

10. Broekman, S. (2010), Ultrasonic treatment for microbiological control of water systems, UltrasonicsSonochemistry.

11. Energy indicators for sustainable development: guidelines and methodologies. – Vienna: International Atomic Energy Agency, (2005).

12. Global Footprint Network [Electronic resource] – <http://www.FootprintNetwork.org>.

13. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. Third Edition. – United Nations Sales Publication (New York, October 2007).

14. The Eight Millennium Development Goals [Electronic resource] – <http://www.un.org/millenniumgoals>.

### УДК 504.61

## МОНІТОРИНГ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ПОВОДЖЕННЯ З ОПАЛИМ ЛИСТЯМ НА УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ

Я. І. Мовчан, д.б.н., професор  
Національний авіаційний університет  
пр-т Космонавта Комарова, 1, м. Київ, 03680, Україна.  
E-mail: yaroslav.movchan@gmail.com

В. В. Шаравара, асистент  
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка  
вул. Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський, 32301, Україна.  
E-mail: ecosphere.v@gmail.com

Б. О. Федоришин, студент  
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка  
вул. Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський, 32301, Україна.

У публікації висвітлено зв'язок розростання та ущільнення урбанізованих територій і погіршення їх екологічного стану, зародження і посилення небезпечних та кризових явищ внаслідок незбалансованого використання ресурсів довкілля, зокрема зелених насаджень міських систем і їх біопродукції. Проведений аналіз наслідків техногенного втручання у кругообіг речовин урбоекосистем шляхом традиційного поводження з опалим листям як з відходом. Визначені і наведені екологічні загрози довкіллю внаслідок існуючої системи утилізації опалого листя. В роботі підібрана і апробована методика польових досліджень і камеральної обробки результатів щодо оцінки об'ємів утворення опалого листя і, відповідно, обсягів біопродукції, що вимагає напрацювання науково-обґрунтованого підходу до її використання. Представлені первинні результати екологічного моніторингу системи поводження з опалим листям на урбанізованих територіях, визначені напрями подальших досліджень.

**Ключові слова:** моніторинг, екологічні ризики, опале листя, урбоекосистема.

## **МОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ОБРАЩЕНИЯ С ОПАВШИМИ ЛИСТЬЯМИ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

Я. И. Мовчан, д.б.н, профессор

Национальный авиационный университет

пр-т Космонавта Комарова, 1, м. Киев, 03680, Украина.

E-mail: yaroslav.movchan@gmail.com

В. В. Шаравара

Каменец-Подольский национальный университет имени Ивана Огиенко

ул. Огиенко, 61, г. Каменец-Подольский, 32301, Украина.

E-mail: ecosystem.v@gmail.com

Б. О. Федоришин, студент

Каменец-Подольский национальный университет имени Ивана Огиенко

ул. Огиенко, 61, г. Каменец-Подольский, 32301, Украина.

В публикации отображена связь между разрастанием и уплотнением урбанизированных территорий и ухудшением их экологического состояния, зарождением и усилением опасных и кризисных явлений в результате несбалансированного использования ресурсов окружающей среды, в частности зеленых насаждений городских систем и их биопродукции. Проведен анализ последствий техногенного вмешательства в круговорот веществ урбозкосистем путем традиционного обращения с опавшими листьями как с отходом. Определены и приведены экологические угрозы окружающей среде в результате существующей системы утилизации опавших листьев. В работе подобрана и апробирована методика полевых исследований и камеральной обработки результатов по оценке объемов образования опавших листьев и, соответственно, объемов биопродукции, что требует выработки научно-обоснованного подхода к ее использованию. Представлены первичные результаты экологического мониторинга системы обращения с опавшими листьями на урбанизированных территориях, определены направления дальнейших исследований.

**Ключевые слова:** мониторинг, экологические риски, опавшие листья, урбозкосистема.

## **MONITORING OF ENVIRONMENTAL RISKS DURING HANDLING WITH FALLEN LEAVES ON URBANIZED TERRITORIES**

Y. I. Movchan, Doctor of Biological Sciences, Professor

National Aviation University

prosp. Kosmonavta Komarova, 1, Kyiv, 03680, Ukraine.

E-mail: yaroslav.movchan@gmail.com

V. V. Sharavara  
Kamyanets-Podilsky Ivan Ohienko National University  
Ogienka str., 61, Kamyanets-Podilsky, 32301, Ukraine.  
E-mail: ecosphere.v@gmail.com

B. O. Fedorishin  
Kamyanets-Podilsky Ivan Ohienko National University  
Ogienka str., 61, Kamyanets-Podilsky, 32301, Ukraine.

**Purpose.** Development of urbanized territories, infrastructure, increasing of comfort level in population cause increasing of loading on components of environment that in turn leads to formation of some specific ecological problems of different scale and complexity, that consists in inconsistencies in interaction between natural and man-made components of urban ecosystems. One from such problem – is handling with fallen leaves on city territory in autumn period. Improving of ecological situation and increasing of environmental safety of cities are based on increasing of green territory that in turn cause increasing of waste from green plantations. Aim of work is identification of environmental risks that occurs through realization of existed approaches to the process of fallen leaves handling within the urban areas. **Methodology.** For performing of researches, is necessary conduct reconnaissance and natural survey, and perform their cameral processing, that based on determination of dry weight of leaves from trees, with application of M. Babich calculation equations. **Results.** Field researches were performed within the urban area of Kamyanets-Podilsky (Khmelnysky region). Biomass at three pilot sites was calculated. Its weight 4193 kg, 1250 kg and 5274 kg respectively. In its turn projected indicators of dry leaves on each 1 km of street are equal 30477 kg, 11278 kg and 23155 kg respectively. From calculations it is clear that is very large mass, that require quick, effective engineering and technical method of processing. Now, main method of dry leaves utilization in Kamyanets-Podilsky is collection and export on a landfill of solid domestic waste, it means that exist real dangerous, because during storing fallen leaves can stir with domestic wastes, and during decomposition process can excrete dangerous compounds. **Originality and practical value.** Performed researches could be used as model for performing of similar tasks within settlements of varying degrees of urbanization and the development of environmental measures. **Conclusion.** State of handling with fallen leaves within urban areas, in particular Kamyanets-Podilsky was determined. Results of research shows that state of handling with fallen leaves within urban areas, in particular Kamyanets-Podilsky are unsatisfactory and unacceptable in terms of the ecosystem approach. For mitigation of given problem we propose number of following researches: environmental impact assessment (remote) leaves burning, analysis of medical statistics materials, and determining of correlations concerning mortality or respiratory diseases,

and habitats where fallen leaves was burnt; assessment of general expenditures on leaves cleaning up, and development schemes of refusal from collection of leaves in areas where it does not contain excessive amounts of pollutants, by preliminary conducted assessment of its ecological safety, as it will help preserve the soil cover, moisture, zoo-sector, diaspores, etc. development of leaves utilization methods (for example through using of leaves as raw material for the manufacture of anti-glaze fluids, adhesives, etc).

**Key words:** monitoring, environmental risks, fallen leaves, urban ecosystem.

**Постановка проблеми.** Розвиток урбанізованих територій, інфраструктури, підвищення рівня комфорту населення зумовлює збільшення навантаження на компоненти довкілля, виникнення певних специфічних екологічних проблем різної складності та масштабу, що полягають в неузгодженості взаємодії природної і техногенної складових урбоекосистем. Однією з таких проблем є питання поводження з опалим листям на території міст в осінній період. Поліпшення екологічної ситуації та підвищення рівня екологічної безпеки міст ґрунтується на збільшенні показника озеленення та території зелених насаджень загального користування, що в свою чергу призводить до зростання відходів рослинної сировини. Зрозуміло, що саме опале листя потрапляє під категорію відходів, отже, потребує видалення з місць утворення та вивезення за межі міських територій з метою захоронення або складування. Часто утилізація подібних відходів обмежується спалюванням на місці збору листя або на територіях звалищ, що є поширеним явищем українських реалій. Такі підходи можуть нести в собі чималі екологічні ризики, яким, на нашу думку, приділяється недостатньо уваги з боку дослідників, громадськості, держави.

Метою роботи є виявлення екологічних ризиків внаслідок реалізації існуючих підходів до поводження з опалим листям в межах урбанізованих територій.

**Аналіз досліджень та публікацій за темою.** Сучасні урбоекосистеми характеризуються інтенсивними потоками речовини та енергії в просторі та часі, а опале листя, в такому контексті, слід розглядати як один з етапів і елементів кругообігу хімічних речовин в умовах міського середовища. Однак сучасне місто формується і розвивається в умовах інтенсивного антропогенного навантаження на природні компоненти урбоекосистеми, в зв'язку з чим, листяні дерева, які виростили в умовах значного забруднення атмосферного повітря, в силу своїх сорбційних властивостей, є універсальними поглиначами цілого ряду забруднюючих речовин (наприклад, важких металів), що ускладнює вибір схеми поводження з опалим листям. На даному етапі в Україні реалізується наступна схема поводження з опалим листям: під керівництвом місцевих структур ЖКГ, в осінній період,

проводиться збір листя і, в найбільш оптимістичному варіанті, вивезення на полігоні твердих побутових відходів; при найгіршому сценарії, в деяких віддалених районах великих міст збір опалого листя не проводиться взагалі.

Якщо ж опале листя все ж таки зібрали, на передній план висувається наступна важлива, практично не вирішена в Україні, проблема утилізації листя. Природні процеси розкладання біомаси листя уповільнені і складають, в залежності від вологості середовища, більше двох років. Утилізація рослинної біомаси в сміттєнакопичувачах вимагає значних витрат, а спалювання такої сировини призводить до забруднення атмосфери і забороне-но чинним законодавством [2].

При згорянні однієї тони рослинних залишків у повітря вивільняється біля 9 кг мікрочастинок диму. До їх складу входять пил, окиси азоту, чадний газ, важкі метали і низка канцерогенних сполук. В тліючому без доступу кисню листі виділяється бензапірен, що здатен викликати у людини ракові захворювання. Окрім того, з димом у повітря вивільнюються діокси-ни – одні з найотрутіших для людини речовин.

Окрім безпосередньої загрози людському здоров'ю, спалювання ли-стя і сухої трави призводить до таких загроз довкіллю:

1. В сухому листі згорають зимуючі корисні комахи, такі як сонечка. Їх здобич – попелиці, лишаються зимувати на стадії яйця на гілках. Спалюючи листя восени ми створюємо умови для розвитку попелиць навесні.

2. Спалювання листя призводить до руйнації ґрунтового покриву, адже безпосередньо вигорають рослинні залишки, гинуть ґрунтоутворюючі мікроорганізми. Крім того, вони гинуть і від утворюваних при горінні важких металів.

3. За нормальних умов, коли листя перегниває, необхідні для розвитку рослин речовини повертаються в ґрунт. При згорянні ж утворюється зола. Не зважаючи на загальноприйняту думку, зола – дуже погане добриво і, таким чином, спалювання листя щороку призводить до більшого збіднення ґрунту.

4. На природних ділянках і газонах вогонь знищує насіння і коріння трав'янистих рослин, пошкоджує нижні частини дерев і кущів та верхні частини їх коріння.

5. Знищення природної листяної підстилки призводить до збільшення в 2-4 рази промерзання ґрунту.

6. Дим від вогнищ, в туманні дні може утворювати смог і на довго за-висати у повітрі. В цьому випадку погіршується видимість на дорогах, що призводить до збільшення частоти дорожньо-транспортних пригод, аварій. Окрім того, потрапляючи в легені, смог викликає суттєве погіршення здо-ров'я людини.

7. Задимлені населені пункти використовують для освітлення значно більше електроенергії.

**Методи дослідження.** Наші дослідження проводилися на території міста Кам'янця-Подільського в осінній період 2016 року. Нами було обрано декілька дослідних ділянок (відрізків), які представляють найхарактерніші вулиці в межах міської забудови:

Перша дослідна ділянка – це вулиця з зеленими насадженнями в межах багатоповерхової забудови. Відрізок вулиці Гунської довжиною в 400 м від будинку №1 до будинку №11 (рис. 1), на якому знаходиться 109 дерев, з них два дерева хвойні.



Рисунок 1 – Супутниковий знімок вулиці Гунська

Друга дослідна ділянка – це вулиця з зеленими насадженнями в межах індивідуальної забудови. Відрізок вулиці Південна довжиною 380 м від будинку №1 до будинку №33 (рис. 2), на якому знаходиться 118 дерев.



Рисунок 2 – Супутниковий знімок вулиці Південна

Третя дослідна ділянка з зеленими насадженнями в межах скверу Танкістів (рис. 3). У цих межах обліковано 130 дерев.



Рисунок 3 – Супутниковий знімок скверу Танкістів

Для визначення маси листя окремого дерева необхідно виконати рекогносцирувальні і натурні дослідження, а також їх камеральну обробку. З цією метою на кожній дослідній ділянці було проведено вимірювання діаметру стовбурів дерев на висоті  $\sim 1,3$  м кожного 5-го дерева. Вимірювання можна проводити спеціальною виделкою (великий штангенциркуль) або через довжину кола за формулою  $S=2\pi R=\pi D$ . Для цього у кількох дерев вимірюється довжина кола стовбура, потім значення використовується для визначення діаметра за формулою (1):

$$D=S/\pi, \quad (1)$$

де  $D$  – діаметр,  $S$  – довжина кола, а  $\pi$  – постійне число, що дорівнює 3,14.

Для кожної категорії дерев певного діаметру обчислили орієнтовну масу зеленого і сухого листя. Результати вимірювань занесені у табл. 1. Орієнтовна маса листя з окремого дерева визначається за розрахунковим рівнянням М. Бабіча (2) [1, 3]:

$$M_w = -1,307 + 0,93 \cdot D - 0,114 \cdot D^2 + 0,01 \cdot D^3, \quad (2)$$

де  $M_w$  – маса листя, кг;  $D$  – діаметр стовбура на висоті 1,3 м від поверхні ґрунту, см.

Розрахувати загальний запас сирової фітомаси на ділянці дослідження можна за формулою (3):

$$M_{w_{xn}} = M_{cp} \cdot n, \quad (3)$$

де  $M_{cp}$  – середнє значення сирової фітомаси на ділянці, кг;  $n$  – загальна кількість дерев на ділянці.

Розрахунок сухої маси листя Md кожного вибраного дерева виконується виходячи з припущення, що суха маса листя становить 15% від сирової маси за формулою (4) (не враховуючи десяткові числа після коми):

$$Md_1 = (Mw_1 \cdot 15) / 100. \quad (4)$$

Аналіз та обчислення даних проводилися за допомогою програми Microsoft Excel.

**Основні результати та їх аналіз.** Апробація методики польових досліджень виконувалась в межах урбанізованої території м. Кам'янець-Подільський (Хмельницька область). Під час проведення наших досліджень в зоні багатоповерхової забудови на вулиці Гунська ми отримали такі статистичні матеріали (табл. 1).

Таблиця 1 – Обчислення фітомаси на дослідних ділянках

Діаметр стовбура дерева, см			Утворення сирової фітомаси, кг			Утворення сухої фітомаси, кг		
Ділянка №1	Ділянка №2	Ділянка №3	Ділянка №1	Ділянка №2	Ділянка №3	Ділянка №1	Ділянка №2	Ділянка №3
57	32	63	1533	239	2105	229	35	315
30	24	49	193	93	947	546	14	142
75	46	53	3645	773	1216	643	116	182
79	18	43	4291	37	622	502	5	93
88	29	56	6012	173	1449	901	26	217
20	43	67	51	623	2556	7	93	348
41	49	52	534	947	1144	80	149	171
12	28	65	10	155	2323	1	23	348
43	15	55	622	20	1368	93	3	205
35	29	61	320	173	1901	48	26	285
21	47	48	60	828	886	9	124	132
27	38	51	137	418	1076	20	62	161
11	34	54	8	291	1291	1	43	193
30	50	64	193	1010	2212	29	151	331
43	32	70	622	239	2935	93	35	440
44	46	69	670	773	2805	100	116	420
78	44	68	4123	670	2679	618	100	401
56	38	63	1419	418	2105	217	63	315
19	21	57	43	60	1533	6	9	229
23	31	62	81	216	2001	12	32	300
Разом, кг			23667	8163	34541	4193	1250	5274

За результатами обробки даних на першій дослідній ділянці (вулиця Гунська) ми отримали 4193 кг сухого листя на облікованих нами деревах. Середній діаметр стовбура становить 43 см, а загальна кількість дерев – 86, на яких може утворитися 12191 кг сухої надземної фітомаси. В цілому на деревах вулиць багатоповерхової забудови кожної осені орієнтовно утворюється 30477 кг сухого листя на кожен 1 км вулиці.

На другій досліджуваній ділянці індивідуальної забудови (вулиця Південна) середній розмір діаметра стовбура дерева становить 34 см, загальна кількість дерев – 118, з яких утворюється 11278 кг сухої біомаси на кожен 1 км вулиць такого типу.



Третя облікова ділянка (сквер Танкістів) нараховує 130 дерев із середнім розміром діаметру 56 см, з яких утвориться 34737 кг сухого опалого листя або 23155 кг на кожен 1 км<sup>2</sup>.

Основним методом утилізації сухого листя у місті Кам'янець-Подільський є його збір і вивезення на звалище твердих побутових відходів. З розрахунків зрозуміло, що це достатньо велика маса, що потребує оперативного і дієвого інженерно-технічного методу переробки. Наразі, під час складування опале листя може перемішуватись із побутовими відходами і в процесі розкладання виділяти небезпечні сполуки.

**Висновки.** Подібний стан поводження з опалим листям в межах урбанізованої території, зокрема міста Кам'янець-Подільського, є незадовільним і неприйнятним з точки зору екосистемного підходу. Перспективним вбачаємо ряд наступних досліджень: оцінка впливу на довкілля (віддаленого) внаслідок спалювання; аналіз матеріалів медичної статистики і визначення кореляційних зв'язків щодо смертності чи респіраторних захворювань і місць проживання, де спалюється опале листя; оцінка загальних затрат на прибирання листя, і розроблення схем відмови від збору листя на ділянках, де воно не містить надмірної кількості поллютантів, за попередньо проведеною оцінкою його екологічного стану, оскільки це сприятиме збереженню ґрунтового покриву, вологи, зоокомплексу, діаспор тощо; розроблення методів утилізації листя шляхом використання в якості сировини для виготовлення антижелезних рідин, клеїв, ФАРів тощо.

### Список використаних джерел

1. Бабич Н. А. О точности учета надземной фитомассы культур сосны / Н. А. Бабич // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 1989. – № 1. – С. 112-115.
2. Єлізаров О. І. Отримання біогазу з опалого листя / О. І. Єлізаров, О. І. Лисенко // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – 2013. – №4/(81). – С. 166-169.
3. Ландшафтно-екологічна навчальна практика. Методичне забезпечення для студентів напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» / І. Г. Миронова, О. В. Деменко, В. В. Федотов, А. В. Павличенко. – Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2015. – 27 с.

### References

1. Babich, N.A. (1989), O tochnosti ucheta nadzemnoy fitomassy kultur sosny [On the accuracy of accounting aboveground biomass of pine cultures], Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal. (no. 1), pp. 112-115, Russia.

2. Yelizarov, O.I., & Lysenko, O.I. (2013), Otrymannja bioghazu z opalogo lystja [Leaf litter biogas production], Visnyk KrNU imeni Mykhajla Ostroghradsjkogho no. 4, pp. 166-169, Ukrain.

3. Myronova, I.Gh., Demenko, O.V., Fedotov, V.V., & Pavlychenko, A.V. (2015), Landshaftno-ekologhichna navchaljna praktyka. Metodychne zabezpechennja dlja studentiv naprjamu pidghotovky 6.040106 «Ekologhija, okhrona navkolyshnjogho seredovyshha ta zbalansovane pryrodo korystuvannja» [Supportive for the students of training direction 6.040106 «Ecology, environmental protection and balanced nature management»]. Dnipropetrovsjk: Nacionaljnyj ghirnychyj universytet, Ukrain.

УДК 630.17:582.475:504.064

**ОЦІНКА ЖИТТЄВОГО СТАНУ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР  
*PINUSSYLVESTRIS*. В НАЦІОНАЛЬНОМУ  
ПРИРОДНОМУ ПАРКУ «ПОДІЛЬСЬКІ ТОВТРИ»**

Одукалець І.О.

асистент кафедри Екології

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

Хмельницька обл., м. Кам'янець-Подільський, вул. Івана Огієнка, 61

npptovtry@ukr.net

Встановлено, що вид *Pinussylvestris* L., насаджений за чистим та змішаним складом для зупинення ерозійних процесів, що активізувались внаслідок створення Дністровського водосховища, досягнувши 22–26-річного віку починає інтенсивно всихати. Під час дослідження порівнювали стан лісових культур які розміщені на схилах, товтрах та у рекреаційній зоні. Проведено опис лісотаксаційних характеристик сосни звичайної та визначено вік, висоту, середній діаметр стовбура. Вперше проведено оцінку життєвого стану *Pinussylvestris* в штучних насадженнях національного природного парку «Подільські Товтри». Для оцінки життєвого стану обрано інтегральні показники: густина крони, суховершинність, наявність відмерлих гілок на стовбурі. За середньою висотою та віком дерев визначали бонітет насаджень. Показано результати оцінки життєвого стану лісових культур *Pinussylvestris* на території національного природного парку «Подільські Товтри». В насадженнях зустрічали як здорові деревостани, так і відмираючі, сухостій. Вік деревостанів ППП № 5-39 років, ППП № 8-20 років, а ППП № 9-29 років. Сосна звичайна на ППП № 5 та ППП № 9 відноситься до III бонітету, ППП № 8 до I бонітету. Виявлено, що життєвий стан насаджень залежить від віку, висоти деревостанів, умов їх створення, біотичних та антропогенних факторів навколишнього середовища. На ослаблений стан деревостанів *Pinussylvestris* ППП № 5 та ППП