

Согласно (3) фоновое значение риска представляет собой сумму функций нормально распределенных шумов, что позволяет осуществлять моделирование рисков с использованием нормально распределенных генераторов случайных чисел.

Таким образом, использование предложенной количественной модели оценки риска воздействия при загрязнении атмосферного воздуха вредными веществами дает реальную возможность установления закономерностей формирования фоновых рисков для промышленных городов Украины.

Построение имитационных моделей территориальных рисков позволяет нормировать региональные риски и провести ранжирование промышленных городов по уровням воздействия.

Литература

1. Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин, С.Л. Авалиани, К.А. Буштуева. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.
2. А.Б. Качинський. Безпека, загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи. К. 2004. – 472 с.
3. Маршалл В. Основные опасности химических производств. - М.: Мир, 1989. - 671с.
4. Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування об'єктів підвищеної небезпеки. К.: Основа, 2003. – 191 с.
5. Временные методические указания по обоснованию предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. М. 1989. -111 с.
6. Инженерная экология: Учебник/ В.Т. Медведев. - М.: Гардарики, 2002. - 687 с.
7. А.В. Киселев, К.Б. Фридман. Оценка риска здоровью. СПб.: Международный институт оценки риска здоровью. 1997. – 58 с.
8. С.М. Новиков. Химическое загрязнение окружающей среды: основы оценки риска для здоровья населения. М., 2002. – 24 с.

Рекомендована к публикации д.т.н. Зберовским А.В.

Поступила в редакцию 03.06.05

УДК 577.4:581.17

© А.І. Горова, І.Г. Миронова, А.В. Павличенко, В.Ю. Грунтова

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РЕКРЕАЦІЙНИХ ЗОН МІСТА ДНІПРОПЕТРОВСЬКА З ВИКОРИСТАННЯМ ЦИТОГЕНЕТИЧНИХ МЕТОДІВ БІОІНДИКАЦІЇ

Проведена оценка экологического состояния рекреационных зон города Днепропетровска цитогенетическими методами биоиндикации. Результаты показали, что в целом экологическая ситуация в рекреационных зонах города по общему токсико-мутагенному фону характеризуется как „неудовлетворительная”.

Проведена оцінка екологічного стану рекреаційних зон міста Дніпропетровська цитогенетичними методами біоіндикації. Результати показали, що в цілому екологічна ситуація в рекреаційних зонах міста за загальним токсико-мутагенним фоном характеризується як „незадовільна”.

The estimation of ecological state of Dnipropetrovsk recreation zones is conducted by means of cytogenetic bioindication methods. The results of investigation show that as a whole ecological state of the city recreation zones by general toxic and mutagenic background is "unsatisfactory".

Починаючи з 50 років ХХ століття спостерігається інтенсифікація темпів урбанізації, що проявляється в стрімкому рості міст, концентрації населення у гігантських міських агломераціях та інше. На теперешній час кожний другий українець проживає у великих містах [1].

Сучасне місто – це сконструйована людиною штучна екосистема, в якій вона намагається створити найбільш сприятливі умови для життя, максимально наближені до природних на підставі використання зелених насаджень.

Місто Дніпропетровськ є великим промисловим центром України, який включає практично всі енерго- та ресурсомісткі галузі промисловості. На його території розташовані сотні промислових і автотранспортних підприємств, які викидають значну кількість забруднюючих речовин, скидають стічні води безпосередньо в водойми, водостоки, міську каналізацію та розміщують відходи, які містять в собі сполучення важких металів, у тому числі радіоактивних, нафтопродуктів та ін.

В таких умовах дуже важливою є екологічна безпека у місті, яку частково можливо здійснити за допомогою зелених насаджень.

Загальна площа зелених насаджень у місті Дніпропетровську дорівнює 15409 га, що складає 38,8% від всієї території міста [2]. Провідна роль приділяється міським паркам, екологічне значення яких для людини та біоти важко переоцінити. Вони виконують важливі різноманітні функції, а саме: рекреаційну, естетичну, медико-біологічну, санітарно-гігієнічну, трофічну, соціальну та інші [3].

На території міста Дніпропетровська розташовано приблизно 20 парків та скверів, які займають 20% від загальної площі міста. Слід відмітити, що екологічний стан більшої частини парків не відповідає необхідним санітарно-гігієнічним вимогам. Їх території забруднені побутовим сміттям, що в свою чергу призводить до зміни властивостей ґрунту, забрудненню атмосферного повітря та негативно впливає на ріст і розвиток зелених насаджень [3]. В зв'язку з цим важливо, щоб екологічні умови в парках міста були сприятливими для оздоровлення та відпочинку людини, бо забруднення їх техногенними чинниками призводить не тільки до погіршення стану, але й повної втрати перерахованих вище функцій.

Метою нашої роботи, виконаної у рамках проекту "Молодь Дніпропетровська – рідному місту", було проведення моніторингу стану атмосферного повітря та ґрунтів основних рекреаційних зон міста Дніпропетровська за допомогою високочутливих цитогенетичних методів біоіндикації.

Дослідження проводилися в 2004 році на території міста Дніпропетровська в рекреаційних зонах (рис. 1), а саме: 1 - парк ім. В.І. Леніна (парк-пам'ятник садово-паркового мистецтва, 35 га); 2 - парк ім. М.І. Калініна (3,5 га); 3 - парк ім. Л. Глоби (парк-пам'ятник садово-паркового мистецтва міського значення, 40 га); 4 - сквер ім. В.І. Леніна (6,2 га); 5 і 6 - парк ім. Т.Г. Шевченко та Монастирський острів (парк-пам'ятник садово-паркового мистецтва загальнодержав-

ного значення, 45 га); 7 - Жовтнева площа (9 га); 8 - Севастопольський парк (парк-пам'ятник садово-паркового мистецтва міського значення, 12 га); 9 - Ботанічний сад ДНУ (бот. сад загальнодержавного значення, 40 га); 10 – парк ім. Володі Дубиніна; 11 – парк ім. Богдана Хмельницького; 12 – парк ім. Л.В. Пісаржевського (19,5 га) [4].

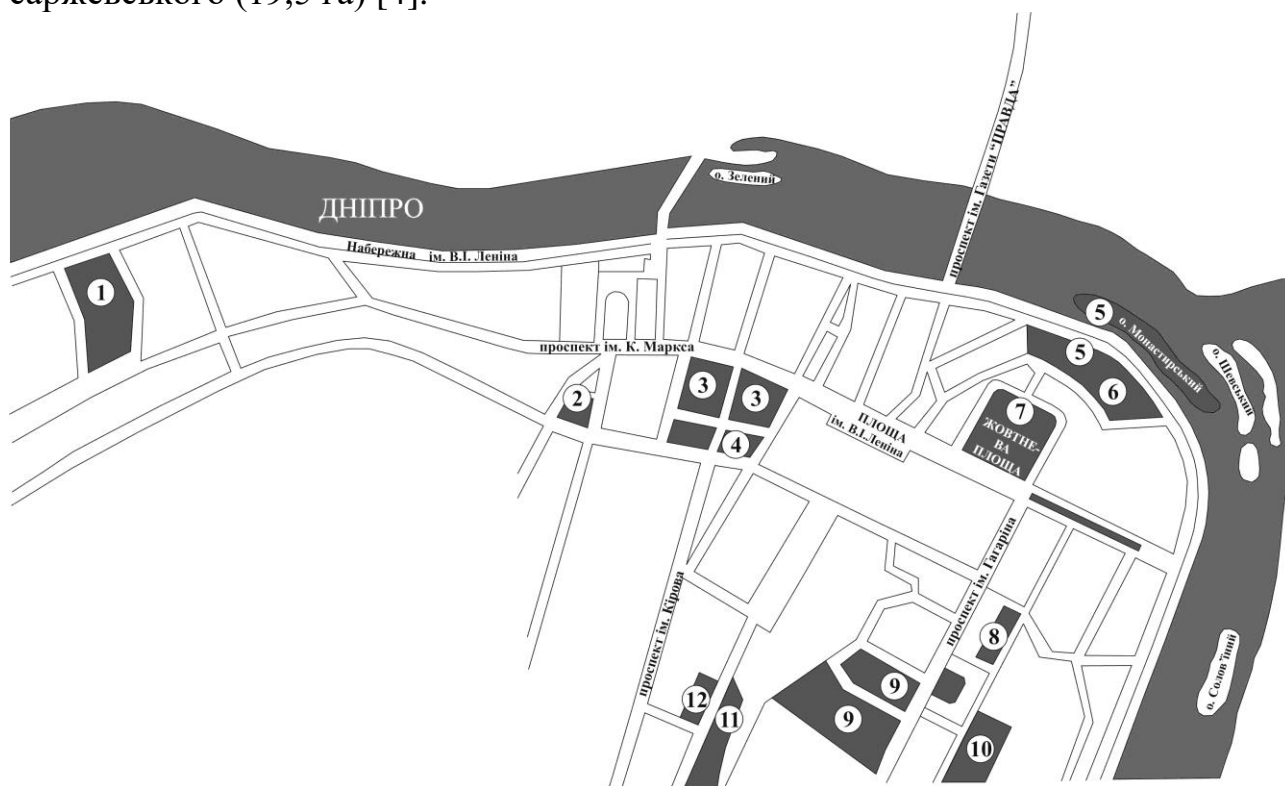


Рис. 1. План-схема відбору проб в основних рекреаційних зонах міста Дніпропетровська

Стан атмосферного повітря та ґрунтів за токсико-мутагенним фоном визначалась методами біоіндикації з використанням наступних цитогенетичних тестів: “Стерильність пилку рослин” – представників місцевої флори; та Allium-тест: “Аберантність хромосом” і “Величина мітотичного індексу” [5].

Тест „Стерильність пилку” вищих рослин, які ростуть на досліджуваній території, дозволяє оцінити стан атмосферного повітря за загальною токсичністю (або потенційною мутагенністю), а також стан флори на клітинному рівні. Тести “Аберантність хромосом” та “Величина мітотичного індексу” в кореневій меристемі Allium сера L., що вирощувалися на зразках ґрунтів, відібраних в цих же пунктах міста, дозволяють оцінити стан ґрунтів за токсико-мутагенним фоном.

Отримані дані за уніфікованою методологією були приведені в єдину систему умовних показників ушкодженості (УПУ) біосистем за формулою 1:

$$УПУ_i = \frac{/ P_{реал} - P_{комф} /}{/ P_{крит} - P_{комф} /}, \quad (1)$$

де $УПУ_i$ – i -ий умовний показник ушкодженості біопараметру, спричинений несприятливими умовами довкілля; $P_{комф}$ і $P_{крит}$ – експериментально (або експертно) встановлені значення біопараметру в комфортних та критичних для життєдіяльності організмів умовах, відповідно; $P_{реал}$ – реальне значення біопараметру на поточний момент.

Середні умовні показники ушкодженості указаних рівнів обчислювались за формулою 2:

$$УПУ_j \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n УПУ_i = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \left[\frac{|P_{реал} - P_{комф}|}{|P_{крит} - P_{комф}|} \right], \quad (2)$$

де $УПУ_j$ – j -ий усереднений умовний показник ушкодженості стану навколишнього середовища ($i = 1; 2; 3 \dots n$ – номери відповідних вибраних показників, що усереднювались). Значення всіх $УПУ$ змінюється в діапазоні від нуля ($P_{реал} = P_{комф}$ – сприятливі або комфортні умови) до одиниці ($P_{реал} = P_{крит}$ – небезпечні або критичні умови).

Приведення отриманих даних в $УПУ$ дозволило обчислити інтегральну оцінку ґрунтів за токсико-мутагенним фоном (ТМФ) ($ІУПУ_{ТМФгр}$ – інтегральний умовний показник ушкодженості ґрунтів) за формулою 3 та інтегральну екологічну оцінку стану навколишнього середовища ($ІУПУ_{загальний ТМФ}$ – інтегральний умовний показник ушкодженості тест-систем біоіндикаторів за загальним ТМФ) за формулою 4, та провести диференціацію рекреаційних зон міста за цією ознакою [6, 7]:

$$ІУПУ_{ТМФгр} = 0,4 * УПУ_{МІ} + 0,6 * УПУ_{Аб}, \quad (3)$$

$$ІУПУ_{загальний ТМФ} = 0,4 * ІУПУ_1 + 0,6 * ІУПУ_2, \quad (4)$$

де $УПУ_{МІ}$, $УПУ_{Аб}$ – показники біоіндикації якості педосфери за тестами “Аберрантність хромосом” та “Величина мітотичного індексу”;

0,4 і 0,6 – коефіцієнти значимості;

$ІУПУ_1$, $ІУПУ_2$ – інтегровані показники біоіндикації якості атмосфери та педосфери [6, 7].

Для оцінки екологічного стану досліджуваної території була використана єдина уніфікована шкала (табл. 1).

Таблиця 1

Шкала оцінки стану об’єктів навколишнього середовища та екологічної ситуації

Діапазон чисельних значень показників ушкодженості	Рівень ушкодженості біосистем	Стан біосистем	Екологічна ситуація
0,000 ÷ 0,150	Низький	Сприятливий	Еталонна
0,151 ÷ 0,300	Нижче за середній	Насторожуючий	Задовільна
0,301 ÷ 0,450	Середній	Конфліктний	Незадовільна
0,451 ÷ 0,600	Вище за середній	Загрозливий	Незадовільна
0,601 ÷ 0,750	Високий	Критичний	Катастрофічна
0,751 і вище	Максимальний	Небезпечний	Катастрофічна

Результати оцінки екологічного стану атмосферного повітря рекреаційних зон м. Дніпропетровська за тестом „Стерильність пилку” приведені у таблиці 2.

Як видно з таблиці 2, найгірший стан атмосферного повітря за тестом “Стерильність пилку рослин” з оцінкою „катастрофічний” виявлено на тест-полігонах: парк ім. М.І. Калініна, сквер ім. В.І. Леніна та Ботанічний сад ДНУ. Найкращий стан з „задовільною” екологічною ситуацією відмічено у парку ім. Пісаржевського.

Екологічний стан атмосферного повітря рекреаційних зон
м. Дніпропетровська за тестом „Стерильність пилку”*, 2004 р.

Назва парку, скверу	ІУПУ	Стан біоіндикаторів	Екологічний стан
Парк ім. В.І. Леніна	0,465	Загрозливий	Незадовільний
Парк ім. М.І. Калініна	0,630	Критичний	Катастрофічний
Парк ім. Л. Глоби	0,483	Загрозливий	Незадовільний
Сквер ім. В.І. Леніна	0,609	Критичний	Катастрофічний
Монастирський острів	0,374	Конфліктний	Незадовільний
Парк ім. Т.Г. Шевченко	0,552	Загрозливий	Незадовільний
Жовтнева площа	0,354	Конфліктний	Незадовільний
Севастопольський парк	0,323	Конфліктний	Незадовільний
Ботанічний сад ДНУ	0,606	Критичний	Катастрофічний
Парк В. Дубиніна	0,391	Конфліктний	Незадовільний
Парк Б.Хмельницького	0,552	Загрозливий	Незадовільний
Парк ім. Л.В. Пісаржевського	0,278	Насторожуючий	Задовільний
Середнє	0,467	Загрозливий	Незадовільний

Примітка: * - рослини біоіндикатори стану повітряного басейну: в'юнок польовий *Convolvulus arvensis* L., береза повисла *Betula pendula* Roth., липа серцелиста *Tilia cordata* Mill., каштан звичайний *Castanea vulgaris* Lam., суріпиця звичайна *Barbarea vulgaris* R. Br., клівер польовий *Trifolium campestre* Schreb та інші.

Більшість з досліджених рекреаційних зон міста отримала “незадовільну” оцінку стану повітряного середовища, але з різними рівнями ушкодження біоіндикаторів. „Незадовільну” оцінку з „конфліктним” станом біоіндикаторів отримали: парки Севастопольський та Володі Дубиніна, Монастирський острів, Жовтнева площа. Таку ж оцінку з „загрозливим” станом біоіндикаторів отримали: парки ім. В.І. Леніна, Л. Глоби, ім. Т.Г. Шевченко, Богдана Хмельницького. Інтегральна оцінка за цим показником склала 0,467. Це вказує на те, що середній рівень ушкодження біоіндикаторних тест-систем - „вище за середній”, їх стан – „загрозливий”, а екологічна ситуація рекреаційних зон за загальною токсичністю атмосферного повітря оцінена як „незадовільна”.

Результати оцінки токсичності та мутагенності ґрунтів на території рекреаційних зон м. Дніпропетровська приведені у таблиці 3.

Аналіз цих результатів показав, що токсичність ґрунтів вища (0,567) в порівнянні з токсичністю атмосферного повітря (0,467), але знаходяться в одному класі шкали оцінок. Найбільша токсичність ґрунтів і повітря з оцінкою „катастрофічна” спостерігається у парку ім. М.І. Калініна та у сквері ім. В.І. Леніна. Найбільша токсичність ґрунтів з цією оцінкою спостерігається ще і у парках Б. Хмельницького, ім. Т.Г. Шевченко, ім. Л. Глоби та Монастирському острові. В цілому у рекреаційних зонах міста відзначена висока токсичність ґрунтів з „незадовільною” оцінкою екологічного стану за цим параметром.

Що стосується мутагенності ґрунтів, то в порівнянні з їхньою токсичністю вона знаходиться на менш високому рівні (УПУ_{МІ}=0,567; УПУ_{А6}=0,342). Найбільша мутагенність ґрунтів з оцінкою „незадовільна” спостерігається на території парків ім. Л. Глоби, Севастопольського, Богдана Хмельницького, Володі Дуби-

ніна, а також на території Жовтневої площі, Ботанічного саду ДНУ та Монастирського острова. В парках ім. Т.Г. Шевченка, В.І. Леніна, М.І. Калініна, Л.В. Пісаржевського та сквері ім. В.І. Леніна встановлено „задовільний” екологічний стан ґрунтів за цією ознакою. В середньому екологічний стан ґрунтів рекреаційних зон міста за їх мутагенністю оцінено як „незадовільний” – 0,342 у.о.

Таблиця 3

Оцінка токсико-мутагенної активності ґрунтів на території рекреаційних зон м. Дніпропетровська за тестами “Аберантність хромосом” та “Величина мітотичного індексу”, 2004 р.

Назва парку, скверу	УПУ МІ	УПУ Аб	ІУПУ ТМФгр	Стан біоіндикаторів	Екологічний стан
ім. В.І. Леніна	0,572	0,281	0,398	Конфліктний	Незадовільний
ім. М.І. Калініна	0,633	0,254	0,405	Конфліктний	Незадовільний
ім. Л. Глоби	0,612	0,560	0,581	Загрозливий	Незадовільний
Сквер ім. В.І. Леніна	0,625	0,289	0,423	Загрозливий	Незадовільний
Монастирський острів	0,630	0,366	0,472	Загрозливий	Незадовільний
ім. Т.Г. Шевченко	0,630	0,272	0,415	Загрозливий	Незадовільний
Жовтнева площа	0,496	0,384	0,428	Конфліктний	Незадовільний
Севастопольський	0,353	0,370	0,363	Конфліктний	Незадовільний
Ботанічний сад ДНУ	0,525	0,371	0,433	Конфліктний	Незадовільний
Володі Дубиніна	0,475	0,342	0,395	Конфліктний	Незадовільний
Богдана Хмельницького	0,667	0,352	0,478	Загрозливий	Незадовільний
ім. Л.В. Пісаржевського	0,581	0,261	0,389	Конфліктний	Незадовільний
Середнє	0,567	0,342	0,432	Загрозливий	Незадовільний

Токсико-мутагенна активність ґрунтів за двома тестами оцінюється як „незадовільна” із „конфліктним” станом біосистем.

Слід відмітити, що стан ґрунтів та атмосферного повітря за результатами біоіндикації оцінено як „незадовільний” з близькими значеннями ІУПП - 0,432 та 0,467 у.о. відповідно, які знаходяться в одному класі числових значень (табл. 1). Це говорить про те, що використані високочутливі тести екологічної оцінки стану ґрунтів та атмосферного повітря доповнюють один одного та дають більш адекватну оцінку стану рекреаційних зон м. Дніпропетровська.

На рис. 2 наведена інтегральна оцінка екологічного стану рекреаційних зон міста за результатами цитогенетичного біотестування.

З рис. 2 видно, що ІУПУ стану повітря та ґрунтів перевищують нормативний показник ($P_{норм} = 0,300$) [6] в 11 з досліджених рекреаційних зон за виключенням парку ім. Пісаржевського, де спостерігається „задовільний” стан атмосферного повітря. Такий стан може бути обумовлений тим, що основна частка природних об’єктів та пам’яток природи розташована в центральних районах міста поряд з головними магістралями автомобільного транспорту.

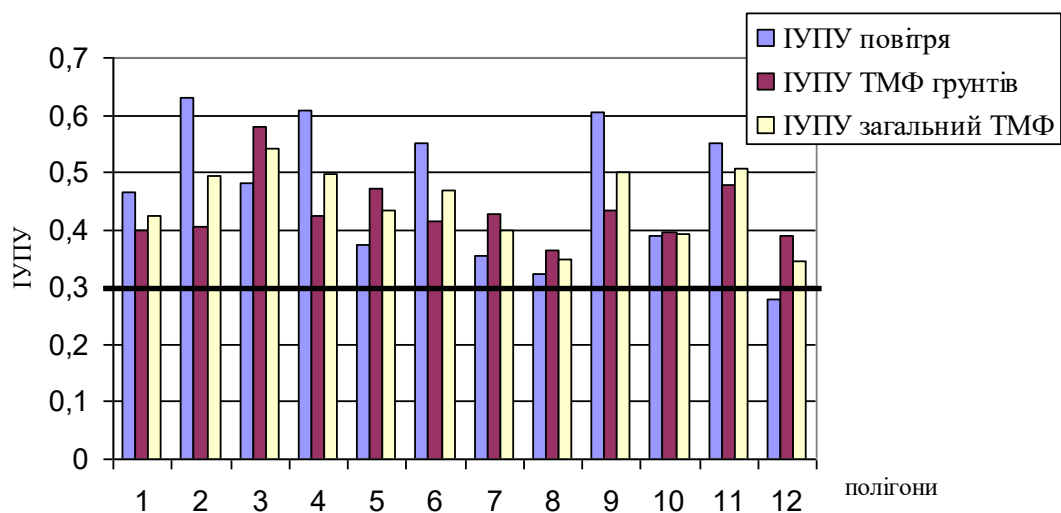


Рис. 2. Інтегральна оцінка екологічного стану рекреаційних зон м. Дніпропетровська за результатами цитогенетичного біотестування, 2004 р.

В цілому екологічна ситуація в рекреаційних зонах міста за загальним токсико-мутагенним фоном характеризується як „незадовільна” (0,446) з рівнем ушкодженості біоіндикаторних тест-систем „вище за середній” і „конфліктним” їх станом.

Результати проведених досліджень довели, що сучасна активність використання природних об’єктів та місцевих пам’яток природи може призвести до збільшення деградації екосистем з подальшою втратою функціональних властивостей рекреаційних зон.

З метою збереження природних об’єктів міста потрібно:

- регулярно проводити очистку територій від побутового сміття;
- збільшити площу зелених насаджень до санітарних норм і правил - 65%;
- регулярно відновляти зелені насадження переважно високо стійкими культурами та доглядати за ними;
- проводити реабілітацію зелених насаджень з використанням природних адаптогенів (гумінових речовин) з метою покращення їх природних функцій.

Література

1. Кучерявий В.П. Урбоекологія: Підручник. – Львів: Світ, 2001 – 440 с.
2. Экологический журнал Днепропетровского городского Совета. Экополис. №1 (9), 2000 г.
3. Экологический журнал Днепропетровского городского Совета. Экополис. №1 (11), 2002.- №1 (12), 2003. - С. 9-29, 54-56.
4. Инвентаризация и экологическая оценка существующего природно-заповедного фонда Днепропетровской области с определением границ в натуре и нанесением их на планово-картографические материалы землепользователей. Отчет о НИР /Рук. А.Н. Винниченко /НИИ биологии Днепропетровского ун-та.- Днепропетровск, 1994.-247 с.
5. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. - М.: Агропромиздат. 1988.-255 с.
6. Горова А.И., Бобырь Л.Ф., Дигурко В.М., Скворцова Т.В. Методические аспекты мутагенного фона и генетического риска для человека и биоты от действия мутагенных экологических факторов. // Цитология и генетика.-1996.-30, № 6.-С. 78-86.
7. Горова А.І. Методологічні аспекти оцінки генетичних наслідків техногенез. Зб. Наук. праць “Екологія і природокористування”. Вип. 3. Дніпропетровськ, 2001.

*Рекомендована к публикации д.т.н. Кременчуцким Н.Ф.
Поступила в редакцию 28.03.05*