Національна академія наук України
Державна установа «Інститут еволюційної екології НАН України»

НАУКОВІ ОСНОВИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ БІОТИЧНОГО І ЛАНДШАФТНОГО РІЗНОМАНІТТЯ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЗМІН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

цикл наукових праць на здобуття
Державної премії України 2015 р. в галузі науки і техніки

Автори та установи

БУРДА *Раїса Іванівна*	заступник директора з наукової роботи Державної установи «Інститут еволюційної екології НАН України», доктор біологічних наук
ГРОДЗИНСЬКИЙ *Михайло Дмитрович*	завідувач кафедри фізичної географії та геоекології географічного факультету Київського національного університету ім. Тараса Шевченка, доктор географічних наук, член-кореспондент НАН України
ЄМЕЛЬЯНОВ *Ігор Георгійович*	директор Національного науково-природничого музею НАН України, доктор біологічних наук, член-кореспондент НАН України
ЗАГОРОДНЮК *Ігор Володимирович*	старший науковий співробітник Національного науково-природничого музею НАН України, кандидат біологічних наук
ПРОТОПОПОВА *Віра Вікторівна*	провідний науковий співробітник Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України, доктор біологічних наук
РАДЧЕНКО *Володимир Григорович*	директор Державної установи «Інститут еволюційної екології НАН України», доктор біологічних наук, академік НАН України
ТКАЧ *Віктор Петрович*	директор Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького Держлісагенства України та НАН України, доктор сільськогосподарських наук, член-кореспондент НААН України
ЧЕРІНЬКО *Павло Миколайович*	керівник Сектору проблем навколишнього середовища Науково-організаційного відділу Президії НАН України, заступник голови Національного комітету України з програми ЮНЕСКО «Людина і біосфера», кандидат фізико-математичних наук
ШЕВЕРА *Мирослав Васильович*	провідний науковий співробітник Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України, кандидат біологічних наук

Передмова

- ***Мета*** циклу робіт полягає у розробці наукових основ і методів дослідження різноманіття біосистем і природних комплексів (екосистем і ландшафтів) із впровадженням отриманих результатів у практику природокористування для збереження та відновлення біотичного і ландшафтного різноманіття в умовах змін навколишнього середовища.
- ***Наукова новизна.*** Розроблено для умов України й впроваджено в практику концепцію біотичного та ландшафтного різноманіття і його динаміки, запропоновано показники, за допомогою яких можна оцінювати й порівнювати різноманіття, алгоритм виявлення цінних за біотичною компонентою екосистем та встановлення центрів різноманіття, систему заходів для збереження та відновлення різноманіття природних комплексів, у у т. ч. через пряму охорону шляхом розробки планів дій, завдяки біотехнологічним заходам і через оцінку рівня антропогенної трансформації рослинного покриву (синантропізації та адвентизації природних флорокомплексів і рослинних угруповань), а також контроль і зменшення ризиків трансформацій біоти й ландшафту.
- ***Практична значимість.*** Впроваджено в природоохоронну практику оцінки біоти за показниками різноманіття і складності біотичних угруповань, індекси змін фауни та адвентизації флори, розроблено і впроваджено на регіональному рівні плани дій з охорони й відновлення популяцій високо раритетних видів, створено схему виявлення центрів різноманіття як природних ядер екомережі, отримано 5 патентів на відтворення популяцій рідкісних видів комах-запилювачів.

Розділ 1. Основні концептуальні положення

- Біотичне і ландшафтне різноманіття розглядаються як фундаментальна властивість природних комплексів, яка забезпечує їхню стійкість і проявляється на різних рівнях їхньої ієрархії.

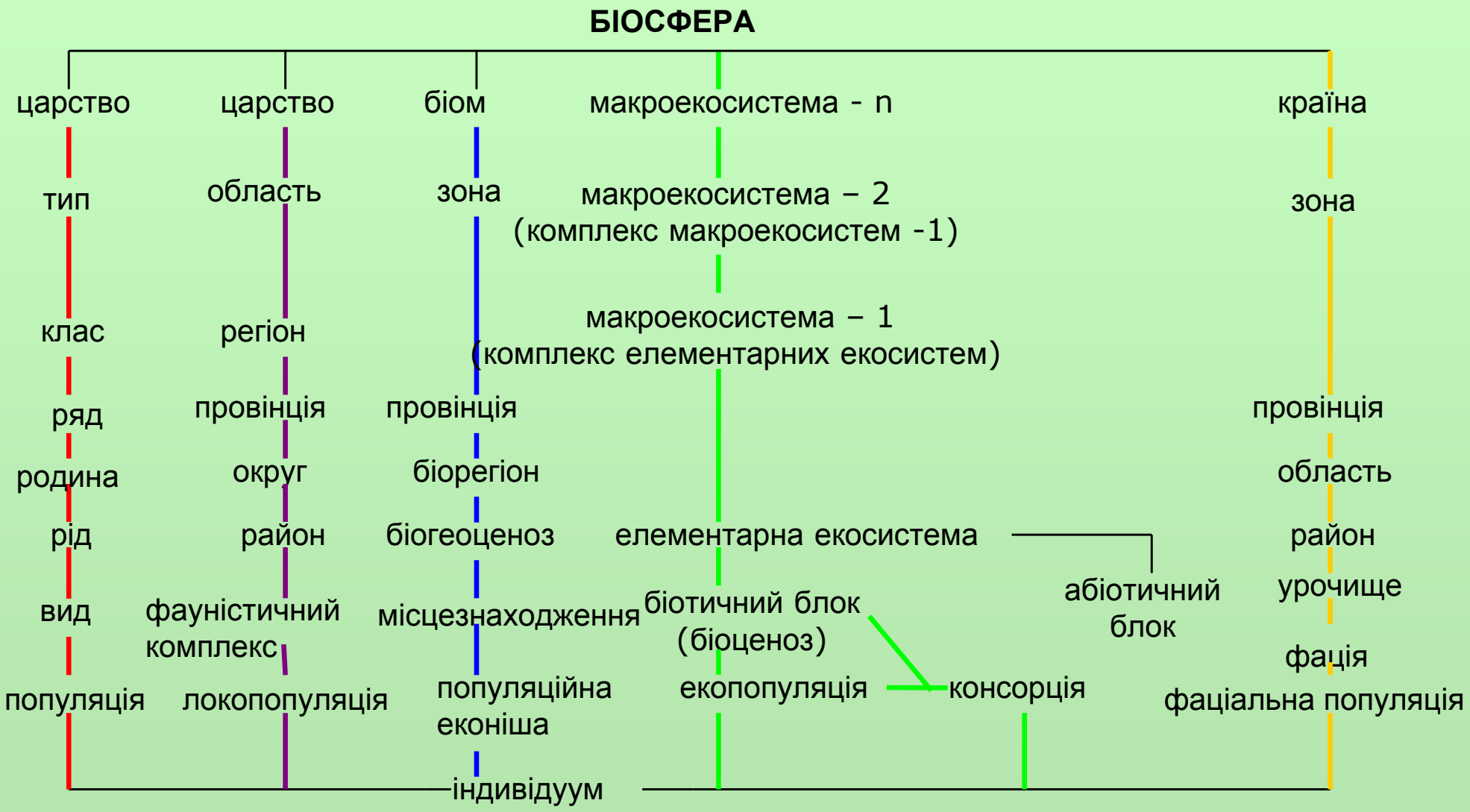
1.1. Розробка концепції біорізноманіття

1.2. Оцінки біотичного різноманіття

1.3. Оцінки ландшафтного різноманіття

1.4. Розробка концепції раритетів і «гарячих» територій

Схема ієрархічних рівнів біотичного і ландшафтного різноманіття



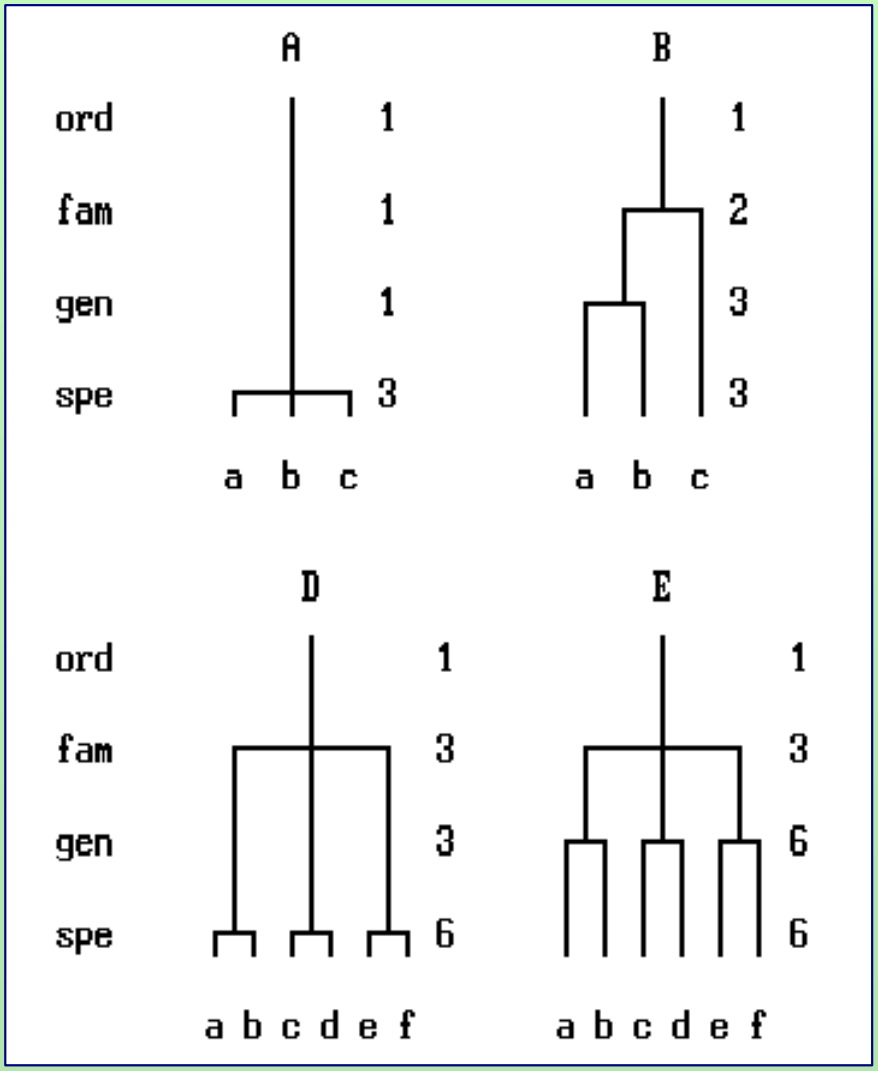
(схема за: [*Шеляг-Сосонко, Ємельянов, 1997*])

Оцінки біотичного різноманіття

- Розроблено та опрацьовано на численних прикладах підходи до кількісної оцінки біотичного різноманіття та похідних індексів, у тому числі таксономічне різноманіття складності угруповань.

- ***Таксономічне різноманіття (ТР)*** оцінюється на основі індексу Шеннона як рівноймовірність представленості в біоті різних таксономічних груп, що знаходяться у певній ієрархії.

- ТР тим більше, чим вищі таксономічні рівні представляють види, що входять до складу угруповань, які аналізуються.



праворуч – моделі оцінок ТР з різним рівнем таксономічної складності угруповань

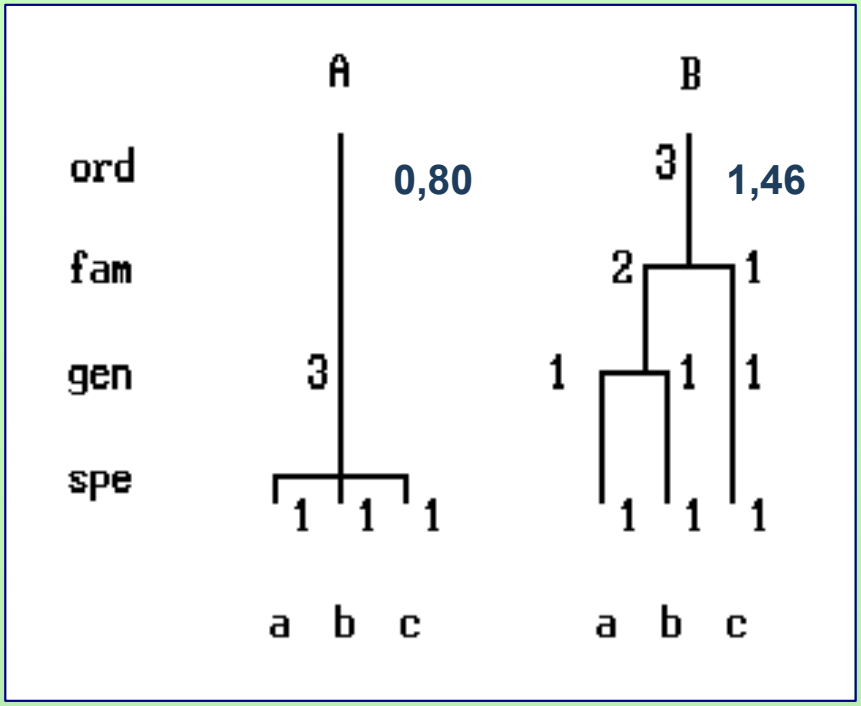
Оцінка складності угруповання

- В основу оцінки складності структурної організації угруповань покладено показники видового (ВР) і таксономічного різноманіття (ТР).

- Якщо показник ВР оцінює кількісну організованість в угрупованні, то показник ТР відображає якісний аспект ступеня організованості угруповання. Структурна складність угруповання оцінюється функцією:

$$C = (Ht \cdot 1/N \Sigma Hi)^n ,$$

де Ht – показник ТР;
Hi – показник видової рясноти і-го таксономічного рівня, N – кількість рівнів, що аналізуються, n – показник ступеню (n = 1/2).



Фрагмент моделі таксономічної структури угруповання для розрахунку показника складності. Цифри в ключових точках - кількість підпорядкованих таксонів першого таксономічного рівня (видів).

Оцінка репрезентативності, унікальності й цінності екосистем

- Розроблено алгоритм виявлення репрезентативних, унікальних і цінних за біорізноманіттям територій для включення їх до природно-заповідного фонду країни та моніторингу.

■ **репрезентативність (типовість)** визначається найбільшою представленістю різних таксонів у складі біотичних угруповань. Розрізняються чотири варіанти типовості [*Емельянов, 1999*] :

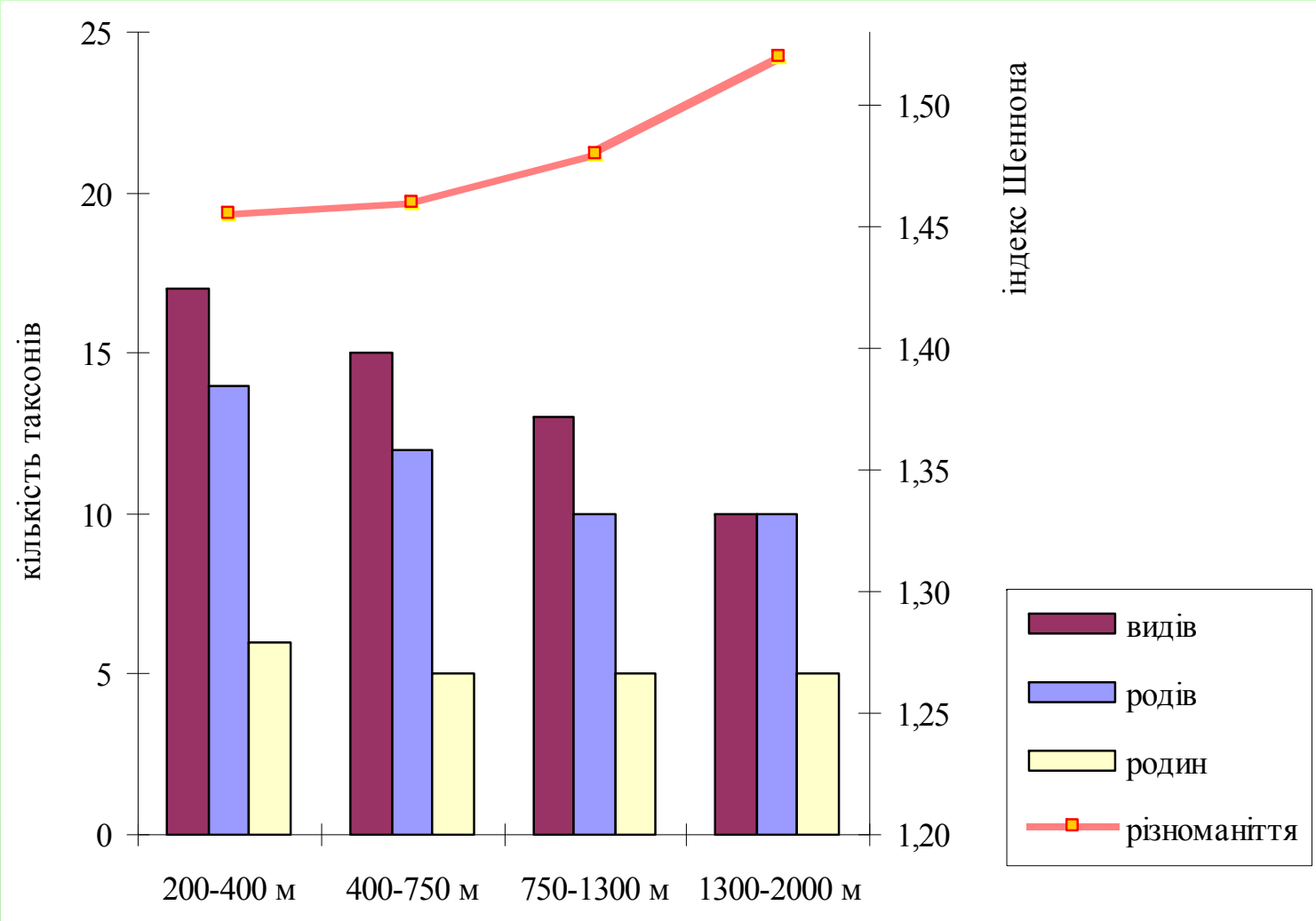
- типовість за видовим (родовим тощо) багатством (Rs),
- типовість за видовим (родовим тощо) різноманіттям (Rн),
- типовість за таксономічним різноманіттям (Rнt),
- типовість за складністю угруповання (Rc).

запропоновано відповідні формули; зокрема, для **RHt = HTi / HTmax,** де **HTi** – таксономічне різноманіття ділянки, **HTmax** – абсолютна монотиповість для цієї ділянки (всі види представляють найвищі таксони).

■ **унікальність** розраховують аналогічно, для раритетної частини біоти (напр., видів з числа занесених до Червоної книги України).

Біота в екстремальних умовах: принцип монотипізації вищих таксонів

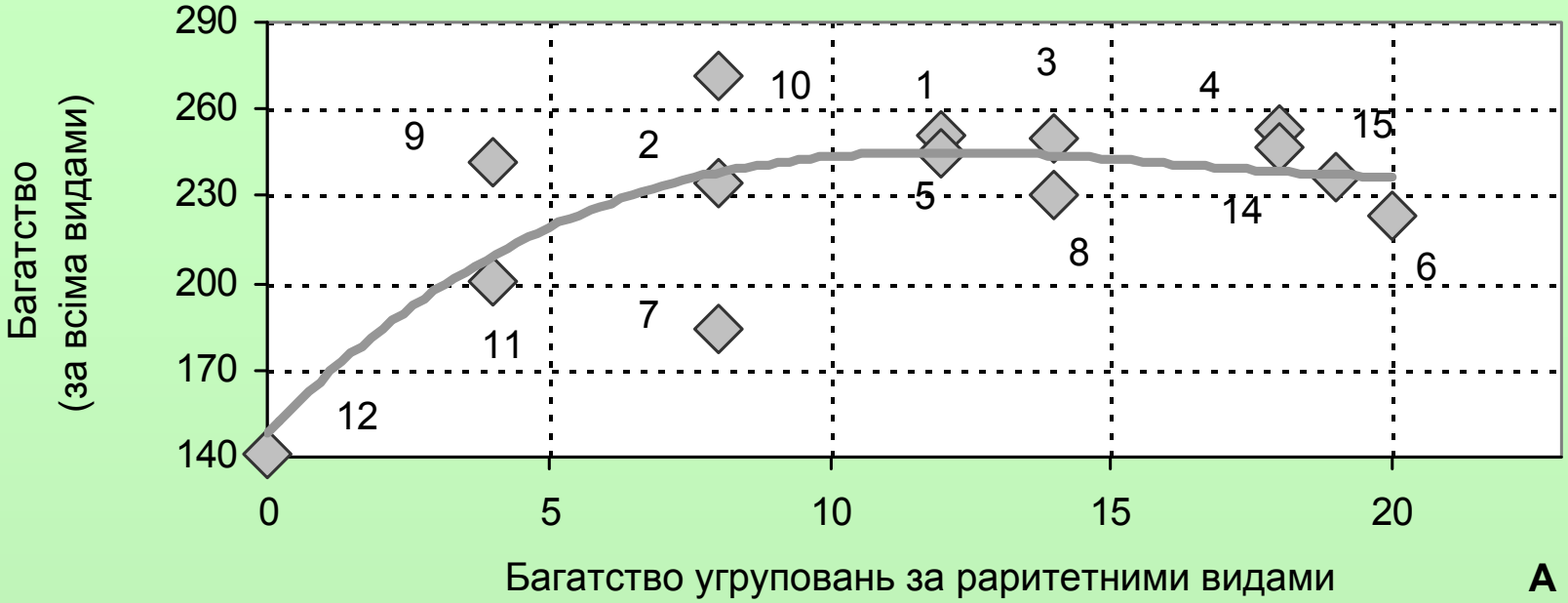
Цей феномен є частковим випадком принципу альтернативного різноманіття, який сформульовано І.Ємельяновим.

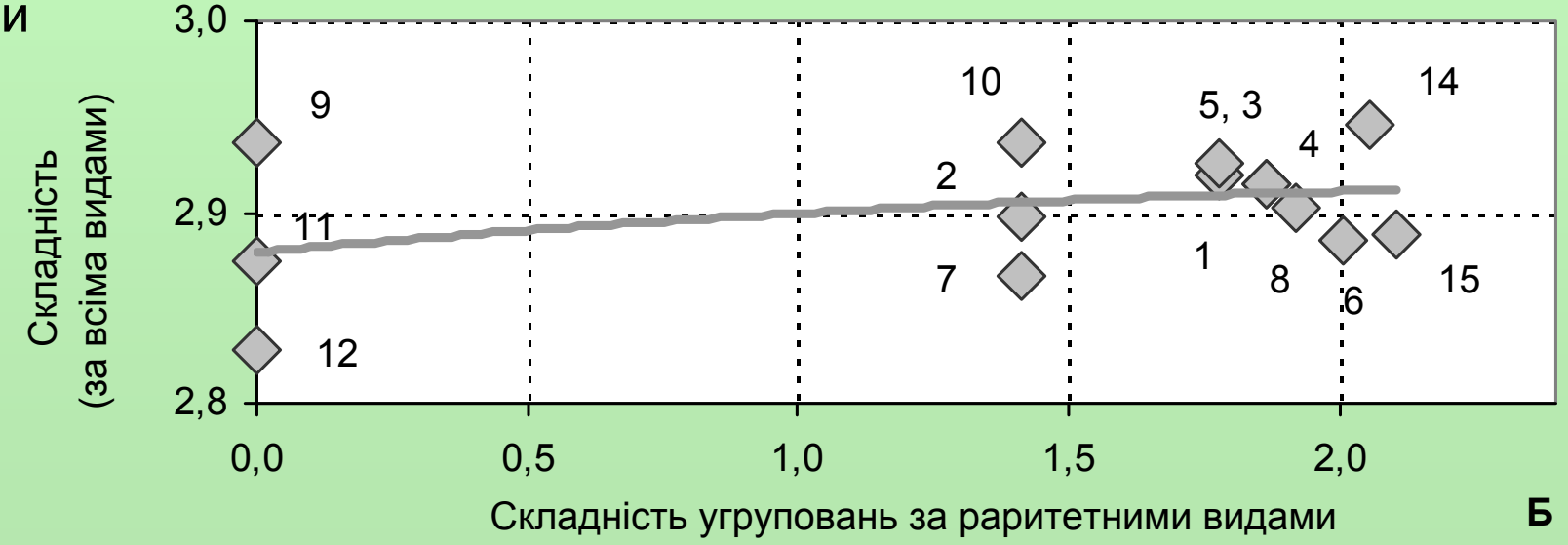


Таксономічне різноманіття угруповань гризунів в різних висотних поясах Карпат: зі збільшенням висоти таксономічне багатство зменшується, а вирівненість зростає, що веде до формування збіднених, проте стійких угруповань шляхом монотипізації вищих таксонів [*Загороднюк та ін., 1995*]. Така структура угруповань характерна для всієї групи “екстремальних біот”, зокрема високогірних, печерних, потічкових, а також для антропогенно порушених угруповань (напр., для агроценозів та урбоценозів).

Рейтинг територій на основі показника складності угруповань

Цей алгоритм дозволяє диференціювати території за градієнтами багатства і складності біотичних угруповань [*Ємельянов та ін., 2003*].





Розподіл показників різноманіття за раритетною складовою (абсциса) і всім видовим складом птахів (ордината) на прикладі 15 заказників різного рангу: А — показники багатства фауни, Б — оцінки складності угруповань.

Концепція ландшафтного різноманіття

Вперше термін «ландшафтне різноманіття» зафіксований у «Загально-європейській стратегії у галузі біологічного та ландшафтного різноманіття» (Софія, 1995 р.). Однак чіткого визначення цього поняття не було. Такий стан речей був стримуючим чинником для розгортання досліджень ландшафтного різноманіття й використання поняття як інструменту екологічної політики.

В основу концепції ландшафтного різноманіття покладено розуміння поняття ландшафту як просторової гетерогенної поліструктурної єдності, яка розкриває свої властивості через декілька структур, які, у свою чергу, визначаються місцеположенням і значенням територіальних елементів, що їх складають [*Гродзинський, 2005*]. У контексті ландшафтного різноманіття це зокрема означає, що воно проявляється в декількох різних формах.

Основними формами ландшафтного різноманіття є [*Гродзинський, 1999*]:

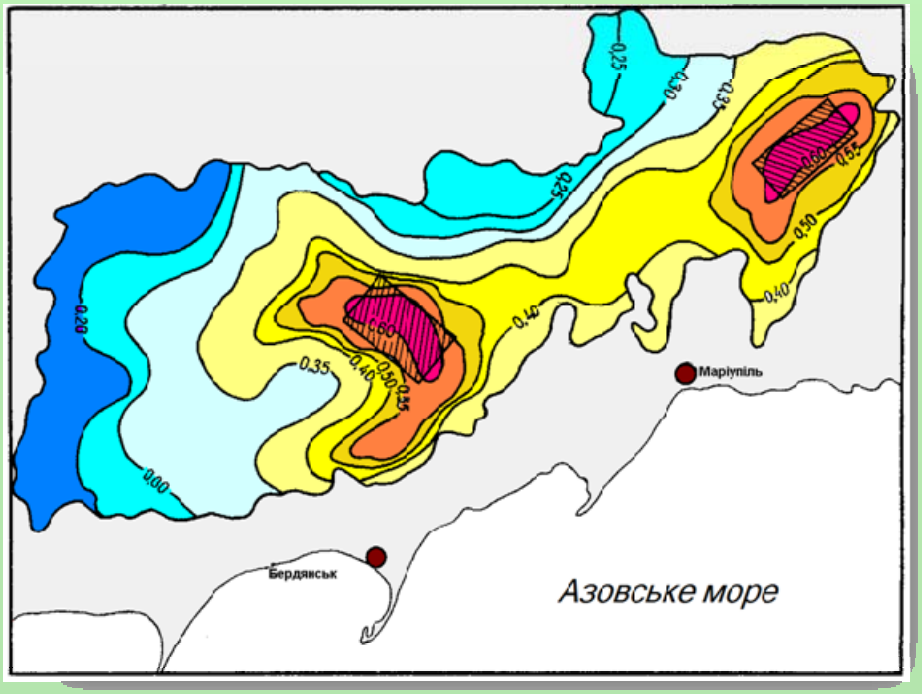
- ***просторово-структурне*** (визначається метричними і топологічними особливостями ландшафту як природного територіального феномена);
- ***ландшафтно-антропічне*** (стосується територіальної структури ландшафту, як композиції земель різного використання і стану);
- ***ландшафтно-біоцентричне*** (визначається станом, метричними, топологічними особливостями . особливо зв'язністю, його елементів і структур, відповідальних за підтримання біотичного різноманіття);
- ***ландшафтно-гуманістичне*** (різноманіття є однією з базових перцепційно-когнітивних рис ландшафту, за якими людина виконує його оцінювання, зокрема як привабливого та сприятливого для різних форм діяльності)

Оцінки ландшафтного різноманіття

Оскільки ландшафтне різноманіття — складна властивість ландшафтів, яка виявляє себе у різних формах, його оцінювання єдиним показником є надто спрощеним й вимагає застосування комплексу показників. Такий комплекс нами розроблено з урахуванням чотирьох виявлених головних форм ландшафтного різноманіття.

1. Показники просторово-структурного ландшафтного різноманіття характеризують устрій територіальної структури ландшафту й являють собою функції від кількості видів геохор, кількості їх контурів та співвідношення площ контурів геохор. Нами запропоновано розрізняти хорологічне, типологічне різноманіття територіальних ландшафтних структур та їх складність [*Гродзинський, 1993*]. Хорологічне різноманіття визначається кількістю контурів геохор в регіоні, типологічне – кількістю видів геохор, складність – функція, що поєднує оцінки хорологічного та типологічного різноманіття.

Використання показників просторово-структурного різноманіття має значення для визначення ареалів з найбільш різноманітною ландшафтною структурою.



Просторово-структурне ландшафтне різноманіття Приазовської височини.
Ізолінії — значення показника типологічного різноманіття ландшафтної структури (max=1.0); *заштриховані ареали* — ділянки найвищого ландшафтного різноманіття.

Оцінки ландшафтного різноманіття

2. Показники антропічного різноманіття характеризують стан сучасного ландшафту та його використання, дають змогу простежити спрощення чи ускладнення його структури з-за господарської діяльності людини й за різних сценаріїв планування території. Як і показники просторово-структурного ландшафтного різноманіття, вони являють собою "територіальні" модифікації індексів різноманіття, прийнятих в популяційній екології (найкращим виявився індекс Глізона-Маргалефа D= (m — 1) / *logs*), але розрахунок значень цих показників й складання відповідних карт виконується нами за контурами типів земельних покривів (*land cover types*) згідно європейській номенклатури CORINE Landcover Project.

3. Показники біотичного різноманіття ландшафту дають змогу оцінити наскільки ефективно територіальна структура сучасного ландшафту може підтримувати біотичне різноманіття за рахунок наявності у ньому ядер біотичного різноманіття (біоцентрів) та екокоридорів між ними. Для цих цілей нами використані індекси зв'язності графу (екомережа інтерпретується як планарний граф), а саме — *α-, β-* та *γ*-індекси зв'язності.

Крім оцінок зв'язності біотичної мережі, використовуються показники, що характеризують роль окремих біоцентрів і екокоридорів у забезпеченні біотичної зв'язності ландшафту. Запропонована низка таких показників (індексів центральності для біоцентрів і індексів провідності та потенційної ефективності біотичної міграції — для екокоридорів [*Гродзинський, 1993, 2005*]. Вони знайшли практичне використання при обґрунтуванні схеми регіональної екомережі для трансграничної частини басейну річки Дніпро.

Оцінки ландшафтного різноманіття

4. Показники гуманістичного різноманіття ландшафту відображають сприйняття людиною ландшафту як складного та різноманітного. Методика їх обрахунку ґрунтується на анкетуванні респондентів й математико-статистичній обробці отриманих даних.

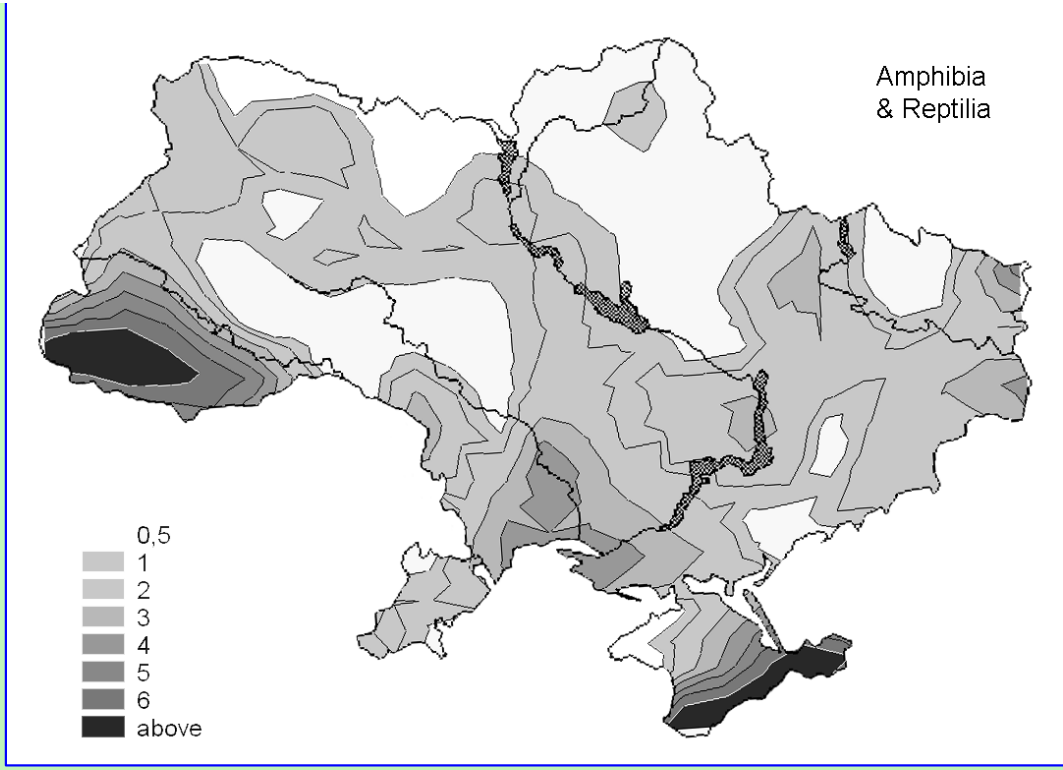
Оцінки різноманіття різних типів ландшафтів України (лісових, аграрних, паркових, міських та ін.) дали змогу ідентифікувати їх риси, які найбільше визначають сприйняття ландшафту як різноманітного.

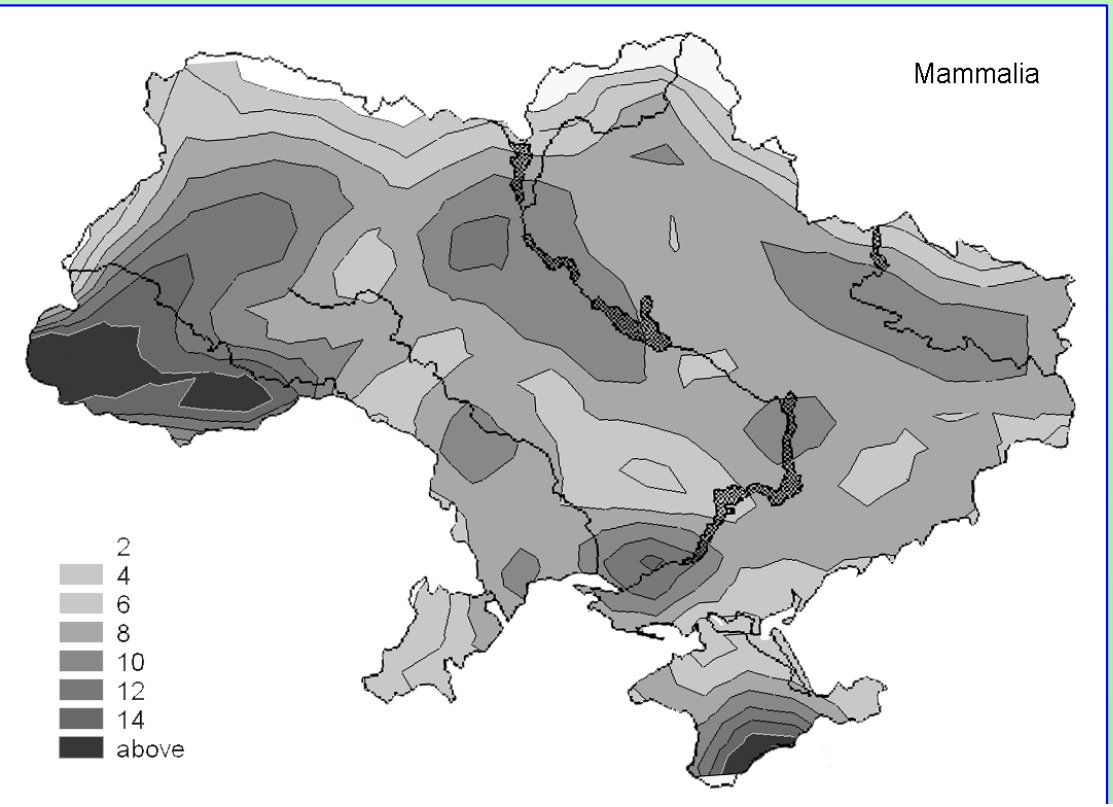
При цьому встановлено, що теза «*чим більш різноманітне, тим краще*» є загалом справедливою для біотичного різноманіття, але з ландшафтно-гуманістичної перспективи не справджується. Людина має деяку межу сприйняття різноманіття ландшафту й в надмірно різноманітному ландшафтному середовищі відчуває себе дискомфортно.

Для різних фізіономічних типів ландшафтів встановлено діапазони оцінок їхнього оптимального різноманіття.

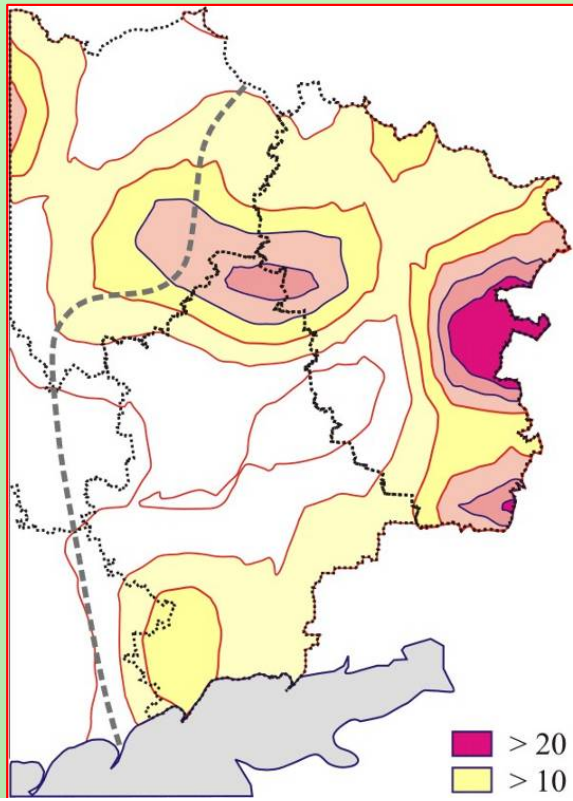
“Гарячі” території як центри біотичного різноманіття

Регіони концентрації раритетної біоти розподіляються у просторі нерівномірно, і центри багатства можуть бути визначені як пріоритетні для охорони та відтворення природних комплексів та розбудови екомережі [*Загороднюк, 1999, 2004*].





Встановлено збіг центрів біотичного різноманіття з річковою мережею та гірськими регіонами.



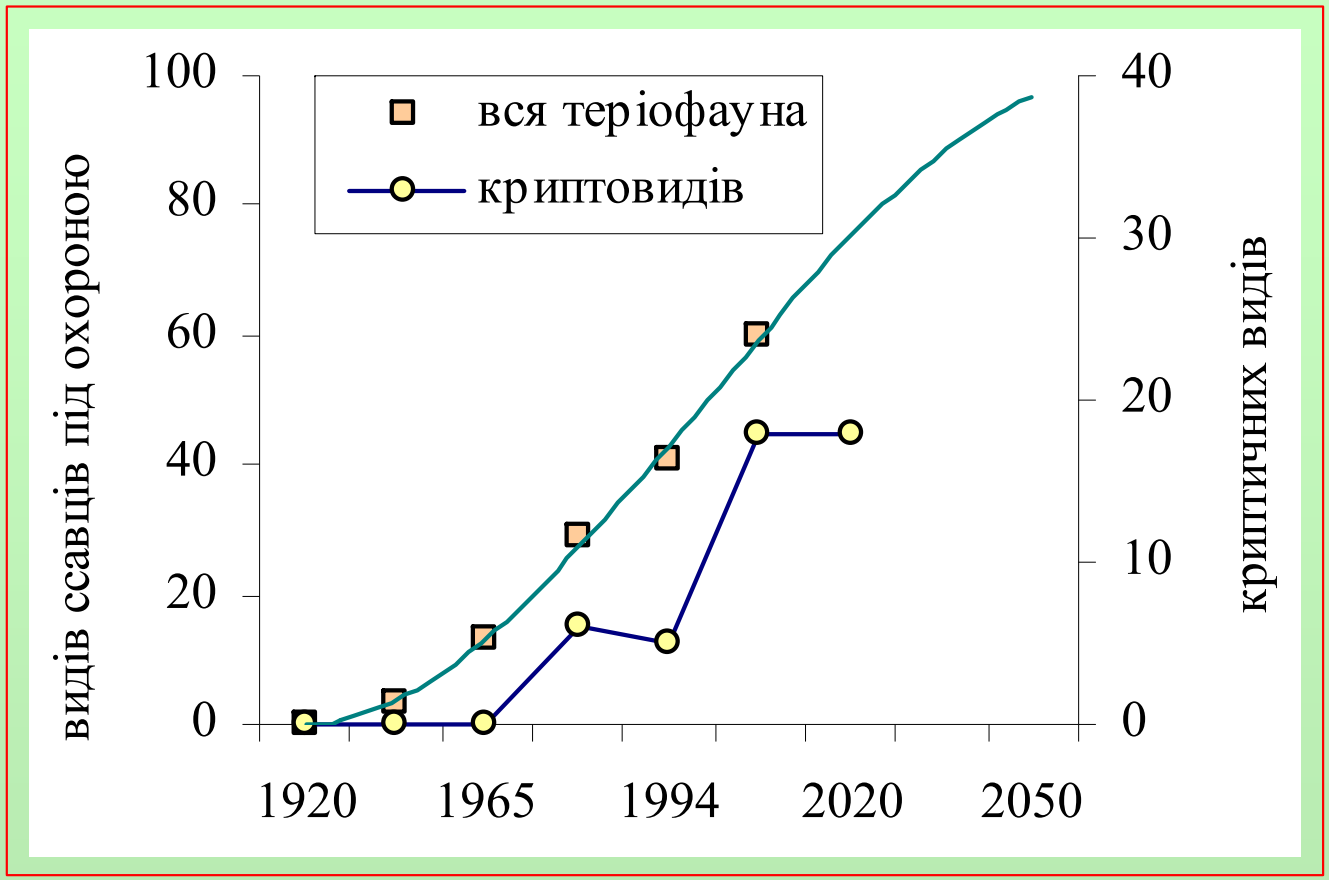
Криптичне різноманіття та його обсяг у різних групах тварин

Частка криптичного різноманіття у біоті є значимою і сягає 11-45 %, що вимагає суттєвих корекцій в оцінки різноманіття, критерії цінності природних ядер та переліки раритетної біоти і плани лій з її охорони. Порівняння класів тетрапод фауни Східної Європи за видовим обсягом та часткою полівидових груп представлено в таблиці:

Назва класу	Кількість видів (max)	Проблем-них груп	Проблемних видів	Джерело
Amphibia	20–22	5	10 / 22 = 45 %	[*Загороднюк, 1999, 2003*]
Reptilia	23–25	3	6 / 25 = 24 %	[*Загороднюк, 1999*]
Aves *	431–434	22	48 / 434 = 11 %	[*Загороднюк, Фесенко, 2004*]
Mammalia	117–125	19	38 / 125 = 30 %	[*Загороднюк, 1998* та ін.]
∑ Tetrapoda	**max = 606**	**49**	**102 / 606 = 17 %**	**[**Загороднюк, Фесенко, 2004**]**

* якщо приймати найширше трактування «проблемних» груп (а таких 58, тобто 136 проблемних видів), то відповідні розрахунки дадуть для птахів 31 % проблемних видів (136 / 434 = 31 %).

Охорона криптичного різноманіття

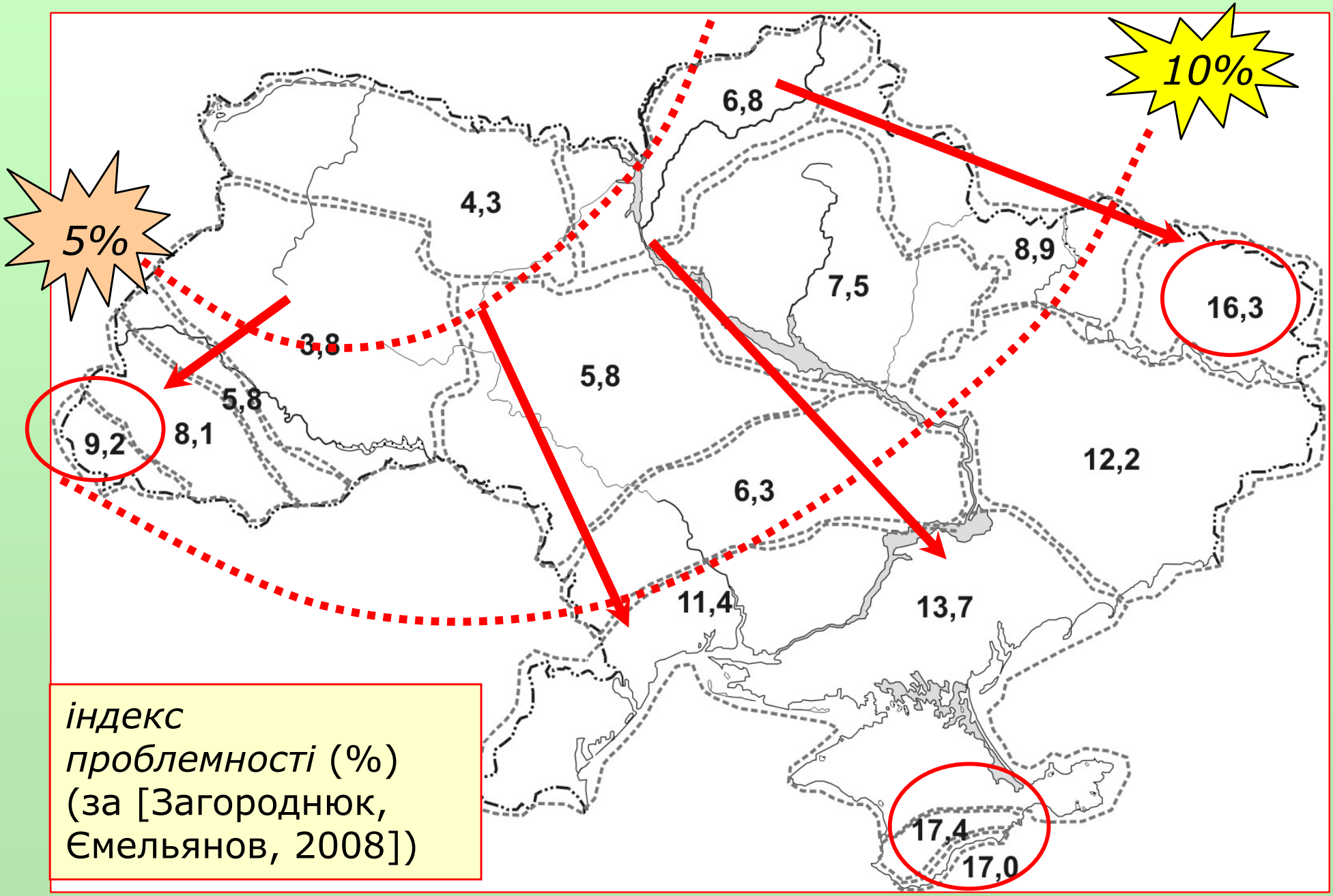


Червона книга України

Зміни загальної кількості видів і видів зі складу політипних груп ссавців, що мають охоронний статус в Україні.

Розширення “червоних” переліків відбуваються узгоджено зі змінами у поглядах на обсяг криптичного різноманіття. У останньому виданні Червоної книги України 2009 визнано потреби охорони 18 видів (з 37) зі складу двійникових груп (14 вперше), зокрема такі нещодавно визнані види, як: *Spermophilus suslicus s. str., Sicista severtzovi, Terricola tatricus, Plecotus austriacus, Myotis brandtii, Pipistrellus pygmaeus* etc.

Географічні зміни частки криптичного різноманіття ссавців



індекс проблемності (%) (за [Загороднюк, Ємельянов, 2008])

Розділ 2. Стан та зміни біотичного різноманіття

Ця частина циклу праць включає виклад основних положень проведених авторами досліджень щодо оцінок сучасного стану та змін біотичного різноманіття України, зокрема й кількісних змін на основі розроблених авторами показників ротації фауни та адвентизації флори. Складовими цього розділу представленого циклу праць є наступні п’ять розділів:

2.1. Поточний стан біотичного різноманіття
2.2. Зміни біотичного різноманіття
2.3. Антропогенна трансформація флори
2.4. Вплив антропогенної діяльності на урбанофлору
2.5. Плани дій зі збереження і відновлення біотичного різноманіття

Аналітичні огляди стану біоти, що охороняється в Україні згідно із Бернською конвенцією та іншими міжнародними угодами

Фауна печер України / За ред. І. Загороднюка. — Київ, 2004. — 248 с.

Оцінки й охорона підземних біот та місцезнаходжень (резолюція № 36 Бернської конвенції): 422 види 273 родів, у т.ч. 51 троглобіонт

Підготовлено три видання в серії "Каталог флори і фауни Бернської конвенції“ та довідник щодо категорій охорони видів за міжнародними угодами:

- Ссавці України під охороною Бернської конвенції / За ред. І. В. Загороднюка. - Київ, 1999. - 222 с.
- Земноводні та плазуни України під охороною Бернської конвенції / За ред. І. В. Загороднюка. - Київ, 1999. - 108 с.
- Безхребетні тварини України під охороною Бернської конвенції / За ред. І. В. Загороднюка. - Київ, 1999. - 60 с.
- *Загороднюк І.* Наземні хребетні України та їх охоронні категорії (довідник). — Ужгород: Ліра, 2004. — 48 с.

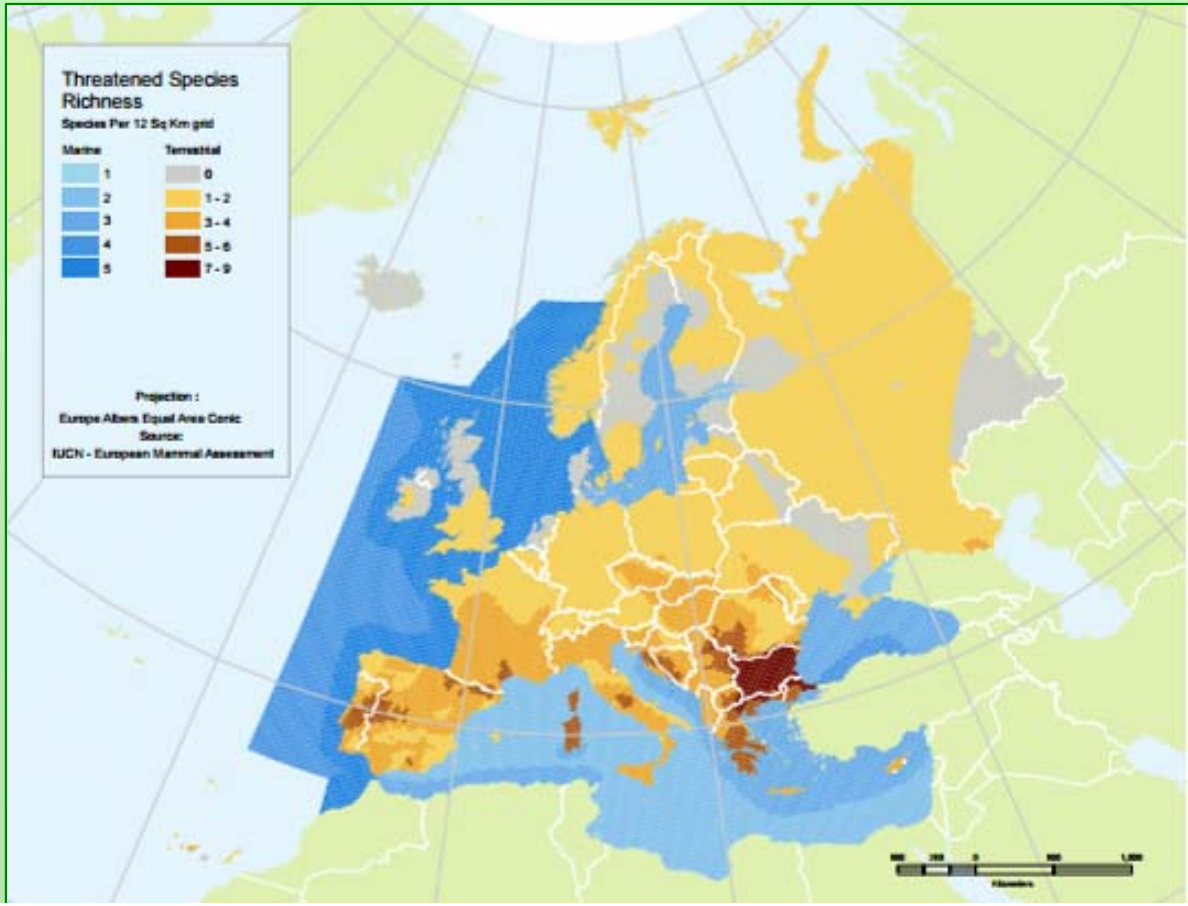
Аналітичні огляди стану ключових груп, що охороняються у європейському масштабі

узагальнено відомості стану популяцій низки високо раритетних груп, що є індикаторами стану довкілля, у тому числі в рамках природоохоронних ініціатив, що діють в рамках ЄС [*Загороднюк, 2008; Radchenko, 2013*]

група STEP
(оцінки стану європейських популяцій запилювачів (експерт від України В. Г. Радченко)

група EMA
(оцінки стану європейських популяцій ссавців (експерт від України І. Загороднюк)

IUCN
Міжнародний союз охорони природи

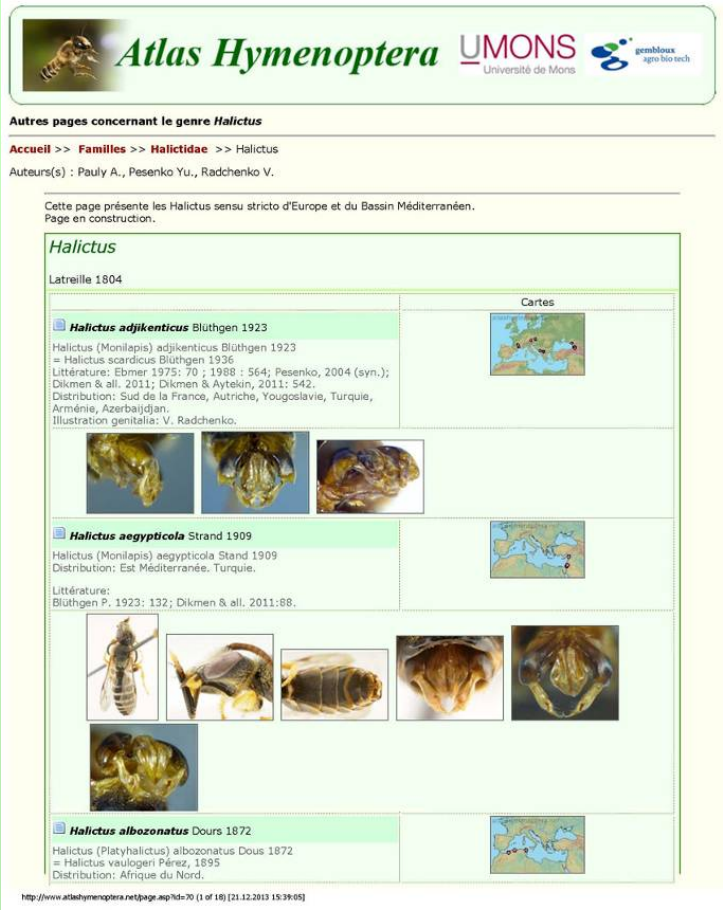


карта: підготовлена групою EMA карта розподілу в Європі видів ссавців, що перебувають під загрозою зникнення

Аналітичні огляди стану ключових груп, що охороняються у європейському масштабі

Спільно з європейськими колегами створено Атлас перетинчастокрилих комах Європи (у 6 томах) із встановленням усіх точок знахідок в межах Західної Палеарктики та оцінкою сучасного стану популяцій понад 700 видів надродини Apoidea [Pauly, ... Radchenko, 2007; Rasmont, ... Radchenko et al., 2013].

Частка видів різних груп рослин і тварин, занесених до “червоних” списків Європи (експертні оцінки низки груп та аналіз даних за участі авторів [Nieto, ... Radchenko et al., 2014]).



Зразок сторінки з Атласу перетинчастокрилих комах: роду *Halictis* [Pauly, ... Radchenko, 2007] та роду *Andrena* [Rasmont, ... Radchenko et al., 2013].

У рамках 7-ї Рамкової програми ЄС за підтримки IUCN В. Г. Радченком підготовлено нариси до Червоних списків Європи по майже 300 видів комах-запилювачів (понад 15 % всієї фауни диких бджіл Європи).

Обкладинки книжок з Червоними списками комах Європи. Книгу «European Red List of Bees» лише за останні півроку вже п'ять разів процитовано в журналах «Nature» і «Science», які є найбільш вагомими виданнями світу.

Ротація біоти як концепт та індекси її змін

Основою сучасних досліджень біотичного різноманіття та програм з його моніторингу й охорони стає концепція *динаміки біорізноманіття як іманентної його властивості*, яка забезпечує стійкість та еволюцію біосистем на всіх рівнях їх інтеграції, від видового до біомного. Ця ідея поєднує два напрямки аналізу різноманіття: созологічний (червоні списки, згасання популяцій, вимирання) та «інвазійний» (експансії, інтродукції, інвазії) [*Загороднюк, 2012*].

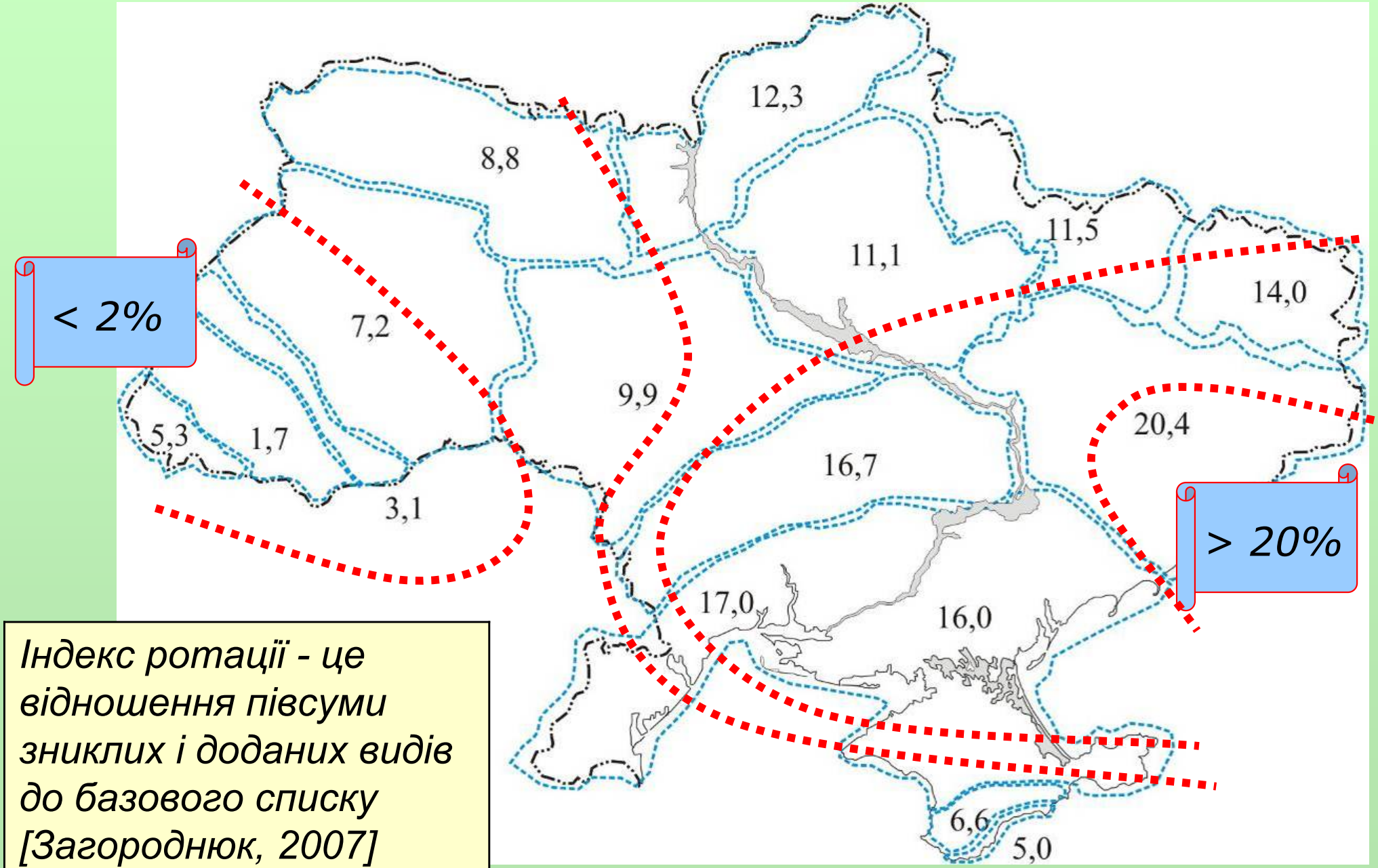
Запропоновано кілька показників для кількісної оцінки і порівнянь угруповань, локальних і регіональних флор і фаун, у т. ч.:

- ***Індекс ротації фауни*** — це відношення суми зниклих і доданих видів до реконструйованого базового списку фауни (Загороднюк, 2007 та ін.):

IBR = [(Next + Nadv) / 2] / Nbas * 100,
де «ext» — вимерлі види, «adv» — прибулі, «bas» — вихідний список.

- ***Коефіцієнт адвентизації флори*** — відсоток чужорідних видів від загальної кількості видів флори [*Протопопова, 1991*].

Географічні зміни індексу ротації фауни (на прикладі ссавців)



Індекс ротації - це відношення півсуми зниклих і доданих видів до базового списку [Загороднюк, 2007]

Типи антропогенної трансформації флори

Відмінності у рівнях антропогенної трансформації шести типів флор.

Типи флор формують ряд, що відображає поступову деградацію аборигенної флори, втрату нею специфічних рис та своєрідної структури.

Біологічними інвазіями вважаються будь-які випадки проникнення організмів до екосистем за межі їхнього природного ареалу.
У цьому зв’язку говорять про біологічне забруднення – одну з ключових загроз місцевим видам, угрупованням і екосистемам.

Конвенція ООН Про біологічну різноманітність; стаття 8 h зобов’язує усі країни, що підписали Конвенцію (до таких належить Україна, 1994), вживати заходи щодо виявлення біологічного забруднення, зокрема, рослинних інвазій, запобігання негативних їх наслідків, моніторингу інвазійних видів.

Агроекосистеми – найуразливіші щодо фітоінвазій

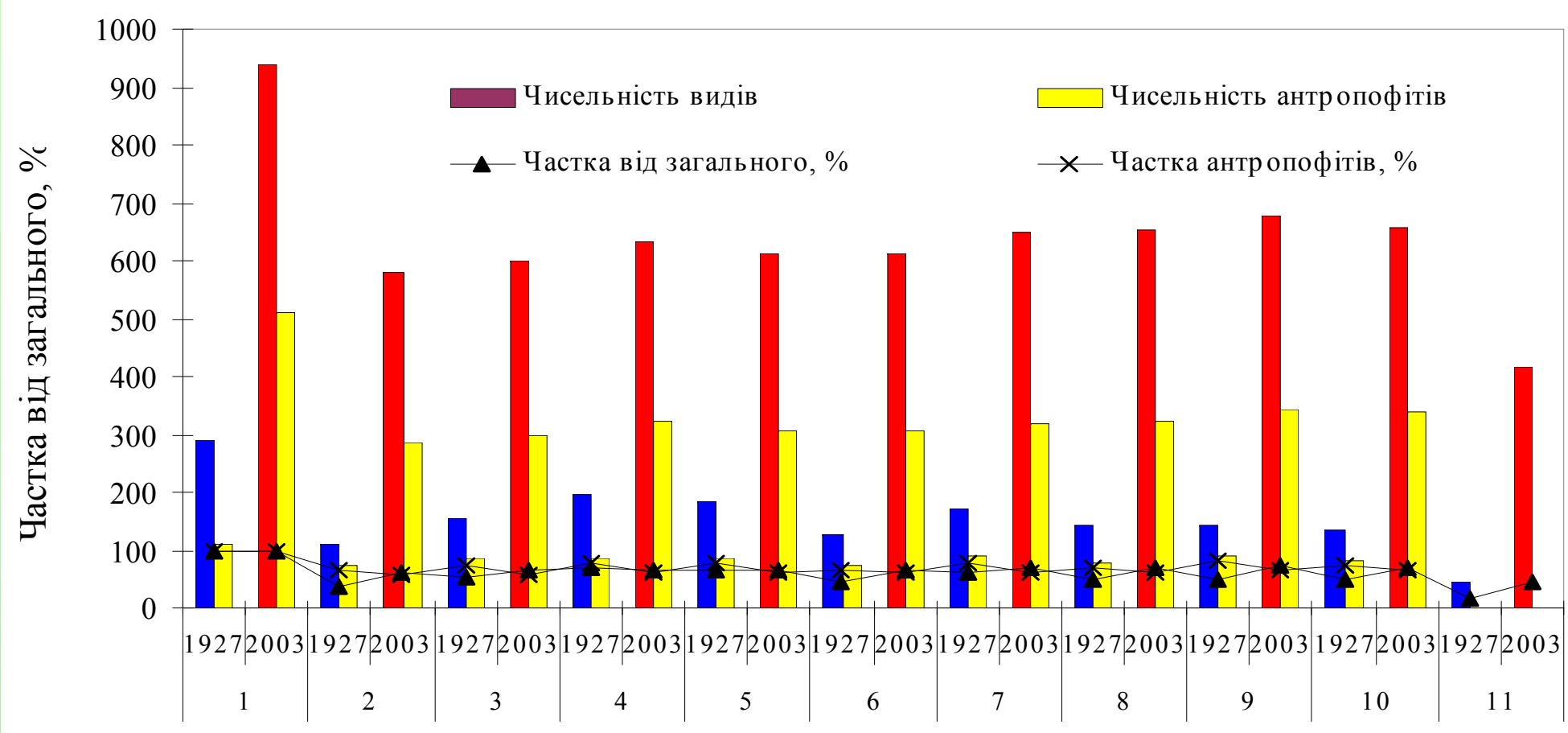
- За нашими даними лише в сегетальних екосистемах України згадувались будь-коли 944 види з 344 родів та 57 родин польових бур‘янів, або близько 20% видової різноманітності природної флори України.
- Частка усіх категорій антропофітів у сегетальних екосистемах становить понад 50%.

В агрофітоценозах існують ризики:

- Пригнічення культурної рослини.
- Патогенного ураження.
- Конкуренції культурних рослин з адвентивними польовими бур’янами.

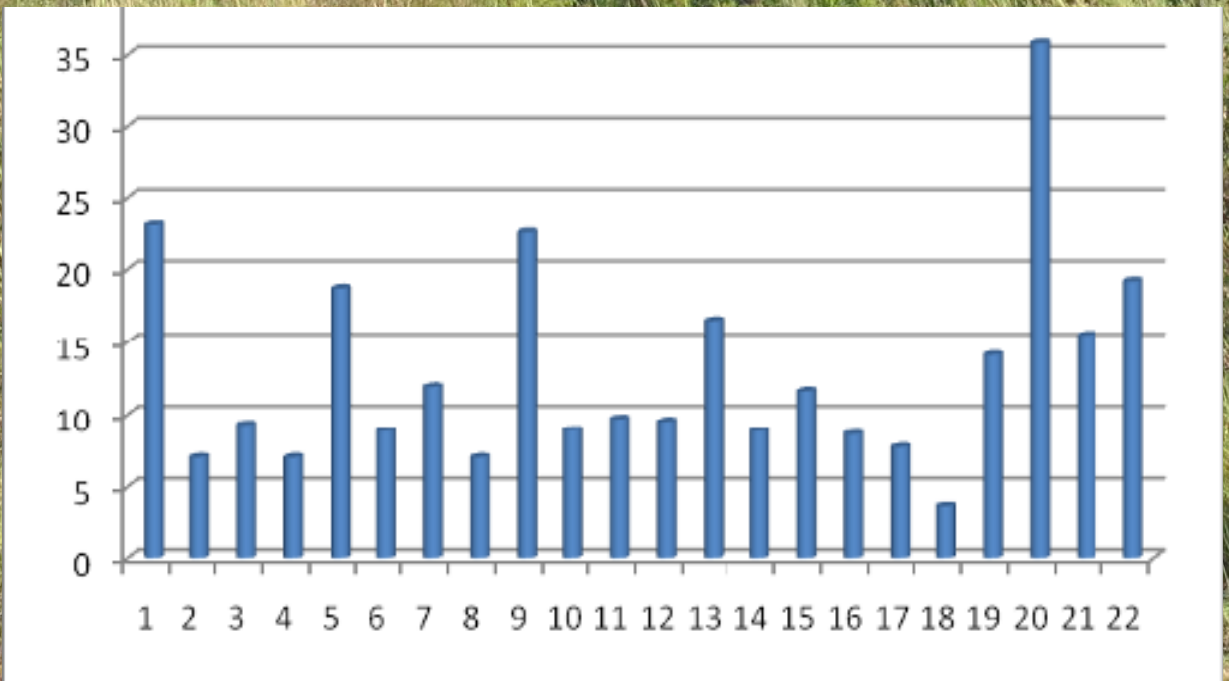
Динаміка загальної чисельності видів та чисельності видів-антропофітів

за 80 років у сегетальних екосистемах на різних просторових рівнях



Цифрами позначено: 1 — Україна; ботаніко-географічні регіони: 2 — Полісся; 3 — Західний Лісостеп; 4 — Правобережний Лісостеп; 5 — Лівобережний Лісостеп; 6 — Донецький Лісостеп; 7 — Лівобережний Злаково-Лучний Степ; 8 — Правобережний Злаково-Лучний Степ; 9 — Правобережний Злаково-Полиновий Степ; 10 — Лівобережний Злаково-Полиновий Степ, 11 — види повсюдного поширення.

За сучасного ступеня антропогенної трансформації рослинного покриву система територій ПЗФ не здатна протистояти нашестю адвентивних видів.



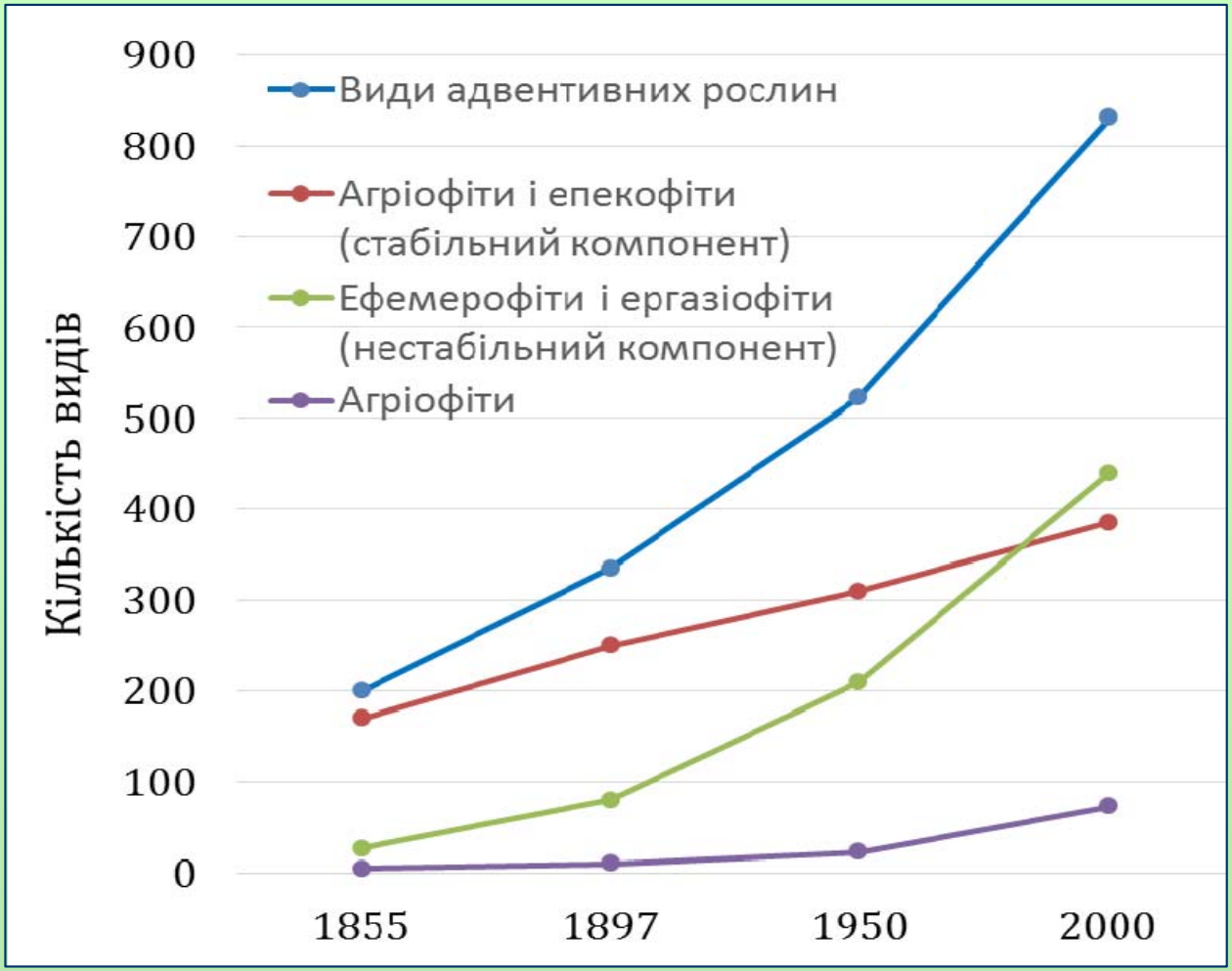
Частка (%) видів-антропофітів у флорах, що підлягають особливій охороні у межах Східної Європи: 22 заповідні об’єкти – від Кольського п-ва (Пасквик) до Чорноморського БЗ.

- Висвітлено закономірності розвитку процесів синантропізації і адвентизації флори України, які наразі є одним із важливих факторів змін біоти.

- Вперше в Україні виділено і комплексно досліджено синантропну флору, встановлено її видовий склад, структуру, регіональні особливості, тенденції розвитку, закономірності зонально-регіонального розподілу її автохтонного та алохтонного елементів і їхню роль у життєдіяльності екосистем.

- Доведено, що під впливом видів її адвентивної фракції відбуваються суттєві структурні зміни природної флори і порушення структурно-функціональних зв’язків в екосистемах, що негативно впливає на біорізноманіття.

Зміни видового багатства різних груп адвентивних рослин у флорі України



Інтенсивний розвиток антропофільного елементу флори суперечить природному розвитку регіональної флори і суттєво впливає на нього, гальмуючи природні процеси відновлення флористичних комплексів і угруповань і аборигенних видів.

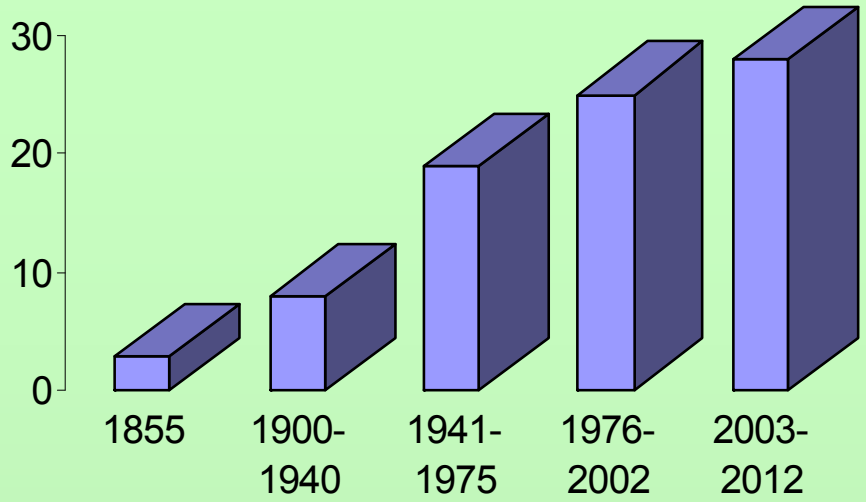
Одночасно синантропна флора, яка розвивається адекватно сучасним ґрунтовим і кліматичним умовам, внаслідок складного комплексу взаємодії різних факторів, виступає як індикатор тенденції змін фітобіоти у конкретному регіоні.

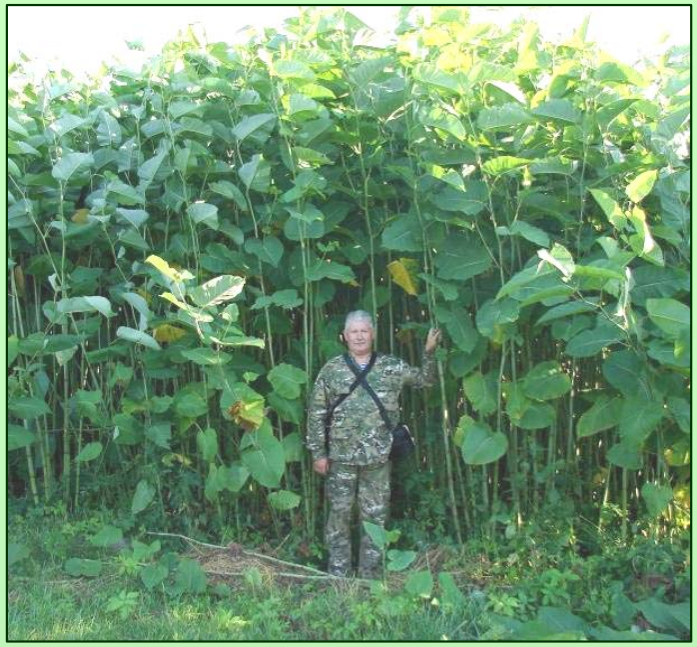
Співвідношення апофітів і адвентивних видів у регіонах України

Доведено, що поширення аборигенного і адвентивного елементів синантропної флори підлягає певним закономірностям:

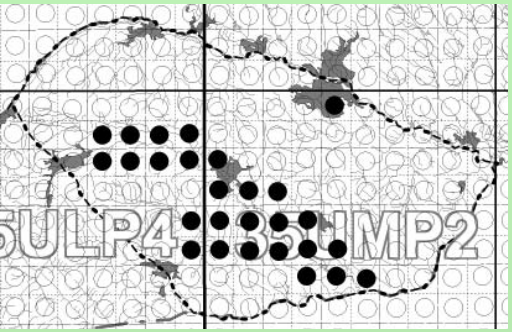
● сумарна кількість кожної із груп збільшується у південному напрямку, але відсоткові співвідношення протилежні;
● відсоток адвентивних видів збільшується у північному напрямку, а апофітів – у південному.

Регіон	Чисельність синантропних видів			Співвідношення апофітів іадвентивних	Коефіцієнт модернізації флори
	Загальна	Апофіти %	Адвентивні %		
Карпати	513	41,3	58,7	0,70	0,64
Рівнинні лісові райони	546	41,0	59,0	0,69	0,72
Лісостеп	666	44,3	55,7	0,79	0,83
Степ	658	45,0	55,0	0,81	1,0
Крим	822	45,6	54,4	0,85	1,50





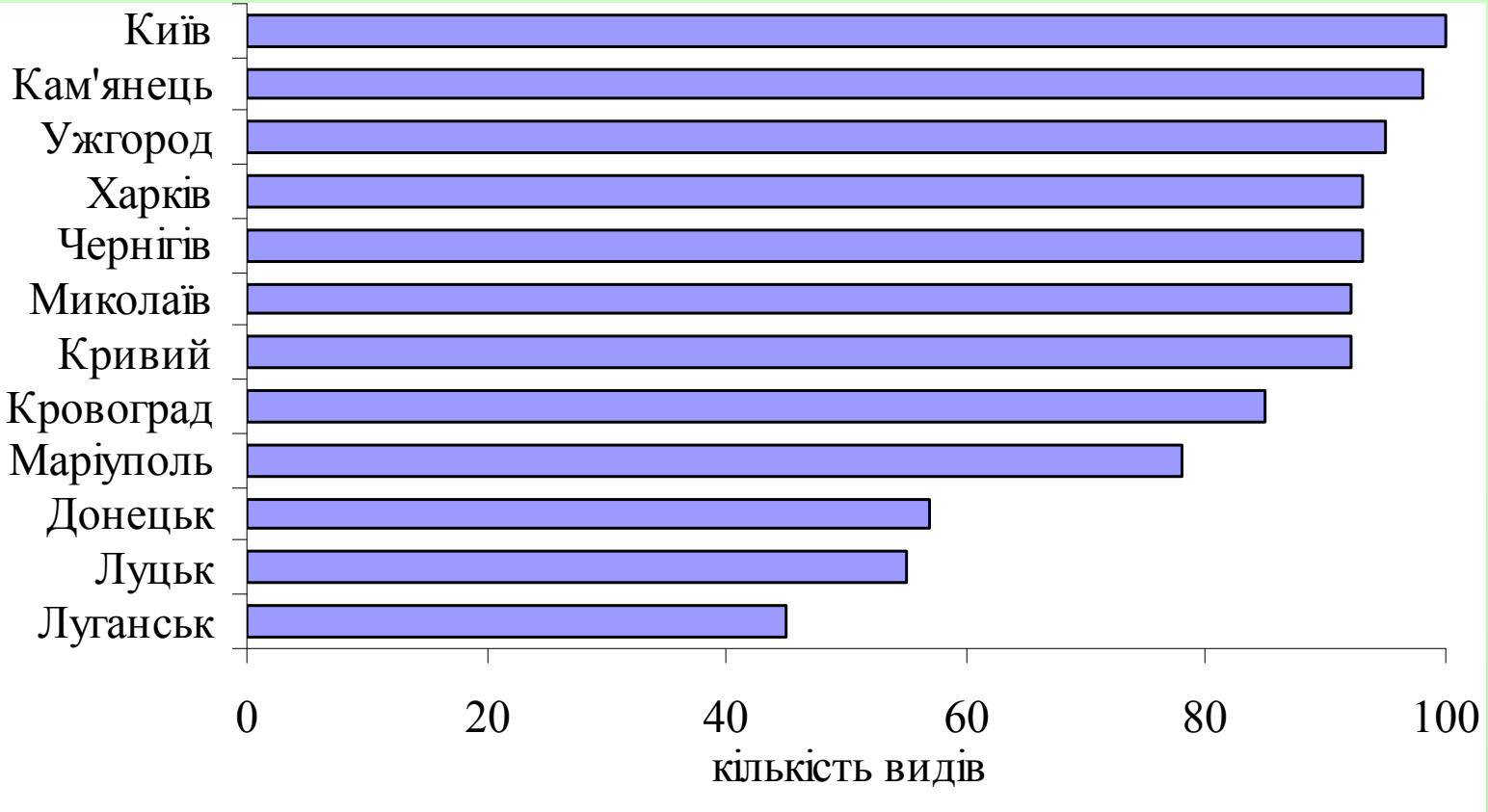
Поширення *Rudbeckia laciniata* L. на Буковині



Реконструйовано перебіг інвазій видів, що загрожують фіторізноманіттю; встановлено корелятивний зв’язок адвентизації флори з господарським освоєнням території; доведено, що в сучасний період значно прискорилися темпи поширення видів й збільшення їхнього інвазійного потенціалу, а тому контроль фітоінвазій є одним із невідкладних завдань зі збереження природної флори.

Виявлено негативні наслідки процесу адвентизації, які перешкоджають розвитку аборигенної флори і обґрунтовано необхідність враховувати їх при проведенні заходів з охорони окремих видів і довкілля.

У формуванні урбанофлор провідну роль відіграють зонально-регіональні умови, а процеси синантропізації обумовлюютьс я комплексною дією антропогенного фактору на середовище міст та кліматичними умовами.



Представленість археофітів в урбанофлорах України.

З’ясовані закономірності у розподілі хроноелементів адвентивної фракції урбанофлор, зокрема археофіти виявляють певну тенденцію до поширення за широтним градієнтом, протилежну такій у зональних флорах; кенофіти не виявляють подібної залежності.

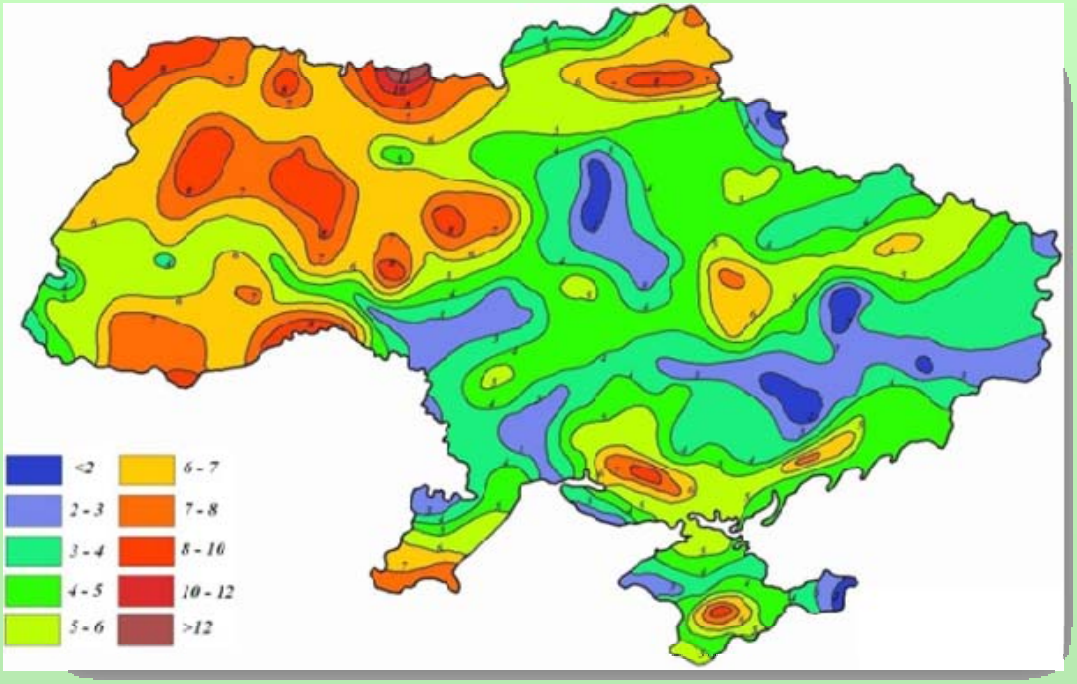
Розділ 3. Ландшафтне різноманіття та лісистість ландшафтів

- У цьому розділі розглянуто два аспекти різноманіття: різноманіття ландшафтів та лісистість як основу збереження біотичного різноманіття. Стосовно ландшафтного різноманіття представлено його концепцію та результати його кількісного аналізу. Стосовно лісистості представлено розробки щодо лісистості водозборів, організацію лісового господарства з урахуванням особливостей водозборів; аналіз типів лісів, їх різноманіття та класифікацію; особливості лісової політики України в контексті збереження біотичного різноманіття.

- 3.1. Ландшафтне різноманіття
- 3.2. Лісистість ландшафтів і збереження біотичного різноманіття

АНАЛІЗ ЛАНДШАФТНОГО РІЗНОМАНІТТЯ:
Територіальні закономірності

Застосування показників хорологічного, типологічного структурного різноманіття ландшафтів, складності і контрастності їх структур дало змогу не тільки всебічно оцінити ландшафтне різноманіття України та її окремих регіонів, а й скласти відповідні карти



Хорологічне структурно-ландшафтне різноманіття території України.

Ізолінії — кількість видів ландшафтів у колі радіусом 30 км.

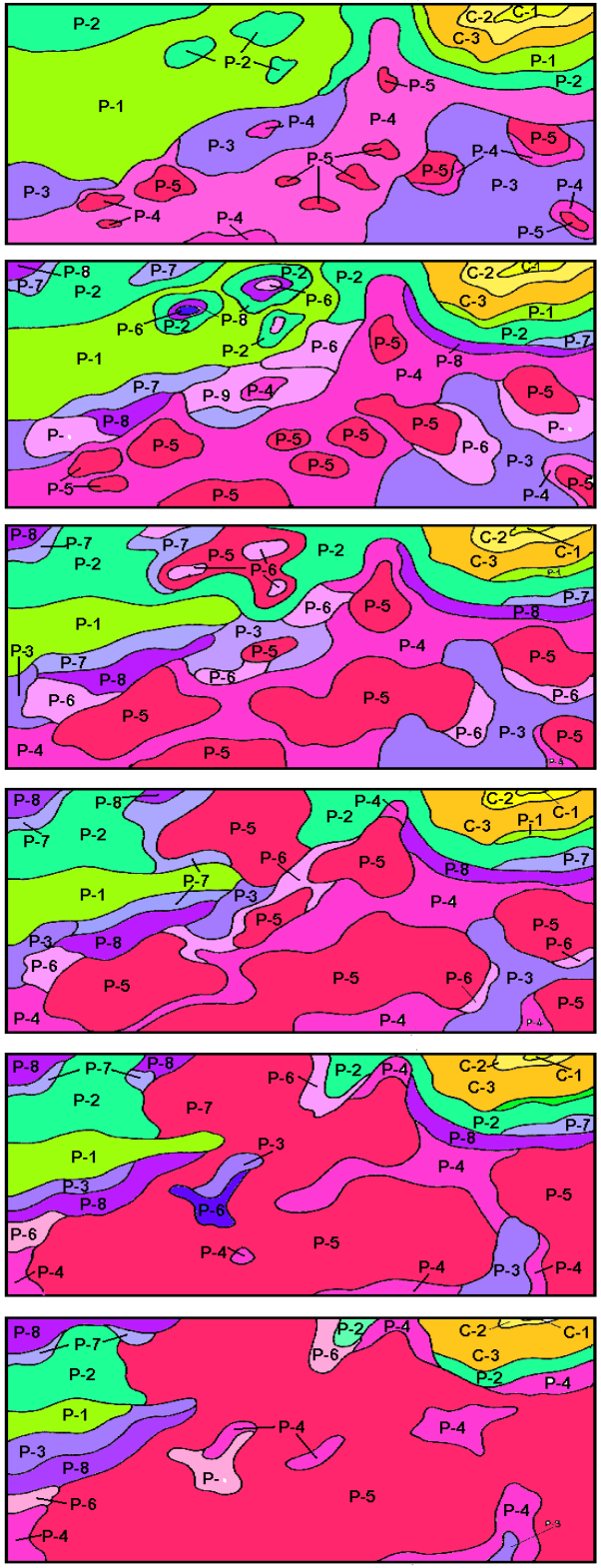
Побудовані карти ландшафтного різноманіття дали змогу з’ясувати, що найбільшим різноманіттям відзначаються території, де межують ландшафти різних природних зон і різних тектонічних структур. Наприклад, для Кримського півострова найрізноманітнішою є не його гірська частина, а зона контакту Головного пасма з передгір'ями (куестами) та денудаційними височинами. Для рівнинної частини території України найбільшим структурно-ландшафтним різноманіттям відрізняється зона контакту між мішано-лісовою та лісостеповою зонами.

АНАЛІЗ ЛАНДШАФТНОГО РІЗНОМАНІТТЯ:
Прогнозування змін різноманіття

В проблемі ландшафтного різноманіття важливим є передбачення тенденцій його змін за різних сценаріїв природокористування та змін навколишнього середовища. Запропонований підхід і методи прогнозування ґрунтуються на застосуванні до ландшафту матриць Маркова в поєднані з теорією просторової динаміки [*Гродзинський, 1995*]. Вони дали можливість не тільки прогнозувати ймовірності перебування ландшафту в різних його станах на різний час упередження прогнозу, але й перейти від суто математичної форми представлення результатів прогнозування до їх візуалізації у вигляді серії прогнозних карт.

Прогнозні карти та район пониззя р.Дністер свідчать, що за умови збереження існуючого природокористування існує виразна тенденція деградації ландшафтного різноманіття. Це знаходить вираз у її спрощенні, зменшенні площ геохор з високим агропотенціалом і збільшенні ареалів, зайнятих геохорами зі змитими, засоленими, солонцюватими, підтопленими ґрунтами.

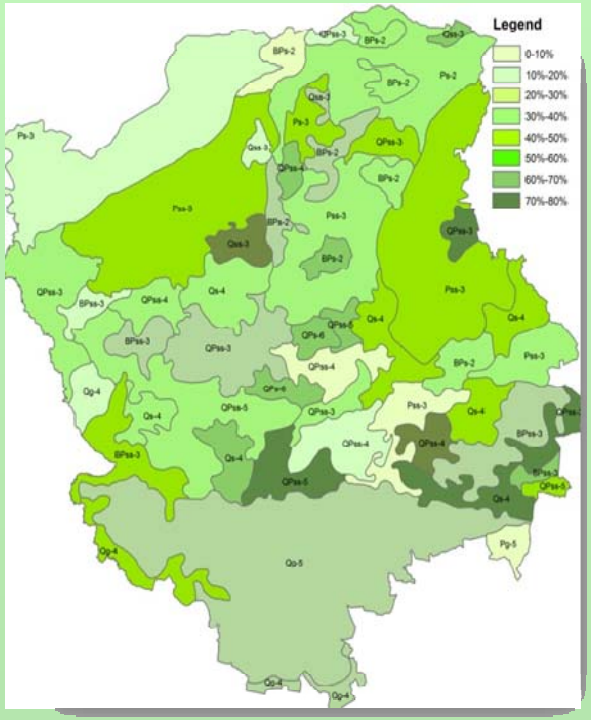
Прогноз змін ландшафтної структури тераси Дністра, Одеська обл.



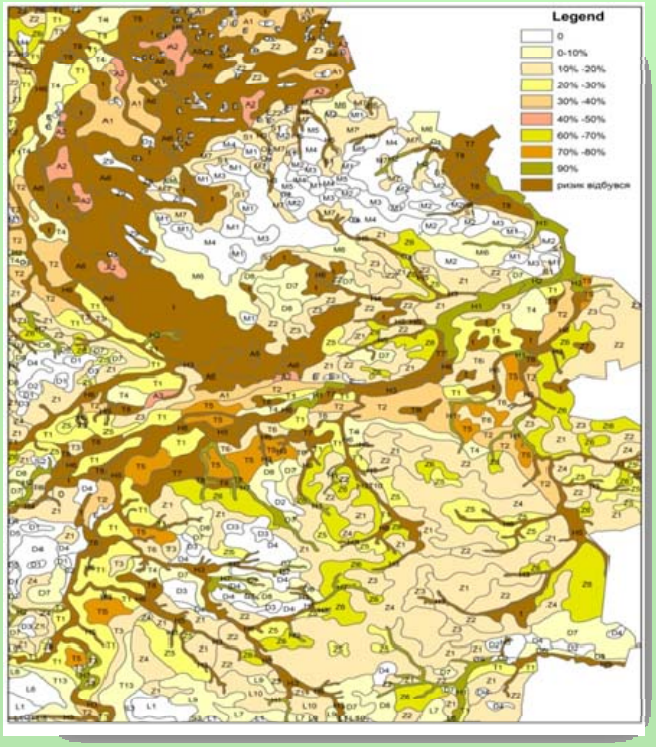
АНАЛІЗ ЛАНДШАФТНОГО РІЗНОМАНІТТЯ:
Ризики втрати різноманіття

Ефективний напрямок збереження ландшафтного різноманіття пов'язаний з виявленням та кількісною оцінкою ризиків його деградації. Методологія оцінювання ризиків, що нами розроблена, виходить з того, що величина ризику є функцією від ймовірності ризикованої події та оцінки величини можливих втрат внаслідок її настання [*Гродзинський, 2011*] .

Розроблена методологія аналізу екологічних ризиків застосована для обґрунтування регіональної екомережі Західного Полісся. На її основі складені карти екологічних ризиків території екомережі, зокрема – ризиків деградації ландшафтного різноманіття.



Ризик критичної втрати ландшафтно-біотичного різноманіття (Волинська обл.)

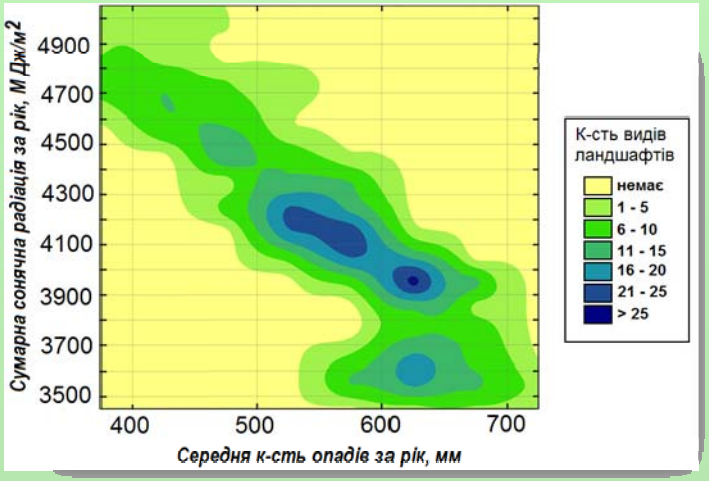


Ризик деградації ландшафтного різноманіття внаслідок підтоплення

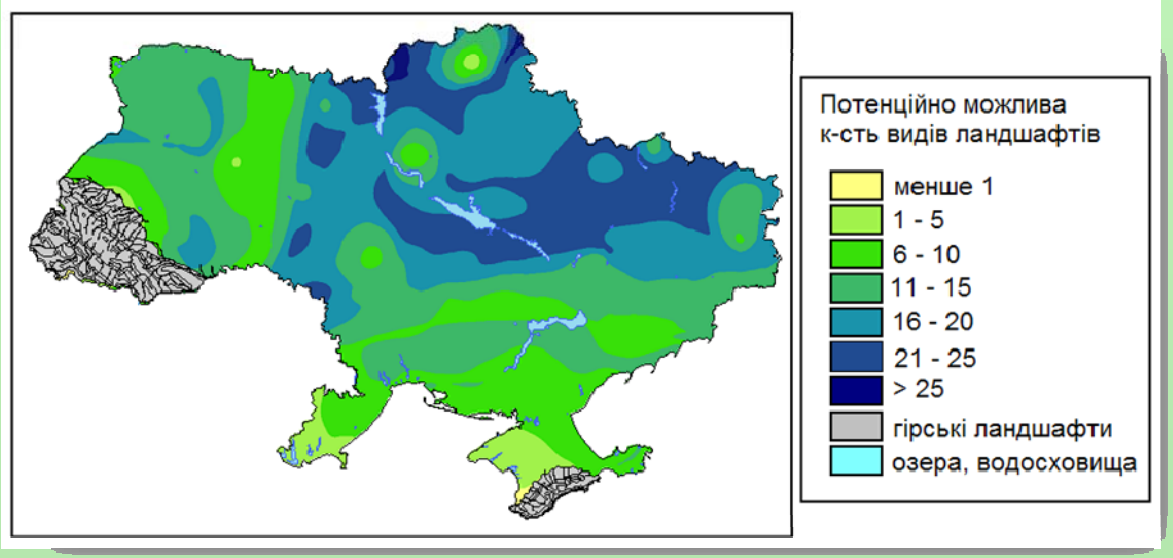
АНАЛІЗ ЛАНДШАФТНОГО РІЗНОМАНІТТЯ:
Різноманіття у багатовимірних просторах

Нами реалізовано оригінальний напрямок аналізу ландшафтного різноманіття, який виконується у багатовимірних просторах змінних і побудови ніш ландшафтів у ньому [*Гродзинський, 2005, Гродзинський, Свідзінська, 2008*]. Аналіз побудованих ніш ландшафтів рівнинної частини території України дав змогу з'ясувати низку питань, які при територіальному аналізі ландшафтного різноманіття вирішити було надто складно.

Зокрема, в умовах кліматичних змін важливе значення набуває з'ясування максимально сприятливих і вкрай небажаних для підтримання ландшафтного різноманіття кліматичних умов. Оцінка простору кліматичних факторів за особливостями положення у ньому ніш ландшафтів різних видів дозволяє їх виявити та скласти відповідні карти.

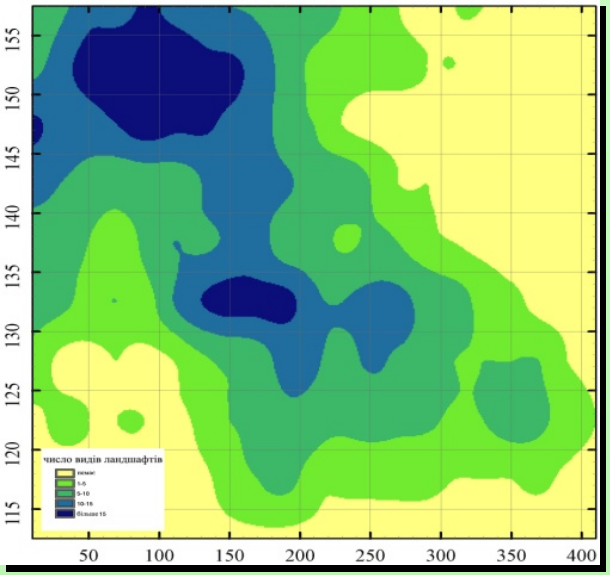


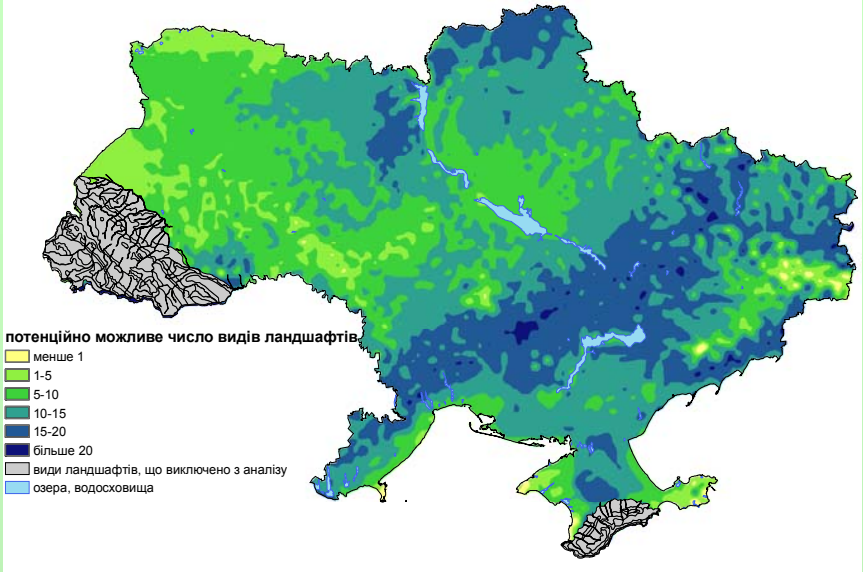
Розподіл кількості видів ландшафтів у просторі факторів середня кількість опадів за рік — сумарна сонячна радіація за рік.



Потенційно можлива кількість видів ландшафтів за факторами середня кількість опадів за рік – сумарна сонячна радіація за рік

АНАЛІЗ ЛАНДШАФТНОГО РІЗНОМАНІТТЯ:
Різноманіття у багатовимірних просторах





Розподіл кількості видів ландшафтів у просторі факторів абсолютна висота – континентальність клімату

Потенційно можлива кількість видів ландшафтів за факторами абсолютна висота – континентальність клімату

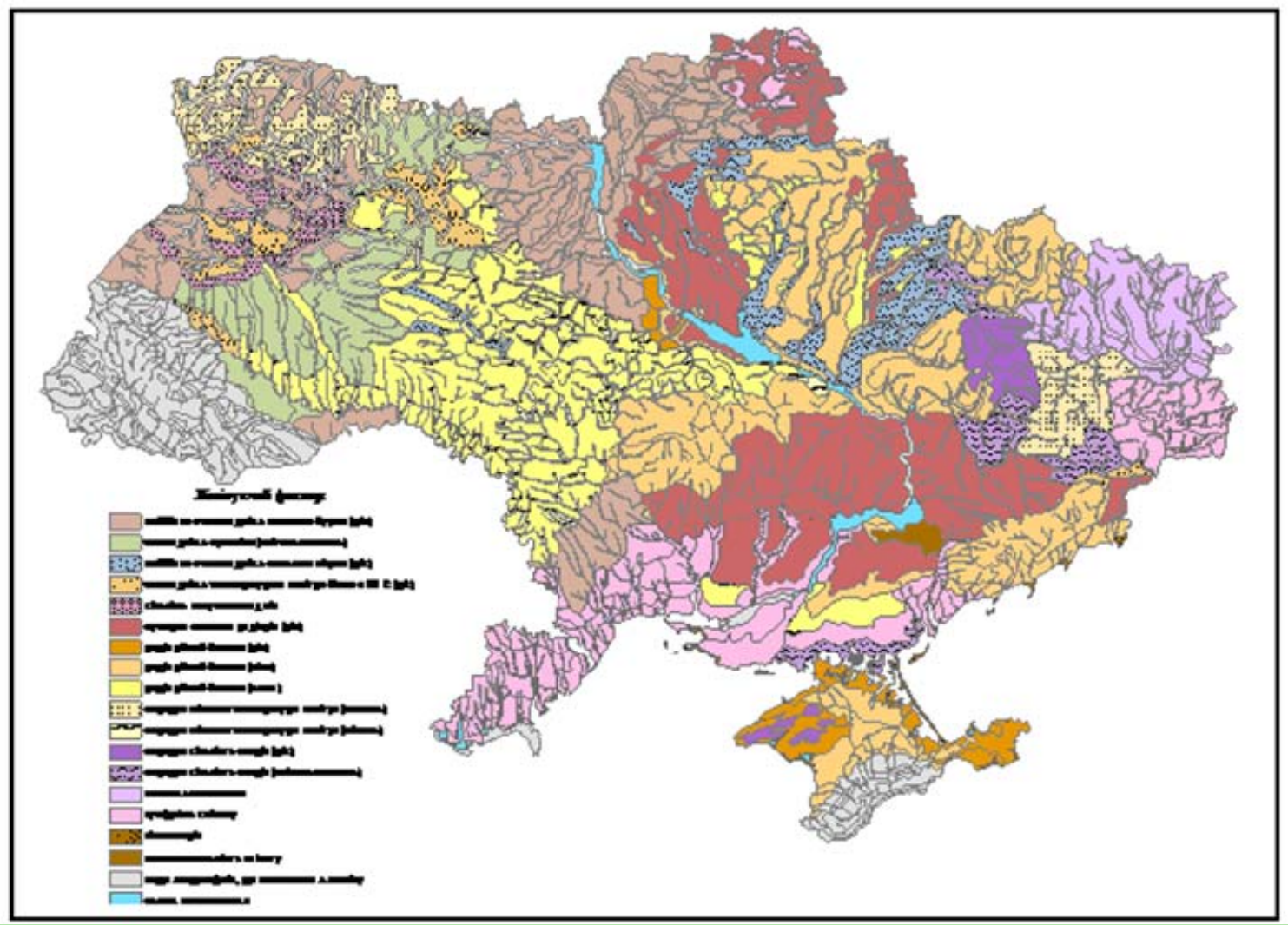
Побудовані карти залежності ландшафтного різноманіття від кліматичних чинників вказують, що області максимального ландшафтного різноманіття України розташовані вздовж меж між природними зонами і меж між оротектонічними структурами.

Однак контури ландшафтів, що потрапляють у ці екотонні смуги, у просторах кліматичних факторів займають периферійні позиції своїх ніш. Отже, вони виявляються слабко пристосованими до дії кліматичних чинників, існують не межі своїх кліматичних ареалів. Ця обставина — високе ландшафтне різноманіття при низькій стійкості ландшафтів до кліматичних змін — зумовлює об’єктивну складність збереження ландшафтного різноманіття України: адже основні його ареали виявляються нестійкими, а відтак є підвищений ризик їх деградації.

АНАЛІЗ ЛАНДШАФТНОГО РІЗНОМАНІТТЯ:
Різноманіття у багатовимірних просторах

З огляду на встановлений ризик втрати ландшафтного різноманіття внаслідок кліматичних змін важливе значення набуває пошук кліматичних чинників, до дії яких ландшафти виявляються найбільш чутливим.

Цей пошук нами здійснено на основі оцінок ширини кліматичних ніш ландшафтів України й виявлення лімітуючих факторів.



Критичні для рівнинних ландшафтів України кліматичні фактори

Лісистість ландшафтів і збереження біотичного різноманіття

- Для збереження і відновлення біотичного і ландшафтного різноманіття важливо оптимізувати лісистість ландшафтів, видову структуру і різноманіття лісів різного цільового призначення з урахуванням особливостей водозборів рік [*Ткач, 1999*].
- При оптимальній водоохоронній лісистості не тільки досягається максимальна прибавка ґрунтового стоку (ΔСГ), а й покращуються інші складові водного балансу – зменшується частка поверхневого стоку (ΔСП), збільшується кількість опадів (ΔО) та випаровування (ΔВ).

Зміна водного балансу при різній лісистості водозборів

Лісистість	ΔО	ΔСП	ΔВ	ΔСГ	ΔСП+СГ
Полісся, р. Мена (площа водозбору – 775 км², фактична лісистість – 2%, О – 618 мм, СП – 66 мм, В – 508 мм, СГ – 44 мм)					
100	+47,0	-44,9	+51,0	+40,9	-4,0
60	+46,7	-43,0	+43,9	+45,8	+2,8
28*	+45,8	-30,1	+24,8	+51,1	+21,0
1	+1,4	-1,4	+0,9	+1,9	+0,5
Лісостеп, р. Ворсклиця (площа водозбору – 1490 км², фактична лісистість – 8%, О – 628 мм, СП – 48 мм, В – 568 мм, СГ – 12 мм)					
100	+38,9	-36,0	+68,0	+6,9	-29,1
60	+38,7	-34,9	+58,5	+15,1	-19,8
19*	+35,2	-24,6	+21,4	+38,4	+13,8
1	+1,2	-3,2	+1,1	+3,3	+0,1
Степ, р. Євсуг (площа водозбору – 1190 км², фактична лісистість – 2%, О – 536 мм, СП – 37 мм, В – 429 мм, СГ – 7 мм)					
100	+17,2	-29,6	+58,9	-12,1	-41,7
60	+17,1	-29,0	+50,7	-4,6	-33,6
17*	+14,9	-25,0	+27,5	+12,4	-12,6
1	+0,5	-4,4	+2,9	+2,0	-2,4

- Для рівнинних умов України розроблено наукові засади водозбірно-ландшафтного лісівництва.

Морфометричні показники русел Ворскли, Псла і Сіверського Дінця в залежності від характеру залісення берегів [*Ткач, 1999*]

Характер залісення берегів	Коефіцієнт розвитку звивин	Ширина смуги меандрування, м	Кут розвороту, звинин, град.
Ворскла			
Не залісені	1,44±0,05	508±38	144±7
Залісені з одного боку русла	1,13±0,03	338±40	113±14
Залісені з обох боків русла	1,13±0,04	324±62	109±13
Псел			
Не залісені	1,87±0,11	804±61	152±5
Залісені з одного боку русла	1,45±0,09	613±77	149±6
Залісені з обох боків русла	1,39±0,06	588±48	132±7
Сіверський Донець			
Не залісені	1,71±0,27	613±107	156±14
Залісені з одного боку русла	1,60±0,21	515±70	146±11
Залісені з обох боків русла	1,46±0,17	446±40	137±10

- Започатковано новий напрям — «заплавне лісівництво»; визначені нормативи оптимальної лісистості для заплав України. Встановлено, що оптимальна лісистість заплави Сіверського Дінця становить 60,3 %, Псла — 35,4 %, Ворскли — 40,4 %, а мінімально необхідна лісистість безлісих ділянок заплав має сягати 15–20 %. При такій лісистості створюються умови для відновлення і підтримання біотичного різноманіття.
- Для природних зон і водозборів України розроблено моделі формування оптимальних заплавних лісових біоценозів в умовах антропогенної трансформації річкового стоку.

Система територіальних лісотипологічних таксонів
[*Ткач, Мігунова, 2006*]

Таксони територій	Лісотипологічні таксони
Тип лісорослинних умов	Тип лісу
Тип земель	Тип лісового комплексу
Тип місцевості	Тип лісового масиву
Тип водозбору	Тип лісового ландшафту

- Показано, що для збереження біотичного різноманіття лісів господарські заходи в них повинні здійснюватися на типологічних засадах. Авторами розроблена система територіальних лісотипологічних таксонів, яку необхідно використовувати як у лісовому господарстві, так і при вирішенні задач охорони природи, раціонального природокористування, а також відновлення і збереження цінних біотичних комплексів.

- Кількісно оцінено антропогенну трансформацію видового різноманіття заплавних лісів; вперше розроблено класифікацію заплавних типів лісу України з урахуванням запропонованих варіантів заплавності.

Фрагмент моделі динаміки таксаційних параметрів регулярно зріджуваних оптимальних порослевих дубових насаджень (бонітет — I,1) [*Ткач, 1999*]

Вік, років	Склад насадження	Деревостан					Частина, що вибирається			
		висота, м		середній діаметр, см	число стовбурів, шт.	запас стовбурів, м^3	середня висота, м	середній діаметр, см	число стовбурів, шт.	запас стовбурів, м^3
		середня	верхня							
30	61Дз	15,5	17,0	16,8	739	128	10,8	10,1	246	12
	19Яс	15,3	–	16,1	260	39	10,9	10,7	79	4
	20Інші	13,7	–	16,5	299	42	10,3	10,4	113	5
	Всього	–	–	–	1298	209	–	–	438	21
110	69Дз	28,6	30,0	48,1	146	316	23,9	36,6	6	6
	21Яс	27,1	–	41,4	59	99	24,0	31,3	2	2
	10Інші	22,3	–	30,6	63	46	20,3	24,2	2	1
	Всього	–	–	–	268	461	–	–	10	9

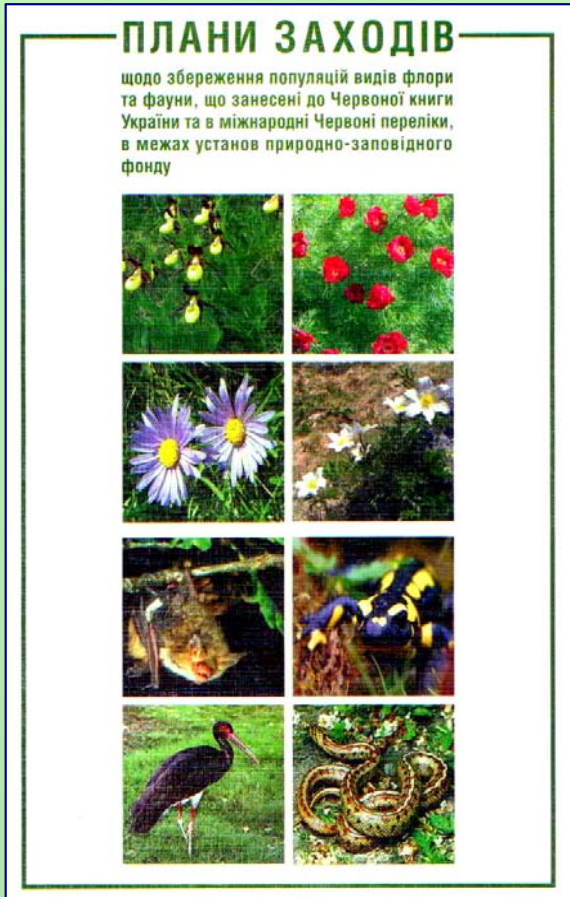
- Запропоновані нові способи і технології рубок, спрямовані на відтворення цінних природних лісових біоценозів. Розвинута ідея програмно-цільового вирощування високопродуктивних лісів, в основу якої покладені моделі формування оптимальних насаджень.
- Визначені нові віки стиглості основних лісотвірних порід і рубок в лісах України, що сприятимуть відтворенню цінних лісових фітоценозів та запровадженню принципів збалансованого лісокористування [Ткач та ін., 2002].
- Авторами [Ткач та ін., 2004, 2005] обґрунтовані концептуальні положення Національної лісової політики України, реалізація яких сприятиме збереженню біотичного різноманіття лісів, підвищенню їх ресурсного потенціалу, веденню лісового господарства на засадах сталого розвитку.

Розділ 4.
Впровадження практичних заходів

- 4.1. Регіональний план дій для групи високораритетних видів
- 4.2. Контроль фітоінвазій
- 4.3. Реінтродукція та відновлення комах-запилювачів
- 4.4. Наближене до природи лісівництво
- 4.5. Біосферне заповідання
- 4.6. Упровадження в практику і поширення знань

Регіональні плани дій з охорони та відтворення раритетних видів

На основі аналізу величезного масиву публікацій з різноманітними Планами дій (Action Plans) розроблено критерії виокремлення наріжних видів як об’єктів пріоритетної охорони та засади розробки й реалізації Планів дій на регіональному і місцевому рівнях, включаючи оцінки як популяцій, так і умов їх існування і ризиків, пов’язаних з реалізацією ПД. Важливу роль приділено економічним критеріям реалізації ПД.



Підвищення продуктивності популяцій комах-запилювачів

Вперше для науки показано [*Радченко и др., 1996*], що при здійсненні короткотривалої наркотизації молодих самок диких поодиноких комах-антофілів вуглекислим газом різко стимулюються процеси оогенезу, що в декілька разів підвищує плодовитість бджіл.

Оварії ненаркотизованих (вгорі) та наркотизованих (внизу) самок *Megachile rotundata* через 7 днів життя.

УКРАЇНА

ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 97610

СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ РЕПРОДУКТИВНОЇ ЗДАТНОСТІ КОМАХ-АНТОФІЛІВ В УМОВАХ ШТУЧНОГО РОЗВЕДЕННЯ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.03.2015.

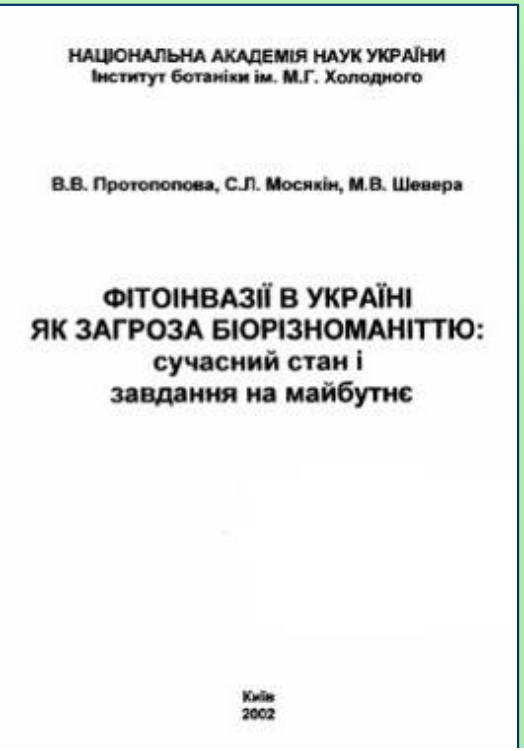
Голова Державної служби інтелектуальної власності України А.Г. Жарінова

Це відкриття дозволяє розробити новий напрям у біотехнології і може використовуватися для відновлення популяцій рідкісних і таких, що зникають, видів комах.

Контроль фітоінвазій

Розроблено Національну стратегію контролю фітоінвазій в Україні, в якій характер поширення адвентивних видів оцінюється як небезпечний для існування регіональної біоти.

Проблема фітоінвазій розглядається як пріоритетний аспект природоохоронної політики [*Протопопова та ін., 2002, 2003*], а такі дані широко представлені у Національній доповіді про стан природного середовища в Україні [*Протопопова, Шевера, 2012*], у Національному Атласі України [*Протопопова, 2008*] тощо.



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного

В.В. Протопопова, С.Л. Мосякін, М.В. Шевера

ФІТОІНВАЗІЇ В УКРАЇНІ
ЯК ЗАГРОЗА БІОРІЗНОМАНІТТЮ:
сучасний стан і
завдання на майбутнє

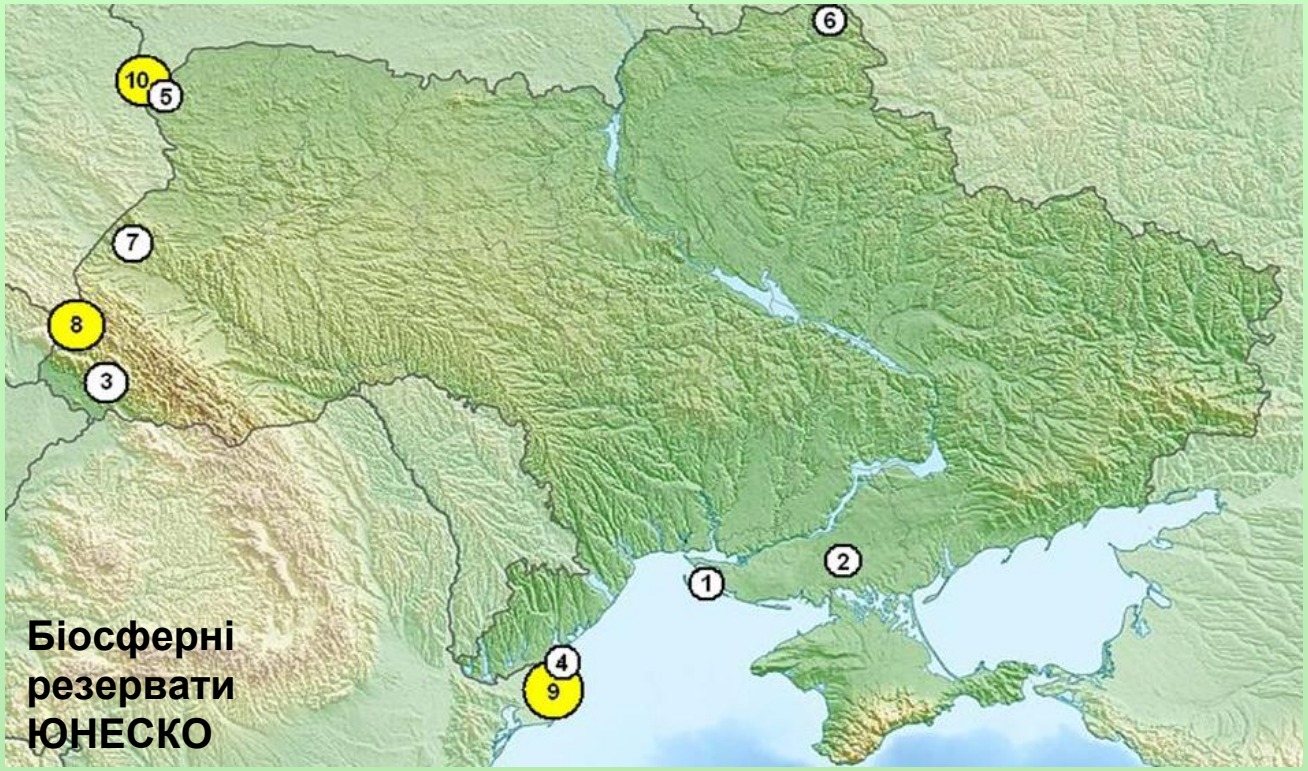
Київ
2002

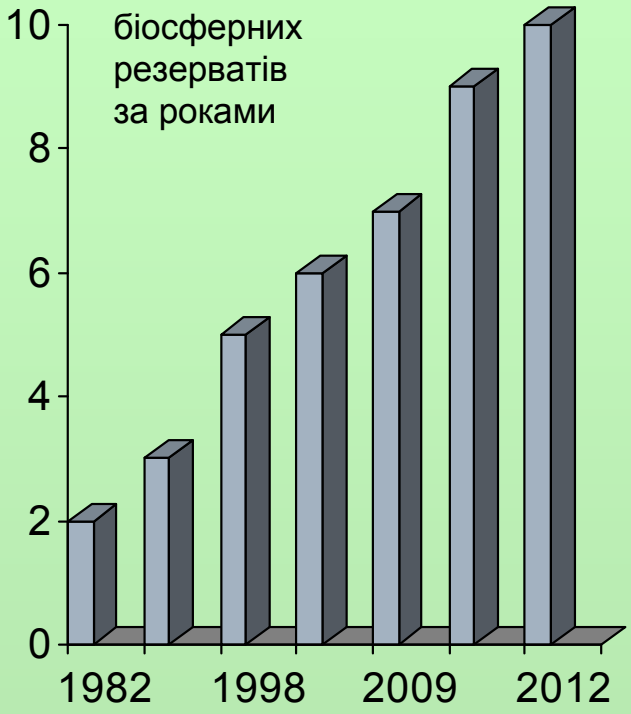
Запропоновано нові підходи до фітокарантину та економічної оцінки впливу чужорідних рослин на фітобіоту, що включають [*Протопопова, Шевера, 2004*] :

а) аналіз біоекологічних особливостей виду;
б) проведення типізації осередків поширення фітокарантинного об’єкту на зонально-ценотичній основі;
в) характеристику диференціації ареалу виду згідно зі ступенем поширення та шкодочинності;
г) впровадження щорічного картування;
д) запровадження досліджень на популяційній основі.

Біосферне заповідання

За участі Національного комітету України з програми ЮНЕСКО «Людина і біосфера» створена і успішно функціонує національна мережа БР ЮНЕСКО





Карта розташування біосферних резерватів ЮНЕСКО у межах України:

1 — Чорноморський (1982); *2* — «Асканія-Нова» (1982); *3* — Карпатський (1992); *4* — Дунайський (1998); *5* — Шацький (2002); *6* — Деснянський (2009); *7* — «Розточчя» (2011); *8* — «Східні Карпати» (Польща, Словаччина, Україна) (1998); 9 — «Дельта Дунаю» (Румунія, Україна) (1998); 10 — «Західне Полісся» (Білорусь, Польща, Україна) (2012).

Висновки

1. Вперше проаналізовано роль різноманіття в структурно-функціональній організації біосистем та екосистем, сформульовано Принцип альтернативного різноманіття, який лежить в основі функціональної стійкості та еволюції екосистем; розроблено схему ієрархічних рівнів різноманіття біосфери, як теоретичне підґрунтя для створення єдиного кадастру різноманіття та реалізації концепції сталого розвитку.
2. Вперше ландшафтне різноманіття аналізується й оцінюється на основі концепції поліструктурності ландшафту. З'ясовано головні форми прояву ландшафтного різноманіття і виявлено механізми його формування та деградації, що дозволяє прогнозувати його зміни.
3. Вперше розроблено комплекс оригінальних кількісних показників оцінки різноманіття біотичних угруповань і ландшафтів, а також індекси ротації фауни та адвентизації флори; запропоновано та опрацьовано алгоритми виявлення цінних за біотичною компонентою екосистем та регіональних центрів біотичного і ландшафтного різноманіття, перспективних для включення до мережі природно-заповідного фонду.
4. Розроблено систему заходів виявлення, збереження та відновлення різноманіття природних комплексів, у т. ч. через охорону шляхом розробки деталізованих планів дій, завдяки біотехнологічним заходам, включаючи методи штучного розведення окремих найбільш цінних видів, та через контроль і зменшення ризиків трансформації біоти і ландшафту.