

КАРТОГРАФУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ М. ЛУЦЬКА НА ОСНОВІ ЛІХЕНОІНДИКАЦІЇ

У статті описано результати комплексних досліджень сучасного екологічного стану повітряного басейну в м. Луцьку за допомогою ліхеноіндикаційних методів та картографування просторового розподілу отриманих показників. Представлено побудовані авторами карти (ліхеноіндикаційна та екологічного стану атмосферного повітря у м. Луцьку), які дозволяють якісно оцінити зони максимального та мінімального забруднення повітря. Дані карти можуть широко використовуватися науковцями, студентами, учнями та вчителями, фахівцями міських державних виконавчих органів, екологічними та комунальними службами, для вирішення завдань оптимізації екологічного стану довкілля.

Ключові слова: екологічна карта, біоіндикація, ліхеноіндикація, екологічний стан, атмосферне повітря, повітряний басейн, лишайники, забруднення, шкала Трасса, Луцьк.

Вступ. У містах, промислових та урбанізованих зонах дослідження екологічного стану компонентів навколишнього природного середовища постійно викликає підвищену увагу та є досить актуальним, оскільки екологічний стан міста – динамічний, він постійно змінюється у всій різноманітності своїх складових компонентів. Серед методів дослідження екологічного стану атмосферного повітря на особливу увагу заслуговують біоіндикаційні методи, зокрема – ліхеноіндикація. У даній роботі представлено результати картографічної візуалізації здійснених авторами на протязі 2013-2015 р.р. ліхеноіндикаційних досліджень м. Луцька, урбоєкосистема якого є типовою для Північно-Західного регіону України.

Постановка проблеми. Якість середовища, в якому ми живемо – це один з вагомих факторів здоров'я та благополуччя людини. Це визначило мету проведеного дослідження, яка полягала в тому, щоб на основі аналізу екологічного стану повітря за допомогою

методу ліхеноіндикації оцінити якість повітряного середовища в окремих мікрорайонах міста. Для реалізації цієї мети були визначені такі завдання: оцінити екологічний стан атмосферного повітря на досліджуваній території, використовуючи метод ліхеноіндикації; побудувати ліхеноіндикаційну карту території, що вивчалася, та карту екологічного стану атмосферного повітря на основі поширення лишайників; здійснити визначення показників кореляції між поширенням лишайників та антропогенним навантаженням на міське середовище.

Об'єктом даного дослідження є екологічний стан повітря у м. Луцьку та його картографування, а предметом дослідження виступали біоіндикаційні методи визначення даного екологічного стану повітря, зокрема, метод ліхеноіндикації, практичні можливості застосування даного методу у нашому місті та перспективи оцінки ступеня забруднення повітря в населених пунктах без проведення спеціальних дороговартісних лабораторних хімічних аналізів.

Аналіз останніх публікацій на цю тему. Лишайники та їх біологічні особливості вивчаються вже близько 150 років. Але активний розвиток ліхеноіндикації розпочався понад 40 років тому назад. Ліхеноіндикація та картографування на її основі стали широко відомими після оприлюднення досліджень німецьких екологів, зокрема, публікації розроблених ними карт екологічного районування стану повітряного басейну у містах та промислових зонах (басейн Руру та ін.) [2, 3, 6].

У 60-ті роки ХХ ст. було започатковано кілька напрямів ліхеноіндикації. Майже одночасно (в 1968 році) в різних країнах, зокрема в Канаді та в Естонії, були запропоновані так звані синтетичні показники, зокрема «індекс чистоти повітря» канадських дослідників Де Слувера та Ле Блана [9], а також «індекс поліотолерантності», запропонований естонським дослідником Х. Х. Трассом [12]. В країнах Західної Європи широко використовувались методи трансплантації індикаторних видів у забруднені райони. Особливо важливі здобутки в даному напрямку швейцарської школи Крістофа Шейдегера (1998). Важливість, необхідність та основні принципи картографічного відображення результатів екологічних досліджень обґрунтовується у роботах [1, 5, 10, 11], а також у працях цілого ряду інших вітчизняних та зарубіжних авторів.

Роботи з ліхеноіндикаційної оцінки екологічного стану міст України були розпочаті у 1980-х роках. Ступінь забруднення

атмосферного повітря за допомогою лишайників визначався у Києві, Львові (Кондратюк та ін., 1991), Харкові (Кривко, 1997), а також в цілому ряді менших міст в різних регіонах країни, зокрема Луцьку, Івано-Франківську, Рівному, Могилеві-Подільському [8], Тернополі (Кондратюк та ін. 1993; Kondratyuk 1994), Херсоні (Ходосовцев 1995), Чернігові (Зеленко 1999), Кременчуці (Некрасенко, Байрак 2002) тощо. Щодо міст західної частини України (Кондратюк та ін. 1991, 1993, 1994), виявлено, що найкраща екологічна ситуація була на той час у Тернополі. На противагу останньому, у Львові, завдяки особливостям рельєфу та відсутності циркуляції повітря в центрі міста, був виявлений осередок дуже забрудненого повітря.

На рубежі 1980-1990х років група дослідників (С.Кондратюк, В.Кучерявий, В.Крамарець) здійснила порівняльні ліхеноіндикаційні дослідження деяких західноукраїнських міст. Використовувались методи картування поширення індивідуальних видів епіфітних лишайників, метод індикаторних видів, а також метод розрахунку індексу чистоти повітря [6, 7]. Зокрема, було досліджено і закартовано територію м.Луцька (рис. 1).

Згідно отриманих результатів, у Луцьку була відсутня сильно забруднена зона, а більша частина території відносилась до зони слабого забруднення. Всього було виявлено 38 видів лишайників, з яких 13 епіфітних. Найявність найбільш чутливих видів зафіксовано в центральній та північно-східній частинах міста [6].

Втім, з того часу комплексних ліхеноіндикаційних досліджень у Луцьку не проводилось, що і визначило актуальність і новизну нашого дослідження.

Виклад матеріалу дослідження. Основним завданням дослідження поширеності лишайників у мікрорайонах м. Луцька було встановлення взаємозв'язку між ступенем покриття лишайниками дерев та екологічним станом атмосферного повітря в окремому мікрорайоні. Застосовувався метод так званої пасивної ліхеноіндикації (тобто проводилися візуальні спостереження за поширенням організмів – біоіндикаторів у середовищі, підрахунки, обчислення, встановлювались середні статистичні показники).

В основу проведених досліджень було покладено методика, запропоновану Х. Трассом та його послідовниками [2, 12]. Ліхеноіндикація – це підвид біоіндикації, що включає у себе оцінку стану природного середовища за допомогою лишайників. Останні є індикаторами забруднення атмосферного повітря, змін лісових ценозів, а також накопичувачами важких металів та радіонуклідів [2, 4]. Серед ліхеноіндикаційних показників найінформативніші –

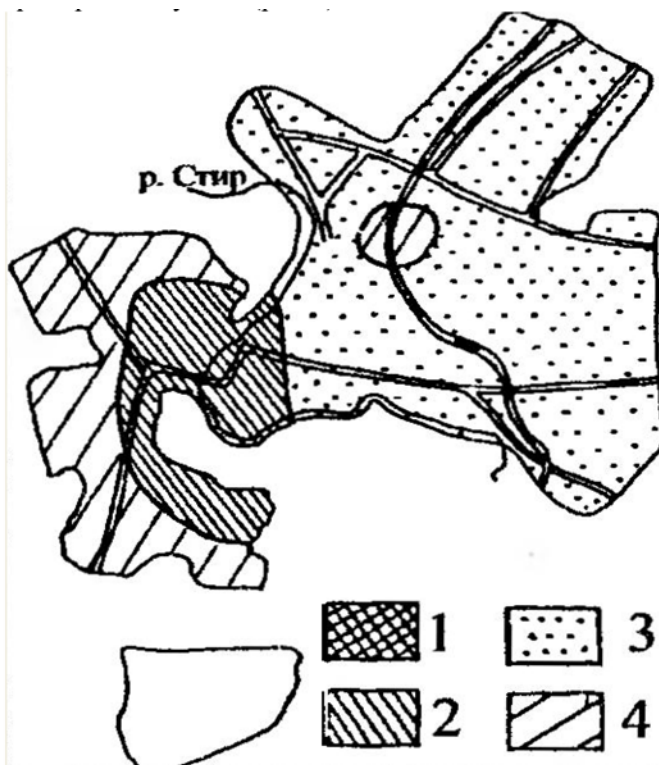


Рис. 1. Картосхема ізотоксичних ліхеноіндикаційних зон м.Луцька за дослідженнями до 1991р. (ілюстрація з [7]).

1-сильно забруднена зона, 2- середньо-, 3- слабо, 4 – незабруднена зона

картування поширення ліхеноугрупувань, обчислення синтетичних показників – індексів (чистоти повітря, полеотолерантності та ін.), а також картування поширення окремих індикаторних видів.

В ліхеноіндикаційних дослідженнях в якості субстрату, що вивчається, використовуються різноманітні дерева. Для оцінки забруднення атмосфери міста вибирається вид дерева, який найбільш поширений на даній території. Наприклад, в якості досліджуваного субстрату у визначених мікрорайонах Луцька ми використали липу дрібнолисту. Район дослідження ділять на квадрати, в кожному з яких підраховується загальне число досліджуваних дерев і дерев, які вкриті лишайниками. Для оцінки забруднення атмосфери конкретної вулиці або парку описують

лишайники, котрі ростуть на деревах по обидві сторони вулиці чи алеї на кожному 3, 5 або 10 дереві. Ділянка обмежується на стовбурі дерев'яною рамкою (палеткою) розміром 10x10см, яка поділена в середині тоненькими дротиками на квадратики по 1см².

Відмічають, які види лишайників зустрічаються на ділянці, який процент загальної площі рамки займає кожний вид лишайника, що там росте. Вказують особливості життєдіяльності кожного екземпляра: чи є у нього плодове тіло, здорова чи пошкоджена слань. На кожному дереві описують чотири пробні ділянки: дві біля основи стовбура (з різних його сторін) і дві на висоті 1,4 – 1,6 м. Дослідження можна провести по наявності якогось одного виду лишайників на даній території, або зібрати інформацію в різних точках, або підрахувати кількість всіх видів лишайників, що ростуть в районі дослідження, на що вказується у працях [2, 12].

Таким чином, для кожної ділянки опису і для кожного типу росту лишайників – накипних, листоватих і куцистих – виставляються відсотки покриття. Після проведення дослідження на декількох десятках дерев робиться обчислення середніх відсотків покриття для кожного типу росту лишайників – накипних, листоватих, куцистих. Ці показники також усереднюються, і визначається комплексний показник ступеня покриття стовбурів дерев лишайниками (у%). Чим більший показник ступеня покриття стовбура дерев лишайниками (чи він ближчий до 100%), тим чистіше повітря у районі дослідження. Є прямий зв'язок між середнім ступенем покриття дерев лишайниками і концентрацією діоксиду сірки в атмосферному повітрі [4, 13].

За допомогою пасивної ліхеноіндикації на протязі 2013-2015 рр. було проведено аналіз стану атмосферного повітря в усіх основних мікрорайонах м. Луцька (див. карту на рис. 2). Після проведення польового дослідження отриману інформацію проаналізували статистично і зробили висновки стосовно якості атмосферного повітря.

За даними обстеження мікрорайонів міста також було розроблено картосхеми зон поширення лишайників та індикації екологічного стану повітря у мікрорайонах Луцька (рис. 3 та рис. 4).

Картування здійснювалось за допомогою програмних засобів Surfer 8 Google Earth за таким алгоритмом: а) на фотооснову знімків наносились точки і маршрути проведених ліхеноіндикаційних досліджень; б) проводилась прив'язка отриманого зображення

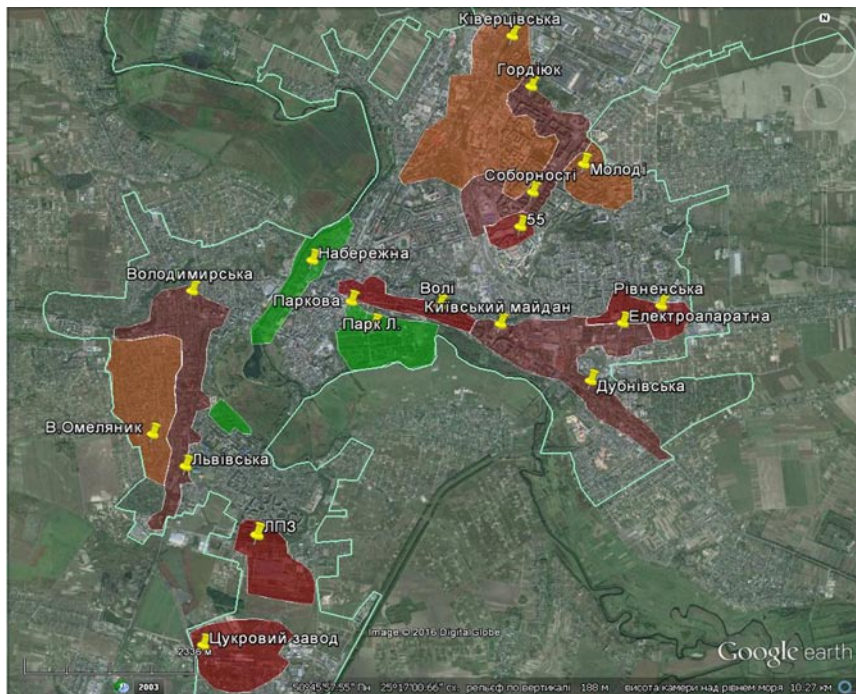


Рис. 2. Картосхема районів проведення ліхеноіндикаційних досліджень

та цифрування нанесених точок; в) у табличному редакторі для кожної точки вносились значення відповідно обрахованого показника стану; г) на основі попередніх даних створювались grd-файли за допомогою 4 різних способів інтерполяції; д) визначався оптимальний для конкретного завдання grd-файл, на основі якого будувалась карта ізоліній у поєднанні із способом кількісного фону; е) здійснювалась процедура бланкування grd-файлу по контуру меж міста; є) налаштовувалось отримане зображення.

Кольором на картосхемах виділені зони різного ступеня покриття лишайниками дерев у досліджуваних районах (рис. 3) та зони низького, середнього, високого та загрозового забруднення повітря (рис. 4).

Аналіз отриманих результатів свідчить про досить загрозовий екологічний стан атмосферного повітря у промисловій зоні м. Луцька та вздовж основних автомагістралей.

В цілому, чистими зонами, з точки зору ліхеноіндикації (показник покриття лишайниками більше 20%), виявилися лише

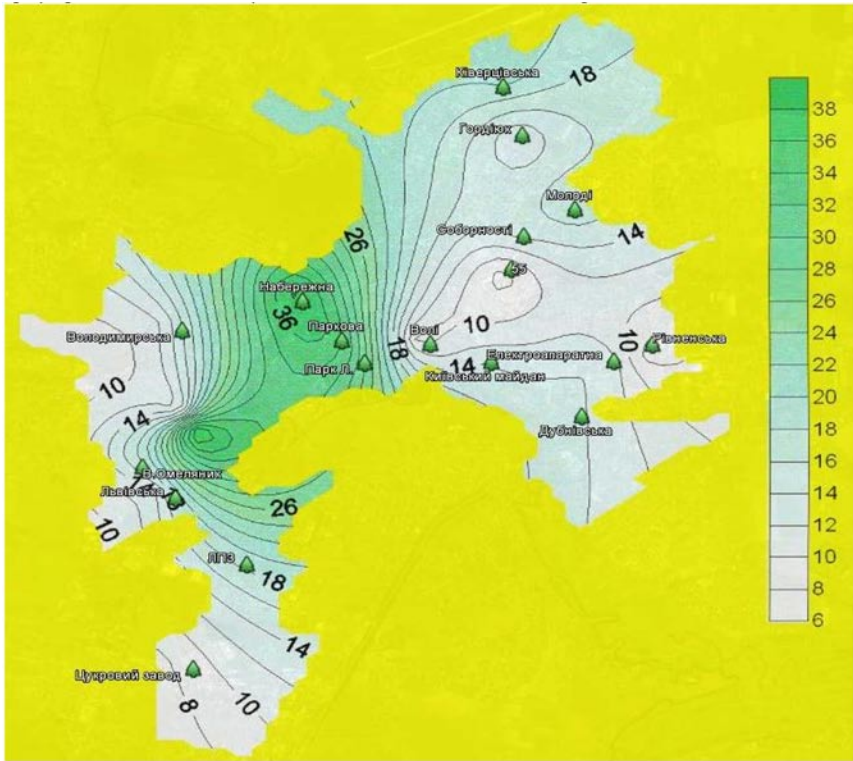


Рис. 3. Картохема ступеня покриття лишайниками дерев у м. Луцьку. Числова шкала представляє узагальнені дані про відсоток (%) покриття стовбурів дерев лишайниками

паркові території. Так, у Центральному парку ім. Лесі Українки ступінь покриття 32,3%, у парку на вул. Потебні – маємо найвищий показник 42,0%. Компактне розміщення безпосередньо в заплаві р. Стир та підвищена вологість в парку на Потебні, очевидно, теж є причиною активного росту лишайників.

Зонами середнього забруднення (показник 15-20%) є райони, прилеглі до вул. Ківерцівської, пр. Молоді та 33-го кварталу в цілому, Великого Омеляника (що брався нами як приклад дачних масивів навколо Луцька).

Порівнюючи отримані дані із наведеними на рис.1, бачимо певні відмінності. Головна з них – значне скорочення кількості видів і ступеню покриття чутливими лишайниками у північно-східній частині міста. очевидною причиною цього є швидка

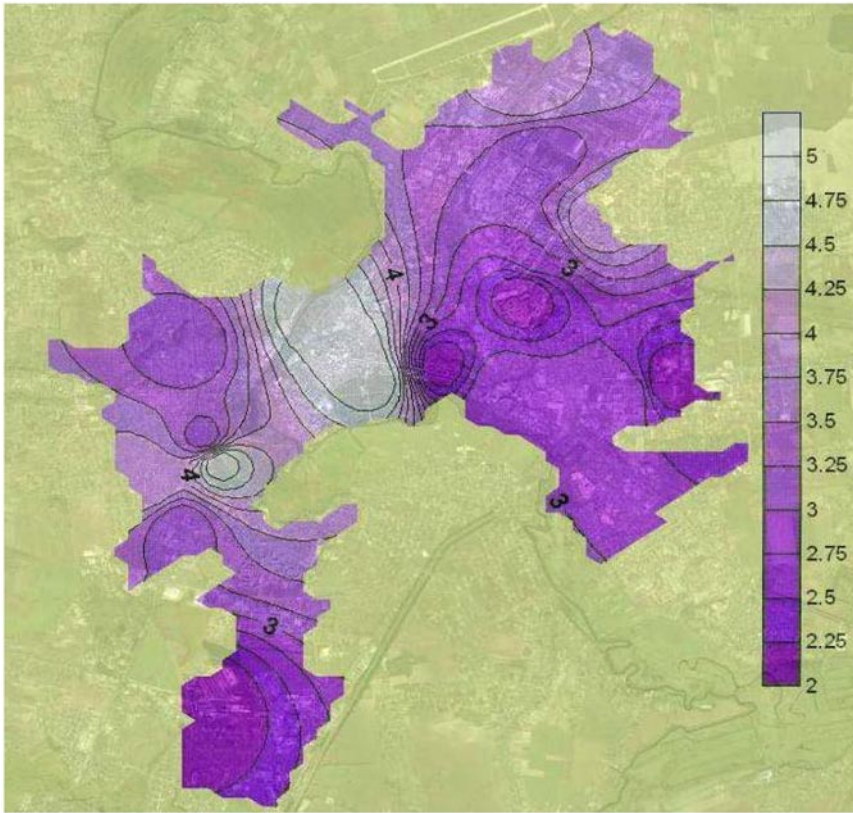


Рис. 4. Екологічний стан атмосферного повітря у м. Луцьку за даними ліхеноіндикаційних досліджень. Числова шкала відображає індекси зон різного екологічного стану (більша насиченість кольору відповідає більшій інтенсивності забруднення)

розбудова відповідних мікрорайонів та кількарразове збільшення інтенсивності транспортних потоків.

Зонами значного забруднення виявилися райони, прилеглі до вул. Дубнівської, Львівської, Володимирської, Київського майдану, проспекту Соборності, 40 кварталу (показники від 10% до 15% відповідно). Це – в основному магістралі на виїздах з міста, з напруженим рухом, очевидно, що викиди оксидів сірки створюють пригнічуючі умови для росту лишайників. Та найбільш загрозливою є ситуація в промислових районах Луцька. Ми проводили дослідження в зоні навколо цегельного заводу № 3 (вул.

Промислова, район Львівської), одержано показник 11,5%, поблизу заводу ЛПЗ (8,9%), в районі вул. Рівненської (показник 7,1%), де зосереджено ряд промислових підприємств плюс об'їзна дорога, та навколо цукрового заводу, де одержано показник 7,7%. Це – зони сильного забруднення. Відмітимо, що в зону сильного забруднення також потрапив район пр. Волі (активний транспортний рух) та 55 мікрорайон, де транспортний рух теж активний, багато автостоянок, перехресть тощо. Проте, щодо 55 мікрорайону, ми вважаємо, що найнижчий показник покриття дерев лишайниками тут свідчить лише про те, що це – новий мікрорайон, дерева тут молоді, а лишайникам потрібен час, щоб вирости.

Висновки і перспективи дослідження. Отже, на основі проведеного дослідження та картографічної візуалізації його результатів можна відмітити у підсумку:

1. Здійснена оцінка загального екологічного стану повітря в мікрорайонах м. Луцька засвідчує, що добрим і задовільним цей стан є лише в паркових зонах міста, в заплаві р. Стир (ступінь покриття дерев лишайниками понад 30-40%), Зонами середнього забруднення є райони, прилеглі до вул. Ківерцівської, Великий Омеляник, 33 квартал. Зонами значного забруднення є мікрорайони, прилеглі до вул. Львівської, Дубнівської, Володимирської, Електроапаратної, Київського майдану, 40 мікрорайону, проспекту Соборності. Це – мікрорайони з напруженим транспортним рухом. Зонами сильного забруднення є райони Цукрового заводу, ЛПЗ, вул. Рівненська, пр. Волі, 55 квартал. Це промислові райони міста або ж райони, де наявність комунальних та промислових викидів поєднується з активним рухом транспорту.

2. На основі проведених робіт по пасивній ліхеноіндикації екологічного стану території Луцька розроблено ряд карт (головні з них – ліхеноіндикаційна та карта екологічного стану атмосферного повітря у м. Луцьку), за якими можна визначити зони максимального та мінімального забруднення повітря. Дані карти можуть використовуватися науковцями, студентами, учнями та вчителями, фахівцями міських екологічних та комунальних служб та усіма громадянами, небайдужими до екологічного стану навколишнього середовища.

3. На ріст та розвиток лишайників впливає не тільки забрудненість повітря кислотними оксидами. Досить чутливими вони є до вологості повітря, температури, наявності в ньому біоактивних речовин.

4. Доцільним було б проведення триваліших спостережень,

спрямованих на визначення кількісних та якісних екологічних параметрів стану атмосферного повітря у місті, для встановлення їх взаємозв'язку з ростом та розвитком активних біоіндикаторів-лишайників.

Рецензент – кандидат географічних наук С. Г. Панкевич

Література:

1. Адаменко О. М. Екологія міста Івано – Франківська [Текст] / Адаменко О. М., Крижанівський Є.І., Нейко Є.М., Русанов Г.Г., Журавель О. М., Міщенко Л.В., Кольцова Н.І. – Івано-Франківськ: Сіверсія МВ, 2004.– 200 с.

2. Ашихміна Т. Я. та ін. Біоіндикація та біотестування – методи пізнання екологічного стану навколишнього середовища [Текст] / Ашихміна Т. Я. // – К. : Знання, 2005. – 450 с.

3. Бязров Л. Г. Лишайники в экологическом мониторинге [Текст] / Л. Г. Бязров. – М. : Научный мир, 2002. – 136с.

4. Іванців О. В. Екологічне зонування території м. Луцька на основі застосування методу ліхеноіндикації [Текст] / О. В. Іванців, В. В. Федонюк // Екологічні проблеми Волині – Матеріали Круглого столу (19 – 21 березня 2015 року). – Луцьк: РВВ Луцького національного технічного університету, 2015. – С. 77-80.

5. Ковальчук І. П. Моделювання стану природно-антропогенних систем з використанням ГІС-технологій [Текст] / І. П. Ковальчук, Є. А. Іванов, Ю. М. Андрейчук // Геодезія, картографія і аерофотознімання. 2004. – Вип. 65. — С.105 – 110.

6. Кондратюк С. Я. Ліхеноіндикація [Текст] / [С.Я. Кондратюк, В.Г. Мартиненко, Димитрова Л.В., Корнелюк Н.М.]. — Київ-Кіровоград: КОД, 2006. — 260 с.

7. Кондратюк С. Я. Порівняльне ліхеноіндикаційне картування міст України / Кондратюк С. Я., Кучерявий В. О., Крамарець В. О. // Український ботанічний журнал. – 1993. – Т50. – №4. – С.74-83.

8. Кравчук С. С. Ліхеноіндикація стану забруднення оточуючого середовища у м. Могилеві–Подільському та його околицях [Електронний ресурс] / С. С. Кравчук, М. В. Романюк // – Режим доступу: www.lib.ua-ru.net/diss/cont/150403.html.

9. Кондратюк С. Я. Ліхеноіндикація [Електронний ресурс] / С. Я. Кондратюк // Енциклопедія сучасної України. – Режим доступу : http://esu.com.ua/search_articles.php?id=55887.

10. Луцьк: сучасний екологічний стан та проблеми [Текст] : Монографія / [Я. О. Мольчак, В. О. Фесюк, О. Ф. Картава]. – Луцьк :

РВВ ЛДТУ, 2003. – 486 с.

11. Нові картографічні твори для забезпечення потреб географічної освіти / [Л. М. Веклич, І. О. Європіна, В. В. Молочко та ін.] // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. – 2004. – Випуск 4. – С. 60-63.

12. Классы полеотолерантности лишайников и экологический мониторинг [Текст] / Трасс Х. Х. // Пробл. экол. мониторинга и моделирование экосистем. – 1985. – Т. 7. – С. 144-159.

13. Федонюк В. В. Районування території м. Луцька за допомогою ліхеноіндикаційної оцінки екологічного стану [Текст] / В. В. Федонюк, О. В. Іванців // Енергетична безпека навколишнього середовища. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (24-26 вересня 2015 року). – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2015. – С. 46-49.

В. В. Федонюк, В. В. Іванців, Н.А. Федонюк, О. В. Іванців
**КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ ВОЗДУШНОГО БАСЕЙНА г. ЛУЦКА НА
ОСНОВЕ ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ**

В статье описаны результаты комплексных исследований современного экологического состояния воздушного бассейна в г. Луцке с помощью лишеноиндикационных методов и картографирования пространственного распределения полученных показателей. Представлены созданные авторами карты (лихеноиндикационная и экологического состояния атмосферного воздуха в г. Луцке), с помощью которых возможна качественная оценка зон максимального и минимального загрязнения воздуха. Эти карты могут широко использоваться учеными, студентами, учениками и учителями, специалистами городских государственных исполнительных органов, экологическими и коммунальными службами, для решения задач оптимизации экологического состояния окружающей среды.

Ключевые слова: экологическая карта, биоиндикация, лишеноиндикация, экологическое состояние, атмосферный воздух, воздушный бассейн, лишайники, загрязнение, шкала Трасса, Луцк.

V. Fedoniuk, V. Ivantsiv, M. Fedoniuk, O. Ivantsiv
**ENVIRONMENTAL STATE MAPPING OF AIR BASIN
TOWN LUTSK BASED ON LICHEN INDICATION**

The article describes the results of comprehensive research the current status of air quality in Lutsk. Lichen indication using methods

and mapping the spatial distribution of derived parameters. The present study is the environmental condition of the air in the city. Lutsk and its mapping, and the subject of research were bioindication methods for determining environmental air quality, particularly lichen indication method, the feasibility of this method and prospects of assessing the degree of air pollution in towns without special expensive and complex laboratory chemical analyzes. The labor presents the authors constructed maps (lichen indication and environmental state of the air in Lutsk.) That allow qualitatively assess the zone of maximal and minimal air pollution. These cards can be widely used by scientists, students, pupils and teachers, specialists of state executive bodies, environmental and utilities to solve optimization problems of the ecological state of the environment. Based on the research and development of maps of environmental air quality in the city Lutsk authors came to the following conclusions: lichen indication method – is available, effective and cheap way to assess the ecological state of the air in cities, industrial zones and other areas. Unlike laboratory analysis of air samples, lichen indication requires no special equipment, laboratories, it is – visual and statistical studies can pursue their pupils or students. The conducted study, we assessed the general environmental condition of the air in the districts of the city Lutsk. Good and satisfactory condition, this is the only park areas of the city, in the floodplain Styr (degree of coverage tree lichens more than 30-40%), the average contamination Zones are areas adjacent to the Kivertsivska street, Big Omelyanyk, 33 quarter. Zones are heavily polluted neighborhoods adjacent to the street Lvivska, Dubnivska, Volodymyrska, Electroaparatna, Kyivski square, 40 quarter, prospect Sobornosty . This – neighborhoods with heavy vehicle traffic. Zones are areas of strong pollution Sugar factory, Str. Rivnenska, ave. Voli, 55 quarter. This industrial city areas are areas where the presence of municipal and industrial wastes combined with active traffic. Based on research developed a set of environmental maps. Growth and development lichens affect not only air pollution acidic oxides. Rather they are sensitive to humidity, temperature, presence of a bioactive agents. It would be of longer observation in terms of chemical composition and acidity of rainfall in Lutsk to establish relationships with the growth and development of lichens.

Keywords: ecological map, bioindication, lichen indication, environmental condition, the air, the air basin, lichens, pollution, scale Trass, Lutsk.

Надійшла до редакції 14 жовтня 2016 р.