

УДК 628.4:582.29

**ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В ЗОНІ ВПЛИВУ ЗВАЛИЩА ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ЖИТОМИРА ЗА ДОПОМОГОЮ ЛІХЕОІНДИКАЦІЇ****М. Б. Корбут**Житомирський державний технологічний університет  
вул. Черняхівського, 103, м. Житомир, 10005, Україна. E-mail: myanovskamb@rambler.ru.**М. С. Мальований**Національний університет «Львівська політехніка»  
вул. Степана Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна. E-mail: mmal@polynet.lviv.ua**З. Є. Мельник**Львівський державний коледж харчової та переробної промисловості НУХТ  
вул. І. Пулюя, 42, м. Львів, 79060, Україна. E-mail: ldkhp@lviv.farlep.net

Проведений аналіз стану звалищ твердих побутових відходів в Україні. Встановлено вплив звалищ на забруднення атмосфери. Приведена характеристика звалища твердих побутових відходів міста Житомир. Встановлено залежність загального ступеню покриття стовбурів дерев лишайниками від відстані до межі звалища. Проведено районування за забрудненістю повітря в зоні впливу звалища твердих побутових відходів міста Житомира із використанням оцінки частоти поширення та ступеня покриття дерев лишайниками. Для досліджень використані типи лишайників: *Graphis scripta* (L.) Ach., *Xanthoria elegans*, *Hypogymnia*, *Parmelia*, *Cladonia* та *Usnea*. Отримана лінійна регресійна залежність між загальним ступенем покриття стовбура дерева лишайниками та відстанню до межі звалища. Результати дослідження підтвердили коректність використання методу ліхеоіндикації для оцінки впливу звалищ на навколишнє середовище.

**Ключові слова:** тверді побутові відходи, ліхеоіндикація, лишайники.**ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ СВАЛКИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ ЖИТОМИРА С ПОМОЩЬЮ ЛИХЕОИНДИКАЦИИ****М. Б. Корбут**Житомирский государственный технологический университет  
ул. Черняховского, 103, г. Житомир, 10005, Украина. E-mail: myanovskamb@rambler.ru.**М. С. Мальований**Национальный университет «Львовская политехника»  
ул. Степана Бандеры, 12, г. Львов, 79013, Украина. E-mail: mmal@polynet.lviv.ua**З. Е. Мельник**Львовский государственный колледж пищевой и перерабатывающей промышленности НУПТ  
ул. И. Пулюя, 42, м. Львов, 79060, Украина. E-mail: ldkhp@lviv.farlep.net

Проведен анализ состояния свалок твердых бытовых отходов в Украине. Установлено влияние свалок на загрязнение атмосферы. Приведена характеристика свалки твердых бытовых отходов города Житомира. Установлена зависимость общей степени покрытия стволов деревьев лишайниками от расстояния к границе свалки. Проведено районирование за загрязненностью воздуха в зоне влияния свалки твердых бытовых отходов города Житомир с использованием оценки частоты распространения и степени покрытия деревьев лишайниками. Для исследований использованы типы лишайников: *Graphis scripta* (L.) Ach., *Xanthoria elegans*, *Hypogymnia*, *Parmelia*, *Cladonia* та *Usnea*. Получена лінійна регресійна залежність між загальною ступенем покриття стовбура дерева лишайниками та відстанню до межі свалки. Результати досліджень підтвердили коректність використання методу ліхеоіндикації для оцінки впливу свалки на навколишнє середовище.

**Ключевые слова:** твердые бытовые отходы, лихеоиндикация, лишайники.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** Тверді побутові відходи (ТПВ) характеризуються виключною розосередженістю і перебувають у центрі уваги суспільства. Кількість ТПВ із кожним роком збільшується, а їх компонентний склад оновлюється. Сьогодні в світі в середньому захоронюється близько 80 % об'ємів твердих побутових відходів [1]. За даними Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства в Україні у 2012 р. обсяги вивезення ТПВ склали близько 59 млн м<sup>3</sup>, або 13,2 млн т. Основна маса з них складається на полігонах ТПВ і лише незначна частина – близько 1 % – переробляється.

Місцезнаходження, облаштування та умови експлуатації більшості місць зберігання відходів в

Україні не відповідають нормативним вимогам, що підвищує екологічну небезпеку цих об'єктів [2]. Тому некоректним є називати ці місця «полігонами ТПВ», оскільки полігони – високоінженерні споруди обладнані протифільтраційним екраном, системою збору біогазу та системою збору і відводу дренажних вод. Більш прийнятною назвою таких місць, яка відповідає дійсному стану речей – звалища ТПВ. Як правило, такі звалища розташовані на сьогоднішній день вже в межах міської межі і займають значні (до декількох десятків гектарів) площі в просторовому відношенні. Оскільки звалища ТПВ облаштовані без виконання сучасних інженерно-екологічних вимог, вони є потенційно небезпечними як для навколишнього природного середовища, так і

для здоров'я людей. Вирішення проблеми самого існування старих звалищ безпосередньо залежить від місця розташування об'єкту, його загального екологічного стану та ступеня впливу на природні системи, прямого або опосередкованого впливу на здоров'я і спосіб життя населення, перспективності для вторинної переробки [3]. Будь-яке звалище завжди є джерелом забруднювачів, здатних негативно впливати на довкілля [4].

Зі збільшенням терміну експлуатації звалища негативний вплив на прилеглу територію зростає. Як показали дослідження, на звалищах ТПВ фіксується значна частина різноманітних органічних і неорганічних сполук, емісія яких в атмосферу перевищує допустимі норми. В атмосферному повітрі на території звалищ в зоні складування свіжих відходів знайдені високі концентрації аміаку – до 1,19 мг/м<sup>3</sup>, що становить 30 ГДК для населених пунктів. На сміттєзвалищах мають місце осередки тління або активного горіння. Аналіз повітря в зоні тління звалищ показує вміст таких токсичних компонентів: метану, оксиду вуглецю (до 2 ГДК), аміаку (11 ГДК), фенантрена, антрацену. У разі загоряння ТПВ концентрації токсичних компонентів зростають у десятки і сотні разів, одночасно в повітря виділяється значно більший спектр токсичних і вибухонебезпечних газів. Зокрема, в повітрі в зоні горіння звалища зафіксовано: оксид вуглецю (49–150 ГДК), оксид сірки (40–200 ГДК), оксид азоту (до 50 ГДК), метан, аміак (9 ГДК), бензол (42 ГДК), флуорен, фенантрен, антрацен, етан, етилен, пропан, пропілен, н-бутан [5].

Звалище ТПВ і місті Житомирі є одним із типових українських звалищ, які зазвичай експлуатуються з мінімальним виконанням природоохоронних заходів. Усі побутові відходи міста Житомира без попереднього сортування захоронюються на звалищі, яке стало джерелом інтенсивного забруднення атмосфери, підземних вод, а загалом – загрозою епідемічного стану. Міське звалище із захоронення твердих побутових відходів експлуатується з 1957 року, його загальна площа становить 21,6 га (згідно державного акту на виділення земельної ділянки загальний розмір – 21,5670 га); площа ділянки складування – 18,7 га. Наближеність до найближчого населеного пункту – 0,514 км. Це один із найбільших діючих смітників в Україні та Європі.

Для загальної оцінки якісного екологічного стану звалища, зокрема загального стану атмосферного повітря необхідний підбір методу для визначення забруднення атмосферного повітря в зоні впливу полігона ТПВ.

Останнім часом для інтегральної оцінки стану навколишнього середовища все частіше застосовуються біологічні методи, це обумовлено здатністю біоіндикаторів всебічно характеризувати всю різноманітність поллютантів [6, 7]. Залежно від лісорослинних умов та ступеня забруднення як біоіндикатори використовують різноманітні компоненти фітоценозу: від голок і листя деревинних рослин, кушців, судинних рослин до мохів і лишайників. Чут-

ливість лишайників до атмосферного забруднення відмічена дуже давно. Причина їх підвищеної вразливості – в анатомічних, морфо-фізіологічних особливостях симбіонту. Лишайникам властива велика тривалість життя, відсутність органів газо- та водообміну і, як наслідок, мала здатність до саморегуляції із-за відсутності захисних бар'єрів і великої залежності від фізико-хімічних властивостей середовища. До позитивних якостей стосовно оцінки ступеню забруднення, окрім перелічених відносять: швидкість діагностики й її мала вартість; у зв'язку з їх великою розповсюдженістю – можливість охоплення великих територій; інтегральна оцінка результату багаторічної дії антропогенного забруднення [8].

Основні аспекти, які сприяли вибору лишайників як біоіндикаторів для оцінки забруднення атмосферного повітря в зоні впливу звалища ТПВ м. Житомира: поширення у районі дослідження, невибагливість до умов зростання і висока чутливість до забруднення атмосферного повітря. Загальні зміни структури лишайникових співтовариств під впливом забруднення виявляються в зменшенні числа чутливих видів і збільшенні токситолерантних видів [9, 10]. Методи оцінки забрудненості атмосфери щодо частоти поширення лишайників засновані на таких закономірностях:

- чим сильніше забруднене повітря, тим менше зустрічаються в ньому видів лишайників, тим меншу площу покривають вони на стовбурах дерев та інших субстратах і тим нижче їх життєздатність;
- у випадку підвищення ступеня забрудненості повітря першими зникають кущисті лишайники, за ними – листові і останніми – накипні.

На підставі цих закономірностей можна кількісно оцінити чистоту повітря в конкретному місці.

Мета роботи – дослідження можливості застосування методу ліхеіндикації для визначення рівня забруднення атмосферного повітря в зоні впливу звалища твердих побутових відходів міста Житомира.

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** Для узагальнення інформації про чутливість видів до поллютантів і вибору методу дослідження було здійснено аналіз джерел інформації [11–19] та обрано оптимальний (з точки зору поставленої мети дослідження) – визначення забрудненості атмосферного повітря на основі оцінки проективного покриття стовбуру, якій дозволив перенести дослідження з описової площини до математичної основи.

У дослідженнях аналізувалась частота поширення таких типів лишайників:

- накипні – Графіс (лат. *Graphis scripta* (L.) Ach.) та Ксанторія (лат. *Xanthoria elegans*);
- листоваті – Гіпогімнія (лат. *Hypogymnia*) та Пармелія (лат. *Parmelia*)
- кущисті Кладонія (лат. *Cladonia*) та Уснея (лат. *Usnea*).

На обраних ділянках (№№ 1–11), які було затверджено відповідно до поставленої мети та завдань для визначення рівня техногенного навантаження в зоні впливу звалища ТПВ. Ділянки було поділено на групи за різною віддаленістю (1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200 і 100 м від гра-

ниці звалища. Обстежували всі види добре освітлених, окремо зростаючих дерев листяних порід. Лишайники описували на висоті 1,5–2,0 м від поверхні ґрунту, а також при основі дерев (форофітів) із родів тополя, клен, верба, ясен, береза та інші. Всього обстежували 10 старих, але здорових дерев, що ростуть окремо. Для дослідження було обрано листопад місяць. Користуючись методикою зонування чистоти повітря за лишайниками та бальною шкалою проективного покриття стовбура дерева, визначався рівень забрудненості повітря для кожної ділянки [19].

У ході дослідження підраховували ступінь покриття стовбура дерева лишайниками, визначали середнє відсоткове значення кожного виду лишайників (для здійснення більш глибокого та детального аналізу), загальний відсоток покриття стовбура дерева, виявляли домінуючий вид та його кількість, знаходили середнє відсоткове значення кожного виду лишайників та загальний відсоток покриття стовбура дерева.

Таблиця 2 – Ступінь забрудненості повітря м. Житомира в зоні впливу звалища ТПВ за проективним покриттям стовбура дерева лишайниками

Зона забруднення залежно від ступеня покриття стовбура дерева лишайниками та на основі аналізу стану покриву лишайників	Оцінка ступеню покриття за п'ятибальною шкалою	№ дослідної ділянки	Відстань від межі звалища, м	Загальний ступінь покриття стовбура дерева лишайниками, %
Наявні всі види лишайників, Графіс ( <i>Graphis scripta</i> (L.) Ach.) Ксанторія ( <i>Xanthoria elegans</i> ) Гіпогімнія ( <i>Hypogymnia</i> ) Пармелія ( <i>Parmelia</i> ) Кладонія ( <i>Cladonia</i> ) Уснея ( <i>Usnea</i> )	<b>Чисте повітря</b>			
	5	Контрольна ділянка	–	83,0
Наявні всі види лишайників, зменшення кількості куцистих Графіс ( <i>Graphis scripta</i> (L.) Ach.) Ксанторія ( <i>Xanthoria elegans</i> ) Гіпогімнія ( <i>Hypogymnia</i> ) Пармелія ( <i>Parmelia</i> ) Кладонія ( <i>Cladonia</i> )	<b>Відносно чисте повітря</b>			
	5	Ділянка № 1	1000	76,4
	5	Ділянка № 2	900	73,4
	5	Ділянка № 3	800	69,9
Графіс ( <i>Graphis scripta</i> (L.) Ach.) Ксанторія ( <i>Xanthoria elegans</i> ) Гіпогімнія ( <i>Hypogymnia</i> )	<b>Забруднене повітря</b>			
	4	Ділянка № 4	700	59,8
	4	Ділянка № 5	600	55,9
Графіс ( <i>Graphis scripta</i> (L.) Ach.) Ксанторія ( <i>Xanthoria elegans</i> )	<b>Сильно забруднене повітря</b>			
	3	Ділянка № 7	400	35,4
	3	Ділянка № 8	300	25,2
Графіс ( <i>Graphis scripta</i> (L.) Ach.)	<b>Надто сильно забруднене повітря</b>			
	2	Ділянка № 10	100	19,5
	2	Ділянка № 11	межа звалища	18,2

Оскільки лишайники є надзвичайно чутливими, вони постійно зазнають негативного впливу, що підтверджується їх зменшенням на дослідних ділянках.

Виходячи з отриманих даних, чистою ділянкою є лише контрольна ділянка (яку було закладено в селітебній зоні).

З метою обробки отриманих результатів для оцінки залежності загального ступеня покриття стовбура дерева лишайниками від відстані від межі звали-

ща було обрано метод регресійного аналізу даних експериментів апроксимувались лінійною регресією.

Таблиця 1 – Оцінка частоти поширення та ступеня покриття лишайників за п'ятибальною шкалою

Частота поширення	Ступінь покриття	Бали
Дуже рідко < 5 %	Дуже низька < 5%	1
Рідко 5–20 %	Низька 5–20 %	2
Рідко 20–40 %	Середня 20–40 %	3
Часто 40–60 %	Висока 40–60 %	4
Дуже часто 60–100 %	Дуже висока 60–100 %	5

Після обробки всіх даних, досліджувані ділянки розподілили за п'ятибальною шкалою проективного покриття стовбура дерева та за ступенем забруднення атмосферного повітря (табл. 2).

Вид отриманої залежності представлений на рис. 1.

Рівняння регресії має вигляд:

$$F = -0,068L + 12 \quad (1)$$

де F – загальний ступінь покриття стовбура дерева лишайниками, %; L – відстань від межі звалища, м.

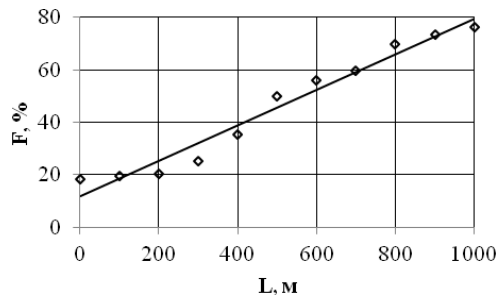


Рисунок 1 – Залежність загального ступеня покриття стовбура дерева лишайниками (F, %) від відстані до межі звалища (L, м)

Регресійна статистика показала, що коефіцієнт детермінації дорівнює 0,97, що дозволяє стверджувати про коректність побудованої лінійної залежності.

**ВИСНОВКИ.** Виявлено залежність загального ступеню покриття стовбура дерева лишайниками від відстані до межі звалища.

Проведено районування за забрудненістю повітря в зоні впливу звалища ТПВ міста Житомира, аналіз якого свідчить про чітку тенденцію щодо забруднення атмосферного повітря у наближенні до звалища ТПВ, що дозволило зробити висновок про можливість використання цього методу біоіндикації для дослідження стану атмосферного повітря в процесі моніторингу звалищ ТПВ, якій є не лише екологічно доцільним, а й більш оптимальним за вартісною ознакою, порівняно з існуючими інструментальними методами.

Аналіз результатів проведених досліджень підтвердив значущість отриманої оцінки впливу Житомирського звалища ТПВ на навколишнє середовище та коректність використання методу ліхеіндикації для оцінки впливу звалищ на довкілля.

Матеріали цих та інших досліджень, які паралельно проводяться на об'єкті інженерно-екологічних вишукувань, лабораторних досліджень та розрахунків мають подальше застосування для формування бази даних вивченості звалища, що дозволяє виробляти стратегію управління ним як об'єктом підвищеної екологічної небезпеки в загальній екологічній ситуації міста.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Тверді відходи: збір, переробка, складування / В.М. Радовенчик, М.Д. Гомеля: навч. посіб. – К.: Кондор, 2010. – С. 344–349.
2. Горох Н.П. Экологическая оценка вредных веществ при комплексной утилизации муниципальных отходов // Научно-технический сборник «Коммунальное хозяйство городов». – Харьков: ХНАГХ, 2005. – С. 172–181.
3. Орлова Т.А. Геоэкологическое изучение старых свалок твердых бытовых отходов // Материалы 1-ой Международной конференции "Сотрудничество для решения проблемы отходов". – Харьков, 2004. – С. 86–88.
4. Хомин В.С. Накопители твердых бытовых отходов как потенциальные источники загрязнения среды // Труды науч.-техн. конф. «Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов». Т. II. – Щелкино: АР Крым, 2001. – С. 402–403.
5. Свалки твердых бытовых отходов – источник бактериологического и химического загрязнения

окружающей среды / Марчук В.В, Волюнкина Е.П., Волюнкин А.С. и др. // Тезисы докладов конференции «Сотрудничество для решения проблемы отходов» 2004 г. – Харьков, 2004. – С. 84–86.

6. Биоиндикация – малозатратный и эффективный метод познания / Бадтиев Ю.С., Кулемин А.А. // Экологический вестник России. – 2001. – № 1. – С. 38–41.
7. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений. / Мэннинг У.Дж., Федер У.А. – М.: Гидрометеиздат, 1985. – 143 с.
8. Мартиненко В.Г. Визначення екологічного стану повітря з допомогою лишайників // Тези доповідей викладацьких, аспірантських та магістрантських наукових досліджень за підсумками проведення "Дня науки–2013" – Кіровоград: КДТУ, 2013. – С. 64–65.
9. Лихенофлора г. Казани: изменения видового состава в историческом аспекте / Байбаков Э.И., Ситников А.П. // Вестник ТО РЭА. – 2000. – № 1. – С. 41–46.
10. Floristic versus single species analysis in the use of epiphytic lichens as indicators of air pollution in a boreal forest region, Northern Finland / Kauppi M., Mikkonen A. // Flora. – 1980. – В. 169 (4). – PP. 255–281.
11. Bruce D. Ryan. Lichens and air quality in wilderness areas in California: a series of baseline studies [Electronic resource] // Department of Botany Arizona State University Tempe, May 1990. – Режим доступа: <http://gis.nacse.org/lichenair/doc/CASeries.pdf>.
12. Clifford M. Wetmore. Lichens and air quality in Lye Brook wilderness of the Green Mountain National Forest [Electronic resource]: Final Report Prepared for US Department of Agriculture // University of Minnesota St. Paul, Minnesota, March 1995. – Режим доступа: <http://gis.nacse.org/lichenair/doc/LyeBrook.pdf>.
13. Clifford M. Wetmore. Lichens of the air quality class 1 national parks [Electronic resource]: final report // Botany Department University of Minnesota St. Paul., June 1983. – Режим доступа: <http://gis.nacse.org/lichenair/doc/Wetmore1983.pdf>.
14. H.F. Van Dobben, C.J. Fiter Braak. Ranking of epiphytic lichen sensitivity to air pollution using survey data: a comparison of indicator scales [Electronic resource] // The Lichenologist. – Vol. 31, Issue 1, Jan. 1999. – Режим доступа: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0024282998901773>.
15. Linda Geiser. Air Pollution Sensitivity Ratings for Pacific Northwest Macrolichens [Electronic resource] // National Lichens & Air Quality Database and Clearinghouse, 2000. – Режим доступа: <http://gis.nacse.org/lichenair/?page=sensitivity#Cetpal>.
16. Трасс Х.Х. Классы полевотолерантности лишайников и экологический мониторинг // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – Т. 7. – С. 144–159.
17. Трасс Х.Х. Лихеноиндикационные индексы и SO<sub>2</sub> // Биогеохимический круговорот веществ в биосфере. – М.: Наука, 1987. – С. 111–115.
18. Шапиро И.А. Влияние сернистого ангидрида на содержание азота и пероксидазную активность у лишайников // Ботан. журн. – 1993. – Т. 78, № 6. – С. 66–72.
19. Лихеноиндикационные шкалы оценки качества атмосферного воздуха / Красногорская Н.Н., Жвурявцева С.Е., Миннуллина Г.Р. // Фундаментальные исследования. – 2004. – № 5. – С. 38–42.

**DETERMINING THE AIR POLLUTION LEVEL IN THE ZHYTOMYR LANDFILL INFLUENCE ZONE THROUGH LIHEO-INDICATION**

**M. Korbut**

Zhytomyr State Technological University

vul. Chernyakhovskogo, 103, Zhytomyr, 10005, Ukraine. E-mail: myanovskamb@rambler.ru

**M. Malovanyy**

National University "Lviv Polytechnic"

vul. Stepan Bandera, 12, 79013, Ukraine. E-mail: mmal@polynet.lviv.ua

**Z. Melnyk**

Lviv State College of Food and Pharmaceutical Industry of National Universities of Food Technologies

vul. I. Pulyuya, 42, Lviv, 79060, Ukraine. E-mail: ldkhp@lviv.farlep.net

The paper presents the results of analysis of condition of municipal solid waste landfills in Ukraine. It was determined the effect of the landfills on the air pollution and represented characteristics of a solid waste landfill in Zhytomyr. The dependence of the overall degree of coverage of trees' trunks with lichens on the distance to the boundaries of the landfill was set. Zoning of air pollution in the area of Zhytomyr landfill was conducted using the frequency distribution and degree of lichen coverage of trees. In the research the following types of lichens were used: *Graphis scripta* (L.) Ash., *Xanthoria elegans*, *Hypogymnia*, *Parmelia*, *Cladonia*, and *Usnea*. The resulting linear regression relationship between the general level of the lichen coverage of trees and distance to the landfill boundaries was obtained. The survey results confirmed the validity of using the liheo-indication method to assess the environmental impact of landfills.

**Key words:** municipal solid waste, liheo-indication, lichens.

REFERENCES

1. Radovenchyk, V.N. and Gomelya, M.D. (2010), *Tverdi vidchody: zbir, pererobka, skladuvannja. Navchaknyj posibnyk* [Solid waste: storage, processing, warehousing], Kondor, Kyiv, Ukraine.
2. Goroch, N.P. (2005), "Environmental assessment of harmful substances in comprehensive utilization of municipal waste", *Komunalnoe hozyajstvo gorodov*, pp. 172–181.
3. Orlova, T.A. (2004), "Geo-environmental study of old landfills of municipal solid waste", *Proceedings of the 1st international conference "Collaboration for problems of waste solutions"*, Kharkov, February 5–6, pp.86–88.
4. Khomyn, V.S. (2001), "Drives of municipal solid waste as potential sources of environmental pollution", *Proc. of Sci. Conf. "Environmental and human health. Protection of water and air. Recycling"*, vol. 2, Shelkino, June 11–15, pp. 402–403.
5. Marchuk, V.V., Volynkina, E.P., Volynkin, A.S. et al. (2004), "Municipal solid waste landfill – the source of bacteriological and chemical environmental pollution", *Proceedings of the 1st international conference "Collaboration for problems of waste solutions"*, Kharkiv, February 5–6, pp. 84–86.
6. Badtyev, J.S. and Kulemyn, A.A. (2001), "Bio-indication as a cost-effective and efficient method of knowledge", *Ekologicheskii vestnik Rossii*, no. 1, pp. 38–41.
7. Manning, W. and Feder, U. (1985), *Byomonytorynh zagrjaznenij atmosfery s pomoshchju rastenij* [Air pollution biomonitoring using plants], Gidrometeoizdat, Moscow, Russia.
8. Martinenko, V.G. (2013), "Definition of environmental air quality using lichens", *Conference proceedings of teaching, postgraduate and master research results "Science Day 2013"*, Kirovograd, Ukraine, May 18, pp. 64–65.
9. Baybakov, E.I. and Sytnikov, A.P. (2000), "Lyheoflora of Kazan: Changes in species composition in Historical aspects", *Vestnik TO REA*, no. 1, pp. 41–46.
10. Kauppi, M. and Mikkonen, A. (1980), "Floristic versus single species analysis in the use of epiphytic lichens as indicators of air pollution in a boreal forest region, Northern Finland" *Flora*, B.169 (4), pp. 255–281.
11. Bruce D. Ryan (1990), "Lichens and air quality in wilderness areas in California: a series of baseline studies" [Electronic resource], Department of Botany Arizona State University Tempe. May 1990, available at: [gis.nacse.org/lichenair/doc/CASeries.pdf](http://gis.nacse.org/lichenair/doc/CASeries.pdf).
12. Clifford M. Wetmore (1995), "Lichens and air quality in Lye Brook wilderness of the Green Mountain National Forest" [Electronic resource], Final Report Prepared for US Department of Agriculture, University of Minnesota St. Paul, Minnesota, March 1995, available at: [gis.nacse.org/lichenair/doc/LyeBrook.pdf](http://gis.nacse.org/lichenair/doc/LyeBrook.pdf).
13. Clifford M. Wetmore (1983), "Lichens of the air quality class 1 national parks" [Electronic resource]: final report, Botany Department University of Minnesota St. Paul., June 1983, available at: [gis.nacse.org/lichenair/doc/Wetmore1983.pdf](http://gis.nacse.org/lichenair/doc/Wetmore1983.pdf).
14. Van Dobben, H.F., Fter Braak, C.J. (1999), Ranking of epiphytic lichen sensitivity to air pollution using survey data: a comparison of indicator scales [Electronic resource], *The Lichenologist*, vol. 31, iss. 1, Jan. 1999, available at: [linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0024282998901773](http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0024282998901773).
15. Linda Geiser (2000), Air Pollution Sensitivity Ratings for Pacific Northwest Macrolichens [Electronic resource], National Lichens & Air Quality Database and Clearinghouse, available at: [gis.nacse.org/lichenair/?page=sensitivity#Cetpal](http://gis.nacse.org/lichenair/?page=sensitivity#Cetpal).
16. Trass, H.H. (1984), "Classes of poleotolerantmost lichens and environmental monitoring", *Problems of ecological monitoring and ecosystem modeling*, Gidrometeoizdat, St.-Petersburg, vol. 7, pp. 144–159.
17. Trass, H.H. (1987) "Lichenoidication indexes and SO<sub>2</sub>", *Biogeochemical cycling of matter in the biosphere*, Nauka, Moscow, pp. 111–115.
18. Shapiro, I.A. (1993) "Effect of sulfur dioxide on the nitrogen content and peroxidase activity in lichens", *Botanical journal*, vol. 78, no. 6, pp. 66–72.
19. Krasnogorskaja, N.N., Zhuravlev, S.E., and Minnullina, G.R. (2004), "Lichenoidication scals of air quality assessment", *Fundamental research*, no. 5, pp. 38–42.

Стаття надійшла 28.12.2013.