

МІРОШНИК Н.В.<sup>1</sup>✉, ТЕРТИЧНА О.В.<sup>2</sup>, ТЕСЛЕНКО І.К.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України»,

Україна, 03143, м. Київ, вул. Ак. Лебедева, 37, e-mail: miroshnik\_n\_v@mail.ru

<sup>2</sup> Інститут агроекології і природокористування НААН України,

Україна, 03143, м. Київ, вул. Метрологічна, 12, e-mail: olyater@ukr.net

✉ miroshnik\_n\_v@mail.ru, (066) 508-22-90

## СУЧАСНІ МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ПАРКОВИХ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ

**Мета.** Метою дослідження є удосконалення методичних основ інтегрального оцінювання стану паркових лісових екосистем в умовах антропогенного навантаження та визначення напрямку процесів, що в них відбуваються. **Методи.** Методика базується на використанні методів системного, порівняльного аналізу, статистики, аналітичній, математичній і подальшій картографічній обробці фактичних і фондових матеріалів щодо формування і розвитку паркових екосистем у межах великого міста. **Результати та висновки.** При інтегральному оцінюванні стану паркових лісових екосистем запропоновано застосовувати системний, структурний підходи із залученням трьох векторів організації складних систем (структурно-функціональний, рівні організації живого, диференціація за екологічними нішами). Запропоновано застосування критеріїв структурної організації парків на основі модифікованого індексу структурного різноманіття лісової екосистеми.

**Ключові слова:** паркові лісові екосистеми, структурно-функціональна організація.

Для збереження природи планети та забезпечення біотичних механізмів регулювання, використання та відтворення екосистем необхідна розробка підходів та методів кількісної оцінки їх стану, яка дає змогу відображати показники стійкості, порушення та прогноз ризиків втрат [1]. Умовою стійкості і саморегуляції екосистем є збереження функціонування та спрямованості біогеохімічних циклів і потоків енергії, речовини, інформації [2] та структурно-функціональної організації самої екосистеми [3]. У межах урбоекосистем оцінювання рівноважності процесів, порушення зв'язків, стану структурних ланок, стійкості є надскладним та важливим завданням еволюційної екології. Залишки природних екосистем у межах урботериторій є стабілізуючими ланками та вимагають

підходів до свого збереження, охорони та відтворення. Отже, метою дослідження стану паркових лісових екосистем (ПЛЕ) є удосконалення методичних основ інтегрального оцінювання в умовах антропогенного навантаження та визначення напрямку процесів, що в них відбуваються.

### Матеріали і методи

Методологічним принципом оцінювання змін стану парків є системний, структурний та міждисциплінарний підходи, що дає змогу розглядати урбоекосистему як багаторівневу та єдине ціле з узгодженням функціонування всіх її складових; структурними елементами якої (урбоекосистеми) є ПЛЕ. На основі цього підходу передбачаємо вивчення кожного елемента системи за принципом ієрархічності, у його зв'язках та взаємодії з іншими, що дасть можливість спостерігати зміни в системі внаслідок змін окремих її ланок на градієнті комплексного антропогенного навантаження. Методика досліджень базується на використанні методів системного, порівняльного аналізу, статистики, аналітичній, математичній і подальшій картографічній обробці фактичних і фондових матеріалів щодо формування і розвитку паркових екосистем у межах великого міста.

### Результати та обговорення

Важливе місце в аналізі великих масивів даних займають методи формування інтегральних показників (індексів) стану досліджуваних об'єктів або систем. Інтегральний показник є способом інформативної ієрархічної згортки безлічі початкових показників в один, що дозволяє суттєво спростити роботу з даними (швидкість розрахунку та простота інтерпретації) та підвищити якість аналізу, оцінки, порівняння складних систем за множиною початкових показників як кожен окремо, так і декілька разом [4]. Метою введення інтегральних індек-

сів є оцінка стану структурних ланок, можливість прогнозу наслідків впливу та збереження екосистем. В екології порівнюваний характер та здатність адекватно відображати стан екосистем вони набувають лише після згортання (агрегації) в інтегральні і комплексні, що характеризують об'єкт на рівні популяції, трофічної групи чи екосистеми. Такі розрахункові показники можна застосовувати у складніших математичних моделях для характеристики розвитку аналізованих процесів у часі і просторі, виявлення структури, взаємозв'язків і ролі окремих факторів у динаміці складних систем [5]. Для використання інтегральних індексів актуальним є окреслення цілей, рамок дії, умов та ефективності їх використання. Тому необхідним є аналіз меж застосованості цих індексів на реальних об'єктах, що ми здійснюватимемо в ПЛЕ м. Києва. Індeksi інтегральної оцінки антропогенного навантаження за різними показниками та комбінаціями характеристик екосистем, біотопів розроблені [2, 5, 6], але інтегральний індекс оцінювання стану ПЛЕ ще не запропоновано.

Паркова лісова екосистема – природна чи природно-антропогенна неповночленна і субсидована людиною екосистема із деревостаном чи деревно-чагарниковим фітоценозом, у межах якої просторово організовані і гармонізовані в систему природні компоненти, ландшафтні комплекси та малі архітектурні форми і споруди, поєднані дорожньо-транспортною мережею, що разом створюють певний архітектурний ландшафтний об'єкт, природна стійкість і структура якого підтримуються людиною; основною функцією ПЛЕ є стабілізація урбоекосистеми. Вони входять до міських рекреаційних ландшафтів як природні структурні блоки (Кучерявий, 2001). ПЛЕ існують в умовах тривалого комплексного антропогенного навантаження – рекреаційного впливу, аеротехногенного забруднення та змінених умов середовища внаслідок процесів урбанізації (зміни клімату, гідрологічного, аераційного, освітлювального режимів у межах урбоекосистем). Тому, порівняно з іншими екосистемами міст, парки заслуговують якнайпильнішої уваги, оскільки від їх стійкості, продуктивності та довговічності залежать ефективність та тривалість позитивного впливу на середовище міста та довкілля.

Стан ПЛЕ є показником екологічної рівноваги урбанізованого середовища. Його оцінювання потребує системного та багатофактор-

ного підходів, оскільки це складні системи, і вони підпадають під закони для складних систем (зокрема, мають прості (адитивні) і складні (неадитивні) властивості) [5]. Але під час застосування цих підходів оцінки процесів і станів мають деякі недоліки: вони не охоплюють діапазон усіх впливів та відповідей екосистеми на збурення (внаслідок складності, ієрархічності екосистем та багатовекторності впливів). Різні характеристики чинників породжують невизначеність оцінок через різноспрямованість процесів і явищ та різних розмірностей їх вимірів. Процедура кількісного ранжування окремих чинників пов'язана з невизначеністю, суб'єктивністю, оскільки у кількісні і якісні шкали закладено принцип експертних або формалізованих оцінок [7], що ставить перепони до їх порівняння та агрегації в індексні показники. Все це зумовлює недосконалість інтегральних підходів до оцінювання стану екосистем [4] (табл. 1). Дослідники нівелюють ці розбіжності різними методами: створюють комплексні оцінки за групами характеристик, рівнями організації живого та структурною організацією (системний підхід) [5, 8]. Але за дослідження стану і функціонування екосистем в умовах антропогенного навантаження, яке різною мірою впливає на їх структурні компоненти, ці підходи ще на початку розроблення та розгортання нових теорій, наприклад, теорія біотичної регуляції [8], теорія екологічних ніш [9], елементаризації екосистемних підходів [10, 11] тощо.

Авторами [5] запропоновані 14 індексів, що відображають різні аспекти стану урбоекосистем. Ми навели індекси, що характеризують стан ПЛЕ в умовах комплексного антропогенного навантаження, які пропонуємо використати (табл. 1) у незміненому вигляді, та модифіковані для особливостей регіону і об'єкта дослідження. Кожен із цих індексів може бути надалі алгебраїчно перетворений, або на їх основі може бути синтезований деякий новий узагальнений показник.

Індекс співвідношення антропогенного навантаження й екологічної ємності ( $G$ , табл. 1) експертний, дає загальне уявлення про співвідношення відносної інтенсивності господарського впливу за 10-бальною шкалою [5]. Кількість параметрів може бути розширена. Автор [1] запропонував індекс стійкості та ризиків втрати екосистем, що вираховується за 12 ознаками біотопів та 4-бальною шкалою.

Таблиця 1. Індекси, що визначають різні аспекти антропогенного впливу на довкілля

Параметр	Формула	Позначення	Повнота охоплення оцінкою всіх станів екосистеми
Індекс біорізноманіття Шеннона	$H' = -\sum_{i=1}^k p_i \log_2 p_i$	$p_i$ – частка кожного виду; $i = 1, 2, 3 \dots S$ (т.б. кількість видів)	враховує тільки ступінь біорізноманіття
Співвідношення антропогенного навантаження і екологічної ємності [5]	$G = (\sum A_i - \sum E_i)$	$\sum A_i$ – сума балів антропогенних навантажень, $\sum E_i$ – сума балів стану екосистем	комплексна експертна оцінка; не враховує зв'язків екосистеми, інтенсивності впливу
Індекс антропогенного навантаження території [5]	$I_{ан} = a \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i$	$a$ – відношення фактичної лісистості до оптимальної, $I_i$ – індекси антропогенного пресу ( $i=1$ – щільність автотранспорту, $2$ – емісія $CO_2$ , $3$ – скид без очищення до $V$ (загального об'єму стічних вод), $4$ – $V$ до площі території, $5$ – щільність населення, $6$ – народжуваність, $7$ – смертність, $8$ – загальна захворюваність, $9$ – інвалідність) <sup>1</sup>	узагальнений, не враховує стан конкретної екосистеми
Індекс структурного різноманіття [7]	$H_{str} = -\frac{1}{M} \ln \frac{m_1! m_2! m_3! \dots m_i!}{M!}$	$m_i$ – значення $i$ -го елемента структурного різноманіття (дерева, пні, тимчасові водойми) (з табл. 2); $M$ – сумарна оцінка за всіма структурними елементами екосистеми	не враховує стан і наявність охоронюваних видів, трав'яного, мохово-лишайникового ярусів
Інтегрований показник вагомості впливу [12]	$W = \frac{(\sum_{i=1}^n R_i S_i) (\sum_{j=1}^m C_j)}{n * m}$	$R$ – бальна оцінка стану за окремим динамічним показником, $S$ – бальна оцінка тенденції зміни за окремим динамічним показником, $C$ – бальна оцінка за іншими екологічними показниками, $n$ – число оціночних динамічних показників, $m$ – число інших показників	узагальнено показники стану ПЛЕ та тенденції змін; комплексна експертна оцінка; не враховує зв'язків між компонентами екосистем

Примітка.<sup>1</sup> – В інших авторів – наповненість  $I_i$  різниться [2, 6].

За вирахуванням ступенем стійкості екосистем виділяють ступені ризику їх втрати ( $R$ ). Отримані показники розподілено на 5 класів. Але цей метод ще не апробований для ПЛЕ.

Інтегрований показник вагомості впливу ( $W$ ) [12] відображає стан ПЛЕ залежно від виду антропогенного впливу за 8 динамічними показниками (структура фітоценозу, ступінь зімкнення крон першого ярусу насаджень, унікальність типу ПЛЕ для регіону, наявність асфальтового покриття, стан оселищ та ін.). Для цих показників визначали стан (за двобальною) і тенденції змін (за трибальною шкалою).

Доведено, що популяції та угруповання

видів відгукуються змінами структури на зовнішні впливи як природного, так і антропогенного походження. Тому кількісні і структурні характеристики популяцій (чисельність, структура – демографічна, статева, віталітетна, генотипова та ін.) і угруповань (число видів, окремих таксономічних та екологічних груп, їх співвідношення) набувають значення біоіндикаційних параметрів, які вказують на якісний стан екосистеми [7]. Для подолання недоліків інтегрального оцінювання екосистем [7] пропонуємо у якості індикаторів стану біотичної складової лісових екосистем використовувати індекс стану деревостану (відбиває продукційну здатність

деревостану) [3, 13] та індекс структурного різноманіття  $H_{str}$  (вказує на змінність структури лісової екосистеми як непрямий показник збереженості лісового видового різноманіття та середовища [7] і спрямованості процесів в екосистемі). У якості характеристики абіотичної складової запропоновано визначати рівні акустичного та аеротехногенного забруднення. Для

розрахунку  $H_{str}$  використовували формулу інформаційної міри Бріллауена [7] (табл. 1,  $H_{str}$ ). Нами запропоновано критерії структурної організації ПЛЕ на основі індексу структурного різноманіття ( $H_{str}$ ), модифікованого для умов урбо-екосистем, та характеристик ПЛЕ, що включають специфічні для умов регіону і об'єкта дослідження показники (табл. 2).

Таблиця 2. Шкала оцінювання структурного різноманіття ПЛЕ за [7]

№ з/п	Ключові елементи структурного різноманіття	Результати польових обліків	Чисельна оцінка, бали
1	2	3	4
1.	Кількість видів судинних рослин, шт.	до 10 11-25 більше 25	1 5 10
2.	Загальна кількість дерев на ПП, шт.	до 15 16-30 31 і більше	1 5 10
3.	Кількість дерев з діаметром більше 10 см, шт.	до 15 16-30 31 і більше	1 5 10
4.	Кількість рослин підлісочних порід, шт.	0–1 до 10 від 11 до 25 від 26 до 50 від 51 до 75 76 і більше	0 2 3 4 8 10
5.	Підріст, шт. екз./м <sup>2</sup>	0 від 0,1 до 1 від 1 до 5 від 5 і більше	0 1 5 10
6.	Лісові види у складі трав'яно-чагарникового ярусу (частка у сумарному різноманітті ярусу, %)	до 5 від 5 до 20 * 21 і більше *	0 3 10
7.	Кількість адвентивних видів, шт. *	до 5 від 6 до 9 10 і більше	10 5 1
8.	Кількість геофітів, шт. * <sup>1</sup>	1–2 від 3 до 8 від 9 і більше	2 5 10
9.	Наявність мохово–лишайникового покриву, сумарно видів*	відсутні до 5 6 і більше	0 3 5
10.	Глибина лісової підстилки, см	відсутня* до 1 від 1 до 2	0 1 2
11.	Склад лісової підстилки	відсутня* хвоя або листя хвоя і листя	0 1 2

Продовження табл.2.

1	2	3	4
12.	Пні (число пар на відстані один від одного, за кожну пару пнів):	більше 5 м 2 м – 5 м менше 2 м	1 2 3
13.	Відпад дерев різних категорій (більше 2 м в довжину, діаметром від 8 см), шт.	кількість екземплярів, шт.	1 (за кожний екз.)
14.	Відстань до водоймищ чи перезволожених ділянок (низини, ями, канави, що заповнюються водою), з якими є біологічна взаємодія, м	більше 5, біотичної взаємодії нема більше 5 від 2 до 5 менше 2	0 1 5 10
15.	Старовікові дерева, шт.	кількість екз.	1 (за кожний екз.)
16.	Наявність видів, занесених до Червоної книги України*	кількість екземплярів	1 (за кожний вид)

Примітки: \* – наші доповнення щодо особливостей ПЛЕ; <sup>1</sup> – введені геофіти як найчутливіші до рекреаційного впливу (витоптування) види; ПП – пробні площі у межах ПЛЕ.

Ступінь трансформації ПЛЕ залежно від рівня аеротехногенного забруднення та рекреаційного впливу можна оцінити через розподіл негативних ефектів деградації за структурними компонентами екосистеми (ярусами, угрупованнями рослин і тварин). Аналіз проводимо за двома векторами (структурно-функціональна організація ПЛЕ та рівні організації живого) та діагностичними показниками: для угруповань рослин – індекс стану деревостану за ярусами, середньозважений клас Крафта категорії стану [13]; структура трав'яного ярусу (таксономічна, екологічна, еко-, біоморфічна); співвідношення між видами у родинах і групах екобіоморф [8]; коефіцієнт рекреації (Кр) [14], що вказує на рівень фрагментації фітоценозу і ПЛЕ. Для угруповань птахів, що гніздяться: розподіл птахів за екологічними групами стосовно біотопів існування, за використання гніздових стацій; виявлення частки синантропних видів, частки видів, що гніздяться у закритих гніздах та на землі (Шупова, 2014). Третім вектором є диференціація за екологічними нішами – структура та підпорядкованість екологічних ніш (потен-

ційна, реалізована) згідно з концепцією біотичного угруповання (Одум, 1986); наповненість потенційних екологічних ніш. Наступним етапом є оцінювання чинників довільних процесів дестабілізації і стабілізації стану ПЛЕ.

### Висновки

Отже, проаналізовано методики кількісного інтегрального оцінювання стану ПЛЕ, запропоновано застосування системного, структурного підходів із залученням трьох векторів організації складних систем (структурно-функціональний, рівні організації живого, диференціація за екологічними нішами). Запропоновано застосування критеріїв структурної організації парків на основі модифікованого індексу структурного різноманіття лісової екосистеми. За допомогою інтегрального оцінювання надалі можливе раціональне природоохоронне зонування території, картографування з відображенням структури та векторів трансформації для прийняття рішень щодо збереження, відновлення, підтримання стабільності урбоекосистем.

### Література

1. Дідух Я.П. Новий підхід до оцінки стійкості та ризиків втрати екосистем. *Доповіді Національної академії наук України*. 2014. № 8. С. 149–155.
2. Гелашвили Д.Б., Басуров В.А., Розенберг Г.С., Моничев А.Я., Пуртов И.И., Сидоренко В.В. Экологическое зонирование территорий с учетом роли сохранившихся естественных экосистем (на примере Нижегородской области). *Поволжский экологический журнал*. 2003. № 2. С. 99–108.
3. Лавров В.В. Системный підхід як методологічна основа для оцінки і зменшення загроз біорізноманіттю (лісові екосистеми). *Оцінка і напрямки зменшення загроз біорізноманіттю України* / О.В. Дудкін, А.В. Єна, М.М. Коржнев та ін. [відп. ред. О.В. Дудкін]. К.: Хімджест, 2003. С. 156–273.

4. Антомонов М.Ю., Русакова Л.Т., Пашинська С.Л., Волощук О.В. Інформаційна технологія конструювання інтегральних оцінок в екологічних та гігієнічних дослідженнях. *Актуальні питання захисту довкілля та здоров'я населення України* / за ред. акад. НАМНУ А.М. Сердюка. К., 2015. С. 391–430.
5. Костина Н.В., Розенберг Г.С., Хасаев Г.Р., Шляхтин Г.В. Статистический анализ индекса развития человеческого потенциала (на примере Волжского бассейна). *Изв. Саратов. ун-та. Сер. Химия. Биология. Экология*. 2014. Т. 14, вып. 3. С. 54–70.
6. Зазнобина Н.И. Интегральные оценки антропогенной нагрузки на городскую среду как гетеротрофную экосистему (на примере городов Нижегородской области): автореферат дисс. ... к.б.н. Н. Новгород, 2008. 24 с.
7. Беднова О.В. Структурное разнообразие лесных экосистем как индикатор их нарушенности и основа для природоохранного планирования пространства городских ООПТ. *Лесной вестник*. 2012. № 9. С. 16–29.
8. Дідух Я.П. Основи біоіндикації. К.: Наук. думка, 2012. 343 с.
9. Дідух Я. П. Сучасні уявлення про еконішу і підходи до її оцінки. *Наукові записки НаУКМА. Біологія та екологія*. 2012. Т. 132. С. 42–48.
10. Яблоков А. В. Об элементаризации экосистемных подходов. *Принципы экологии*. 2016. № 1. С. 24–28. doi: 10.15393/j1.art.2016.5142.
11. Протасов А.А. Структура, эволюция биосферы и возможные пути ноосферогенеза. *Журнал Сибирского федерального университета. Биология*. 2016. № 3 (9). С. 256–290. doi: 10.17516/1997-1389-2016-9-3-256-290.
12. Мірошник Н.В., Тесленко І.К. Підходи до інтегрального оцінювання антропогенного навантаження на паркові лісові екосистеми. *Флористичне і ценотичне різноманіття у відновленні та збереженні рослинного світу*. К., 2018 (у друці)
13. Ворон В.П., Лавров В.В., Бондарук М.А., Стельмахова Т.Ф. Діагностика та зонування пошкодження лісів України аеротехногенним забрудненням (методичні рекомендації). *Моніторинг та підвищення стійкості антропогенно порушених лісів*: зб. рекомен. УкрНДІЛГА. Харків: Нове слово, 2011. С. 113–165.
14. Генсирук С.А., Нижник М.С., Возняк Р.Р. Рекреационное использование лесов. К.: Урожай, 1987. 245 с.

## References

1. Diduh A.P. Novij pidhid do ocinki stijkosti ta rizikiv vtrati ekosistem. *Dopovidi Nacional'noi akademii nauk Ukraini*. 2014. № 8. S.149–155.
2. Gelashvili D.B., Basurov V.A., Rozenberg G.S., Monichev A.I.A., Purtov I.I., Sidorenko V.V. Èkologicheskoe zonirovani territorii s uchetom roli sokhranivshikhsia estestvennykh èkosistem (na primere Nizhegorodskoï oblasti). *Povolzhskii èkologicheskii zhurnal*. 2003. № 2. S. 99–108.
3. Lavrov V.V. Sistemniï pidkhid iak metodologichna osnova dlia otshinki i zmshennia zagroz bioriznomanittiu (lisovi ekosistemi). Otshinka i napriamki zmshennia zagroz bioriznomanittiu Ukraini / O.V. Dudkin, A.V. Cna, M.M. Korzhnev ta in. [vidp. red. O.V. Dudkin]. K.: Ximdzhest, 2003. S. 156–273.
4. Antomonov M.I.U., Rusakova L.T., Pashins'ka S.L., Voloshchuk O.V. Informatsiina tekhnologiiâ konstruiuvannia integral'nikh otshinok v ekologichnikh ta gigienichnikh doslidzhenniakh. V kn. Aktualni pitannia zakhistu dovkillia ta zdorov'ia naselennia Ukraini (rezultati naukovikh rozrobok 2014 r.); za red. akad. NAMNU A.M. Serdiuka. K., 2015. S. 391–430.
5. Kostina N. V., Rozenberg G. S., Hasaev G. R., Shlâhtin G. V. Statističeskij analiz indeksa razvitiâ čelovečeskogo potenciala (na primere Volžskogo bassejna). *Izv. Sarat. un-ta. Nov. ser. Ser. Himiâ. Biologiâ. Èkologiâ*. 2014. T. 14, vyp. 3. S. 54–70.
6. Zaznobina N.I. Integral'nye otshenki antropogennoi nagruzki na gorodskuiu sredu kak geterotrofnuu èkosistemu (na primere gorodov nizhegorodskoï oblasti): avtoreferat diss. ... k.b.n. N.Novgorod, 2008. 24 s.
7. Bednova O.V. Strukturnoe raznoobrazie lesnykh èkosistem kak indikator ikh narushennosti i osnova dlia prirodookhrannogo planirovaniâ prostranstva gorodskikh OOPT. *Lesnoi vestnik*. 2012. №9. S. 16–29.
8. Didukh I.A.P. Osнови bioindikatsii. K.: Nauk. dumka, 2012. 343 s.
9. Diduh A. P. Sučasni uavlennâ pro ekonišu i pidhodi do ii ocinki. *Naukovi zapiski NaUKMA. Tom 132. Biologiâ ta ekologiâ*. 2012. S. 42–48.
10. Ablockov A. V. Ob èlementarizacii èkosistemnyh podhodov. *Principy ekologii*. 2016. № 1. S. 24–28. doi: 10.15393/j1.art.2016.5142.
11. Protasov A.A. Struktura, èvoluciâ biosfery i vozmožnye puti noosferogenezâ. *Žurnal Sibirskogo federalnogo universiteta. Biologia*. 2016. №3 (9). S. 256–290. doi: 10.17516/1997-1389-2016-9-3-256-290.
12. Miroshnik N.V., Teslenko I.K. Pidkhodi do integral'nogo otshinuvannia antropogennoho navantazhennia na parkovi lisovi ekosistemi. U kn. «Floristichne i tsenotichne riznomanittia u vidnovlenni ta zberezheni roslinnogo svitu». K., 2018 (u druzi)
13. Voron V.P., Lavrov V.V., Bondaruk M.A., Stelmakhova T.F. Diagnostika ta zonuвання poshkodzhennia lisiv Ukraini aerotekhnogennim zabrudnenniam (metodichni rekomendatsii). *Monitoring ta pidvishchennia stijkosti antropogenno porushenikh lisiv*: Zb. rekomend. UkrNDILGA. Xarkiv: Nove slovo, 2011. S. 113–165.
14. Gensiruk S.A., Nizhnik M.S., Vozniak R.R. Rekreatsionnoe ispolzovanie lesov. K.: Urozhai, 1987. 245 s.

**MIROSHNYK N.<sup>1</sup>, TERTYCHNA O.<sup>2</sup>, TESLENKO I.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Institute for Evolutionary Ecology of Natl. Acad. Sci. of Ukraine, Ukraine, 03143, Kyiv, Lebedeva str., 37, e-mail: miroshnik\_n\_v@mail.ru*

<sup>2</sup> *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS Ukraine, Ukraine, 03143, Kyiv, Metrological str., 12, e-mail: olyater@ukr.net*

#### **MODERN METHODOLOGICAL APPROACHES TO EVALUATION OF THE STATE OF PARK FOREST ECOSYSTEMS**

**Aim.** The aim of the research is to improve the methodological bases of the integrated the assessment of park forest ecosystems under the conditions of anthropogenic loading and to determine the direction of processes occurring in them. **Methods.** The methodology is based on the methods of systematic, comparative analysis, statistics, analytical, mathematical and subsequent mapping of actual and stock materials related to the formation and development of park ecosystems within a large city. **Results and conclusions.** At an integrated assessment of the state of park forest ecosystems, it is proposed to apply systemic, structural approaches involving the inclusion of three vectors of organization of complex systems (structural-functional, organization of levels in the live, differentiation by ecological niches). The application of criteria of parks structural organization on the basis of the modified index of structural diversity of forest ecosystem is proposed.

**Keywords:** park forest ecosystem, structural and functional components.