

## **ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ВПЛИВУ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА РОСЛИННІСТЬ НАЦІОНАЛЬНОГО БОТАНІЧНОГО САДУ ІМ. М.М. ГРИШКА НАН УКРАЇНИ**

*На основі проведених протягом 2007–2010 рр. фітоіндикаційних досліджень розраховано оцінку екологічних ризиків для об'єкту природно-заповідного фонду України, спричинених забрудненням приземних шарів атмосферного повітря від промислових підприємств та автотранспорту.*

**Ключові слова:** екологічний ризик, ботанічний сад, інтегральний показник.

Екологічна ситуація в місті, безумовно, позначається на зелених насадженнях Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України (НБС). Дія забруднюючих речовин призводить до пошкодження асиміляційних органів, зниження біологічної продуктивності рослин, скорочення періоду вегетації і тривалості життя міських зелених насаджень. Останнім часом у місті зафіксовано десятки тисяч елімінованих рослин, що свідчить про напруженість екологічної ситуації в місті, різке погіршення стану зелених насаджень, зростання тенденції до незворотності функціональних змін у рослин під впливом техногенних чинників. За літературними даними, порівняно з 1970-ми роками площа зелених насаджень у Києві скоротилася на 14 тис. га.

Однією з урбокомпенсаційних зон м. Києва є НБС, розташований у центрі мегаполісу, який є «легенями» столиці, зоною природного очищення середовища міста. Зелені насадження ботанічного саду, відіграючи вирішальну роль у дезурбанізаційних процесах, зазнають глибоких антропогенних трансформацій. Відбуваються зміни мікро- та мезоклімату, забруднення шкідливими речовинами. Екологічна ситуація в ботаніч-

ному саду зумовлена впливом, з одного боку, промислового, транспортного та рекреаційного навантаження, а з другого — природно-кліматичних умов.

Аналіз ризиків (ризик-аналіз) є частиною системного підходу для вжиття заходів з метою запобігання чи зменшення шкідливого впливу підприємств на довкілля. Екологічний ризик — це ймовірність настання несприятливої події, яка спричиняє руйнування екосистеми чи загибель окремих популяцій та видів під дією природних чи антропогенних факторів [2, 21].

Питання зниження екологічного ризику в Україні розглядається в аспекті конфлікту екологічних та економічних цілей підприємницької діяльності. Його вирішення гальмується депресивним станом багатьох територій, виникнення якого значною мірою зумовлене недбалим управлінням природоохоронною діяльністю [5].

Оцінка ризику трансформації для екосистем полягає у визначенні рівня відхилень (флуктуацій) від гомеостатичного стану, що може призвести до руйнівних незворотних наслідків. Необхідно прогнозувати реалізацію ризиків якомога раніше, не очікуючи наслідків впливу ризиків на стан екосистеми. Не лише структура та оцінка ризиків, а й прогноз стає основним механіз-

мом прийняття науково обґрунтованих рішень зі зменшення та запобігання негативним наслідкам техногенних змін [7, 13, 21].

Екологічний ризик включає оцінку ризику щодо здоров'я людини, оцінку соціального ризику, оцінку ризику впливу на довкілля [17]. Визначення останнього ризику впливу передбачає встановлення зв'язку між показниками (індексами) забруднення компонента навколишнього середовища та прийнятним рівнем екологічного ризику. Встановлення такого зв'язку здійснювали з використанням функції бажаності Харингтона (кількісної оцінки якості компонента навколишнього середовища). В результаті сформовано відповідність оцінок за шкалою бажаності лінгвістичним змінним та значенням рівнів ризику [3, 19].

Послідовність виявлення ризику: виявлення небезпеки, встановлення джерел і факторів ризику, а також об'єктів їх потенційної дії; оцінка реальної дії фактора ризику на навколишнє середовище; аналіз дії факторів ризику на навколишнє середовище (оцінка залежності «доза-ефект»), визначення стійкості екосистеми до дії дестабілізуючого фактора; управління ризиком, планування шляхів мінімізації ризику (Осіпов, 2000; Макарова, 2001; Швиряев, 2004). Визначення ризику проводять за формулою [17–19]:

$$R_j = a \cdot e^{b(1-I_j)}$$

де  $R_j$  — ризик по  $j$ -му виду забруднення навколишнього середовища, безрозмірний;  $e$  — експоненціальна функція;  $a, b$  — константи ( $a = 4,99 \cdot 10^{-6}$ ,  $b = -7,557$ );

$I_j$  — індекс забруднення по  $j$ -му виду забруднення, безрозмірний, визначають за формулою:

для атмосферного повітря:

$$I_1 = 1 - e^{-e^{(0,25K_n - 1)}},$$

де  $K_n$  — кратність перевищення гранично-допустимої концентрації (ГДК);

для ґрунту:

$$I_3 = 1 - e^{-e^{(0,016Z_c - 1)}},$$

де  $Z_c$  — сумарний показник забруднення ґрунту.

Проведення оцінки рівня ризику здійснювали відповідно до класифікації Статюхи (2010) (табл. 1).

Нами обраховано рівень ризику впливу аеротехногенного забруднення приземних шарів атмосферного повітря за значенням коефіцієнта комбінованої дії діоксидів азоту, сірки і формальдегіду (у частках ГДК) для рослинності (табл. 2).

Як видно з табл. 2, при рівні забруднення приземних шарів атмосферного повітря у 3 ГДК і вище для рослинності за вмістом діоксидів азоту, сірки і формальдегіду рівень ризику набуває неприйняттого значення.

Таблиця 1. Класифікація рівнів ризику впливу на природне середовище (Статюха, 2010)

Рівень ризику	Значення ризику
Неприйнятний	$> 10^{-6}$
Прийнятний	$10^{-6} - 10^{-8}$
Безумовно прийнятний	$< 10^{-8}$

Таблиця 2. Рівень ризику впливу на територію НБС стаціонарних та пересувних джерел забруднення

Значення коефіцієнта комбінованої дії діоксидів азоту, сірки і формальдегіду на території НБС, ГДК	Значення ризику за забрудненням атмосферного повітря	Рівень ризику
0,7	$3 \cdot 10^{-12}$	Безумовно прийнятний
1,0	$2 \cdot 10^{-9}$	" "
2,0	$1 \cdot 10^{-6}$	Прийнятний
3,0	$2 \cdot 10^{-5}$	Неприйнятний

Таблиця 3. Ділянки з неприйнятним рівнем ризику на території НБС у 2007–2010 рр. за інтегральним показником ризику

Назва ділянки НБС	За рівнем ризику	За ступенем некротизації листкових пластинок	За ступенем дефоліації	За флуктуючою асиметрією листкових пластинок	Кількість позитивних показників ризику
<b>2007 р.</b>					
Крим	+	+	–	+	3
Кавказ	+	+	–	–	2
Біля Наддніпрянського шосе	+	+	+	+	4
Ділянка біля центрального входу	–	+	–	–	1
Пакленова діброва	+	–	–	+	2
<b>2008 р.</b>					
Крим	+	+	–	+	3
Кавказ	+	–	–	–	1
Біля Наддніпрянського шосе	+	+	+	+	4
Пакленова діброва	+	–	–	+	2
<b>2009 р.</b>					
Уся територія НБС, окрім крайніх північних ділянок	+	+	–	–	2
<b>2010 р.</b>					
Крим	+	+	–	–	2
Біля Наддніпрянського шосе	+	+	+	–	3
Ділянка біля центрального входу	–	+	–	–	1
Алтай та Західний Сибір	–	+	–	–	1

За розрахунками рівня ризику щодо забруднення ґрунту на ділянці «Гірський сад», значення ризику дорівнює  $3 \cdot 10^{-8}$ , що є прийнятним.

Таким чином, неприйнятний рівень ризику через вміст в атмосферному повітрі діоксидів азоту і сірки та формальдегіду спостерігається на ділянках біля Наддніпрянського шосе та у південній третині НБС у зоні дії трьох підприємств-забруднювачів.

За інтегральним показником, який складається з оцінок дії факторів ризику на рослинні організми (ступінь некротизації листкових пластинок видів-індикаторів, що має сублетальне значення (30%), сублетальний ступінь дефоліації крони (60%), суттєвими та небезпечними порушеннями стабільності розвитку за показником флуктуючої асиметрії, розрахунковий показник ризику), визначено ділянки з неприйнятним рівнем ризику (табл. 3).

До ділянок з неприйнятним ризиком у порядку його зменшення належать: схили біля Наддніпрянського шосе > «Крим» > «Кавказ» > «Пакленова діброва» > ділянка біля центрального входу > «Алтай та Західний Сибір». На цих ділянках та у південній третині НБС можлива загибель окремих популяцій та видів і руйнування екосистеми в цілому.

1. Бандман А.Л. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I-IV групп. Справочник. — Л.: Химия, 1988. — 512 с.

2. Башкин В.Н. Экологические риски: расчет, управление, страхование: Учеб. пособие. — М.: Высш. шк. — 2007. — 360 с.

3. Бойко Т.В. К вопросу определения рисков при оценке воздействия техногенных объектов на окружающую среду // Восточно-европейский журнал передовых технологий. — 2008. — № 4/6 (34): Технология неорганических и органических веществ и экология. — С. 37–41.

4. Бударников В.А., Киришин В.А., Антоненко А.Е. Радиобиологический справочник. — Мн.: Урожай, 1992. — 336 с.

5. Гончаров В.М., Черкасов А.В. Шляхи зниження екологічних ризиків промислово-орієнтованих регіонів // Вісн. Хмельницьк. нац. ун-ту. — 2010. — № 5. — Т. 3. — С. 20–22.

6. Журавлев В.Ф. Токсикология радиоактивных веществ. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — 336 с.

7. Каманина И.З., Макаров О.А., Савватеева О.А. Оценка экологических рисков на территории малых городов Московской области (на примере г. Дубны) // Поволж. экол. журн. — 2005. — № 2. — С. 128–136.

8. Кучерявий В.П. Екологія. — Львів: Світ, 2001. — 500 с.

9. Левин С.В., Гузев В.С., Асеева И.В. Тяжелые металлы как фактор антропогенного воздействия на почвенную микробиоту // Микроорганизмы и охрана почв. — М.: Изд-во МГУ, 1989. — С. 5–46.

10. Мамутов В.К., Амоша М.И., Дементьева Т.Н. Рекреация: социально-экономические и правовые аспекты. — К.: Наук. думка, 1992. — 142 с.

11. Мячина К.В. Структуризация и прогнозирование экологических рисков антропогенного происхождения (на примере Оренбургской области) Электронный ресурс: режим доступа <http://www.science-community.org/ru/content/>

12. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Лозановская И.Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. — М.: Высш. шк., 2002. — 334 с.

13. Осипов В.А. Особенности экологического риска и критерии его оценки // Исследования эколого-географических проблем природопользования для обеспечения территориальной организации и устойчивости развития нефтегазовых регионов России: Теория, методы и практика. — Нижневартовск: НГПИ, ХМРО РАЕН, ИОА СО РАН, 2000. — С. 29–32.

14. Проект організації території Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України: В 2-х ч. — К., 2005. — 186 с.

15. Синявский И.В. Агрехимические и экологические аспекты плодородия черноземов лесостепного Зауралья: Дис. ... д-ра биол. наук. — Челябинск, 2001. — 379 с.

16. Соловей В.Б., Козир С.В. Розподіл Cs у вертикальному профілі ґрунтів // Вісн. аграр. науки. — 2005. — № 7. — С. 49–52.

17. Статюха Г.А., Бойко Т.В., Мацан В.Ю. К вопросу идентификации техногенно опасного объекта // Математические методы в технике и технологиях ММТТ-23: Сб. тр. 23-й междунар. науч. конф.: Т. 4. Секция 4. — Саратов, 2010. — С. 14–16.

18. Статюха Г.О., Бойко Т.В., Абрамова А.О. До питання визначення ризику впливу енергетичних забруднень на навколишнє середовище // Тези доп. другої наук.-практ. конф. «Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях і сталий розвиток (Київ, 12–15 травня 2010 р.). — К., 2010. — С. 112–113.

19. Статюха Г.О., Бойко Т.В., Абрамова А.О. Особливості використання метода «індекс-ризик» для оцінки техногенної безпеки об'єктів // Восточно-європейський журнал передових технологій. — 2010. — № 2/10 (44). — С. 4–10.

20. Фоменко Н.В. Рекреационные ресурсы та курортология. — К.: Центр навч. літ-ри, 2007. — 312 с.

21. Швыряев А.А., Меньшиков В.В. Оценка риска воздействия загрязнения атмосферы в исследуемом регионе. — М., 2004. — 124 с.

22. Hoffmann G. Synthetic effect of soil enzymes // Recent progress in microbiology: Symp. 8-th Cong. Microbiol. — Montreal, 1963. — P. 230–234.

Рекомендував до друку П.Є. Булах

*Н.В. Рудь*

Национальный ботанический сад  
им. Н.Н. Гришко НАН Украины,  
Украина, г. Киев

#### ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НАЦИОНАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА им. Н.Н. ГРИШКО НАН УКРАИНЫ

На основании проведенных в течение 2007–2010 гг. фитоиндикационных исследований рассчитана оценка экологических рисков для объекта природно-заповедного фонда Украины, вызванных загрязнением промышленными предприятиями, автотранспортом.

*Ключевые слова:* ботанический сад, загрязнение, интегральный показатель.

*N.V. Rud*

M.M. Gryshko National Botanical Gardens,  
National Academy of Sciences of Ukraine,  
Ukraine, Kyiv

#### ESTIMATION OF ECOLOGICAL RISK OF INFLUENCE OF THE POLLUTED ENVIRONMENT ON VEGETATION OF M.M. GRYSHKO NATIONAL BOTANICAL GARDENS OF THE NAS OF UKRAINE

On the basis of the spent (lead) phytoindicator researches during the period since 2007 to 2010 of for object nature reserve of Ukraine, caused by pollution by the industrial enterprises, motor transport, and recreational loading the estimation of ecological risks is calculated.

*Key words:* botanical garden, pollution, integral index.