

УДК 504.054 (477.82)

В. О. Фесюк – доктор географічних наук, професор кафедри екології Луцького національного технічного університету;

М. А. Федонюк – кандидат географічних наук, старший викладач кафедри екології Луцького національного технічного університету;

В. В. Федонюк – кандидат географічних наук, доцент кафедри екології Луцького національного технічного університету

Можливості збору та утилізації відпрацьованих ртутьвмісних ламп у межах Волинської області

Роботу виконано на кафедрі екології ЛНТУ

Оцінено масштаби утворення ртутьвмісних люмінесцентних ламп у межах Волинської області. Розглянуто можливості територіальної організації збору відпрацьованих ламп та їх можливої утилізації за допомогою компактних демеркуризаційних установок.

Ключові слова: компактні люмінесцентні лампи, ртуть, утилізація ртуті, демеркуризаційні установки, Волинська область.

Фесюк В. О., Федонюк М. А., Федонюк В. В. Возможности сбора и утилизации отработанных ртуть-содержащих ламп в пределах Волынской области. Оцениваются масштабы образования ртутьсодержащих люминесцентных ламп в пределах Волынской области. Рассматриваются возможности территориальной организации сбора отработанных ламп и их возможной утилизации при помощи компактных демеркуризационных установок.

Ключевые слова: компактные люминесцентные лампы, ртуть, утилизация ртути, демеркуризационные установки, Волынская область.

Fesyuk V. O., Fedonyuk M. A., Fedonyuk V. V. Possibility of Disposal of Waste Hg-Lamps in Volyn Region. The volumes of formation of Hg-lamps waste within the Volynsk area are estimated. Possibilities of the territorial organization of gathering of the fulfilled lamps and their possible utilization by means of compact demercuration plants are considered.

Key words: compact fluorescent lamps, mercury, mercury recycling, de-mercuration plants, Volyn region.

Постановка наукової проблеми та її значення. Із 1990-х рр. унаслідок впровадження нових технологічних рішень суттєво скоротилося застосування ртуті у промисловості. Натомість у побутовому секторі, навпаки, відбувається певна концентрація ртутьвмісних виробів, насамперед через масове використання компактних люмінесцентних ламп (КЛЛ), а також окремих комп'ютерних пристроїв. Утилізація таких виробів стає серйозною проблемою, адже поки що не налагоджено механізмів прийому ртутьвмісних відходів від населення (на відміну від підприємств – юридичних осіб).

На території Волинської області ситуація ще більше ускладнюється через брак спеціалізованого підприємства зі збору та переробки такого виду відходів. У результаті використані ртутьвмісні вироби здебільшого неконтрольовано потрапляють на смітники, що призводить до забруднення довкілля важкими металами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій із цієї проблеми. Ґрунтовні геохімічні та медико-біологічні дослідження ртуті проведені ще у 1950–1970-х рр. Значною мірою вони були зумовлені виникненням екокризових ситуацій, що спричинили значне забруднення середовища та отруєння людей, зокрема, в Японії (хвороба «Мінамата») та Іраці. Результати таких досліджень [1; 7; 12] сприяли появі у багатьох країнах (у т. ч. і в СРСР) досить жорсткого нормування вмісту ртуті у середовищі [3; 6]. Більшість ртутьвмісних виробів, зокрема люмінесцентні лампи, законодавчо належать до відходів I класу небезпеки і потребують спеціальної утилізації.

Проте спеціальних досліджень можливої поведінки Hg, вивільненої із відходів, у конкретних ландшафтних умовах, небагато (напр., [11]). Серед українських публікацій можна назвати деякі роботи, що стосуються (в загальному) транслокації важких металів [5], способів їх надходження в людський організм у міських агломераціях [2], екологічної безпеки при перевезеннях небезпечних речовин [10] тощо.

Особливо ж не вистачає розробок щодо практичних питань вилучення, збору та утилізації відпрацьованих ртутьвмісних виробів.

Формулювання мети та завдань статті. Метою дослідження є еколого-географічне обґрунтування можливих способів збору ртутьвмісних відходів від населення в межах Волинської області. Відповідно до мети поставлено такі завдання: оцінити обсяги щорічного утворення використаних люмінесцентних ламп у розрізі територіальних одиниць області; порівняти оцінку потенційних способів збору та утилізації таких відходів; обґрунтувати оптимальну територіальну організацію та періодичність збору ртутьвмісних ламп у побутовому секторі.

Матеріали й методи дослідження. Вихідними матеріалами для дослідження слугували офіційні статистичні збірники, окремі нормативні документи (СанПіН, БНіП та ін.), результати власних опитувань користувачів та продавців КЛЛ, тематичні публікації у друкованих та електронних ЗМІ, літературні джерела. У дослідженні використано переважно математично-статистичні та картографічні методи, а також окремі елементи аналізу та порівняння.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Серед приладів, що використовує населення, ртуть міститься у більшості моніторів та телевізорів (за винятком пристроїв із світлодіодною підсвіткою LED) – 4–15 мг [9], у багатьох медичних термометрах – від 800 до 2000 мг, в інфрачервоних датчиках руху, у старих електричних дзвінках, у різноманітних контактних перемикачах електричних пристроїв тощо. Однак найбільш поширеними в наш час є так звані енергозберігаючі люмінесцентні лампи. Вони містять пари ртуті, які при пошкодженні лампи легко потрапляють у повітря. Слід відзначити, що сучасні «офісні» люмінесцентні лампи містять 20–70 мг, а побутові КЛЛ – від 3 до 10 мг Hg на лампу. Враховуючи невелике значення ГДК ртуті у повітрі – 0,0003 мг/м³ [3], навіть така кількість може бути шкідливою.

Як бачимо з таблиці 1, фактично у будь-якій житловій кімнаті чи квартирі розбита навіть найменша люмінесцентна лампа може призвести до значного перевищення гранично допустимої концентрації ртуті. Так само і викинуті розбиті КЛЛ у сміттєзбірниках багатьох прибудинкових територій призводять до вищої від нормативної кількості парів ртуті у повітрі.

Таблиця 1

Концентрація парів ртуті, що утворюється при пошкодженні однієї лампи у приміщеннях різного розміру (за умови рівномірного поширення по об'єму)*

Об'єм приміщення, м ³	Кількість ртуті, що надійшла з розбитої лампи, мг					
	3	4	5	10	20	70
24	0,125 / 417	0,167 / 555	0,21 / 694	0,42 / 1400	0,83 / 2777	2,9 / 9722
50	0,06 / 200	0,08 / 267	0,1 / 333	0,2 / 667	0,4 / 1330	1,4 / 4670
100	0,03 / 100	0,04 / 133	0,05 / 167	0,1 / 333	0,2 / 667	0,7 / 2333
150	0,02 / 66,7	0,027 / 89	0,033 / 111	0,067 / 222	0,13 / 444	0,47 / 1555
200	0,015 / 50	0,02 / 66,7	0,025 / 83,3	0,05 / 167	0,1 / 333	0,35 / 1156
400	0,0075 / 25	0,01 / 33	0,0125 / 41,7	0,025 / 83,3	0,05 / 167	0,18 / 583
1000	0,003 / 10	0,004 / 13,3	0,005 / 16,7	0,01 / 33,3	0,02 / 66,7	0,07 / 233
10 000	0,0003 / 1	0,0004 / 1,3	0,0005 / 1,67	0,001 / 3,33	0,002 / 6,7	0,007 / 23,3

* У чисельнику – розрахункова концентрація, мг/м³; у знаменнику – кратність перевищення ГДК.

Тому актуальним є пошук способів зменшення кількості таких відходів, а також їх контрольованого збору та утилізації.

На сьогодні підприємства та установи здають відпрацьовані лампи у спеціалізовані фірми, що мають ліцензію на ртутьвмісні відходи. На території Волинської області таких установ поки що немає, найближчими є ВТП «Екоцентр» у м. Львові або ж «Екохелп» у м. Рівному, які потім перевозять ці відходи на переробні заводи (найбільше – у Микитівку Донецької області).

Натомість системи збору таких відходів від населення практично немає. Через брак централізованої мережі збору й переробки, поганої інформованості й безвідповідальності громадян відпрацьовані лампи викидають разом зі звичайним сміттям з подальшим розміщенням на полігонах твердих побутових відходів, що вкрай неприпустимо.

Ми спробували оцінити кількість відпрацьованих ламп, що утворюються на території Волинської області. Прямих даних про це немає, тому оцінка базувалась на екстраполяції отриманої з відкритих

джерел офіційної статистики по інших регіонах України та Росії (Полтавська обл., м. Вінниця, Севастополь, Краснодарський край РФ та ін.), а також на вибірковому опитуванні користувачів.

Загалом щорічна кількість відпрацьованих ламп – 35–45 % чисельності міського населення і 15–20 % чисельності сільського населення (табл. 2). В цілому по Волинській області цей показник становить близько 300 тис. шт. на рік. Зауважимо, що продажі люмінесцентних ламп щорічно зростають (в Україні від 10–12 млн шт. у 2008 р. до майже 30 млн шт. у 2010 р. [4]), відповідно збільшуватиметься і число їхніх відходів.

Таблиця 2

Пропонована кількість пунктів прийому відпрацьованих ламп по районах області

Район	Кількість населення (включно міста обласного підпорядкування), тис. осіб	Орієнтовна кількість ламп, що потребують утилізації, од./рік	Потрібна кількість пунктів прийому / періодичність вивезення
Володимир-Волинський	25 947 (+ 38 402)	21 000	1 / 1 раз на рік
Горохівський	54 355	17 000	1 / 1 раз на 2 роки
Іваничівський	33 609 (+ 57 537)	28 000	1 / 1 раз на рік
Камінь-Каширський	62 017	14 000	1 / 1 раз на 2 роки
Ківерцівський	64 402	18 000	1 / 1 раз на 2 роки
Ковельський	40 973 + (67 427)	42 000	2 / 1 раз на рік
Локачинський	23 435	4 000	1 / 1 раз на 3 роки
Луцький	59 315 + (209 285)	92 000	3 / 1 раз на рік
Любешівський	35 659	9000	1 / 1 раз на 3 роки
Любомльський	40 296	10 000	1 / 1 раз на 3 роки
Маневицький	55 462	12 000	1 / 1 раз на 3 роки
Ратнівський	51 624	11 000	1 / 1 раз на 3 роки
Рожищенський	40 799	11 000	1 / 1 раз на 3 роки
Старовижівський	31 485	6000	1 / 1 раз на 3 роки
Турійський	26 897	6000	1 / 1 раз на 3 роки
Шацький	17 295	7000	1 / 1 раз на 3 роки
Всього	1 036 221	296 000	19 / –

Тому актуальним є пошук шляхів контролюваного збору та утилізації такої кількості відходів.

Для вирішення цього питання потрібен ряд організаційних, адміністративно-правових, технічних, інформаційно-просвітницьких заходів. Чимало з них вже успішно застосовуються у сусідніх країнах (напр., зобов'язання продавців ламп приймати використані КЛЛ, включення в ціну вартості утилізації, матеріальне заохочення здавачам у вигляді знижки на нові вироби тощо). Ми ж зупинимося на питанні територіальної оптимізації збору КЛЛ та деяких технічних можливостях утилізації.

Пункти прийому доцільно створити у відділах продажу таких ламп у найбільших супермаркетах. Прийом ламп від населення доцільно проводити не постійно (оскільки тривале зберігання до вивозу збільшує ризики забруднення), а певний період безпосередньо перед запланованим вивезенням.

Кількість таких пунктів можна запланувати таким чином, щоб їх вивезення спеціальним транспортом відбувалось лише один раз на рік.

Об'єм однієї побутової лампи разом з упаковкою становить в середньому 250 см³. Таким чином, в 1 м³ поміститься близько 4000 упаковок з лампами. Якщо середній об'єм мікроавтобуса 8 м³, він може за один рейс перевезти 8 · 4000 = 32 000 упаковок з лампами.

У більшості районів Волинської області щорічна кількість ламп, що потребують утилізації, менша від цього числа. Однак принаймні по одному пункту у кожному районному центрі потрібно створити, адже переважна більшість людей не погодяться возити відпрацьовані лампи в інші райони.

Необхідна періодичність вивезення такого типу відходів є різною, для деяких пунктів вона розрахунково становить один раз на 3–5 років, однак реально потрібно забезпечити щорічний збір.

Враховуючи вищесказане, пропонуємо таку кількість пунктів прийому у районах (табл. 2).

Як бачимо, лише у м. Луцьку потрібно три таких пункти, у Ковелі – два, у решті райцентрів – по одному. Загальна кількість – 19.

За цими даними неважко розрахувати щорічну кількість рейсів та кілометраж для їх здійснення. Якщо організувати централізований пункт прийому біля с. Брище Луцького району, то максимальна відстань до нього становитиме 155 км (від смт Шацьк), середня – 83,5 км, але для більше 70 % цього

вантажопотоку – 46,7 км, (рис. 1). Крім того, перевезення з Луцька (31 % усієї кількості) відбуватимуться на відстань до 15 км, що значно зменшує ймовірність виникнення аварійних ситуацій.

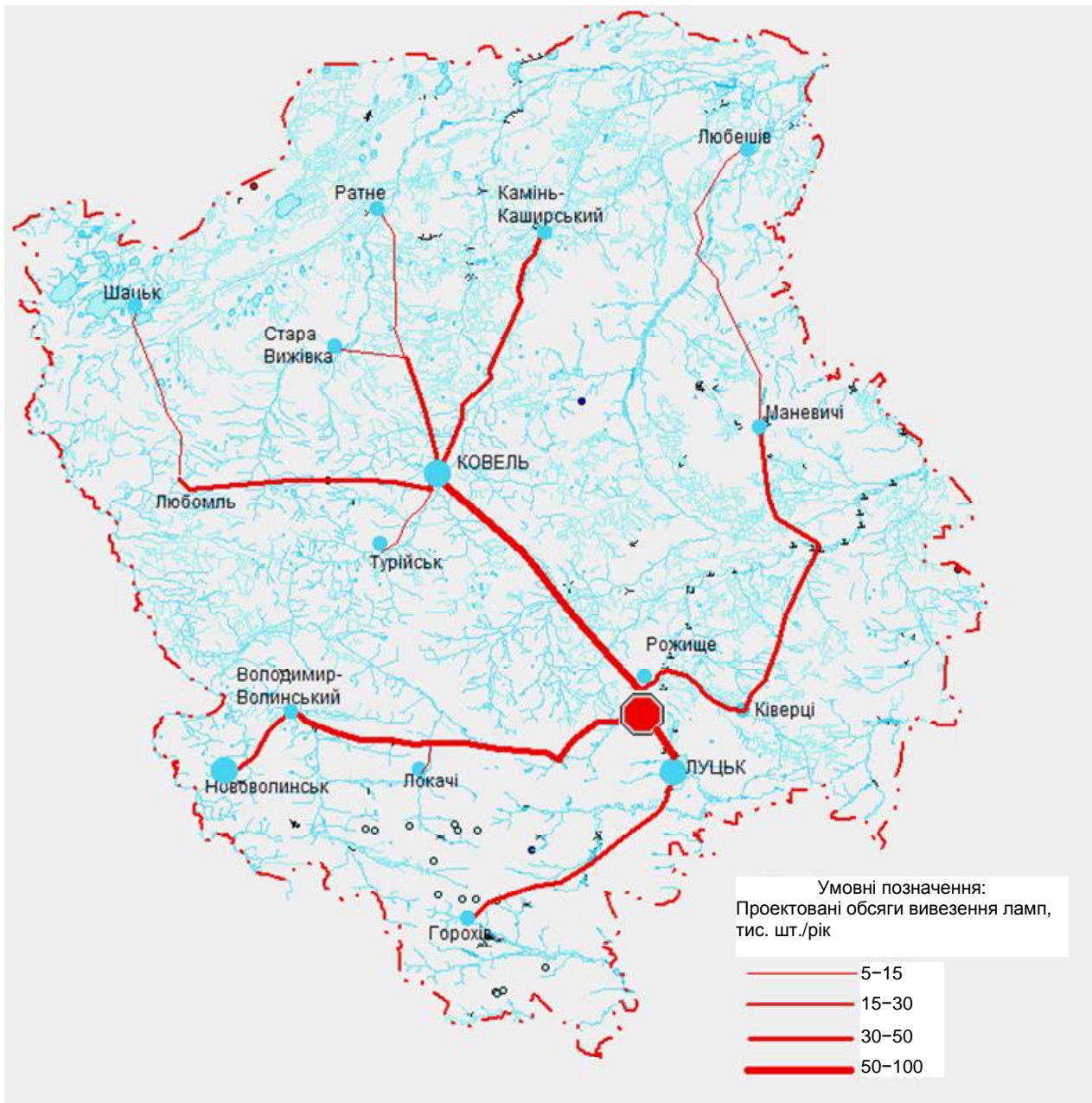


Рис. 1. Картосхема розрахункової інтенсивності вантажопотоку використаних КЛЛ

Максимальний річний кілометраж для вивезення ламп із районних пунктів збору становить менше 1500 км (що при витраті пального у 10 л на 100 км пробігу становитиме всього 150 л). При цьому зауважимо, що чимало рейсів можна об'єднати (наприклад, із Шацького та Любомльського, Ратнівського і Старовижівського, Любешівського і Камінь-Каширського, Маневецького і Ківерцівського районів тощо), що дасть змогу ще скоротити зазначені витрати.

Значні можливості для скорочення витрат на утилізацію КЛЛ можуть полягати також у придбанні компактних демеркуризаційних установок, які зараз широко представлені, зокрема, на російському ринку очисних установок (виробники «ООО Экотром», «ФІД Дубна», «Епегесо»). В основі їхньої роботи – поділ ламп у вібропневматичному сепараторі на окремі частини – склобій, цоколі, люмінофор. Ртутьмісне скло перемелюється, а пари ртуті, що при цьому виділяються, відводяться циклоном та рукавинним фільтром і потрапляють на шар сорбенту (в деяких варіантах зв'язуються

хімічно демеркуризаторами, наприклад, сульфідними сполуками). У результаті отримують позбавлені ртуті відходи, які придатні до повторного використання, і шар сорбенту з максимальним вмістом меркурію близько 3–10 кг. Відповідно об'єм Hg-вмісних відходів зменшується в сотні разів.

Установка середніх розмірів (напр., «Екотром-2») потребує всього 20–25 м² площі у виробничому приміщенні, обслуговування двох працівників, споживає 11 кВт/год електроенергії [8].

Враховуючи щорічну кількість утворюваних лампових відходів у межах області (300 000 шт.), при продуктивності цієї установки 1200 ламп за годину час її роботи потрібен 31,25 робочих днів (по 8 год). Відповідно така установка повністю може справитись із об'ємом утворюваних відходів в межах області навіть при їх 10-кратному збільшенні. Очевидна вигода полягає у тому, що потрібно перевозити великі об'єми лампових відходів на переробні заводи за 1000–1200 км (що, зокрема, зменшить ризик виникнення надзвичайних ситуацій). У цьому разі потребуватиме вивезення на утилізацію лише шар сорбенту, але така потреба виникатиме (за збереження сучасних темпів утворення відходів) раз на 3–5 років.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Розглянутий варіант територіальної організації системи збору від населення люмінесцентних ламп в умовах Волинської області потребує нескладних організаційних заходів і не пов'язаний зі значними матеріальними затратами. Натомість придбання і введення в дію компактно демеркуризаційної установки досить витратне, але, на нашу думку, є перспективним способом вирішення проблеми ртутних відходів на регіональному рівні. Впровадження таких заходів потребуватиме ряду подальших розробок, переважно в аспекті вдосконалення та узгодження окремих нормативно-правових актів, процедур здійснення екологічної експертизи та технологічної сертифікації.

Список використаної літератури

1. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I–IV групп : справоч. изд. / А. Л. Бандман, Г. А. Гудзовский, Л. С. Дубейковская и др. ; под ред. В. А. Филова и др. – Л. : Химия, 1988. – 512 с.
2. Гигиеническая оценка приоритетности различных путей поступления тяжелых металлов в организм жителей экокризисного региона / С. В. Грищенко, Н. В. Гринь, М. Г. Степанова и др. // Довкілля та здоров'я. – 2004. – № 1. – С. 7–10.
3. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами), затверджені наказом МОЗ від 09.07.97 N 201.
4. Люмінесцентні лампи. Неконтрольована ртуть [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://beilamps.blogspot.com/>
5. Проданчук М. Г. Актуальні питання охорони ґрунту від антропогенного забруднення важкими металами та небезпечність їх транслокації в системі ґрунт-рослина-людина / М. Г. Проданчук, І. В. Мудрий // Гігієна населених місць. – 2001. – Т. 1, вып. 38. – С. 244–246.
6. Санитарные правила при работе со ртутью, соединениями и приборами с ртутным заполнением, утвержденные Главным государственным санитарным врачом СССР Кондрусевым А. И. 04.04.88 N 4607-88.
7. Сауков А. А. Очерки геохимии ртути / А. А. Сауков, А. Х. Айдинян, Н. А. Озерова. – М. : Наука, 1972. – 336 с.
8. Техническое описание оборудования «Экотром» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.ecotromtechnology.ru/tech.html>
9. Тиняков К. М. Обеспечение ртутной безопасности [Электронный ресурс] / К. М. Тиняков. – Режим доступа : <http://www.eco-oos.ru/biblio/sborniki-nauchnyh-trudov/ekologicheskii-ustoichivoe-razvitiie-racionalnoe-ispolzovanie-prirodnih-resursov/68/>
10. Фесюк В. О. Оцінка екологічної безпеки при перевезеннях небезпечних вантажів територією міст Північно-Західної України та розробка заходів для її підвищення / В. О. Фесюк, М. М. Мельничук // Наук. вісн. ВДУ ім. Лесі Українки. Географічні науки. – 2007. – № 2. – С. 273–280.
11. Янин Е. П. Ртутные лампы как источник загрязнения окружающей среды / Е. П. Янин. – М. : ИМГРЭ, 2005. – 28 с.
12. Minamata Disease Archives [Electronic resource]. – Mode of access : <http://www.nimd.go.jp/archives/english/index.html>

Статтю подано до редколегії
02.11.2011 р.