

УДК 581.55

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.261119.55.588

ОЦІНЮВАННЯ ВИДОВОГО РІЗНОМАНІТТЯ БІОЦЕНОЗІВ МІСТА ДНІПРО

ПОЛТОРАЦЬКА В. М.^{1*}, к. т. н., доц.,
ТИМОШЕНКО О. А.², к. т. н., доц.,
БОЙКО А. О.³, магістр,
ШАЛАМОВА А. Д.⁴, маг.

^{1*} Кафедра екології та охорони навколишнього середовища, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (050) 067-98-31, e-mail: naukapgasa@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6244-8439

² Кафедра екології та охорони навколишнього середовища, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (050) 452-43-63, e-mail: mitomdnipro1997@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3114-9820

³ Кафедра екології та охорони навколишнього середовища, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (066) 486-18-09, e-mail: alinabjko8991@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8503-3631

⁴ Кафедра екології та охорони навколишнього середовища, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (095) 520-93-84, e-mail: alinka.shalamik97@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5343-3868

Анотація. Постановка проблеми. Велике значення в корекції та нейтралізації негативного впливу антропогенних факторів на формування екологічно безпечного середовища життєдіяльності людини повинні мати заходи оздоровлення урбанізованого середовища. Враховуючи дані еколого-гігієнічного моніторингу, стан захворюваності мешканців м. Дніпро, стає зрозумілою вагома значущість зелених насаджень, які виконують санітарно-гігієнічні, декоративно-планувальні та емоційно-психологічні функції. Визначення видового різноманіття біоценозів м. Дніпро, таких як парк культури і відпочинку імені Т. Г. Шевченка, Дніпровсько-Орільський природний заповідник та парк імені Лазаря Глоби, – актуальне науково-практичне завдання в умовах сучасного урбанізованого середовища. **Мета дослідження** – визначення умов, необхідних для збільшення видового різноманіття біоценозів м. Дніпро; а також підвищення стійкості біоценозів до впливу урбанізації шляхом реконструкції рекреаційних об'єктів за рахунок проведення санітарно-оздоровчих заходів. **Методи.** З метою оцінювання різноманіття рослинності в природних екосистемах розраховували *b*-різноманітність (безрозмірні показники – коефіцієнти подібності або, так звані, індекси спільності). Для цього використовували індекси видового багатства Маргалефа, Шеннона–Вівера, Сімпсона, Макінтоша та індекси спільності Жаккара, Сьйоренсена–Чекановського. Встановлено, що збільшення різноманітності видів у міських біоценозах сприятиме підвищенню їх стійкості та продуктивності. **Висновки.** Високою спільністю видів характеризуються біоценози парків, а дещо меншою – заповідники. Під час оцінювання загальної площі біоценозів урбанізованих ділянок виявлено, що на них висаджено більше видів деревних порід, ніж у парках, площі яких перевищують площі урбанізованих біоценозів у декілька разів. З віком насаджень видове різноманіття біоценозів знижується. Така реконструкція зменшує стійкість біоценозів до впливу урбанізації та потребує проведення санітарно-оздоровчих заходів.

Ключові слова: стійкість біоценозу; видове різноманіття; індекс багатства; індекс подібності; урбанізація

ОЦЕНКА ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ БИОЦЕНОЗОВ ГОРОДА ДНИПРО

ПОЛТОРАЦКАЯ В. Н.^{1*}, к. т. н., доц.,
ТИМОШЕНКО Е. А.², к. т. н., доц.,
БОЙКО А. О.³, магістр,
ШАЛАМОВА А. Д.⁴, магістр

^{1*} Кафедра экологии и охраны окружающей среды, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (050) 067-98-31, e-mail: naukapgasa@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6244-8439

² Кафедра екології та охорони навколишнього середовища, Державне вище навчальне заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел.+38 (050) 452-43-63, e-mail: mitomdnipro1997@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3114-9820

³ Кафедра екології та охорони навколишнього середовища, Державне вище навчальне заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (066) 486-18-09, e-mail: alinabjko8991@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8503-3631

⁴ Кафедра екології та охорони навколишнього середовища, Державне вище навчальне заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (095) 520-93-84, e-mail: alinka.shalamik97@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5343-3868

Аннотация. Постановка проблемы. Большое значение в коррекции и нейтрализации негативного влияния антропогенных факторов на формирование экологически безопасной среды жизнедеятельности человека должны иметь способы оздоровления урбанизированной среды. С учетом данных эколого-гигиенического мониторинга, состояния здоровья жителей г. Днипро становится понятной значимость зеленых насаждений, выполняющих санитарно-гигиенические, декоративно-планировочные и эмоционально-психологические функции. Определение видового разнообразия биocenозов Днипра, таких как парк культуры и отдыха имени Т. Г. Шевченко, Днипровско-Орельский природный заповедник и парк имени Лазаря Глобы, является актуальной научно-практической задачей в условиях современной урбанизированной среды. **Цель исследования** – определение условий, необходимых для увеличения видового разнообразия биocenозов г. Днипро; а также повышение устойчивости биocenозов к воздействию урбанизации путем реконструкции за счет проведения санитарно-оздоровительных мероприятий. **Методы.** С целью оценки многообразия растительности в природных экосистемах рассчитывали *b*-разнообразие (безразмерные показатели – коэффициенты сходства или так называемые индексы общности). Для этого использовали индексы видового богатства Маргалефа, Шеннона–Уивера, Симпсона, Макинтоша и индексы общности Жаккара, Сьеренсена–Чекановского. Установлено, что увеличение разнообразия видов в городских биocenозах приводит к повышению их устойчивости и производительности. **Выводы.** Высокой общностью видов характеризуются биocenозы парков, а несколько меньшей – заповедники. При оценке общей площади биocenозов урбанизированных участков выявлено, что на них высажено большее количество видов древесных пород, чем в парках, площади которых превышают площади урбанизированных биocenозов в несколько раз. С возрастом насаждений видовое разнообразие биocenозов снижается. Такая реконструкция уменьшает устойчивость биocenозов к воздействию урбанизации и требует проведения санитарно-оздоровительных мероприятий.

Ключевые слова: устойчивость биocenоза; видовое разнообразие; индекс богатства; индекс сходства; урбанизация

ASSESSMENT OF SPECIES DIVERSITY OF BIOCECENOSIS IN THE CITY OF DNIPRO

POLTORATSKA V.M.^{1*}, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,
TYMOSHENKO O.A.², *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,
BOIKO A.O.³, *Master*,
SHALAMOVA A.D.⁴, *Master*

^{1*} Department of Ecology and Environmental Protection, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernyshevskoho St., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (095) 905-86-75, e-mail: naukapgasa@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6244-8439

² Department of Ecology and Environmental Protection, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernyshevskoho St., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-93-05, e-mail: mitomdnipro1997@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3114-9820

³ Department of Ecology and Environmental Protection, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernyshevskoho St., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (066) 486-18-09, e-mail: alinabjko8991@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8503-3631

⁴ Department of Ecology and Environmental Protection, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernyshevskoho St., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (095) 520-93-84, e-mail: alinka.shalamik97@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5343-3868

Abstract. Problem statement. Measures for improving the urban environment should be of great importance in the correction and neutralization of the negative impact of anthropogenic factors on the formation of an environmentally safe environment of human life. Taking into account the data of ecological-hygienic monitoring, the state of morbidity of the residents of Dnipro, it becomes clear that green spaces, which perform sanitary-hygienic, decorative-planning and emotional-psychological functions are of significant importance. Determining the species diversity of Dnipro biocenoses, such as the T.H. Shevchenko’s Park of Culture and Recreation, the Dnipro-Oril Nature Reserve and Lazar

Hloba's Park, is an urgent scientific and practical task in the modern urban environment. *The purpose of the study* is the determination of the conditions necessary to increase the species diversity of biocenoses of Dnipro; as well as increasing the sustainability of biocenoses to the effects of urbanization through reconstruction by sanitary measures. *Methods.* In order to assess the diversity of vegetation in natural ecosystems b-diversity was calculated (dimensionless indicators – similarity coefficients or the community indices). There were used the species richness indices: Margalef, Shannon-Weaver, Simpson, Mackintosh and the community indices: Jacquard and Sjorensen-Chekanovskyi. As a result of studies, it was found that an increase in species diversity in urban biocenoses leads to an increase in their stability and productivity. *Conclusions.* Biocenoses of parks are characterized by a high commonality of species, and nature reserves are somewhat smaller. When assessing the total area of biocenoses of urbanized sites, it was revealed that more species of tree species were planted on them than in parks, the areas of which exceed the area of urbanized biocenoses by several times. Such reconstruction leads to a decrease in the stability of the biocenosis to the effects of urbanization, and requires sanitary and recreational measures.

Keywords: *biocenosis stability; species diversity; wealth index; similarity index; urbanization*

Постановка проблеми

Вивчення біоценозу розпочинають з видового складу даного угруповання. Визначення видового складу – це надзвичайно складна і кропітка робота, яка вимагає спеціальних знань і великих трудових затрат. Індикатором та критерієм постійного управління рослинним фондом міста (парків, заповідників) постає видове різноманіття рослин як одна з умов стійкості біоценозу [1]. Різноманітність видового складу біоценозів створюється як абіотичними факторами, так і самими живими організмами. Чим більш специфічні умови середовища, тим бідніший видовий склад і вища чисельність окремих видів, а чим більше розмаїття, тим ширша можливість адаптації природного біоценозу до умов, що змінилися в міському середовищі, кліматі та ґрунті [3].

Видове різноманіття рослин – це число видів у конкретному міському біоценозі, тобто ступінь рівномірності (нерівномірності) розподілу [5].

У різних місцях міста та Дніпропетровської області видовий склад біоценозів постійно змінюється та відрізняється. Це залежить від того, коли саме було створено парки, заповідники, сади в м. Дніпро, які за складом та в яких районах ґрунти, які породи дерев висаджено (широколистяні або аборигенні).

Об'єкти і методи досліджень. Об'єкти досліджень – біоценози парків і заповідників м. Дніпро, закладених як озеленювачі в різних лісорослинних умовах міста.

Парк культури і відпочинку імені Т. Г. Шевченка (з 1790-х до 1925 року – Потьомкінський сад) – центр відпочинку в м. Дніпро, один із головних садово-паркових комплексів міста (поряд із парком імені Лазаря Глоби). Його площа становить 36 га.

Парк заклад у кінці XVIII століття козак Лазар Глоба. Відважний військовий і захоплений садівник, осавул Лазар Остапович Глоба, пішовши у відставку, оселився на берегах Дніпра в 1743 р. в слободі Половиця і присвятив себе садівництву. Перші дерева він посадив навколо свого житла у північно-східній частині нинішнього парку імені Т. Г. Шевченка. Це були такі деревні породи: липа дрібнолиста (*Tiliacordata* L.), тополя берлінська (*Populus berolinensis* Dippel), в'яз шорсткий (*Ulmus glabra* Huds.), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), верба ламка (*Salix fragilis* L.), дуб звичайний (*Quercus robur* L.) та чагарники: бузок Лемуана (*Philadelphus lemoinei* L.), жимолость татарська (*Lonicera tatarica* L.), бузок звичайний (*Syringa vulgaris* L.), дерен криваво-червоний (*Cornus sanguinea* L.).

Парк імені Лазаря Глоби – другий найстаріший парк м. Дніпро і практично ровесник міста. Сьогодні тут налічується 8 000 дерев і понад 2 000 кущів.

Дніпровсько-Орільський природний заповідник створений у вересні 1990 року. Площа його складає 3 766 га. Він розташований в заплаві середньої течії річки Дніпро в Дніпропетровській області, неподалік села Кіровське.

Фауна Дніпровсько-Орільського природного заповідника нараховує 184 види птахів, понад 30 видів риб, 31 вид ссавців. На території природного заповідника розташовані плавневі ліси, луки, ділянки автохтонної рослинності. В заповіднику росте понад 50 рослин рідкісних для регіону видів і 9 рослин, занесених до Червоної книги України: ковила (*Stipa ucrainica* P. Smirn.), сон-трава (*Pulsatilla grandis* Wender), тюльпан (*T. koktebelica* Junge, *T. callieri* Halácsy et Levier), липа дрібнолиста (*Tilia cordata* L.), в'яз шершавий (*Ulmus glabra* Huds.), клен Гіннала (*Acer ginnala* L.), каштан кінський звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.), тополя канадська (*Populus canadensis* Moench.), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.).

Урочище Паськове Дніпропетровської області – заповідне ботанічне урочище, отримало статус заповідника в 1975 році. Загальна площа – 56 га. Цей лісовий яружний масив, являє собою єдину в області кленово-берестову діброву природного походження, ландшафт видатного значення.

Діброва – чисті лісові насадження, що складаються з будь-якої переважної деревини (як листяної, так і хвойної), за якою вони можуть і називатися.

Більшість видів клена – це дерева 10...40 м заввишки, але серед них зустрічаються і чагарники 5...10 м заввишки з невеликими гілками, що ростуть від основи стовбура.

Виклад матеріалу. На першому етапі оцінювання біологічного різноманіття рослинності в природних екосистемах на урбанізованих територіях необхідно розрахувати *b*-різноманітність. Найпростіший спосіб оцінювання *b*-різноманітності двох біоценозів – розрахунок безрозмірних показників – коефіцієнтів подібності або так званих індексів спільності, заснованих на якісних даних (присутність / відсутність видів у списках). Оскільки число видів залежить від площі, в даному випадку автори дотримувалися принципу приблизної рівності площ дослідних об'єктів. Більшість індексів спільності враховує позитивні збіги [6].

Для визначення видового багатства біоценозів різних парків м. Дніпро використовували різні індекси видової різноманітності.

Найчастішн в біоценологічних дослідженнях використовуються індекси видового багатства: Маргалефа, Шеннона – Вівера, Сімпсона, Макінтоша та індекси спільності: Жаккара і Сьйоренсена – Чекановського.

Індекс видової різноманітності – показник, що характеризує співвідношення між кількістю видів в екосистемі та іншою характеристикою спільноти: біомасою, чисельністю, продуктивністю [5]. Наразі запропоновано понад 40 індексів, призначених для оцінювання біорізноманіття природних екосистем. Для розрахунку індексів різноманітності видів необхідні відомості про кількість примірників кожного виду. Ми здійснили суцільний облік деревної рослинності на об'єктах дослідження. Результати обліку стали основою для розрахунку наведених нижче індексів різноманітності.

А) Видове багатство біоценозу характеризують:

Індекс видового багатства Маргалефа (d) – це показник, запропонований в 1958 р., який характеризує видове багатство або щільність видів. Він виражає відношення числа видів до загальної кількості особин і розраховується за формулою [7]:

$$d = (s - 1) / \ln N, \quad (1)$$

де *s* – число видів у біоценозі; *N* – загальна кількість рослин у насадженні;

Індекс видового багатства Шеннона-Вівера (H) запропонований у 1948 р.; визначає ступінь насиченості біоценозу деревними видами [9]:

$$H = - \sum \frac{n_i}{N} \log_2 \left(\frac{n_i}{N} \right), \quad (2)$$

де *N* – загальна кількість видів в біоценозі; *n_i* – кількість особин даного виду.

Б) Видову різноманітність біоценозів характеризують:

Індекс різноманітності Сімпсона (D), запропонований біологом Е. Н. Сімпсоном у 1949 р., розраховується за формулою [10]:

$$D = 1 - \sum \left[\frac{n_i}{N} \right]^2, \quad (3)$$

де N – загальна кількість видів у біоценозі;
 n_i – кількість особин даного виду.

Індекс різноманітності Макінтоша (U) запропонований Р. Макінтошем в 1967 р. [4; 8]:

$$U = \sqrt{\sum n_i^2}, \quad (4)$$

де n_i – кількість особин даного виду.

В) Індеси спільності біоценозів ϵ :

Індекс Жаккара (K_j) – показник, що дорівнює відношенню числа видів, знайдених на двох досліджуваних ділянках біоценозу (c), до суми видів, знайдених на ділянці a , але не знайдених на ділянці b , і знайдених на ділянці b , але відсутніх на ділянці a [3]. Він розраховується за формулою:

$$K_j = c / (a + b - c), \quad (5)$$

де a – кількість видів в a співтоваристві;
 b – кількість видів у b співтоваристві;
 c – кількість загальних видів у двох спільнотах.

Індекс Сьйоренсена–Чекановського (K_s):

$$K_s = 2c / (a + b), \quad (6)$$

де a – кількість видів в a співтоваристві;
 b – кількість видів у b співтоваристві;
 c – кількість загальних видів у двох спільнотах.

Коефіцієнти Жаккара і Сьйоренсена–Чекановського дорівнюють 1 в разі повного збігу видів спільнот і дорівнюють 0, якщо вибірки рослин зовсім різні між собою і не включають загальних видів.

Результати досліджень. Установлено, що збільшення різноманітності видів у міських біоценозах зумовлює до підвищення їх стійкості та продуктивності [2]. В умовах урбанізованих територій, коли підвищена продуктивність насаджень спричинена

поширеним антропогенним впливом, а не природним розширенням асортименту рослинності в процесі сукцесійного процесу, можливе і скорочення видового багатства міської системи.

За вищенаведеними формулами розраховано індеси видового багатства, різноманітності і спільності досліджених біоценозів м. Дніпро.

Біоценоз Дніпровсько-Орільського природного заповідника більш багатий деревними видами, ніж урочище Паськове. Це пояснюється тим, що заповідник має найбільшу чисельність зелених насаджень. Крім того, обидва досліджувані об'єкти менше пошкоджені антропогенним впливом, ніж парку імені Т. Г. Шевченка та Глоби, біля яких іде інтенсивна житлова забудова території, а в самих парках багато відпочивальників.

Індекс подібності Жаккара свідчить, що 20...25 % видів у біоценозах м. Дніпро однакові. Це в основному види, які ростуть на межі свого ареалу, та аборигенні породи.

Висновки. Високою спільністю видів характеризуються біоценози парків, а дещо меншою – заповідники. Така ж закономірність характерна і для подібності видового різноманіття міських насаджень міста Дніпро. Якщо врахувати площу, зайняту біоценозом, стає зрозумілим, що на меншій території висаджено більше видів деревних порід, ніж у парках, розміри яких перевищують у декілька разів. З віком насаджень видове різноманіття біоценозів знижується, тому що фахівці садово-паркових підприємств заміняють відпалі особини аборигенними лісовими породами, які легше відшукати і які потребують менше грошових і трудових затрат. Така реконструкція спричиняє зниження стійкості біоценозу до впливу урбанізації та вимагає проведення санітарно-оздоровчих заходів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кучерявий В. П. Екологія : підруч. / В. П. Кучерявий. – Львів : Світ, 2010. – 500 с.
2. Ковязин В. Ф. Мониторинг почвенно-растительных ресурсов в экосистемах : монография / Под ред. В. Ф. Ковязина. – Санкт-Петербург : изд-во Политехнического университета, 2011. – 344 с.
3. Кучерявий В. А. Урбоэкология с основами фитомелиорации : монография / В. А. Кучерявий // Урбоэкология. Часть 1. – Москва : НПО «Информация», 2012. – 375 с.

4. Сукачов В. Н. Біогеоценоз як вираження взаємодії живої та неживої природи на поверхні Землі : співвідношення понять «біогеоценоз», «екосистема», «географічний ландшафт» і «фація» / Основи лісової біогеоценології // Під ред. В. Н. Сукачова, Н. В. Диліса. – Москва : Наука, 1964. – С. 5–49.
5. Білявський Г. О. Про класифікацію основних напрямів сучасної екології / Г. О. Білявський, В. М. Бровдій // Рідна природа. – 2005. – № 2. – 300 с.
6. Вергун О. О. Оцінка вартості «зеленого» благоустрою території НВК № 131 м. Дніпропетровськ / О. О. Вергун, О. А. Тимошенко // Будівництво, матеріалознавство, машинобудування. – Вип. 85. – 2015. – С. 12–17.
7. Margalef R. Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton / R. Margalef // Perspectives in Marine Biology. – Berkeley : University of California Press, 1958. – Pp. 323–347.
8. Macintosh R. P. Matrix and plexus techniques / R. P. Macintosh // Handbook of Vegetation Science. – P. 5. – 1973. – Pp. 157–221.
9. The Mathematical Theory of Communication / [C. B. Shannon, W. Weaver]. – Urbana (Illinois) : University of Illinois Press, 1963. – 345 p.
10. Simpson E. H. Measurement of diversity / E. H. Simpson // Nature. – London, 1949. – Vol. 163, no. 4148. – 668 p.

REFERENCES

1. Kucheravyi V.P. *Ekologiya* [Ecology]. Lviv : Svit, 2010, 500 p. (in Ukrainian).
2. Kovyazin V.F. *Monitoring pochvenno-rastitel'nyh resursov v `ekosistemah* [Monitoring of soil and plant resources in ecosystems]. Edited by V.F. Kovyazina, Saint-Petersburg : Publishing House of Polytechnic University, 2011, 344 p. (in Russian).
3. Kucheryavyi V.A. *Urbo`ekologiya s osnovami fitomelioracii* [Urboecology with phytomelioration basics]. Urboecology. P. 1. Moscow : SIS "Information", 2012, 375 p. (in Russian).
4. Sukachov V.N. *Biogeocenz yak virazhennya vzaemodii zhivoi ta nezivoi prirodi na poverhni Zemli : spivvidnoshennya ponyat' «biogeocenz», «ekosistema», «geografichnij landshaft» i «faciya»* [Biogeocenosis as an expression of the interaction of living and inanimate nature on the Earth's surface: the relation between the concepts of "biogeocenosis", "ecosystem", "geographical landscape" and "facies"]. *Osnovi lisovoi biogeocenzologii* [Fundamentals of forest biogeocenology]. Edited by Sukachov V.N. and Dylis N.V. Moscow : Science, 1964, pp. 5–49. (in Ukrainian).
5. Bilyavskiy G.O. and Brovdiy V.M. *Pro klasifikaciyu osnovnih napryamiv suchasnoi ekologii* [About the classifications of the main areas of modern ecology]. *Ridna priroda* [Native nature]. 2005, no. 2, 300 p. (in Ukrainian).
6. Verhun O.O. and Tymoshenko O.A. *Ocinka vartosti «zelenogo» blagoustroyu teritorii NVK № 131 m. Dnipropetrovs'k* [Estimation of the cost of green improvement of the territory of DEC No. 131 Dnipropetrovsk]. *Budivnictvo, materialoznavstvo, mashinobudivannya* [Construction, Materials Science, Mechanical Engineering]. Dnipropetrovsk : SHEE PSACEA, iss. 85, 2015, pp. 12–17.
7. Margalef R. Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton. *Perspectives in Marine Biology*. Berkeley : University of California Press, 1958, pp. 323–347.
8. Macintosh R.P. Matrix and plexus techniques. *Handbook of Vegetation Science*. P. 5. The Hague, 1973, pp. 157–221.
9. Shannon C.B. and Weaver W. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana (Illinois) : University of Illinois Press, 1963, 345 p.
10. Simpson E.H. Measurement of diversity. *Nature*, London, 1949, vol. 163, no. 4148, 668 p.

Надійшла до редакції 12.10.2019.