. – 751 с.
17. **Преображенский В.С.** Основы ландшафтного анализа / В.С. Преображенский, Т.Д. Александрова, Т.П. Куприянова. – М. : Изд-во "Наука", 1988. – 192 с.
18. **Сочава В.Б.** Определение некоторых понятий и терминов физической географии / В.Б. Сочава // Доклады Ин-та геогр. Сибири и Дальнего Востока, 1963. – Вып. 3. – С. 50-59.
19. **Раменский Л.Г.** Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель / Л.Г. Раменский. – М. : Изд-во "Сельхозгиз", 1938. – 620 с.
20. **Романчук С.П.** Про використання археологічних матеріалів в історико-ландшафтознавчих дослідженнях / С.П. Романчук // Физическая география и геоморфология. – К. : Изд-во КГУ, 1976. – Вып. 16. – С. 88-94.
21. **Романчук С.П.** Локализация, структура и динамика антропогенных ландшафтов прошлого (методы исследования) / С.П. Романчук // Взаимодействие общества и природы в процессе общественной эволюции. – М. : Изд-во Моск. филиал ГО СССР, 1981. – С. 69-79.
22. **Штойко П.И.** Изменение ландшафтов Западного Подолья в XV-XX веках : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. географ. наук. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1986. – 16 с.

Гетьман В.И. Экологический оптимум антропогенного ландшафта

Одним из важных научных заданий ландшафтоведения ныне является поиск оптимально пригодного для жизнедеятельности человека ландшафта, то есть экологического оптимума ландшафтной системы в ее естественном и измененном состоянии. С целью научного поиска экологического оптимума ландшафта предложена схема историко-ландшафтоведческой реконструкции и механизм актуалистического использования, практической реализации метода сравнительной экологии. Предлагаемый методический механизм позволяет найти каждой антропогенизированной ландшафтной системе экологический оптимум ее пространственно-временной структуры как в природе, так и в определенном "историческом срезе".

Ключевые слова: экологический оптимум, экологический ряд, типологический профиль, индикаторный спектр, часовой факторально-динамический ряд.

Hetman V.I. Ecological optimum of man-made landscape at historical-landscape reconstructions

Looking for optimal acceptable for human being vital functioning landscape, in other words ecological optimum of landscape system in its natural and transformed states becomes one of the important scientific task of landscape science. With the purpose of scientific search of ecological optimum of landscape the author proposes scheme of historical-landscape reconstruction and mechanism of actualization of use and practical realization of methods of comparative ecology.

Keywords: optimum environmentally, ecologically series typological profile, indicators spectrum.

УДК 551.4: 502.4 Ст. наук. співроб. Ю.В. Зінько¹; проф. А.Б. Богущий¹, канд. г.-м. наук; доц. В.П. Брусак¹, канд. геогр. наук; доц. Р.М. Гнатюк¹, канд. геогр. наук; інж. О.М. Шевчук¹; проф., М. Кромпець², д-р габілітований; проф. Януш Бурачинський³, д-р габілітований

МІЖНАРОДНИЙ ГЕОПАРК "КАМ'ЯНИЙ ЛІС РОЗТОЧЧЯ": КОНЦЕПЦІЯ ТА ПРОГРАМА ФОРМУВАННЯ

Розглянуто сутність, цілі та завдання нової міжнародної форми охорони геоспадщини – геопарків. Представлено концепцію і програму створення міжнародного геопарку "Кам'яний ліс Розточчя". Головними атракційними об'єктами геопарку стануть фрагменти скам'янілих дерев роду *Taxodium*, що знаходяться головно у піщаних відкладах неогену. Подано програму запланованих наукових досліджень та організаційних заходів, необхідних для створення тематичного геопарку на Розточчі та виконання ним природоохоронних, освітніх та геотуристичних функцій. Пропонований геопарк охоплюватиме існуючі природоохоронні об'єкти Розточчя – заповідник, національні і ландшафтні парки та заказники, резервати, і буде орієнтований на сталий розвиток місцевих громад.

Ключові слова: геопарк, геомісія, скам'яніле дерево, височина Розточчя, геоосвіта, геотуризм.

Постановка проблеми. Упродовж останніх років у різних районах світу активно впроваджується нова форма збереження геолого-геоморфологічної спадщини – геопарки [2, 9, 10, 16]. Геопарк – це територія з визначною

¹ Львівський НУ ім. Івана Франка

² Гірничо-Металургійна Академія імені Станіслава Сташца у Кракові (Польща)

³ Вища суспільно-природнична школа імені Вінсента Поля в Любліні (Польща)