

## ФІТОПОПУЛЯЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ

**І. М. КОВАЛЕНКО**, кандидат біологічних наук

*Сумський національний аграрний університет*

*E-mail: kovalenko\_977@mail.ru*

***Анотація.** Останнє десятиліття як в Україні, так в інших країнах світу характеризується зростанням розміру й кількості природно-заповідних територій різних категорій. Актуальним науковим завданням є організація моніторингу стану рослинності на будь-якій території. Особливо важливий екологічний моніторинг на відновлених природно-охоронних об'єктах. Нами запропонована й реалізується схема моніторингу трав'янистих і чагарничкових рослин живого надґрунтового покриву.*

***Ключові слова:** фітопопуляційний моніторинг, ценозоутворюючі види, онтогенетична структура, віталітетна структура*

Рослинний покрив лісових фітоценозів має складну організацію. Він багатоярусний, характеризується виявленою парцелярною структурою, динамічний і чітко реагує на антропогенні дії. Людська цивілізація вступила в ХХІ століття в ситуації наростаючої глобальної екологічної кризи. Однією з важливих складових у системі заходів щодо збереження біосфери є розширення площі природно-заповідних територій, що в перспективі мають утворити єдину екологічну мережу планети. Така мережа покликана стабілізувати природне середовище, зберегти рівень біорізноманіття і забезпечити комфортні умови для проживання людей у будь-якому регіоні планети [1, 4, 5].

Останнє десятиліття як в Україні, так в інших країнах світу характеризується зростанням розміру й кількості природно-заповідних територій різних категорій. У 2009 році вийшли з друку нові видання Червоної книги та Зеленої книги України. Території, які відводяться під національні парки, заповідники або заказники, як правило, протягом досить тривалого часу знаходилися в тому чи іншому господарському користуванні. Такі екосистеми антропогенно трансформовані і рослинний покрив їх змінений [8]. Після введення режиму охорони та зняття основних антропогенних навантажень на

охоронних територіях починаються відновні сукцесії. Актуальним науковим завданням є організація моніторингу стану рослинності на будь-якій території, що охороняється, та аналізу одержаної інформації з метою встановлення: а) вихідного рівня антропогенної деградації екосистем, на яких введено режим охорони, б) характеру і темпів відбудовних сукцесій рослинного покриву, в) можливості формування доантропогенних екосистем на конкретній заповідній території, г) ефективності охоронних заходів. Особливо важливий екологічний моніторинг на відновлених природно-охоронних об'єктах.

Загальний моніторинг стану лісових екосистем є одним із центральних завдань як фахівців з лісової екології, так і урядових організацій [6]. Проте такий моніторинг дає відомості лише про загальний стан лісів. Необхідні постійні спостереження за популяціями рослин, що входять до складу лісових екосистем.

Моніторинг стану популяцій – складна наукова проблема, оскільки до цього часу недостатньо вивчені механізми, які забезпечують збереження популяцій упродовж досить тривалих періодів. Нерідко моніторинг у його сучасній реалізації обмежують лише оцінкою рівня стійкості популяції, який пов'язують лише з кількістю особин у ній. Однак у визначенні стійкості існує багато нюансів. Часто використовують стійкість у розумінні Лагранжа як відносну постійність чисельності популяції. Проте ці та аналогічні визначення (Ляпунова, Холлінга, Флейшмана) недостатні, оскільки спираються на суто зовнішній вияв популяційного життя рослин.

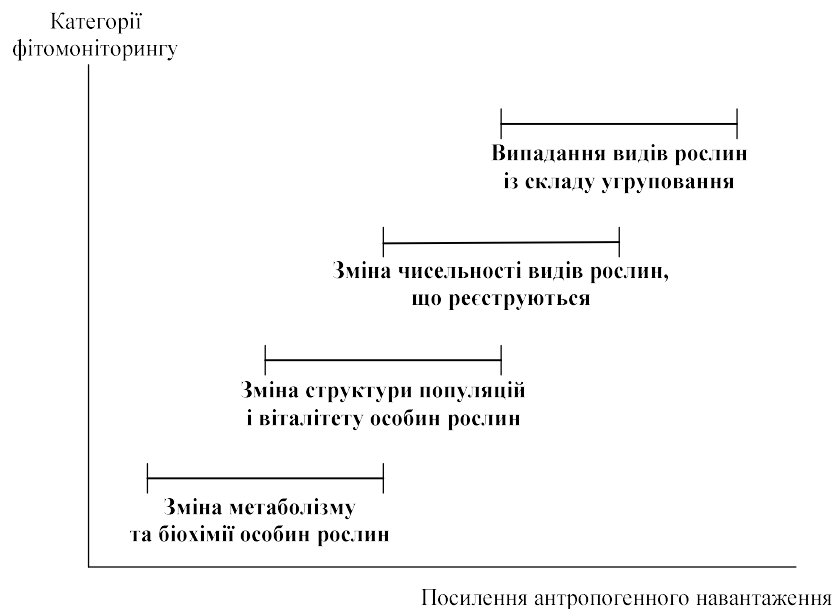
Для стійкого існування популяції необхідна не лише підтримка певного рівня чисельності, але обов'язкова наявність кругообігу поколінь і достатнього рівня віталітету основної частини особин популяції. Ці показники розкриваються лише в процесі аналізу онтогенетичної і віталітетної структур популяції. Ці міркування є актуальним й щодо визначення Р. Мак-Артуром і Р. Левинсом мінімальної життєздатності популяції як деякого її «мінімального розміру». Сучасні дані про життя популяцій дедалі більше знаходяться в протиріччі з такою спрощеною оцінкою їх стійкості.

Головна загроза для фітопопуляцій – це гомогенізація місць життя. У зв'язку з цим доводиться однозначно оцінювати діяльність людини і, в першу чергу, сільськогосподарське виробництво. Нині 80 % усіх продуктів рослинництва дають всього п'ять культур: пшениця, рис, кукурудза, соя і цукрова тростина. Вони, відповідно, як монокультури займають основні площі агросфери планети, що визначає гомогенізованість величезних ландшафтів і територій. Розвиток монокультурного сільського господарства призводить до різкого падіння різноманітності особин у популяціях і до ідентичності різних популяцій одного виду рослини, а зрештою – до зменшення генетичної різноманітності. Якщо до цього додати використання практично всієї доступної площі лук під сінокоси і пасовища та заміщення природних лісів культивованими, швидко зростаючими деревними породами, то викликана цими чинникам втрата біорізноманітності на всіх його рівнях справедливо сприймається як катастрофічна. У лісовій зоні фрагментація лісів є однією з важливих чинників випадіння з лісових ценозів рідкісних видів рослин.

Моніторинг стану фітопопуляцій на основі комплексної концепції їх стійкості може бути ефективним лише в разі, якщо оцінюються не лише чисельності, а й обов'язково онтогенетична та віталітетна структура популяції, а для значної кількості видів рослин ще й гендерна структура. Навіть при цьому моніторингові матеріали можуть виявитися мало надійними за відсутності інформації про характер взаємовідносин цієї популяції з іншими видами екосистеми й інформації про почасові тренди динаміки.

Зазначене свідчить про те, що, не маючи фітопопуляційних знань, не можна вирішити проблем збереження стійкості великих екосистем і біосфери планети в цілому. Не можна їх вирішити і без розуміння процесів, що відбуваються в конкретному біомі, у межах якого існує ця популяція. За образним висловлюванням Г.С. Розенберга, «ніхто не гине самостійно». Випадання одного виду з харчових ланцюгів і енергетичних потоків цього біома не може не стосуватися інших видів.

Охорона рослинного покриву при всіх досягненнях як в інших країнах Європи, так і в Україні має свої негативні особливості. Вона орієнтована передусім на збереження рідкісних видів рослин і рідкісних рослинних угруповань. Однак очевидно, що загальна стабільність рослинного покриву будь-якої території визначається стійкістю ценозоутворюючих і масових видів рослин. На наш погляд, ці об'єкти є не менш важливими, ніж рідкісні і зникаючі. Вони повинні тією самою мірою заноситися до системи фітомоніторингу з відстежуванням їх стану і динаміки. Нами запропонована й реалізується схема моніторингу трав'янистих і чагарничкових рослин живого надґрунтового покриву (рис. 1).



**Рис. 1. Категорії фітомоніторингу та параметри**

Як бачимо зі схеми, наведеної на рис. 1, можна виділити чотири основних категорії фітомоніторингу, що відрізняються за параметрами й чутливістю у відношенні рівня антропогенної трансформації території. Перша категорія моніторингу заснована на реєстрації наявності або відсутності певних видів рослин. Оскільки повне випадання видів з угруповань засвідчується лише за чітко виявлених трансформацій екосистем, такий моніторинг дозволяє виявляти й оцінювати лише останні ступені антропогенної деградації ценозів. У другій

категорії як критерій обрано зміни в чисельності видів рослин, що дає можливість враховувати й антропогенні зміни, менш руйнівні для угруповання. Ще більш чутливе й інформативна третя категорія моніторингу – фітопопуляційний моніторинг, що реєструє віковий і віталітетний стан популяцій рослин-індикаторів. Ця категорія фітомоніторингу найбільш доступна для реалізації на природно-заповідних територіях. Четверта категорія моніторингу, яка ґрунтується на урахуванні тонких біохімічних і метаболічних процесів, дозволяє реєструвати досить незначні антропогенні впливи, але вона складна в реалізації.

Під час фітопопуляційного моніторингу в першу чергу слід враховувати стан популяцій ценозоутворюючих видів рослин. Такий моніторинг бажаний і для рідкісних видів рослин, що охороняються у даному заповіднику, заказнику або національному парку. Фітопопуляційний моніторинг спирається на різнобічну інформацію. Стан популяцій рослин насамперед добре розкривається їхнім віковим спектром, що враховує співвідношення в популяціях особин різного вікового стану. Однак у фітоценозах, близьких до клімаксового стану, як показує аналіз численних літературних даних, популяції мають нормальний віковий спектр. Тому необхідно враховувати й оцінку віталітетної структури популяцій, що розкриває співвідношення в популяціях особин різного рівня життєздатності. Віталітетний аналіз є найбільш тонким механізмом виявлення стану популяцій, а отже, якості природного середовища.

Для встановлення стану популяцій до моменту введення режиму заповідності і формулювання «точки відліку» у стані фітобіоти нами з 1999 року розпочато фітопопуляційний моніторинг основних ценозоутворювальних видів трав'яних рослин, що домінують у нижньому ярусі найбільш поширених тут дубових і соснових лісів Деснянсько-Старогутського національного природного парку [7, 9]. Об'єктами для детального моніторингу були обрані: яглиця звичайна, копитняк європейський, зірочник ланцетоподібний, осока волосиста, верес звичайний, моління голуба, чорниця, брусниця. Моніторинг популяцій цих видів рослин здійснювався у 27 лісових асоціаціях. Дані цього

моніторингу є вихідними для відстеження подальшої динаміки структури популяцій видів живого надґрунтового покриву.

На підставі результатів фітомоніторингу були розраховані індекс віковості і генеративності популяцій за розробленими нами формулами, індекси дельта й омега за Л. А. Животовським [2]. Онтогенетичні типи популяцій визначалися за Т. А. Работновим і Л. А. Животовським, індекс віталітет популяцій Q і віталітетний тип популяції – за Ю. А. Злобіним [3].

Розглянемо основні параметри популяцій рослин, що вивчаються.

Популяції *Carex pilosa* були вивчені в трьох типах лісу (табл. 1). Всі вони за онтогенетичною структурою були нормальними і перехідними від зрілих до старіючих (за термінологією Л. А. Животовського). За віталітетною структурою вони були рівноважними або процвітаючими (популяція *Carex pilosa* в ас. Querceto-Pinetum caricosum (pilosae)). Для всіх популяцій був характерний високий індекс генеративності (від 37 до 60 %).

### 1. Особливості популяційної структури *Carex pilosa*

Асоціація	Параметри онтогенетичної структури популяції				Параметри віталітетної структури популяції	
	I <sub>віков</sub>	I <sub>генер</sub>	Δ/ω	тип популяції	Q	тип популяції
Quercetum coryloso-caricosum (pilosae)	0,79	37,0	0,43/0,59	Нормальна Перехідна	0,26	Рівноважна
Quercetum stellarioso-caricosum (pilosae)	0,94	46,0	0,45/0,64	Нормальна Перехідна	0,28	Рівноважна
Querceto-Pinetum caricosum (pilosae)	1,0	60,0	0,43/0,65	Нормальна Перехідна	0,35	Процвітаюча

Популяції *Aegopodium podagraria* широко представлені в різних асоціаціях лісових масивів Національного парку «Деснянсько-Старогутський», але найбільш характерні вони для двох дубових і однієї соснової асоціації (табл. 2). В цих асоціаціях усі популяції *Aegopodium podagraria* за онтогенетичним типом є нормальними, молодими. У них невисока генеративність (7–12 %). За віталітетом вони у двох випадках рівноважні, в одній асоціації – популяція *Aegopodium podagraria* процвітаюча.

## 2. Особливості популяційної структури *Aegopodium podagraria*

Асоціація	Параметри онтогенетичної структури популяції				Параметри віталітетної структури популяції	
	I <sub>віков.</sub>	I <sub>генер.</sub>	$\Delta/\omega$	тип популяції	Q	тип популяції
Quercetum coryloso-aegopodiosum	0,30	7,0	0,30/0,45	Нормальна Молода	0,23	Рівноважна
Querceto-Pinetum coryloso-aegopodiosum	0,28	11,0	0,29/0,47	Нормальна Молода	0,39	Процвітаюча
Pinetum coryloso-aegopodiosum	0,36	12,0	0,33/0,48	Нормальна Молода	0,26	Рівноважна

Популяції *Asarum europaeum*, як і популяції попереднього виду, найбільш характерні для дубових і соснових асоціацій (табл. 3). За онтогенетичним типом вони нормальні і перехідні від зрілих до старіючих. Тому в усіх трьох популяціях досить висока генеративність (від 37 до 46 %). За віталітетним типом одна популяція процвітаюча (в ас. Quercetum coryloso-asarosum), дві інші – рівноважні.

## 3. Особливості популяційної структури *Asarum europaeum*

Асоціація	Параметри онтогенетичної структури популяції				Параметри віталітетної структури популяції	
	I <sub>віков.</sub>	I <sub>генер.</sub>	$\Delta/\omega$	тип популяції	Q	тип популяції
Quercetum coryloso-asarosum	0,60	46,0	0,35/0,36	Нормальна Перехідна	0,35	Процвітаюча
Querceto-Pinetum coryloso-asarosum	0,65	33,3	0,39/0,54	Нормальна Перехідна	0,28	Рівноважна
Pinetum coryloso-asarosum	0,53	37,3	0,35/0,54	Нормальна Перехідна	0,32	Рівноважна

Особливості популяцій *Stellaria holostea* наведені в табл. 4. Очевидно, що всі три вивчені популяції є нормальними, перехідними від зрілих до старіючих. Про це свідчать високі індекси генеративності й віковості цих популяцій. Віталітет усіх трьох популяцій різний. Найбільш високий індекс Q в популяції в ас. Querceto-Pinetum stellariosum.

#### 4. Особливості популяційної структури *Stellaria holostea*

Асоціація	Параметри онтогенетичної структури популяції				Параметри віталітетної структури популяції	
	I <sub>віков</sub>	I <sub>генер</sub>	$\Delta/\omega$	тип популяції	Q	тип популяції
Querceto-Pinetum coryloso-stellariosum	0,63	44,0	0,39/0,61	Нормальна Перехідна	0,27	Рівноважна
Quercetum coryloso-caricoso (pilosae)-stellariosum	0,62	24,0	0,40/0,53	Нормальна Перехідна	0,15	Депресивна
Querceto-Pinetum stellariosum	1,82	56,3	0,49/0,65	Нормальна Перехідна	0,37	Процвітаюча

Популяції *Molinia caerulea* властиві деяким сосновим, сосново-дубовим і березово-соснових лісом (табл. 5). В усіх випадках це нормальні, за термінологією Т. А. Работнова, молоді популяції. В різних типах лісу їх віталітет різний. Найбільш високий він в ас. Pinetum molinosum, а низький – у ас. Betuleto-Pinetum molinosum. Очевидно, що *Molinia caerulea* негативно реагує на режим освітленості у хвойно-листяних деревостоях і на опад листяних порід.

#### 5. Особливості популяційної структури *Molinia caerulea*

Асоціація	Параметри онтогенетичної структури популяції				Параметри віталітетної структури популяції	
	I <sub>віков</sub>	I <sub>генер</sub>	$\Delta/\omega$	тип популяції	Q	тип популяції
Pinetum molinosum	0,13	11,3	0,22/0,48	Нормальна Молода	0,37	Процвітаюча
Querceto-Pinetum molinosum	0,13	5,0	0,22/0,44	Нормальна Молода	0,14	Депресивна
Betuleto-Pinetum molinosum	0,25	7,0	0,28/0,45	Нормальна Молода	0,29	Рівноважна

Популяції *Calluna vulgaris* зафіксовано в соснових і сосново-листяних типах лісу (табл. 6). Це завжди молоді популяції з індексом віковості 0,09–0,11 і з низькою генеративністю. Їх можна класифікувати за онтогенетичною структурою як молоді, нормальні популяції. Дві з вивчених популяцій за віталітетним типом є рівноважними, а одна (з ас. Querceto-Pinetum



hylocomiosum) – процвітаюча. В основному *Calluna vulgaris* приурочений до досить світлич лісових масивів з низькою зімкнутістю деревостоїв.

### 6. Особливості популяційної структури *Calluna vulgaris*

Асоціація	Параметри онтогенетичної структури популяції				Параметри віталітетної структури популяції	
	I <sub>віков</sub>	I <sub>генер</sub>	$\Delta/\omega$	Тип популяції	Q	Тип популяції
Betuleto-Pinetum callunoso-myrttillosum	0,09	6,0	0,19/0,45	Нормальна Молода	0,27	Рівноважна
Pinetum callunoso-hylocomiosum	0,16	5,0	0,23/0,45	Нормальна Молода	0,25	Рівноважна
Querceto-Pinetum hylocomiosum	0,11	4,0	0,20/0,44	Нормальна Молода	0,36	Процвітаюча

Популяції *Vaccinium myrtillus* широко представлені в низці асоціацій Національного парку «Деснянсько-Старогутський». Їх детальне вивчення було проведене в шести асоціаціях (табл. 7). За онтогенетичним типом, у розумінні Т. А. Работнова вони всі нормальні, за термінологією Л. А. Животовського варіюють від перехідних до молодих. Також значно варіює й віталітет цих популяцій (коефіцієнт Q лежить в діапазоні 0,12–0,41, а віталітетний тип популяції – від депресивного до процвітаючого). Значною мірою змінюється залежно від типу лісу й генеративність цих популяцій.

В таблиці 8 наведені параметри онтогенетичної та віталітетної структури популяцій *Vaccinium vitis-idaea*. В усіх п'яти асоціаціях, де вивчалися популяції цього виду, вони мають низьку віковість і низьку генеративність, тому класифікуються як молоді, нормальні. Однак віталітет у них різний. Процвітаючі популяції зареєстровані в асоціаціях Pinetum vaccinoso-myrttillosum і Querceto-Pinetum vaccinoso-myrttillosum. Депресивна популяція – в ас. Pinetum vaccinoso-hylocomiosum.

## 7. Особливості популяційної структури *Vaccinium myrtillus*

Асоціація	Параметри онтогенетичної структури популяції				Параметри віталітетної структури популяції	
	I <sub>віков.</sub>	I <sub>генер.</sub>	$\Delta/\omega$	тип популяції	Q	тип популяції
Pinetum myrtillosum	0,75	27,0	0,39/0,65	Нормальна Перехідна	0,39	Процвітаюча
Betuletum myrtillosum	0,76	53,0	0,39/0,64	Нормальна Перехідна	0,39	Процвітаюча
Pinetum myrtilloso-hylocomiosum	0,58	18,0	0,40/0,51	Нормальна Перехідна	0,12	Депресивна
Pinetum myrtilloso-moliniosum	0,81	65,0	0,38/0,69	Нормальна Перехідна	0,41	Процвітаюча
Betuletum myrtilloso-moliniosum	0,31	32,0	0,30/0,56	Нормальна Перехідна	0,28	Рівноважна
Querceto-Pinetum myrtilloso-convallariosum	0,47	34,0	0,34/0,56	Нормальна Перехідна	0,26	Рівноважна

## 8. Особливості популяційної структури *Vaccinium vitis-idaea*

Асоціація	Параметри онтогенетичної структури популяції				Параметри віталітетної структури популяції	
	I <sub>віков.</sub>	I <sub>генер.</sub>	$\Delta/\omega$	тип популяції	Q	тип популяції
Pinetum vaccinoso-myrtilloso-hylocomiosum	0,19	5,0	0,25/0,44	Нормальна Молода	0,24	Рівноважна
Pinetum vaccinoso-myrtillosum	0,32	12,0	0,30/0,47	Нормальна Молода	0,34	Процвітаюча
Betuleto-Pinetum vaccinoso-myrtillosum	0,29	5,0	0,29/0,44	Нормальна Молода	0,28	Рівноважна
Querceto-Pinetum vaccinoso-myrtillosum	0,23	12,0	0,27/0,48	Нормальна Молода	0,35	Процвітаюча
Pinetum vaccinoso-hylocomiosum	0,20	1,0	0,25/0,42	Нормальна Молода	0,12	Депресивна

В цілому матеріали, наведені в табл. 5–12, свідчать про те, що, як правило, за віковим складом популяції досліджуваних видів неповночленні й здебільшого нормального структурного типу з переважанням віргінільних особин і досить високою часткою генеративних особин (особливо в осоки волосистої та чорниці і в деяких асоціацій у зірочника ланцетоподібного і копитняка європейського). За віталітетним складом з вивчених популяцій 37 % становили процвітаючі, 48 % – рівноважні і тільки 14 % – депресивні.

В цілому це свідчить про достатню стійкість популяцій домінантів нижніх ярусів лісу і дозволяє припускати успішний хід відновлювальної сукцесії в основних лісових асоціаціях Деснянсько-Старогутського національного природного парку.

### **Висновки**

Відмінності в стані популяцій вивчених лісових трав і чагарничків, встановлені в різних синтаксонів, безперечно, пов'язані з характером дії деревної породи на нижні яруси і на ґрунт лісового угруповання. Хвойні деревні породи (сосна, ялина) містять у хвої велику кількість поліфенолів і хімічно впливають на ґрунт і рослини живого надґрунтового покриву. Одночасно як вічнозелені деревні породи вони упродовж року перехоплюють атмосферні забрудники. Листяні деревні породи завдяки щорічному опаді листя створюють потужний шар лісової підстилки, що змінює умови для зростання й відновлення трав і чагарничків. Однак очищувальна дія в них виявляється лише в літні місяці [Ewald, 2000].

Отже, фітопопуляційний моніторинг є однією з важливих складових у стійкому збереженні та відновленні біоти природоохоронних територій. Доцільно рекомендувати цей тип моніторингу для всіх природно-заповідних об'єктів України.

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Горщиків В. В. Біотическая регуляція окружающего середовища / В. В. Горщиків, В. Г. Горщиків, В. І. Данилов-Данильян // Екологія. – 1999. – № 2. – С. 105–113.
2. Животовский Л. А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений / Л. А. Животовский // Экология. – 2001. – № 1. – С. 3–7.
3. Злобин Ю. А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста / Ю. А. Злобин. – Сумы : Университетская книга, 2009. – 263 с.
4. Коржнев М. М. Концептуальні основи природно-ресурсної моделі сталого розвитку України / М. М. Коржнев, Ю. Р. Шеляг-Сосонко, В. С. Міщенко. – К., 2001. – 64 с.

5. Межжерин В. А. Специфіка екологічного моніторингу / В. А. Межжерин // Екологія. – 1996. – № 2. – С. 83–88.
6. Мониторинг состояние лесов в Европе. – Женева : ООН, 2002. – 16 с.
7. Панченко С. М. До створення Деснянсько-Старогутського національного парку / С. М. Панченко // Вісник Сумського державного аграрного університету. – 1998. – Вип. 2. – С. 52–54.
8. Созинов А. А. Шляхи екологізації агросфери України / А. А. Созинов, Г. А. Белявский // Вісник Дніпропетровського державного університету. – 1999. – № 1–2. – С. 9–12.
9. Стейн Ж. Всеєвропейська екологічна мережа / Ж. Стейн // Збереження і моніторинг біологічного та ландшафтного різноманіття в Україні. – К., 2000. – С. 22–25.
10. Ewald J. The influence of coniferous canopies on understorey vegetation and soil in mountain forests / Jörg Ewald // Appl. Veget. Sci. – 2000. – № 3. – P. 123–134.

## **ФИТОПОПУЛЯЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

### **И. Н. Коваленко**

*Аннотация.* Последнее десятилетие как в Украине, так и в других странах мира характеризуется ростом размера и количества природно-заповедных территорий различных категорий. Актуальной научной задачей является организация мониторинга состояния растительности на любой территории. Особенно важен экологический мониторинг на охраняемых природно-заповедных территориях. Нами предложена и реализуется схема мониторинга травянистых и кустарничковых растений живого напочвенного покрова.

**Ключевые слова:** фитопопуляционный мониторинг, ценозообразующие виды, онтогенетическая структура, виталитетная структура

## **PHYTOPOPULATION MONITORING OF FOREST ECOSYSTEMS**

### **I. M. Kovalenko**

*Abstract.* The last decade is characterized by a growth in the size and number of the protected areas of different categories both in Ukraine and in other countries. The critical research task is to arrange the vegetation monitoring on any site. Ecological monitoring is of particular importance on the restored natural protected sites. We have proposed and is implementing the scheme of monitoring of the grass and sub-shrub plants of the live ground cover.

**Keywords:** phytoperopulation monitoring, cenosis-forming types, ontogenetic structure, vitality structure