

**ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ  
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ  
FUNDAMENTAL AND APPLIED PROBLEMS OF ECOLOGY**

---

УДК 504 : 57.08

© С. В. Беспалова, О. С. Горецький, О. З. Злотін, В. О. Максимович, Н. М. Лялюк,  
А. Д. Штірц, А. І. Сафонов, О. В. Федотов, М. В. Говта, К. М. Маслодудова,  
Т. Ю. Маркіна, Ю. Б. Сулейманова

**КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО НОРМУВАННЯ В СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНОГО  
БІОМОНІТОРИНГУ**

*Донецький національний університет; 83050, м. Донецьк, вул. Щорса, 46  
e-mail: eco99@i.ua*

*Беспалова С. В., Горецький О. С., Злотін О. З., Максимович В. О., Лялюк Н. М., Штірц А. Д.,  
Сафонов А. І., Федотов О. В., Говта М. В., Маслодудова К. М., Маркіна Т. Ю., Сулейманова Ю. Б.*  
**Концептуальні підходи до нормування в системі екологічного біомоніторингу.** – Узагальнено експериментальні данні з біоіндикаційної тематики в концептуальному поєднанні блоків технічних умов біодіагностики та біотестування в промисловому регіоні для подальшої процедури стандартизації регіонально апробованих методів нормування якості природного середовища.

*Ключові слова:* нормовані параметри, біоіндикація, екологічний моніторинг.

*Беспалова С. В., Горецкий О. С., Злотин А. З., Максимович В. А., Лялюк Н. М., Штирц А. Д.,  
Сафонов А. И., Федотов О. В., Говта Н. В., Маслодудова Е. Н., Маркина Т. Ю., Сулейманова Ю. Б.*  
**Концептуальные подходы к нормированию в системе экологического биомониторинга.** – Обобщены экспериментальные данные по биоиндикационной тематике в концептуальном объединении блоков технических условий биодиагностики и биотестирования в промышленном регионе для дальнейшей процедуры стандартизации регионально апробированных методов нормирования качества природной среды.

*Ключевые слова:* нормированные параметры, биоиндикация, экологический мониторинг.

### **Вступ**

Система екологічного моніторингу за біологічною складовою на державному рівні набуває розвитку та має низку переваг у порівнянні із застосуванням тільки інструментальних методів оцінки середовища.

У попередніх публікаціях нами визначено аспекти діяльності в напрямку можливих підходів до нормування якості природних середовищ за допомогою біоіндикаторів різних систематичних приналежностей та їх асоціативних зв'язків [1–4].

Мета роботи – узагальнення експериментальних даних і розробка нормування якості довкілля з використанням методів біоіндикації та біотестування на основі складових різних блоків технічних умов (ТУ) як документів, що містять процедури, за допомогою яких можна встановити, чи дотримано вимоги до існуючих нормованих параметрів якості довкілля.

Оскільки технічні умови розробляють ініціативно або за завданням, у разі відсутності національних стандартів на продукцію, що розробляється, або необхідно конкретизувати, чи доповнити вимоги чинних стандартів на дану продукцію, нами було підготовлено відповідні документи для вдосконалення системи біомоніторингу на національному рівні та реалізації сучасних екологічних програм.

### **Матеріали та методи дослідження**

Визначення параметрів біоіндикаторів, які були відібрані на попередніх етапах досліджень [2–4], здійснювали відповідно до вимог чинних нормативних документів щодо якості довкілля.

Для визначення токсичності стічних, поверхневих і підземних вод, донних відкладень, бурових розчинів, водних розчинів окремих речовин та їх сумішей рекомендується застосовувати «Методику біотестування за пригніченням росту одноклітинних прісноводних водоростей».

Для визначення присутності полютантів у листях деревних рослин, воді, ґрунті та загального стану техногенного забруднення навколишнього природного середовища рекомендується застосовувати «Методику біотестування за зміною стану прооксидантно-антиоксидантної системи базидіоміцетів».

Для визначення антропогенної трансформації екотопів рекомендується застосовувати «Методику біоіндикації за морфологічною мінливістю квіткових рослин».

Для визначення якості ґрунту рекомендується застосовувати «Методику біоіндикації за величиною синекологічних показників угруповань панцирних кліщів (Acari, Oribatida)».

Для визначення присутності токсикантів у листі шовковиці, воді, ґрунті та загального стану техногенного забруднення навколишнього природного середовища рекомендується застосовувати «Методику біотестування за загибеллю гусениць шовковичного шовкопряда (*Bombyx mori* L.)».

Для визначення якості навколишнього природного середовища рекомендується застосовувати «Методику біоіндикації за зниженням величин показників психофізіологічного стану людини».

Сукупність таких підходів було об'єднано у керівництво, яке встановлює процедури проведення методик біотестування й біоіндикації з використанням тест-об'єктів та індикаторів: водоростей, грибів, квіткових рослин, комах, панцирних кліщів і людини. Методики біотестування та біоіндикації використовуються для визначення стану техногенного забруднення природних середовищ. Визначення забруднення того чи іншого субстрату (об'єкту) проводять з врахуванням поставленого завдання в галузі охорони навколишнього природного середовища.

### **Методики біотестування**

#### ***Методики біотестування присутності токсикантів у природних середовищах за загибеллю гусениць шовковичного шовкопряда (*Bombyx mori*).***

Методики визначення присутності токсикантів у листках шовковиці (*Morus alba* L.), воді, ґрунті, а також загального стану техногенного забруднення за загибеллю гусениць шовковичного шовкопряда застосовуються поряд з фізико-хімічними методами визначення присутності токсикантів у середовищах.

Для проведення біотестування присутності токсикантів у природних середовищах вперше запропоновано використання як тест-об'єкту гусениць шовковичного шовкопряда після їх відродження з яєць (грени), так званих гусениць-«мурашів», найбільш чутливих до дії токсикантів. Розроблені методики дають змогу визначати присутність найбільш небезпечних токсикантів – інсектицидів і солей важких металів.

#### ***Методика біотестування присутності інсектициду в листі шовковиці за загибеллю гусениць шовковичного шовкопряда (*B. mori*).***

Методика відноситься до методів контролю за станом навколишнього природного середовища, безпосередньо до способів визначення присутності інсектицидів у листі шовковиці.

Методика може бути використана при екологічній оцінці забруднення навколишнього природного середовища інсектицидами або їх дериватами (продуктами, що виникають у живих організмах внаслідок взаємодії інсектицидів з ферментами організму) у разі, якщо ті мають інсектицидні властивості, а також для попередження отруєнь на вигодівлях шовковичного шовкопряда в разі потрапляння інсектицидів на листя шовковиці при обробці сільськогосподарських культур проти шкідливих комах, у результаті зносу інсектицидів вітром.

Методика заснована на встановленні різниці між кількістю гусениць шовковичного шовкопряда, які загинули в зразку, що аналізується (з можливим потраплянням інсектициду) та контрольному (чистому зразку).

Критерієм гострої летальної токсичності є загибель 50% і більше гусениць у зразку з інсектицидами в порівнянні з контрольним зразком впродовж 96 годин біотестування.

**Методика біотестування присутності солей важких металів у воді за загибеллю гусениць шовковичного шовкопряда (*B. mori*).**

Методика відноситься до методів контролю за станом навколишнього природного середовища, безпосередньо до способів оцінки забруднення води методами біотестування.

Методика може бути використана для визначення забруднення водних джерел солями важких металів (СВМ) і визначає процедуру встановлення гострої летальної токсичності вод.

Методика заснована на встановленні різниці між кількістю загинувших гусениць шовковичного шовкопряда в пробах води, що аналізуються, і контрольних. В якості сорбенту (поглинач) солей важких металів використовують облиствені пагони шовковиці білої (*M. alba*), які ставлять у проби води, що містять (можуть містити СВМ) і витримують протягом 3 діб (контроль ставлять у чисту воду). Гусениць годують три доби листям (по 1 разу на день), а далі переносять у холодильник і спостерігають за їх загибеллю впродовж 6 діб.

Ознакою гострої летальної токсичності є загибель 50% і більше гусениць шовковичного шовкопряда в варіантах, що аналізуються, у порівнянні з контролем.

**Методика біотестування присутності солей важких металів у ґрунті за загибеллю гусениць шовковичного шовкопряда (*B. mori*).**

Методика відноситься до методів контролю за станом навколишнього природного середовища, безпосередньо до способів оцінки забруднення ґрунтів методами біотестування.

Методика може бути використана для визначення забруднення ґрунтів солями важких металів, а також визначає процедуру встановлення гострої токсичності ґрунтів.

Методика заснована на встановленні різниці між кількістю загинувших гусениць шовковичного шовкопряда в пробах ґрунту, які аналізуються, і контролі (фоновий вміст СВМ у ґрунті). В якості сорбенту (поглинач) СВМ використовують однорічні сіянці шовковиці білої (*M. alba*), які зберігають у холодильній камері, далі висаджують за 2 тижні до початку біотестування в зразки ґрунту, які підлягають біотестуванню.

Після появи на сіянцях трьох листків, ними годують гусениць до загибелі більше 50% гусениць для визначення гострої токсичності ( $ЛК_{50}$ ) у порівнянні з контролем.

**Методика біотестування техногенного забруднення навколишнього природного середовища за ознаками життєдіяльності популяції шовковичного шовкопряда (*B. mori*).**

Методика відноситься до методів контролю за станом навколишнього природного середовища. Вона може бути використана для визначення сумарного техногенного забруднення біотопу.

Методика заснована на встановленні відмінностей у якісних і кількісних показниках популяції шовковичного шовкопряда при культивуванні в різних за рівнем техногенного забруднення біотопах. Накопичувач і передавач забруднення – кормова рослина шовковичного шовкопряда – шовковиця біла (*M. alba*).

Критерієм хронічної токсичності є статистично вірогідна різниця популяційних ознак між біоматеріалом (гусениці шовковичного шовкопряда), вигодованим листям з територій з техногенним забрудненням, і відносно екологічно чистих територій (контроль) впродовж повного життєвого циклу шовковичного шовкопряда (одна генерація).

**Методика біотестування токсичності вод, донних відкладень, бурових розчинів, водних розчинів окремих речовин та їх сумішей за пригніченням росту одноклітинних прісноводних водоростей.**

Методика відноситься до досліджень у галузі охорони навколишнього природного середовища, безпосередньо до методів контролю ступеня антропогенної трансформації екосистем. Вона встановлює процедуру визначення гострої і хронічної токсичності стічних,

поверхневих і підземних вод, донних відкладень (водних витяжок), бурових розчинів, водних розчинів окремих речовин та їх сумішей.

Методика може бути використана для визначення якості довкілля (води) для різних форм антропогенного навантаження на екосистеми (техногенне забруднення, сільськогосподарське та рекреаційне навантаження, хімічний вплив тощо).

Позитивний ефект методики біотестування проявляється в тому, що вона дозволяє давати оцінку якості води при мінімальних коштовних витратах під час збору матеріалу, його обробки в лабораторних умовах, а також у доступності проведення дослідження протягом усього року.

Методика заснована на встановленні відмінності між інтенсивністю росту водоростей фітопланктону в аналізованій пробі (досвід) і культуральному середовищі (контроль).

Критерієм токсичної дії є зниження на 50% і більше чисельності клітин водоростей у досвіді в порівнянні з контролем за 72 години біотестування (умовно «гостра токсичність») і 7 діб (умовно «хронічна токсичність»).

***Методика біотестування присутності політантів у природних середовищах за зміною стану прооксидантно-антиоксидантної системи базидіоміцетів.***

Методика застосовується в тестуванні та оцінці екологічного стану довкілля за показниками прооксидантно-антиоксидантної системи культур базидіоміцетів і може бути використана в екологічних і мікологічних дослідженнях, у системі біомоніторингу стану довкілля, для оцінки наслідків впливу несприятливих екологічних факторів на біоту та зміни стану рослинного покриву, при проведенні екологічної експертизи, у лісовому господарстві для проведення заходів, спрямованих на підвищення продуктивності й стійкості лісових екосистем, а також при промисловому культивуванні базидіоміцетів – продуцентів біологічно активних речовин.

Методика заснована на встановленні відмінностей у кількісних показниках прооксидантно-антиоксидантної активності культур базидіоміцетів і містить штучне культивування мікологічних тест-об'єктів в оптимальних умовах і при дії стресорів, а також визначення вмісту в культурах грибів продуктів перекисного окислення ліпідів. В якості досліджуваних факторів культивування (стресорів) використовується рослинний субстрат з різних за екологічними умовами місць зростання чи проби води з різних точок відбору та додатково включає визначення індукованої інтенсивності процесів перекисного окислення ліпідів і загальної антиоксидантної активності з подальшим розрахунком коефіцієнтів стану прооксидантно-антиоксидантної системи тест-культур ксилотрофів і порівнянням результатів для субстрату (чи проби води) з еталонних і техногенно трансформованих територій.

Критерієм наявності політантів є статистично вірогідна різниця коефіцієнтів стану прооксидантно-антиоксидантної системи тест-культур ксилотрофів на субстратах (чи пробах води) з різних локацій.

### **Методики біоіндикації**

***Методика біоіндикації антропогенної трансформації екотопів за морфологічною мінливістю квіткових рослин.***

Методика відноситься до фітоіндикації, фітоєкології, промислової ботаніки та може бути використана для діагностики стану навколишнього середовища, оцінки рівня антропогенної трансформації екотопів, визначення стану рослин в умовах техногенних екотопів за використанням індикаторних показників.

Фітоіндикаційна модель включає вибір широко розповсюджених видів-фітоіндикаторів, збір рослинного матеріалу для вивчення, вимірювання морфологічних індикаційних ознак досліджуваного об'єкта, порівняльний статистичний аналіз отриманих даних, розрахунок показника та визначення на його основі ступеня забруднення навколишнього природного середовища. Основним є визначення мінливості вивчених

індикаторних параметрів досліджуваних рослин та оцінювання ступеня техногенної трансформації середовища.

Індикатор *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic. характеризується широкою екологічною пластичністю, стійкий індикатор у відношенні до багатьох антропогенних факторів техногенного середовища; вид занесений до списку адвентивних рослин України з високою інвазійною активністю.

Індикаційні параметри *C. bursa-pastoris* визначають за блоками експериментальної частини: А – кількість розеткових листків; В – вид розеткових листків (*heteris, rhomboidea, tenuis, simplex*); С – діаметр прикореневої розетки (см); D – поліморфізм рослин; Е – кількість плодів на 10 см вісі рослини; F – кут відхилення плодоніжки (°); G – довжина плодоніжки (мм); H – максимальна довжина плодоніжки (мм); I – варіабельність форми плоду; J – тератологічність форми плоду; R – висота рослини (см); S – довжина суцвіття (см); T – довжина квітучої частини суцвіття (см).

Методика заснована на оцінюванні антропогенної трансформації екотопів з використанням індикаторних ознак *C. bursa-pastoris*, яка включає збір рослинного матеріалу, вимірювання морфологічних індикаційних ознак досліджуваного об'єкта, первинну статистичну обробку отриманих даних та оцінювання стану досліджуваних локальних екотопів за допомогою індикаційно-діагностичних блоків.

**Методика біоіндикації якості ґрунту за величиною синекологічних показників угруповань панцирних кліщів (*Acari, Oribatida*).**

Методика відноситься до методів контролю за станом навколишнього природного середовища, безпосередньо до способів визначення забруднення ґрунту методами біоіндикації.

Методика може бути використана для визначення якості ґрунту при різних формах антропогенного навантаження на екосистеми (техногенне забруднення, сільськогосподарське та рекреаційне навантаження, хімічний вплив тощо).

Позитивний ефект методики проявляється в тому, що вона дозволяє давати оцінку якості ґрунту при мінімальних коштовних витратах під час збору матеріалу, його обробки в лабораторних умовах, а також у доступності проведення дослідження протягом усього року.

Методика заснована на визначенні величин синекологічних показників угруповань панцирних кліщів у пробах ґрунту, а саме, середньої щільності їх населення, видового багатства, структури домінування, співвідношення життєвих форм та індексу екологічного різноманіття Шеннона, кожний з яких оцінюється за п'ятибальною шкалою.

Якість ґрунту оцінюють за інтегральною характеристикою угруповань панцирних кліщів, яка є загальною сумою балів окремих синекологічних показників.

**Методика біоіндикації якості навколишнього природного середовища за величиною показників психофізіологічного стану людини.**

Методика відноситься до методів контролю за станом навколишнього природного середовища та може бути використана для визначення техногенного забруднення територій.

Позитивний ефект запропонованої методики проявляється в тому, що вона дозволяє оцінити якість навколишнього природного середовища при мінімальних коштовних витратах під час збору матеріалу, його обробки в лабораторних умовах, а також у доступності проведення дослідження протягом усього року.

Методика заснована на встановленні взаємозв'язку між станом навколишнього природного середовища та зміною показників психофізіологічного стану людини.

Методика може бути використана при екологічній оцінці забруднення навколишнього природного середовища, а також для попередження гострого одноразового отруєння в умовах оточуючого середовища.

Контроль проводять у обсязі 10% від загального обсягу вимірів. Він здійснюється за результатами оцінки психофізіологічних станів людини в сприятливих і несприятливих екологічних умовах.

**Шляхи впровадження методів біотестування та біоіндикації у процес стандартизації.**

З огляду на систему екологічного нормування та з метою подальшого формування пропозицій щодо включення запропонованих методик у систему державної стандартизації якості довкілля, пропонується залучати методи біотестування та біоіндикації в блоки екосистемного нормування, виробничо-ресурсного (за умов безпеки виробництва, раціонального використання та охорони природних ресурсів) і санітарно-гігієнічного нормування. Оскільки умови впровадження нормованих показників у практику є єдиними для різних блоків, пропонуються наступні шляхи впровадження в процес стандартизації (табл. 1).

Таблиця 1

**Шляхи впровадження методів біотестування та біоіндикації за відповідними механізмами та критеріями**

№	Назва методики	Механізми та критерії нормування якості довкілля
1	Методика біотестування присутності інсектициду в листі шовковиці за загибеллю гусениць шовковичного шовкопряда	лімітування, сертифікація, стандартизація, екологізація, складання лабораторного паспорту, біотестування
2	Методики біотестування присутності солей важких металів у воді та ґрунті за загибеллю гусениць шовковичного шовкопряда	
3	Методика біотестування техногенного забруднення навколишнього природного середовища за ознаками життєдіяльності популяції шовковичного шовкопряда	
4	Методика біотестування токсичності вод, донних відкладень, бурових розчинів, водних розчинів окремих речовин та їх сумішей за пригніченням росту одноклітинних прісноводних водоростей	лімітування, ліцензування, сертифікація, паспортизація, стандартизація, допустиме навантаження, квантифікація компонентів природного середовища, біотестування
5	Методика біотестування присутності політантів у природних середовищах за зміною стану прооксидантно-антиоксидантної системи базидіоміцетів	
6	Методика біоіндикації антропогенної трансформації екотопів за морфологічною мінливістю квіткових рослин	лімітування, сертифікація, стандартизація, паспортизація, допустиме навантаження, квантифікація компонентів природного середовища, біоіндикація
7	Методика біоіндикації якості ґрунту за величиною синекологічних показників угруповань панцирних кліщів	
8	Методика біоіндикації якості навколишнього природного середовища за величиною показників психофізіологічного стану людини	ліцензування, стандартизація, норми ризику, екологізація умов виробничої діяльності

Лімітування у зазначених блоках базується на принципах порогової дії та прийнятного ризику.

**Висновки**

Методологічний комплекс формує концептуальні підходи різнобічного проведення моніторингових програм, що за принципами поділяються на біотестування та біоіндикацію в нормуванні. Усі зазначені методики можуть бути запроваджені шляхом стандартизації на державному рівні. Складені ТУ є передумовою розробки державного нормативного документу з використанням зазначених методів у сучасних екологічних програмах, що реалізуються за принципами інформування населення про якість довкілля.

### Список літератури

1. Розробка технології комплексної біоіндикаційної оцінки довкілля техногенного регіону / [С. В. Беспалова, О. С. Горецький, О. З. Глухов та ін.] // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2009. – № 1 (9). – С. 12–23.
2. Визначення порогів чутливості біоіндикаторів на дію екологічно несприятливих факторів середовища / [С. В. Беспалова, О. С. Горецький, О. З. Глухов та ін.] // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2010. – № 1 (10). – С. 9–25.
3. Критерії оцінки екологічного стану середовища за порогоми чутливості біоіндикаторів / [С. В. Беспалова, О. С. Горецький, О. З. Глухов та ін.] // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2011. – № 1 (11). – С. 25–43.
4. Визначення нормованих параметрів біоіндикаторів для екологічного моніторингу / [С. В. Беспалова, О. С. Горецький, О. З. Злотін та ін.] // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2012. – № 1 (12). – С. 41–56.

Надійшла до редакції 21.11.2013

Прийнята до друку 18.12.2013

**Bespalova S. V., Goretsky O. S., Zlotin A. Z., Maksimovich V. A., Ljaljuk N. M., Shtirts A. D., Safonov A. I., Fedotov O. V., Govta N. V., Maslodudova E. N., Markina T. Yu., Suleimanova Yu. B.**  
**CONCEPTUAL APPROACHES TO STANDARDIZATION IN SYSTEM OF ENVIRONMENTAL BIOMONITORING**

*Donetsk National University; Schorsa Str., 46, Donetsk, 83050, Ukraine; e-mail:eco99@i.ua*

Experimental data on bioindicational topics in conceptual combination of blocks of biodiagnostics and biotesting in an industrial region technical conditions have been summarized for further procedure of standardization of regionally approved environment quality standardization methods.

Determinations of bioindicators parameters, choused in previous stages of research [2–4], were done according to the environment quality requirements of appropriate standard documents.

It is proposed to apply methods of biotesting and bioindication into the ecosystem, production and resource, and sanitary-hygienical normalization blocks regarding to the system of ecology normalization and with aim of further including of proposed methods in governmental system of environment quality standartisation. As far as conditions of normalized indexes implementation into practice are unified for different blocks, following ways of their implementation into standardization processes are proposed.

Biotesting methods: the presence of insecticide in mulberry leaves by silkworm caterpillars death, the presence of heavy metals in water and soil by silkworm caterpillars death, technogenic pollution of the environment by indexes of silkworm population life – mechanisms and criteria for normalization of environmental quality: limitation, certification, standardization, environmentalization, preparation of laboratory passport, and bioassay.

Biotesting methods: toxicity of water, bottom sediment, drilling fluids, aqueous solutions of certain substances and their mixtures by inhibition of unicellular freshwater algae growth; the presence of pollutants in the environment by changing the state of basidiomycetes prooxidant-antioxidant system – mechanisms and criteria for normalization of environmental quality: limitation, licensing, certification, passportization, standardization, permissible capacity, the quantification of the components of the environment, biological testing.

Bioindication methods: anthropogenic transformation of ecotypes by morphological variability of flowering plants; soil quality by synecologic indicators of oribatid mites communities – mechanisms and criteria for normalization of environmental quality: limitation, certification, standardization, certification, permissible capacity, the quantification of the environment components, bioindication.

Bioindication methods of environment quality by indexes values of human psychophysiological state – mechanisms and criteria for normalization of environmental quality: licensing, standardization, standards of risk, environmentalization of industrial activity conditions.

Methodological complex forms comprehensive conceptual approaches of monitoring programs that principally divided into biotesting and bioindication in normalization. All mentioned methods can be introduced by standartization on governmental level. Created specifications are the prerequisites for the development of state regulatory documents using these methods in modern environmental programs implemented by the principles of informing public about environment quality.

*Key words:* normalized parameters, bioindication, ecological monitoring.

### References

Bespalova, S.V., Goretsky, O.S., Glukhov, A.Z., Maksimovich, V.A., Zlotin, A.Z., Govta, N.V., Markina, T.Y., Ljaljuk, N.M., Maslodudova, E.N., Safonov, A.I., Mashtaler, A.V., & Fedotov, O.V. (2009). Creation of complex

bioindication technology of assessment of technogenic region environment. Problems of ecology and nature protection of technogenic region, 1(9), 12-23.

Bespalova, S.V., Goretsky, O.S., Glukhov, A.Z., Maksimovich, V.A., Zlotin, A.Z., Govta, N.V., Markina, T.Y., Ljaljuk, N.M., Maslodudova, E.N., Safonov, A.I., Mashtaler, A.V., Fedotov, O.V., & Shtirts, A.D. (2010). Determination of bioindicators sensitivity thresholds for ecologically unfavourable environmental factors. Problems of ecology and nature protection of technogenic region, 1(10), 9-25.

Bespalova, S.V., Goretsky, O.S., Glukhov, A.Z., Zlotin, A.Z., Maksimovich, V.A., Govta, N.V., Ljaljuk, N.M., Markina, T.Y., Maslodudova, E.N., Mashtaler, A.V., Safonov, A.I., Fedotov, O.V., & Shtirts, A.D. (2011). The criteria of assessment of ecological state of environment on thresholds of sensitivity of bioindicators. Problems of ecology and nature protection of technogenic region, 1(11), 25-43.

Bespalova, S.V., Goretsky, O.S., Zlotin, A.Z., Maksimovich, V.A., Govta, N.V., Ljaljuk, N.M., Markina, T.Y., Maslodudova, E.N., Mashtaler, A.V., Safonov, A.I., Fedotov, O.V., & Shtirts, A.D. (2012). Definition of normative parameters of bioindicators for ecological monitoring. Problems of ecology and nature protection of technogenic region, 1(12), 41-56.

Received: 21.11.2013

Accepted: 18.12.2013