

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2021-36-07>

УДК (UDC): 504.064.4

В. І. МИХАЙЛЕНКО¹,

аспірант кафедри екології та охорони довкілля

e-mail: vladislav.mykhailenko@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6667-2457>

Т. А. САФРАНОВ¹, д-р г.-м. наук, проф.,

завідувач кафедри екології та охорони довкілля

e-mail: safranov@ukr.net ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0928-5121>

¹*Одеський державний екологічний університет,*

вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016, Україна

АНАЛІЗ ОБСЯГІВ ТА ДЖЕРЕЛ УТВОРЕННЯ ВІДХОДІВ, ЯКІ МІСТЯТЬ СТІЙКІ ОРГАНІЧНІ ПОЛЮТАНТИ, НА ТЕРИТОРІЇ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Мета. Оцінка обсягу накопичення відходів, які містять стійкі органічні полютанти (СОП), та стану системи поводження з даними відходами на території Одеської області

Методи. Для розрахунку обсягів надходження СОП у довкілля використано оновлену європейську методичку по інвентаризації викидів забруднюючих речовин *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook* (2019)

Результати. Виявлено та проаналізовано пріоритетні джерела накопичення відходів, які містять поліхлоровані біфеніли (ПХБ) в Одеській області; проаналізовано наявність та стан виконання програм по ліквідації непридатних СОП-вмісних пестицидів на території Одеської області; визначені питомі маси СОП-вмісних пестицидів на одного жителя кожного окремого району; за величиною питомих мас пестицидів проаранжовано та виявлено пріоритетні райони щодо організації заходів з ліквідації СОП-вмісних пестицидів; з використанням оновленої європейської методики розраховано обсяги витоків ПХБ з ПХБ-вмісного обладнання та обсяги надходження ПХБ у складові довкілля (грунтовий покрив та повітряний басейн); отримані результати проаранжовано та виявлено пріоритетні райони для знешкодження ПХБ-вмісного обладнання та, як наслідок, ефективної реалізації Стокгольмської конвенції. Найбільша питома маса пестицидів припадає на жителів Савранського (2,660 кг/людину), Біляївського (2,47 кг/людину), Кодимського (2,082 кг/людину) та Любашівського (1,197 кг/людину) районів, які мають стати пріоритетними під час виконання програми по знешкодженню непридатних СОП-вмісних пестицидів

Висновки. Наявної законодавчої та методичної бази недостатньо для ефективного виконання вимог Стокгольмської конвенції. Програма щодо знешкодження непридатних СОП-вмісних пестицидів на 2018 рік не була виконана, тому пестициди, які зберігаються неправильно, фактично у всіх розглянутих випадках, є перспективним джерелом надходження ПХБ у організми жителів окремих районів, в яких пестициди локалізуються. Найбільший внесок у надходження ПХБ від електричного обладнання припадає на Одесу – 49,2% від загальної маси ПХБ, що надходять у довкілля від даного джерела. Саме тому виконання програми по вилученню з використання обладнання, яке містить ПХБ в Одеській області, має починатися з Одеси.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: стійкі органічні полютанти, поліхлорбіфеніли, відходи, пестициди

Як цитувати: Михайленко В. І., Сафранов Т. А. Аналіз обсягів та джерел утворення відходів, які містять стійкі органічні полютанти, на території Одеської області. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2021. Вип. 36. С. 83-95. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2021-36-07>

In cites: Mykhailenko, V. I. & Safranov, T.A. (2021). Analysis of volumes and sources of waste containing persistent organic pollutants on the territory of Odesa region. *Man and Environment. Issues of Neoecology*, (36), 83-95. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2021-36-07>

© Михайленко В. І., Сафранов Т. А., 2021



This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Вступ

Важливою науковою проблемою є оцінка обсягів накопичення відходів, що містять стійкі органічні полутанти (СОП), адже, згідно зі Стокгольмською конвенцією [1], Україна має провести інвентаризацію всього обсягу СОП – як утворених навмисно, так і ненавмисно, – встановивши можливі форми їх накопичення, джерела та обсяги утворення.

Окремим напрямком виокремлюються заходи, пов'язані із інвентаризацією та правильним поводженням з поліхлорованими біфенілами (ПХБ) – класом синтетичних хлорованих ароматичних вуглеводнів з загальною формулою $C_{12}H_xCl_y$, де величина «x» може змінюватися від 1 до 10, а величина $y = 10 - x$. З існуючих 209 можливих ізомерів ПХБ [2], комерційне використання мають близько 90 [3]. ПХБ володіють рядом унікальних фізичних і хімічних властивостей, зокрема: відмінними теплофізичними та електроізоляційними характеристиками; термічною стійкістю; пластичністю; стійкістю до корозії та високими адгезійними властивостями; інертністю до кислот та лугів; вогнестійкістю; доброю розчинністю у жирах, маслах та органічних розчинниках; високою сумісністю зі смолами тощо. Ці властивості обумовлюють їх широке використання у якості діелектриків у трансформаторах і

конденсаторах, гідравлічних рідин, теплоносіїв та хладагентів, змащувальних мастил, компонентів лаків, фарб, клеєвих сумішей, пластифікаторів та наповнювачів у пластмасах, аптіпіренів, розчинників [4]. Разом із цим, ПХБ використовувалися і у якості пестицидів, залишки яких і досі потребують ліквідації та знешкодження.

У статті зроблений аналіз обсягів накопичення ПХБ-вмісних відходів на території Одеської області. Типовими представниками ПХБ-вмісних відходів є: непридатні до використання та заборонені СОП-вмісні пестициди; електричне обладнання, переважно трансформатори та конденсатори; відпрацьовані трансформаторні та конденсаторні рідини, які містять ПХБ; різноманітні ємності, забруднені ПХБ. Необхідно зауважити, що інформація щодо інвентаризації даних речовин має постійно оновлюватися, адже ПХБ можуть змінювати форму перебування у навколишньому середовищі протягом свого життєвого циклу, а також перерозподілятися по середовищам та мігрувати на великі дистанції. Зокрема, у період зберігання та експлуатації ПХБ є джерелом більш небезпечних сполук – поліхлорованих дибензо-п-діоксинів (ПХДД) і поліхлорованих дибензофуранів (ПХДФ), механізм утворення яких зображено на рисунку 1.

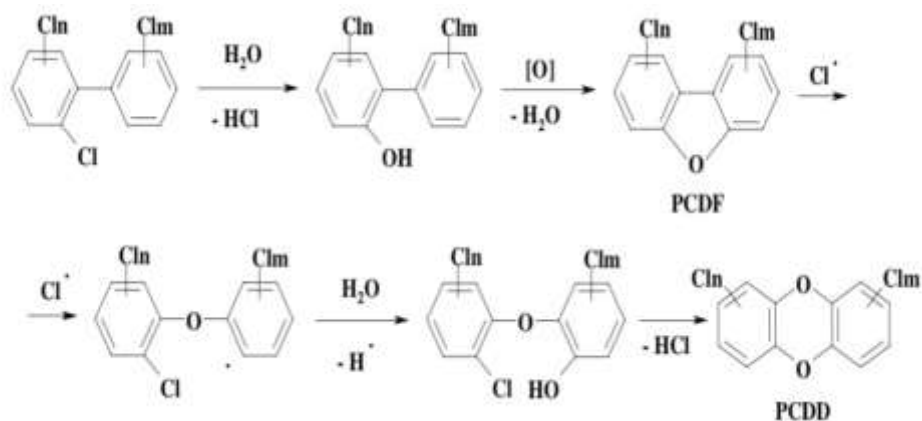


Рис. 1 – Схема утворення ПХДД і ПХДФ з ПХБ

Fig. 1 – Scheme of PCDD and PCDF formation from PCBs

Методика дослідження

Вихідні дані отримані із Регіональних доповідей про стан навколишнього природного середовища Одеської області протягом 2010-2018 років. Для розрахунку обсягів надходження СОП у довкілля використано онов-

лену європейську методику по інвентаризації викидів забруднюючих речовин *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook* (2019) [23].

Результати досліджень

Оцінка обсягів накопичення СОП-вмісних пестицидів. Підвищеної уваги потребує питання поводження з непридатними до використання пестицидами, які є класичним представником СОП-вмісних відходів, включених до частини 1 додатку А Стокгольмської конвенції. Станом на 11.05.2018 року за даними інвентаризації районних державних адміністрацій в Одеській області обліковується 532,818 т непридатних та заборонених до використання хімічних засобів захисту рослин розміщених на 66 складах та інших місцях зберігання. За даними Головного управління статистики в Одеській області наявні обсяги непридатних пестицидів, виявлені шляхом інвентаризації за 2010-2017 роки, містять СОП. Таким чином, вся маса цих непридатних пестицидів відноситься до СОП-вмісних відходів та потребує негайних заходів щодо їх знешкодження у відповідності до вимог Стокгольмської конвенції.

Значний інтерес представляє динаміка поводження з непридатними пестицидами в Одеській області. Нами було проаналізовано Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища Одеської області за 2010-2018 роки. У 2010 році кількість непридатних пестицидів, яка накопичена на кінець року, складала 1900,1 т та 4580 л [5]. У 2011 році знешкоджено 1858,411 т пестицидів, виявлено ще 1276,574 т [6]. Проте у Регіональній доповіді за 2011 рік відсутнє значення 4580 л, яке було наявне на 2010 рік. У операціях по знешкодженню непридатних пестицидів цей об'єм також не фігурує, що дозволяє зробити висновок, що дані пестициди не були знешкоджені. Знайти будь-яку інформацію про цей об'єм пестицидів, на жаль, не вдалося, що може свідчити або про неякісне подання звітної статистичної інформації, або про незаконне видалення цієї частини пестицидів.

Розпорядженням Кабінету Міністрів України (КМУ) від 25 липня 2012 р. № 589-р [7] було затверджено план заходів та їх фінансування, направлені на виконання вимог Стокгольмської конвенції. У пункті 4 прописано чіткі заходи щодо розробки документації та вжиття заходів щодо ліквідації пестицидів, які відносяться до групи СОП.

Для Одеської області значний інтерес представляє пункт 4.2 [7], направлений на

знешкодження і вивезення для знищення за межі України непридатних СОП-вмісних пестицидів, накопичених у Біляївському районі, виконавцями якого були визначені Мінприроди, Міністерство охорони здоров'я та Одеська обласна держадміністрація. Згідно з цим документом, Державним фондом охорони навколишнього природного середовища було виділено 42 400 тис. грн на виконання даного пункту, а фінансування та строки виконання заходів припали на 2012-2014 роки. Аналізуючи Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища Одеської області за 2013-2015 роки [8, 9, 10] Розпорядження КМУ № 589-р було виконано, але відмітимо, що воно стосувалася вона лише ліквідації складів непридатних пестицидів у Біляївському районі. Склади непридатних пестицидів у інших районах області не були ліквідовані.

Ліквідація непридатних пестицидів знайшла своє продовження у «Комплексній програмі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки в Одеській області на 2014-2019 роки», зокрема у пункті 2.1.6 «Проведення заходів щодо знищення на території Одеської області непридатних до використання хімічних засобів захисту рослин». Згідно до цієї програми на виконання цього пункту на 2018 рік було виділено 26 278 тис. грн. [11].

Значний інтерес представляє динаміка накопичення непридатних пестицидів. На рисунку 2 представлено інформацію про масу непридатних пестицидів, які зберігаються на території Одеської області та кількість складів, на яких вони локалізовані за 2014-2018 роки.

З аналізу цієї інформації (рис. 2) видно, що з 2015 року маса непридатних пестицидів, що зберігається, дещо зменшується попри відсутності процедур їх знешкодження. Враховуючи, що більшість складів з цими пестицидами знаходяться у незадовільному стані, це може свідчити про неконтрольоване потрапляння цих пестицидів у навколишнє середовище.

З вищенаведеної інформації можна зробити висновок, що завдання програми по знешкодженню непридатних пестицидів не було виконане. На сайті Департаменту



Рис. 2 – Динаміка накопичення (зберігання) непридатних пестицидів та кількості складів для їх зберігання; побудовано на основі даних [10, 12-15]

Fig. 2 – Dynamics of accumulation (storage) of unusable pesticides and the number of warehouse for their storage; built on data [10, 12-15]

екології та природних ресурсів Одеської державної обласної адміністрації було опубліковано звіт по виконанню даної програми [16], проте інформація про виконання пункту 2.1.6 повністю відсутня.

У 2019 році було прийнято «Одеська регіональна комплексна програма з охорони довкілля на 2020-2021 рр.», де у пункті 4.1 на 2021 рік виділено 37,5 млн. грн. на забезпечення заходів щодо екологічно-безпечного збирання та знешкодження непридатних пестицидів. Проте наразі перевірити обсяг виконаних робіт не представляється можливим [17].

Опираючись на проект «Регіонального плану управління відходами в Одеській області до 2030 року» (2021 р.), авторами визначено масу пестицидів, яка приходить на 1 жителя конкретного району (табл. 1), і які зберігаються на складах у кожному районі станом на 2018 рік.

Виходячи з того, що більшість з цих складів знаходяться у незадовільному стані, внаслідок чого може відбуватися неконтрольоване потрапляння цих пестицидів у НС, розраховані маси пестицидів теоретично можуть потрапляти у організми мешканців міста протягом життя.

З аналізу даних таблиці 1, найбільша кількість пестицидів приходить на:

– Савранський район (2,660 кг/людину), де 10 з 10 складів знаходяться у незадовільному стані, а у 9 з 10 складах пестициди знаходяться на бетонній підлозі насипом, змішані із розбитою паперовою та целофановою мішкотарою;

– Біляївський район (2,47 кг/людину), де 5 із 8 складів знаходяться у незадовільному стані;

– Кодимський район (2,082 кг/людину), де 5 з 5 складів знаходяться у незадовільному стані;

– Любашівський район (1,197 кг/людину), де 6 складів знаходяться у незадовільному стані, в яких зокрема одне з приміщень зруйновано повністю, 3 – частково.

Це свідчить про необхідність негайного прийняття заходів щодо знешкодження наявних пестицидів з першочерговим пріоритетом на вищезгадані 4 райони.

Оцінка обсягів накопичення ПХБ-вмісних відходів електричного обладнання. Згідно зі Стокгольмською конвенцією, Україна має перелік чітких зобов'язань у сфері поводження з обладнанням, яке містить ПХБ, та чіткі строки їх виконання. Зокрема, у [19] були запропоновані наступні строки, які відповідають вимогам Стокгольмської конвенції:

– Припинити використання ПХБ в обладнанні до 2025 р. згідно з такими пріоритетами: виявити (до 12.2010 р.), промаркувати (до 12.2011 р.) і припинити експлуатацію обладнання, що містить ПХБ в концентрації більше 10 % або ПХБ в кількості 0,05 % і в об'ємі більше 5 л (до 12.2017 р.); прагнути виявити наявність і припинити експлуатацію обладнання, що містить більше 0,005 % ПХБ і в об'ємі більше 0,05 л (до 12.2025 р.).

– Забезпечити екологічно безпечне видалення рідин, що містять ПХБ, і забрудненого цими речовинами обладнання при концентрації ПХБ вище 0,005% не пізніше 12.2025 р.

Таблиця 1

Питома маса пестицидів у перерахунку на 1 жителя району Одеської області
(станом на 2018 рік)

Table 1

Specific mass of pesticides per 1 inhabitant of the Odesa region
(as of 2018)

Район	Маса пестицидів, т	Чисельність населення, чол.	Маса пестицидів на 1 жителя, кг
Савранський	50.000	18799	2.660
Біляївський	199.117	80599	2.470
Кодимський	60.400	29017	2.082
Любашівський	36.190	30227	1.197
Подільський	23.382	26359	0.887
Великомихайлівський	26.000	30720	0.846
Ізмаїльський	32.000	51381	0.623
Тарутинський	18.000	41150	0.437
Саратський	18.800	44888	0.419
Окнянський	8.093	20013	0.404
Кілійський	14.606	51725	0.282
Лиманський	18.000	70979	0.254
Миколаївський	3.270	15914	0.205
Іванівський	4.700	26385	0.178
Ананьївський	3.000	26464	0.113
Овідіопольський	7.260	82603	0.088
Березівський	2.000	33560	0.060
Білгород-Дністровський	3.500	60357	0.058
Арцизький	2.000	44915	0.045
Болградський	2.500	68252	0.037
Балтський	0.000	8655	0.000
Ренійський	0.000	37019	0.000
Роздільнянський	0.000	58027	0.000
Татарбунарський	0.000	38761	0.000
Захарівський	0.000	20088	0.000
Ширяївський	0.000	26882	0.000

– Забезпечити знешкодження екологічно безпечним способом рідин, що містять ПХБ і забруднене ними обладнання не пізніше 12.2028 р.

– Виявити ділянки, забруднені ПХБ, провести комплекс робіт з метою їх очищення і повернення в екологічно безпечний стан (з 01.2016 р.).

Таким чином, вже з 2025 року всі ПХБ-вмісні трансформатори та конденсатори в Україні мають бути списані та перейти до класу ПХБ-вмісних відходів, що мають бути утилізовані не пізніше 2028 року.

Не дивлячись на встановлені строки, вказані задачі не були виконані. Методична база, яка була необхідна для виконання задач з крайніми строками 2010 року,

затверджується або знаходиться у стадії проекту у 2021 році. Зокрема, станом на 2021 рік:

– Наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України №668 від 12 жовтня 2021 року «Про затвердження Методичних рекомендацій щодо визначення територій, що містять стійкі органічні забруднювачі» затверджено «Методичні рекомендації щодо визначення територій, що містять стійкі органічні забруднювачі» [20];

– розроблено проект Технічного регламенту поводження з поліхлорованими дифенілами (ПХД);

– розроблено проект «Настанов з екологічно обґрунтованого поводження з поліхлорованими дифенілами (ПХД)»;

– видано методичний посібник «Визначення шляхів екологічно обґрунтованого видалення ПХД в Україні», 2018 рік [21].

Інвентаризація ПХБ-вмісного обладнання на території України була здійснена у рамках проекту ГЕФ/ЮНЕП «Забезпечення заходів з розробки Національного плану виконання в Україні Стокгольмської конвенції про СОЗ» у 2004 р. [22]. Поки що це єдина масштабна інвентаризація такого обладнання в Україні, після якої ці дані лише уточнювали. У «Національному плані виконання Стокгольмської конвенції про стійкі органічні забруднюючі речовини», представлено дані станом на 2009 р., які на сьогодні є найбільш актуальними.

За даними інвентаризації, Одеська область є однією з найменших за наявністю ПХБ у конденсаторах, трансформаторах та синтетичних рідинах. В області перебуває 34360 кг ПХБ в трансформаторах, що становить 1,8% від усієї кількості в Україні, і 31673 кг ПХБ в конденсаторах, що становить 1,5%, відповідно. Синтетичних рідин, до складу яких входить ПХБ, на території області не виявлено.

У Національному плані зазначено, що за оцінками експертів, наведені дані про масу ПХБ у конденсаторах занижені у 1,5-3 рази. Ці оцінки спираються, зокрема, на порівнянні промислових та економічних показників України, а не на результати ґрунтовних експериментальних розрахунків вмісту ПХБ в обладнанні.

Згідно з методикою [23], електричне обладнання є одним з основних джерел потрапляння ПХБ у довкілля, переважно від трансформаторів та конденсаторів. Саме тому у методиці встановлено розрахункові коефіцієнти, які дозволяють розрахувати масу ПХБ, яка надходить у навколишнє середовище під час витоків ПХБ від трансформаторів та конденсаторів. Відмітимо, що виток ПХБ з електричного обладнання автоматично потрапляють до класу ПХБ-вмісних відходів.

Більш того, рівень 2 методики дозволяє нам розрахувати не лише сумарні виток від даного обладнання, а і виокремити ті маси ПХБ, які поступають у ґрунт та атмосферне повітря. Подібний розрахунок зроблено для всіх районів Одеської області та наведено у таблиці 2.

Проведені розрахунки показують, що на території Одеської області внаслідок протікання трансформаторів та конденсаторів витікає 267,18 кг ПХБ, з яких 844,29 г потрапляє безпосередньо до ґрунту або атмосферного повітря. Варто відмітити, що більша частина витоків ПХБ утворюється від конденсаторів і поступає у ґрунтове середовище (рис. 3).

При цьому варто відмітити, що внесок м. Одеса складає за даними розрахунку 49,2%, що вказує на необхідність розгляду саме Одеської агломерації як основного об'єкту продукування ПХБ в Одеській області.

Оскільки остання інвентаризація ПХБ-вмісного обладнання в Україні проводилася у 2009 році, то значний інтерес представляють обсяги утворення ПХБ-вмісних відходів від електричного обладнання з 2009 року. Враховуючи, що чисельність районів Одеської області є величиною, яка принципово не змінюється, ми можемо визначити, що з 2009 року маса витоків з трансформаторів та конденсаторів на території Одеської області на 2017 рік склала 2137,6 кг ПХБ, з яких 6,75 кг потрапили безпосередньо до ґрунтового або водного середовища, ставши перспективним джерелом вторинного забруднення морського середовища північно-західної частини Чорного моря, особливості якого були розглянуті нами у [24].

Також варто відмітити, що за вимогами Стокгольмської конвенції все ПХБ-вмісне обладнання має бути вилучене з використання до 2025 року, а ПХБ-вмісні відходи, які будуть утворені внаслідок вилучення цього обладнання – безпечно утилізовані. З 2009 до 2025 року маса витоків з цього обладнання складатиме приблизно 4275 кг. Вилучивши масу витоків із загального обсягу ПХБ-вмісного обладнання, обсяги якого були встановлені шляхом інвентаризації 2009 року, можна змоделювати, що у 2025 році маса ПХБ-вмісних відходів складатиме щонайменше 61757 кг. Як вже згадувалося раніше, дані цифри вважаються заниженими у 1.5-3 рази. Ці відходи мають бути утилізовані до 2028 року.

У свою чергу, всі ці ПХБ-вмісні рідини та обладнання, забруднене ПХБ, має бути оперативним чином замінене на нове. Це вказує на необхідність якнайшвидшого впровадження державної стратегії поводження з ПХБ-вмісними трансформаторами та конденсаторами та

Таблиця 2

Надходження ПХБ у навколишнє середовище під час витоків ПХБ-вмісних рідин від трансформаторів та конденсаторів у районах Одеської області за 2017 рік

Table 2

Entry of PCBs into the environment during leaks of PCB-containing liquids from transformers and capacitors in the districts of Odesa region in 2017

Район	Чисельність населення, чоловік	Сумарні витокі, г	Трансформатори		Конденсатори		Загальний внесок, %
			Витокі, ґрунт, г	Викиди ПХБ, г	Витокі, ґрунт, г	Викиди ПХБ, г	
м. Одеса	1011494	131494.22	39.448	7.890	262.988	105.195	49.2
Овідіопольський	82603	10738.39	3.222	0.644	21.477	8.591	4.0
Біляївський	80599	10477.87	3.143	0.629	20.956	8.382	3.9
Лиманський	70979	9227.27	2.768	0.554	18.455	7.382	3.5
Болградський	68252	8872.76	2.662	0.532	17.746	7.098	3.3
Білгород-Дністровський	60357	7846.41	2.354	0.471	15.693	6.277	2.9
Роздільнянський	58027	7543.51	2.263	0.453	15.087	6.035	2.8
Кілійський	51725	6724.25	2.017	0.403	13.449	5.379	2.5
Ізмаїльський	51381	6679.53	2.004	0.401	13.359	5.344	2.5
Арцизький	44915	5838.95	1.752	0.350	11.678	4.671	2.2
Саратський	44888	5835.44	1.751	0.350	11.671	4.668	2.2
Тарутинський	41150	5349.5	1.605	0.321	10.699	4.280	2.0
Татарбунарський	38761	5038.93	1.512	0.302	10.078	4.031	1.9
Ренійський	37019	4812.47	1.444	0.289	9.625	3.850	1.8
Березівський	33560	4362.8	1.309	0.262	8.726	3.490	1.6
Великомихайлівський	30720	3993.6	1.198	0.240	7.987	3.195	1.5
Любашівський	30227	3929.51	1.179	0.236	7.859	3.144	1.5
Кодимський	29017	3772.21	1.132	0.226	7.544	3.018	1.4
Ширяївський	26882	3494.66	1.048	0.210	6.989	2.796	1.3
Ананьївський	26464	3440.32	1.032	0.206	6.881	2.752	1.3
Іванівський	26385	3430.05	1.029	0.206	6.860	2.744	1.3
Подільський	26359	3426.67	1.028	0.206	6.853	2.741	1.3
Захарівський	20088	2611.44	0.783	0.157	5.223	2.089	1.0
Окнянський	20013	2601.69	0.781	0.156	5.203	2.081	1.0
Савранський	18799	2443.87	0.733	0.147	4.888	1.955	0.9
Миколаївський	15914	2068.82	0.621	0.124	4.138	1.655	0.8
Балтський	8655	1125.15	0.338	0.068	2.250	0.900	0.4
Всього	2055233	267180.29	80.154	16.031	534.361	213.744	100.0

розробку ефективних технологій знешкодження ПХБ-вмісних відходів електричного обладнання в Україні.

У світовій практиці на сьогодні розроблено систему методів та технологій стосовно знищення ПХБ та інших СОП, які наведено у [25]. Вони характеризуються різною поширеністю, а їх вибір залежить від наявного в тій чи іншій країні досвіду, від поставлених завдань та типу матеріалів, що підлягають знищенню. В цілому відомі такі

методи (процеси): 1) високотемпературне окислення (термічна деструкція), яка реалізується у промислових теплових агрегатах, спеціальних (стаціонарних і обертових) печах, плазмових установках (плазмотронах), розплавах солей і металів та в ракетних двигунах;

2) каталітичне окислення;

3) озонування;

4) піроліз (з доспалюванням, у т. ч. каталітичний, плазмовий);

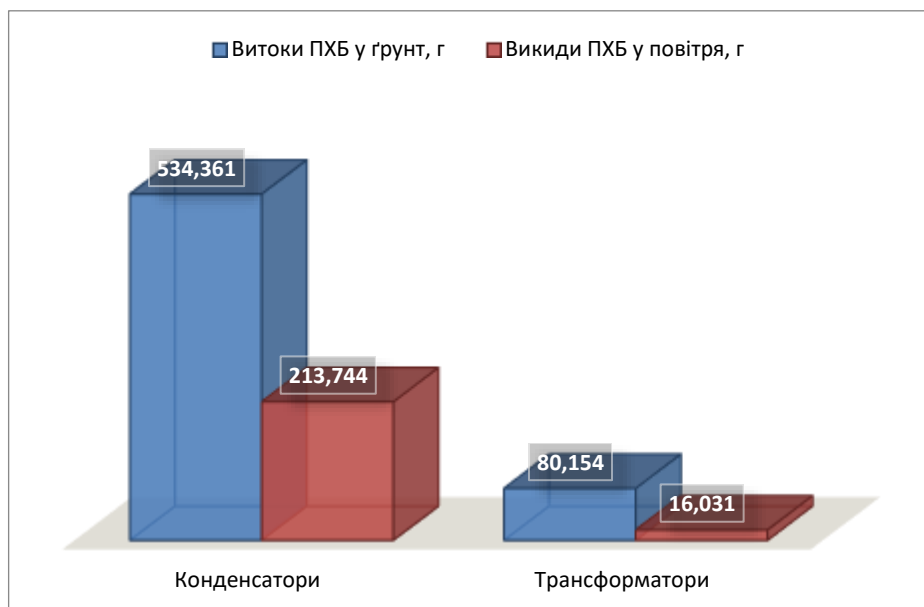


Рис. 3 – Перерозподіл у навколишньому середовищі надходження ПХБ, які утворилися внаслідок витoku від трансформаторів та конденсаторів на території Одеської області (станом на 2017 рік)

Fig. 3 – Redistribution in the environment of PCBs, which were formed due to leakage from transformers and capacitors in the Odessa region (as of 2017)

5) гідрогеноліз (воднева деструкція), що реалізується термальним, каталітичним і хімічним (реагентним) способами;

6) аерозольний каталіз.

Натомість, згідно з [19], ситуація в Україні щодо створення технічної бази для знешкодження СОП, характеризується таким чином:

1) працює установка по спалюванню непридатних пестицидів, що пройшла офіційну сертифікацію (ТОВ «Елга», м. Шостка); 2) здійснено технологічні розробки щодо освоєння плазмового методу деструкції СОП (його впровадження гальмується з фінансових причин);

3) набуто досвіду використання воєнної техніки (реактивних двигунів) для знищення деяких небезпечних речовин, що, теоретично, може бути поширено на СОП;

4) введено в дію і сертифіковано декілька малогабаритних установок для термічного знешкодження судових та медичних відходів («Грін-порт», Одеса та ін.);

5) почато вивчення процесу мікробіологічної деструкції СОП, зокрема ПХБ, у мембранному плівковому реакторі;

6) здійснено перспективні технологічні розробки щодо знешкодження хлорорганічних відходів на основі аерозольного каталізу (Інститут «Хімтехнологія»);

7) розпочато технологічні розробки щодо знешкодження непридатних пестицидів за низьких температур (250-350 °С) у лужному середовищі (Інститут електрозварювання імені Б.О. Патона НАН України);

8) досліджено можливість використання цементних печей для спалювання непридатних пестицидів;

9) розроблюється проект широкопрофільної технології та створення на її основі установки для ліквідації СОП, яка базується на використанні циклонної печі, що збільшує ефективність та екологічні параметри спалювання (Інститут фізико-органічної хімії та вуглехімії імені Л.М. Литвиненка НАН України).

Також рекомендовані методи поводження з відходами, які містять СОП, для України представлено у [21]. Проте більшість технологій для знешкодження СОП-вмісних відходів ще знаходяться у стадії розвитку. Навіть враховуючи наявні методи, через недостатню реалізацію та високу вартість їх масштабове застосування ускладнюється, що вказує на необхідність розвитку системи поводження з відходами, які містять СОП.

Висновки

В результаті проведених досліджень можна зробити такі висновки:

– наявної в Україні законодавчої та методичної бази недостатньо для ефективного виконання вимог Стокгольмської конвенції (строки, які були визначені на їх розробку та прийняття, давно вичерпані, що вказує на необхідність якнайшвидшого затвердження методичних вказівок та законодавчих актів, які б вичерпуваче регулювали питання поводження із СОП-вмісними відходами);

– програма щодо знешкодження непридатних СОП-вмісних пестицидів в Одеській області на 2018 рік не була виконана у повній мірі (у свою чергу, пестициди, які зберігаються неправильно на більшості з наявних складів, є перспективним джерелом надходження ПХБ у організми жителів районів, в яких пестициди локалізуються);

– найбільша питома маса пестицидів припадає на жителів Савранського (2,660 кг/людину), Біляївського (2,47 кг/людину), Кодимського (2,082 кг/людину) та Любашівського (1,197 кг/людину) районів, які мають стати пріоритетними під час виконання програми по знешкодженню непридатних СОП-вмісних пестицидів;

– найбільший внесок у надходження ПХБ від електричного обладнання припадає на Одесу, яке складає 49,2% від загальної маси ПХБ, що надходять у довкілля від даного джерела (саме тому виконання програми по вилученню з використання обладнання, яке містить ПХБ в Одеській області та його знешкодження, має починатися з Одеси);

– згідно до вимог Стокгольмської конвенції, маса ПХБ-вмісних відходів, які мають бути утилізовані на 2025 році складатиме щонайменше 61757 кг, і абсолютно весь обсяг цих відходів має бути знешкоджений до кінця 2028 року;

– терміни по виконанню вимог Стокгольмської конвенції є дуже стислими, а заходи, реалізовані з моменту останнього звіту про виконання Стокгольмської конвенції (2011 рік) є недостатніми для того, щоб навіть розпочати ефективну роботу у напрямку виконання вимог даної конвенції;

– в Україні накопився певний досвід щодо розробки методів знешкодження відходів, які містять СОП, зокрема – ПХБ, проте наявного переліку методів недостатньо, щоб реалізувати ефективну систему поводження з відходами, які містять СОП.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють, що конфлікту інтересів щодо публікації цього рукопису немає. Крім того, автори повністю дотримувались етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Список використаної літератури

1. Стокгольмська конвенція про стійкі органічні забруднювачі. Ратифіковано Законом N 949-V (949-16) від 18.04.2007, Верховна Рада України, 2007, N 30, ст. 396 URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_a07#Text (дата звернення: 02.11.2021).
2. Куценко С.А., Бутомо Н.В., Гребенюк А.Н. и др. Военная токсикология, радиобиология и медицинская защита: Учебник для слушателей и курсантов военно-медицинских вузов. Под ред. С.А. Куценко. СПб.: Изд-во Военно-медицинской академии, 2003. 524 с.
3. Кириченко В.Е., Первова М.Г., Промышленникова Е.П., Пашкевич К.И. Идентификация изомерных полихлорированных бифенилов в техническом продукте «Совол». *Аналитика и контроль*. 2000. Т. 4, № 1. С. 41–44.
4. Смоляр В.І., Петрашенко Г.І. Поліхлоровані біфеніли в харчових продуктах і раціонах. *Проблеми харчування*. 2006. Вип. 2. URL: http://medved.kiev.ua/arh_nutr/art_2006/n06_2_5.htm (дата звернення: 02.11.2021).
5. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2010 році. Одеса, 2011. 252 с.
6. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2011 році. Одеса, 2012. 248 с.

7. Про затвердження плану заходів з виконання Стокгольмської конвенції про стійкі органічні забруднювачі : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 25 липня 2012 р. № 589-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/589-2012-%D1%80#Text> (дата звернення: 02.11.2021).
8. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2012 році. Одеса, 2013. 267 с. URL: <https://ecology.odessa.gov.ua/zvti/>
9. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2013 році. Одеса, 2014. 261 с. URL: <https://ecology.odessa.gov.ua/zvti/>
10. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2014 році. Одеса, 2015. 250 с. URL: <https://ecology.odessa.gov.ua/zvti/>
11. Про внесення змін до рішення обласної ради від 21 лютого 2014 року № 1021-VI «Про затвердження Комплексної програми охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки в Одеській області на 2014 – 2019 роки» : Рішення Одеської обласної ради від 14 березня 2018 року № 663-VII. URL: https://ecology.odessa.gov.ua/files/ecology_portal/doc/atti55cz.pdf (дата звернення: 02.11.2021).
12. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2015 році. Одеса, 2016. 178 с. URL: <https://ecology.odessa.gov.ua/zvti/>
13. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2016 році. Одеса, 2017. 216 с. URL: <https://ecology.odessa.gov.ua/zvti/>
14. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2017 році. Одеса, 2018. 270 с. URL: <https://ecology.odessa.gov.ua/zvti/>
15. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2018 році. Одеса, 2019. 241 с. URL: <https://ecology.odessa.gov.ua/zvti/>
16. Звіт по виконанню Комплексної програми охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки в Одеській області на 2014-2019 роки, затвердженої рішенням Одеської обласної ради від 21.02.2014 року № 1021-VI (зі змінами) та Регіональної програми збереження та відновлення водних ресурсів у басейні Куяльницького лиману на 2012-2018 роки, затвердженої рішенням Одеської обласної ради від 28.10.2011р. № 270-VI (зі змінами) : Департамент екології та охорони природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації. URL: <https://ecology.odessa.gov.ua/reg-onal-n-programi/> (дата звернення: 02.11.2021).
17. Про затвердження Одеської регіональної комплексної програми з охорони довкілля на 2020-2021 роки: Рішення Одеської обласної ради від 20 грудня 2019 року № 1165-VII. URL: <https://usnd.to/5IQ7> (дата звернення: 02.11.2021).
18. Регіональний план управління відходами в Одеській області до 2030 року» (2021 р.). URL: https://ecology.odessa.gov.ua/files/ecology_portal/news/scan.pdf
19. Національний план виконання Стокгольмської конвенції про стійкі органічні забруднювачі. Київ, 2011. 253 с. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/589-2012-%D1%80#Text>
20. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо визначення територій, що містять стійкі органічні забруднювачі : Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 12 Жовтня 2021 року № 668. URL: <https://mepr.gov.ua/documents/3542.html> (дата звернення: 02.11.2021).
21. Четвериков В. В., Коваль С. М., Россоха А. В., Бондар О. І. Визначення шляхів екологічно обгрунтованого видалення поліхлорованих дифенілів (ПХД) в Україні : методичний посібник. Херсон : Олді-Плюс, 2018. 68 с.
22. Проект ГЕФ/ЮНЕП «Забезпечення заходів із розроблення національного плану щодо впровадження в Україні Стокгольмської конвенції про стійкі органічні забруднювачі». ВЕГО МАМА 86. URL: http://mama-86.org.ua/archive/pops/project_unep_gef.htm (дата звернення: 16.10.2021)
23. ЕМЕР/ЕЕА air pollutant emission inventory guidebook. 2019. URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019> дата звернення: 02.11.2021).
24. Деньга, Ю. М., Михайленко, В. І., Олейнік, Ю. В., & Сафранов, Т. А. (2020). Особливості забруднення деякими стійкими органічними поллютантами морського середовища північно-західної частини Чорного моря. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Екологія», (23), 8-20. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2020-23-01>
25. UNEP (2007). Updated general technical guidelines for the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with persistent organic pollutants (POPs). Retrieved 2021, November 2 from <http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/pub/techguid/tg-POPs.pdf>

Стаття надійшла до редакції 21.10.2021

Стаття рекомендована до друку 20.12.2021

V. I. MYKHAILENKO¹,

Postgraduate Student of the Department of Ecology and Environmental Protection
e-mail: vladislav.mykhailenko@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6667-2457>

T. A. SAFRANOV¹, DSc (Geology and Mineralogy), Prof.,
Head of the Department of Ecology and Environmental Protection
e-mail: safranov@ukr.net ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0928-5121>

¹*Odessa State Environmental University,*
15, Lvivska St., Odesa, 65016, Ukraine

ANALYSIS OF VOLUMES AND SOURCES OF WASTE CONTAINING PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS ON THE TERRITORY OF ODESA REGION

Purpose. The estimating the amount of accumulation of waste containing Persistent Organic Pollutants (POPs) and state of the management system for this waste in Odesa region.

Methods. To calculate the amount of POPs inflows into the environment, we use an updated European methodology for the inventory of pollutant emissions «EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook (2019)».

Results. The priority sources of waste accumulation containing polychlorinated biphenyls (PCBs) in Odesa region are identified and analyzed; the availability and state of programs implementation for the detoxification of unusable POPs-containing pesticides in the Odesa region is estimated; specific masses of POPs-containing pesticides per capita in each districts are determined; according to the value of specific masses of pesticides, priority districts for organization of measures to detoxify POPs-containing pesticides are arranged and identified; using the updated European methodology, the volumes of PCB leaks from PCB-containing equipment and the volumes of PCB inflows into the environment (soil cover and air basin) are calculated; the results are ranked and priority districts for detoxification of PCB-containing equipment and, as a result, effective implementation of the Stockholm Convention are identified. The largest share of pesticides falls on the residents of Savran (2,660 kg/person), Biliaivka (2.47 kg/person), Kodyma (2,082 kg/person) and Liubashivka (1,197 kg/person) districts, which should become a priority in the program for detoxification of unusable POPs-containing pesticides.

Conclusions. The existing legal base and methodological framework is not enough to effectively implement the requirements of the Stockholm Convention. The program for the detoxification of unusable POPs-containing pesticides for 2018 has not been implemented. So pesticides that are stored incorrectly in the vast majority of cases, are a probable source of PCBs for residents in which districts pesticides are localized. The largest contribution to the supply of PCBs from electrical equipment falls on Odesa – 49.2% of the total PCBs mass coming into the environment from this source. That is why the implementation of the program for the discontinuance of using equipment containing PCBs in Odesa region must begin from Odesa.

KEYWORDS: persistent organic pollutants, polychlorinated biphenyls, waste, pesticides

References

1. Verkhovna Rada of Ukraine. (2007). Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Ratified by Law No. 949-V (949-16) of April 18, 2007, N 30, Art. 396. Retrieved 2021, November 2 from https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_a07#Text (In Ukrainian).
2. Kutsenko, S., Butomo, N., & Grebenyuk, A. (2003). Military toxicology, radiobiology and medical protection: a textbook for students and cadets of military medical universities. Ed. S.A. Kutsenko. Publ. Military Medical Academy. (In Russian).
3. Kirichenko, V., Pervova, M., Promyshlennikova, E., & Pashkevich, K. (2000). Identification of isomeric polychlorinated biphenyls in the technical product "Sovol". *Analytics and control*, 4 (1). 41–44. (In Russian).
4. Smolyar, V., & Petrashenko, G. (2006). Polychlorinated biphenyls in food and rations. *Nutrition problems*, 2. Retrieved 2021, November 2 from http://medved.kiev.ua/arh_nutr/art_2006/n06_2_5.htm (In Ukrainian).
5. Regional report on the state of the environment in Odesa region in 2010. (2011). Odesa. (In Ukrainian).
6. Regional report on the state of the environment in Odesa region in 2011. (2012). Odesa. (In Ukrainian).
7. On approval of the action plan for the implementation of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants: Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of July 25, 2012 № 589-r. Retrieved 2021, November 2 from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/589-2012-%D1%80#Text> (In Ukrainian).
8. Regional report on the state of the environment in Odesa region in 2012. (2013). Odesa. Retrieved from <https://ecology.odessa.gov.ua/zvti/> (In Ukrainian).

9. Regional report on the state of the environment in Odesa region in 2013. (2014). Odesa. Retrieved from <https://ecology.odessa.gov.ua/zvti/> (In Ukrainian).
10. Regional report on the state of the environment in Odesa region in 2014. (2015). Odesa. Retrieved from <https://ecology.odessa.gov.ua/zvti/> (In Ukrainian).
11. On approval of the Comprehensive program of environmental protection, rational use of natural resources and environmental safety in the Odesa region for 2014 – 2019: Decision of the Odesa regional council of 14 March 2018 № 663-VII. Retrieved 2021, November 2 from https://ecology.odessa.gov.ua/files/ecology_portal/doc/atti55cz.pdf (In Ukrainian).
12. Regional report on the state of the environment in Odesa region in 2015. (2015). Odesa. Retrieved from <https://ecology.odessa.gov.ua/zvti/> (In Ukrainian).
13. Regional report on the state of the environment in Odesa region in 2016. (2015). Odesa. Retrieved from <https://ecology.odessa.gov.ua/zvti/> (In Ukrainian).
14. Regional report on the state of the environment in Odesa region in 2017. (2015). Odesa. Retrieved from <https://ecology.odessa.gov.ua/zvti/> (In Ukrainian).
15. Regional report on the state of the environment in Odesa region in 2018. (2015). Odesa. Retrieved from <https://ecology.odessa.gov.ua/zvti/> (In Ukrainian).
16. Report on the implementation of the Comprehensive Program for Environmental Protection, Rational Use of Natural Resources and Environmental Safety in Odesa region for 2014-2019, approved by the decision of the Odesa regional council dated 21.02.2014 № 1021-VI (as amended) and the Regional program for conservation and restoration of water resources in the basin of the Kuyalnytsky estuary for 2012-2018, approved by the decision of the Odesa regional council of 28.10.2011 № 270-VI (as amended): Department of Ecology and Protection of Natural Resources of the Odesa Regional State Administration. Retrieved 2021, November 2 from <https://ecology.odessa.gov.ua/reg-onal-n-programi1/> (In Ukrainian).
17. On approval of the Odesa regional comprehensive program for environmental protection for 2020-2021: Decision of the Odesa regional council of December 20, 2019 № 1165-VII. Retrieved 2021, November 2 from <https://usnd.to/5IQ7> (In Ukrainian).
18. Regional waste management plan in Odesa region until 2030 "(2021). Retrieved from https://ecology.odessa.gov.ua/files/ecology_portal/news/scan.pdf
19. National Implementation Plan of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Kyiv, 2011. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/589-2012-%D1%80#Text>
20. On approval of Methodical recommendations for the determination of areas containing Persistent Organic Pollutants: Order of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine dated October 12, 2021 № 668. Retrieved 2021, November 2 from <https://mepr.gov.ua/documents/3542.html> (In Ukrainian).
21. Chetverikov, V., Koval, S., Rossokha, A., & Bondar, O. (2018). Identification of ways of environmentally sound removal of polychlorinated biphenyls (PCBs) in Ukraine: methodical manual. Kherson: Oldi-Plus, 68 p. (In Ukrainian).
22. GEF/UNEP project "Ensuring measures to develop a national plan for the implementation in Ukraine of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants" // VEGO MAMA 86. Retrieved 2021, November 2 from http://mama-86.org.ua/archive/pops/project_unep_gef.htm (In Ukrainian).
23. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook. 2019. Retrieved 2021, November 2 from <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>
24. Denga, Y. M., Mykhailenko, V. I., Oleynik, Y. V., & Safranov T. A. (2020). Peculiarities of Pollution by Some Persistent Organic Pollutants of the Marine Environment of the Northwestern Part of the Black Sea. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University Series «Ecology»*, (23), 8-20. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2020-23-01>
25. UNEP (2007). Updated general technical guidelines for the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with persistent organic pollutants (POPs). Retrieved 2021, November 2 from <http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/pub/techguid/tg-POPs.pdf>

The article was received by the editors 21.10.2021

The article is recommended for printing 20.12.2021

В. И. МИХАЙЛЕНКО¹,

аспирант кафедры экологии и охраны окружающей среды
e-mail: vladislav.mykhailenko@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6667-2457>

Т. А. САФРАНОВ¹, д-р г.-м. наук, проф.,

заведующий кафедры экологии и охраны окружающей среды
e-mail: safranov@ukr.net ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0928-5121>

¹*Одесский государственный экологический университет,*
ул. Львовская, 15, г. Одесса, 65016, Украина

АНАЛИЗ ОБЪЕМОМ И ИСТОЧНИКОВ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ, КОТОРЫЕ СОДЕРЖАТ СТОЙКИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ПОЛЮТАНТЫ, НА ТЕРРИТОРИИ ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ

Цель. Оценка объема накопления отходов, содержащих стойкие органические поллютанты (СОП), и состояния системы обращения с данными отходами на территории Одесской области.

Методы. Для расчета объемов поступления СОП в окружающую среду нами была использована обновленная европейская методика по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ ЕМЕР/ЕЕА Air Pollutant Emission Inventory Guidebook (2019).

Результаты. Выявлены и проанализированы приоритетные источники накопления отходов, содержащих полихлорированные бифенилы (ПХБ), в Одесской области; проанализированы наличие и полнота выполнения программ по ликвидации непригодных СОП-содержащих пестицидов на территории Одесской области; определены удельные массы СОП-содержащих пестицидов на одного жителя каждого отдельного района; по величине удельных масс пестицидов проранжированы и выявлены приоритетные районы для организации мероприятий по ликвидации СОП-содержащих пестицидов; с использованием обновленной европейской методики рассчитаны объемы утечек ПХБ из ПХБ-содержащего оборудования и объемы поступления ПХБ в составляющие окружающей среды (почвенный покров и воздушный бассейн); полученные результаты были проранжированы, выявлены приоритетные районы для обезвреживания ПХБ-содержащего оборудования и, как следствие, эффективной реализации Стокгольмской конвенции. Наибольшая удельная масса пестицидов приходится на жителей Савранского (2,660 кг/человек), Беляевского (2,47 кг/человек), Кодымского (2,082 кг/человека) и Любашовского (1,197 кг/человека) районов, которые должны стать приоритетными при выполнении программы по обезвреживанию непригодных СОП-содержащих пестицидов.

Выводы. Имеющейся законодательной и методической базы недостаточно для эффективного выполнения требований Стокгольмской конвенции. Программа по обезвреживанию непригодных СОП-содержащих пестицидов на 2018 год не была выполнена, поэтому пестициды, которые сохраняются неправильно фактически во всех рассматриваемых случаях, являются перспективным источником поступления ПХБ в организмы жителей отдельных районов, в которых локализуются пестициды. Наибольший вклад в поступление ПХБ от электрического оборудования приходится на Одессу – 49,2% от общей массы ПХБ, поступающих в окружающую среду от данного источника. Именно поэтому выполнение программы по изъятию из использования оборудования, которое содержит ПХБ, в Одесской области должно начинаться с Одессы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: стойкие органические поллютанты, полихлорбифенилы, отходы, пестициды

Статья поступила в редакцию 21.10.2021

Статья рекомендована в печать 20.12.2021