

Список використаних джерел

1. Агроекологія: монографія / О.І. Фурдичко. К.: Аграр. Наука. 2014. 400 с.
2. Агролісівництво: еколого-збалансований розвиток: навчальний посібник (гриф МОНУ лист №22.01/10-1716 від 08.05.2019 р.) / О.Т. Урушадзе, Т.Ф. Урушадзе, О.М. Нагорнюк, О.В. Мудрак, О.І. Дребот; за наук. редак. академіка НААНУ О.І. Фурдичка. Тбілісі-Київ-Херсон: ВД “Гельветика”, 2019. 482 с.
3. Екологічний паспорт Вінницької області. 2023 р. https://www.vin.gov.ua/images/UPRTER/oholoshennia/2023_%20Vinnitska_08.12.2023_F.pdf (дата звернення: 1.07.2024 р.)
4. Мудрак Г.В., Мудрак О.В. Науково-практичні аспекти раціонального використання агроландшафтів Середнього Придністер'я в контексті стратегії сталого розвитку регіону. Збірник наукових праць “Сільське господарство та лісівництво”. Вінниця: ВНАУ. 2020. Випуск №19. С. 159–176.
5. Мудрак О.В. Созологічні аспекти сільськогосподарської діяльності у Вінницькій області: стан, проблеми та перспективи використання. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. Вінниця: ВНАУ, 2016. №4. С. 197–211.
6. Мудрак О.В., Мудрак Г.В. Екологічний моніторинг агроландшафтів України як основа їх оптимізації та ефективного використання. *Збірник наукових праць “Сільське господарство та лісівництво”* Вінницького національного аграрного університету. Вінниця. 2019. №14. С. 231–244.
7. Цицюра Я.Г., Броннікова Л.Ф., Пелех Л.В. Грунтовий покрив Вінниччини: генезис, склад, властивості та напрями ефективного використання: монографія. Вінниця: ТОВ “Нілан-ЛТД”. 2018. 452 с.
8. Mudrak O.V., Mudrak H.V., Semeniv V.S., Antoniuk Y.P., Riabokon O.V., Herasimova O.V. Environmental monitoring of the agrosphere: theory, methodology, practice. *Агроекологічний журнал*. 2024. №3. С. 26–37. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2024.311178>
9. Oksana Portukhay, Sergij Lyko, Oleksandr Mudrak, Halyna Mudrak, Iryna Lohvynenko. Agroecological bases of sustainable development strategy for the rural united territorial communities of the Western Polissya region. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24. №. 6. 50–61.
10. <https://www.old.iogu.gov.ua/vinnicka> - сайт Вінницької філії ДУ “Інститут охорони ґрунтів України” (дата звернення 1.07.2024)

УДК 504.6(477)

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ УТИЛІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОННИХ І ЕЛЕКТРИЧНИХ ВІДХОДІВ

Саковський В.С. – студент спеціальності 101 “Екологія” ступеня вищої освіти “Магістр” КЗВО “Вінницька академія безперервної освіти”

Анотація. У статті визначено екологічні аспекти утилізації електронних і електричних відходів. Проаналізовано екологічні проблеми, пов'язані із зростанням обсягів електронних і електричних відходів (ЕЕВ), та досліджено шляхи їх ефективного використання. У роботі розглядаються небезпеки, що викликані через токсичність матеріалів, які входять до складу ЕЕВ, зокрема свинцю, ртуті, кадмію та бромованих вогнестійких речовин. Особлива увага приділяється впливу таких відходів на стан довкілля, включаючи забруднення ґрунтів, водних

ресурсів та атмосфери. У статті проаналізовано сучасні технології переробки електронних і електричних відходів, які спрямовані на мінімізацію екологічних ризиків і відновлення цінних ресурсів, таких як метали, пластик та рідкоземельні елементи. Акцентується увагу на важливості законодавчого регулювання, впровадження принципів розширеної відповідальності виробників та підвищення екологічної свідомості серед населення. Матеріали статті висвітлюють перспективи до циркулярної економіки, що сприяє зменшенню обсягів утворення ЕЕВ шляхом вторинного використання ресурсів і створення стійких систем переходу управління відходами. Робота спрямована на сприяння співпраці між політиками, виробниками електроніки та суспільством для вирішення глобальної проблеми.

Ключові слова: вторинна сировина, переробка відходів, поводження з відходами, довкілля, відходи електронного і електричного обладнання.

Summary. The article identifies the environmental aspects of electronic and electrical waste disposal. The environmental problems associated with the growth of electronic and electrical waste (EEW) are analyzed, and ways of their effective use are explored. The paper considers the dangers caused by the toxicity of materials that make up EEW, in particular lead, mercury, cadmium and brominated flame retardants. Particular attention is paid to the impact of such waste on the environment, including pollution of soil, water resources and the atmosphere. The article analyzes modern technologies for recycling electronic and electrical waste, which are aimed at minimizing environmental risks and recovering valuable resources, such as metals, plastics and rare earth elements. The emphasis is on the importance of legislative regulation, the implementation of the principles of extended producer responsibility and increasing environmental awareness among the population. The article highlights the prospects for a circular economy that helps reduce the volume of EEE generation through the secondary use of resources and the creation of sustainable waste management transition systems. The work aims to promote cooperation between policymakers, electronics manufacturers and society to solve the global problem.

Key words: secondary raw materials, waste processing, waste management, environment, waste electronic and electrical equipment

Постановка проблеми. Обсяги електронних і електричних відходів ростуть втричі швидше, ніж населення планети. Вага старих електричних і електронних девайсів, які у 2021 році відправили на смітник, перевищила 57 млн тонн. Це більше, ніж вага Великої китайської стіни – найважчого штучного об'єкта на планеті [11]. Основне завдання переробки електричних та електронних приладів – запобігання негативного впливу на навколишнє середовище. Тому всі компоненти демонтуються, після чого сортуються і переробляються. Деякі деталі підлягають захороненню на спеціально відведеній для цього території.

Щороку у світі утворюється близько 60 млн тонн електричних та електронних відходів, порахували в програмі ООН з довкілля. До них відносять комп'ютери, електронну оргтехніку, електронні пристрої для розваг, мобільні телефони, телевізори тощо. Накопичення такого технологічного сміття відбувається втричі швидше, ніж зростання кількості інших відходів. Щороку термін життя (не «термін придатності») побутової чи оргтехніки скорочується: крім того, що поступово псується якість продуктів через дедалі більші обсяги їх виробництва, виробники постійно змінюють дизайн і функціональність пристроїв з метою задоволення потреб сучасного користувача. Тож споживач досить часто купує новий комп'ютер, фотоапарат чи пральну машину задовго до того, як пристрій, що ним вже користується конкретна особа, вийде з ладу.

Наразі відходи електронних і електричних виробів є наростаючою проблемою для України, оскільки замість сортування, відділення від ТПВ, передачі на утилізацію і кінцевої переробки – відпрацьована оргтехніка лише накопичується,

потрапляючи на звалища разом з звичайними побутовими відходами або зберігається на складах, у підвалах, господарських приміщеннях підприємств і закладів.

Електронні та електричні відходи визнаються вкрай небезпечними для навколишнього середовища. При впливі ультрафіолету таке сміття починає виділяти в атмосферу і ґрунт шкідливі речовини.

Поряд з дорогоцінними металами, плати та комплектуючі електронних і електричних приладів містять такі компоненти, як миш'як, ртуть і свинець, які вкрай негативно впливають на здоров'я людини та компоненти довкілля. Крім екологічної складової, грамотна утилізація електрообладнання дозволяє отримати вторсировину, яка може використовуватися повторно.

Об'єкт дослідження – екологічні особливості утилізації електронних і електричних відходів.

Предмет дослідження – електронні та електричні відходи.

Результати досліджень. У багатьох країнах світу проблема утилізації відходів є актуальною та гостро вираженою. Вона зачіпає як економічно розвинені країни, так і ті, що перебувають у процесі розвитку. Хоча приділяють значну увагу питанням поводження з відходами, проблема утилізації електронних і електричних виробів залишається недостатньо вивченою. Ця сфера також не повністю врегульована нормативно-правовою базою України. Зокрема, у Державному класифікаторі України [5] відсутнє чітке визначення терміну «електричні відходи». Натомість у міжнародному законодавстві застосовується поняття «відходи електричного та електронного обладнання» (ВЕЕО) [2].

Згідно Рамкової Директиви ЄС відходами є все, будь-яка речовина або предмет, які їх володар/власник (holder) викидає чи має намір позбутися. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року визначає серед категорій/видів відходів наступну категорію/вид – відходи електронного і електричного обладнання (ВЕЕО), які потребують спеціального поводження, зважаючи на особливості їх характеристик. Ця категорія співзвучна із європейською [1].

Директива 2012/19/ЄС Європейського Парламенту та Ради «Про відходи електричного та електронного обладнання (ВЕЕО)» від 4.07.2012 р. визначає електричне та електронне обладнання (ЕЕО) як пристрої, функціонування яких залежить від електричного струму чи електромагнітних полів. До цієї категорії належать пристрої для генерації, передачі та вимірювання струму або полів, які працюють із номінальною напругою не більше 1000 вольт для змінного струму і 1500 вольт для постійного струму [12].

Відходи електронного та електричного обладнання відносяться до категорії твердих побутових відходів. Згідно з Директивою WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment), вони охоплюють широкий спектр товарів, таких як побутова техніка, телекомунікаційне та комп'ютерне обладнання, мобільні телефони, медичні прилади, освітлювальне обладнання тощо [9, 14].

Відходи електричного та електронного обладнання є відносно новим типом відходів, утилізація яких становить важливу екологічну задачу. Через наявність важких металів і токсичних речовин такі відходи не розкладаються у природному середовищі й не підлягають спаленню без значної шкоди довкіллю. Для їх обробки потрібні спеціалізовані технології.

Звичайний персональний комп'ютер містить як цінні метали (мідь, срібло, золото), так і небезпечні компоненти (сполуки кадмію, свинцю, цинку, нікелю, ртуті). Крім того, у складі ВЕЕО наявні пластмаси, індикатори, монітори на рідких

кристалах, батареї та інші матеріали, загалом понад 90 компонентів.

Електронні та електричні відходи класифікуються як небезпечні, бо речовини, які в них містяться, небезпечні для життя, здоров'я та навколишнього середовища.

Щороку у відходи потрапляють сотні тонн срібла, міді та інших цінних матеріалів, таких як платина й паладій, які широко використовуються в електроніці. Разом із цими ресурсами на звалищах накопичуються й небезпечні токсичні речовини. За оцінками експертів, щорічно у світі викидається приблизно 2,2 мільйони тонн матеріалів, що містять свинець, ртуть, кадмій і хром.

Значна кількість компонентів ВЕЕО містять небезпечні речовини, наприклад важкі метали, бромовані антипірени, фталати, поліхлоровані біфеніли (ПХБ), поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), бензол, толуол, етилбензол, ксилол, рідкі кристали, тонерний порошок, електроліти з акумуляторів та ін. Більшість небезпечних речовин містяться, переважно, в якомусь одному компоненті. Наприклад, свинець, стибій та бромовані антипірени, головним чином, входять до складу друкованих плат (за рахунок припою), в меншій кількості вони присутні у кабелях та пластмасах. Кадмій та ртуть присутні, переважно, у батареях. ПХБ містяться у конденсаторах (середній вміст у ВЕЕО 13 мг/кг). Водночас, значна частина специфічних небезпечних речовин, таких як нікелю, кадмію та хрому, міститься у батареях та друкованих платах. Джерелом арсену є друковані плати і рідкокристалічні екрани. Деякі типи обладнання (холодильники, морозильники, кондиціонери) містять фторвуглеводні, які є токсичними і озоноруйнівними речовинами.

Результати досліджень підприємств [13] показують, що із 219 підприємств, які отримали ліцензію на поводження з небезпечними відходами, 128 можуть працювати з окремими типами ВЕЕО, які містять у своєму складі небезпечні сполуки (батареї, люмінесцентні лампи тощо). Всі інші ВЕЕО не охоплені. 22 підприємства мають необхідні потужності та ліцензію для утилізації ВЕЕО, але лише 4 з них активно працюють.

Основною причиною зростання кількості відходів є споживчий попит на гаджети, короткий термін їх використання та планове застарівання техніки.

Із збереженням існуючої на сьогодні тенденції прогнозується, що до 2030 року обсяг електронних відходів збільшиться до 82 мільйонів тонн [3].

Кількість відходів електронного та електричного обладнання зростає в п'ять разів швидше, ніж їх переробка. У 2022 році лише 22,3% електронних відходів відправили на переробку [3, 4].

В Україні щороку утворюється близько 10 мільйонів тон відходів, у тому числі сотні тон відходів електронного та електричного обладнання, відпрацьованих батарейок та елементів живлення, які відносяться до небезпечних і становлять особливу загрозу для навколишнього середовища та людей.

За умови неправильної утилізації ВЕЕО, спостерігається значний негативний вплив на компоненти довкілля та здоров'я людини. Токсичні речовини, наприклад, викиди ртуті у навколишнє середовище може викликати серйозні проблеми зі здоров'ям, особливо у вагітних жінок, немовлят і дітей [9]

Кращі європейські практики лягли в основу законопроекту «Про відходи електричного та електронного обладнання». Документ розроблений з урахуванням вимог Директив №2008/98/ЄС та №2012/19/ЄС. Він передбачає впровадження системи розширеної відповідальності виробника – механізму, за якого виробники відповідатимуть за весь життєвий цикл власної продукції аж до її утилізації.

Ефективне управління електронними відходами має ключове значення для зменшення екологічного впливу та економічних втрат.

Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України розробило проєкт Закону «Про електричне та електронне обладнання та відходи електричного та електронного обладнання», який зараз знаходиться на фінальній стадії громадського обговорення. Його ухвалення дозволить Україні нарешті навести лад у сфері електронних відходів.

В Україні утилізація техніки регламентується Законом України «Про управління відходами», згідно з яким чітко передбачена дисциплінарна, адміністративна, адміністративно-господарська, цивільна й навіть кримінальну відповідальність за порушення законодавства у сфері управління відходами. Щоб уникнути покарання, поцікавтеся у комунального підприємства, яке здійснює вивезення твердих побутових відходів у вашому населеному пункті, як утилізувати електротехніку.

В Україні облаштовані пункти прийому електротехніки, вони є практично в багатьох містах, при цьому можна замовити послугу, щоб техніку забрали з домогосподарства.

Повернути використані батареї або акумулятори можна в будь-якому великому магазині: є спеціальні контейнери, в які їх можна кидати.

Повернути старий мобільний телефон нерідко можна в торговій точці оператора мережі, в магазині або сервісному центрі.

Тому за Законом України «Про відходи електричного та електронного обладнання» № 2350 від 30 жовтня 2019 року, пристрої, робота яких залежить від подачі електроенергії або наявності електромагнітних полів, підлягають збору, утилізації та переробці. Це означає, що їх не можна просто викинути після закінчення строку служби. Слід здати до пунктів збору електровідходів, де їх буде перероблено або утилізовано.

Згідно законодавства, дистриб'ютор або імпортер обладнання зобов'язаний нанести на упаковку символ перекресленого контейнера для сміття і вказати інформацію про вплив присутності шкідливих речовин на навколишнє середовище та здоров'я людини.

Розроблено проєкт Закону України «Про відходи електричного та електронного обладнання», який також запроваджує принцип розширеної відповідальності виробника. Цей законопроект розроблено з метою реалізації в Україні положень Директиви 2012/19/ЄС про відходи електричного та електронного обладнання.

У законопроекті чітко прописані вимоги щодо збирання, перевезення, утилізації ВЕЕО. Реєстрація та надання звітності. Закон дозволить створити прозорий ринок переробки ВЕЕО.

Аналіз поточного стану системи управління ВЕЕО містить наступні матеріали про:

- джерела утворення та обсяги відходів;
- система управління відходами;
- інфраструктура оброблення відходів;
- проблеми та загрози.

Основою аналізу поточного стану є дані державного статистичного обліку, дані відомчих обліків, державних та відомчих реєстрів. Окрім того можуть використовуватися наступні джерела інформації:

1) дані отримані від розпорядників відповідної інформації за цільовими запитами, наприклад:

- Державної екологічної інспекції;
- Головного управління Держпродспоживслужби;
- органів місцевого самоврядування;
- суб'єктів господарювання;
- інших розпорядників інформації;

2) матеріали містобудівної документації;

3) дані стратегій, програм, планів дій, що діють у регіоні та мають взаємозв'язок зі сферою поводження з відходами, а також звітів про їх виконання;

4) договори співробітництва територіальних громад, що стосуються сфери поводження з відходами;

5) дані з інших офіційних джерел, що мають публічний статус [6].

На жаль, лише менше 20% електронних та електричних відходів підлягають переробці. Це зумовлено низкою факторів:

1. Складність вилучення цінних матеріалів – рідкісні метали, такі як золото, платина та паладій, зустрічаються в ВЕЕО у мікроскопічних кількостях, що ускладнює їх ефективне вилучення. Технології, які дозволяють вилучати ці матеріали, ще не є достатньо розвиненими або економічно доцільними.

2. Висока вартість переробки – технології, які використовуються для утилізації електронних а електричних відходів, потребують значних інвестицій у спеціалізоване обладнання та забезпечення екологічно безпечних умов для обробки токсичних матеріалів, таких як ртуть, свинець і кадмій.

3. Недостатня інфраструктура – у багатьох країнах, особливо в країнах, що розвиваються, немає належної інфраструктури для збору, сортування та переробки електронних та електричних відходів. Це призводить до того, що значна частина таких відходів потрапляє на звалища або спалюється, що створює додаткову екологічну загрозу.

Таким чином, незважаючи на величезний потенціал утилізації ВЕЕО, ефективна переробка залишається складним і дорогим процесом. Відсутність належної інфраструктури та технологій призводить до величезних втрат цінних ресурсів і значного забруднення навколишнього середовища.

Для вирішення цієї проблеми потрібні інноваційні підходи до обробки відходів, а також зміни в законодавстві, які б стимулювали переробку ЕЕО і зменшення їх негативного впливу на довкілля.

У майбутньому виробники будуть зобов'язані не лише випускати нові пристрої, але й забезпечувати їх утилізацію після завершення терміну служби. Це стане важливим кроком до зменшення обсягів електронних та електричних відходів і збереження природних ресурсів. Однак наразі дуже важливо, щоб кожен користувач електроніки та побутового обладнання підходив до споживання техніки свідомо, розуміючи вплив своїх рішень на довкілля.

Існує кілька варіантів, як подовжити життя техніки та зменшити обсяги відходів:

1. Ремонт – багато старих пристроїв можна відремонтувати і продовжити їх використання, що дозволить знизити попит на нову продукцію.

2. Переробка – задача техніки на переробку є важливою складовою в циклі повторного використання матеріалів і збереження ресурсів.

3. Обмін та передача – техніку можна обмінювати з друзями чи родичами, що дозволить уникнути її викидання.

4. Благодійність – застарілу техніку можна передати на благодійність, де її можуть використовувати люди, які потребують допомоги.

5. Рециркуляція та повторне використання – багато старих електронних та електричних пристроїв мають компоненти, які можуть бути використані в інших сферах, чи то як частини для нових пристроїв, чи то для створення нових продуктів.

Ці стратегії допомагають значно зменшити негативний вплив електронних та електричних відходів на довкілля та економію ресурсів. Усі ці варіанти сприяють не тільки екологічній, але й економічній вигоді, оскільки дозволяють максимально використовувати наявні ресурси, а не витратити нові.

Згідно з Директивами Європейського Союзу (ЄС), основна мета політики поводження з відходами полягає у зменшенні їх утворення на всіх етапах життєвого циклу продукту – від виробництва до кінцевої утилізації. ЄС акцентує увагу на переході від лінійної економіки, де ресурси використовуються і викидаються, до циркулярної економіки (рис. 1), де матеріали постійно повертаються в економічний обіг через переробку, повторне використання та відновлення [1].



Рис. 1. Модель лінійної та циркулярної економіки

Захоронення відходів допустиме лише для тих, що не мають перспектив для вторинної переробки або повторного використання. Таким чином, політика ЄС спрямована на максимальне використання технологій для переробки та утилізації відходів, що дозволяють зберігати природні ресурси і знижувати вплив на навколишнє середовище. Однією з важливих ініціатив є запровадження стандартів, які дозволяють переробляти відходи без забруднення довкілля.

До таких технологій належать:

1. Компостування органічних відходів, яке дозволяє отримувати цінний природний добриво.

2. Роздільне збирання та переробка відходів, що сприяє зниженню необхідності для захоронення.

3. Сучасні методи утилізації, як-от інноваційні технології для переробки пластмас, електронних та електричних відходів та інших складних матеріалів.

Багато країн ЄС активно працюють над впровадженням таких технологій і законодавчих ініціатив, що стимулюють зменшення кількості відходів, поліпшення їх переробки та створення умов для сталого розвитку.

Ця політика не лише сприяє збереженню навколишнього середовища, але й дає можливість значно знизити витрати на нові ресурси, одночасно зменшуючи забруднення та негативний вплив на екосистеми.

Згідно з Директивами ЄС, політика поводження з відходами в першу чергу повинна бути спрямована на зменшення їх утворення. Захоронення допустиме лише для сміття, які не має перспектив вторинної переробки. Країни ЄС починають запроваджувати технології утилізації відходів, що не забруднюють довкілля.

Поки що єдиним, хто серйозно взявся за проблему зменшення електронних та електричних відходів і впровадження ефективних механізмів їх утилізації, став Європейський Союз. З 2021 року в ЄС почало діяти «право на ремонт» побутової техніки. Ця ініціатива зобов'язує виробників створювати продукцію таким чином, щоб її можна було легко ремонтувати, замінювати окремі частини та компоненти, а також забезпечувати наявність запчастин та інструкцій для ремонту впродовж не менше 10 років після виробництва.

Такий підхід спрямований на значне збільшення терміну служби техніки, що дозволяє зменшити кількість відходів, адже старі пристрої не будуть викидатися лише через невеликий дефект чи поломку, що можна легко виправити. Це також допомагає знизити споживання нових ресурсів та енергії, необхідних для виробництва нової техніки.

Законодавчі зміни також передбачають зобов'язання для виробників інформувати споживачів про можливості ремонту та запасні частини, щоб заохотити їх до більш свідомого ставлення до своїх покупок і утримання техніки в робочому стані на тривалий час. Крім того, ці зміни підтримують розвиток ринку послуг з ремонту, сприяючи економічному зростанню в цій сфері.

Цей крок ЄС є важливим прикладом того, як законодавчі ініціативи можуть змінити споживчі звички та впливати на зменшення обсягів електронних відходів, стимулюючи розвиток сталого споживання та екологічно чистих технологій.

Натомість в Україні практично немає потужностей для безпечної переробки та утилізації електронних та електричних відходів (працює кілька компаній, але обсяги дуже малі). І поки що немає умов для їх появи. В більшості сіл – а там проживає майже третина українців – немає навіть централізованого збору та вивозу відходів на сертифіковані полігони. Тому стара техніка, ртутні лампи й використані батарейки разом з усім іншим сміттям просто викидаються на околиці. Збір небезпечних відходів працює в деяких містах (у Львові є своя лінія з переробки ртутьвмісних відходів), багато роблять волонтери та окремі компанії. Але все це точкові рішення, а треба системний підхід.

Насамперед держава повинна забезпечити ефективний збір небезпечних відходів, адже правильне управління такими відходами є критично важливим для запобігання забрудненню навколишнього середовища і захисту здоров'я людей. Для цього необхідно створити широку мережу пунктів прийому небезпечних відходів на місцевому рівні, а також побудувати заводи з переробки та утилізації цих відходів, оснащені сучасними технологіями, що відповідають міжнародним екологічним стандартам. Такі заводи повинні мати можливості для переробки різноманітних небезпечних матеріалів, таких як електронні відходи, акумулятори, хімічні речовини та інші токсичні відходи.

Сама по собі переробка та утилізація електронних та інших токсичних відходів є дуже дорогою і бізнес без підтримки держави цим займатися не може.

Є кілька рішень щодо поводження з електронними і електричними відходами для населення:

- здати до пункту селективного збору відходів чи до точку прийому брухту за умови, що її внесено до Реєстру збирачів утилізаційного обладнання;
- віддати до магазину за знижку при придбанні нового пристрою чи у сервісній службі ремонту побутової техніки;
- залишити у пунктах для збору відпрацьованого обладнання, організованого екологічними установами та асоціаціями, меріями чи гіпермаркетами.

Гострота проблеми накопичення електричних та електронних відходів в Україні посилюється не тільки швидким зростанням їх кількості, але й відсутністю налагодженої системи збору, сортування та переробки.

Для вирішення проблеми накопичення та видалення електричних та електронних відходів у Вінниці зокрема, і в Україні загалом, необхідно провести комплекс заходів, спрямованих на:

- створення відповідної інфраструктури щодо їх збирання та зберігання;
- формування екологічної свідомості українців для запобігання потрапляння електричних та електронних відходів до загального потоку побутових відходів;
- створення організаційно-виробничих систем збирання електричних та електронних відходів;
- створення виробничих потужностей для їх утилізації;
- врегулювання діяльності, пов'язаної з використанням вторинних ресурсів.

Основним завданням у сфері поводження з електричними та електронними відходами в Україні є формування нормативно-правового поля, що відповідає вимогам ЄС, забезпечення переходу на міжнародні стандарти їх класифікації та обліку.

Незважаючи на те, що в загальній класифікації присутнє слово відходи, відпрацьована електроніка та електричні вироби є важливою категорією вторинних ресурсів, що пов'язане з великою придатністю до безпосереднього повторного використання, ремонту та утилізації матеріалу. Можна виділити наступні етапи життєвого циклу для типового електронного виробу: виробництво, використання, збирання, переробка/повторне використання та утилізація (рис. 2.) [7, 10].



Рис. 2. Життєвий цикл електричного та електронного устаткування з урахуванням його повторного використання

У той же час слід відзначити, що ВЕЕО містять не тільки небезпечні, але й цінні та рідкісні матеріали – у відходах електроніки може бути до 60 хімічних елементів. Підраховано, якщо переробити 1 млн. мобільних телефонів, то можна отримати 24 кг золота, 250 кг срібла, 9 кг паладію та 9000 кг міді. Таким чином, ВЕЕО є не тільки джерелом глобального забруднення довкілля, але при налагодженій системі поводження з ними – джерелом цінних матеріальних ресурсів.

Для попередження та мінімізації ризику для довкілля та населення вважається за необхідне запровадити введення селективного сортування компонентів ВЕЕО в місцях їх утворення чи збирання та направлення на переробку. Розробка санітарно-епідеміологічних вимог на процеси сортування та проведення експертизи проектів і установок з утилізації таких видів відходів на відповідність цим вимогам – актуальне завдання [8].

Висновки. Електричні та електронні відходи можуть становити лише 2% з усіх твердих побутових відходів, але при цьому вони складають 70% небезпечних відходів, які потрапляють на звалища. Значна кількість компонентів відходів електричних та електронних виробів містять небезпечні речовини, які можуть викликати онкозахворювання у людини, спричинити алергічні реакції та бути причиною низки інших важких хвороб, а також мають значний негативний вплив на компоненти довкілля.

Процес утилізації відпрацьованого електричного та електронного устаткування можна розглядати як плід модернізації технологій. Стійка рециркуляція таких відходів набуває значення вторинного сировинного резерву низки галузей промисловості, будівництва та енергетики. Ці види відходів за сучасних умов доцільно розглядати як вагомий сировинний резерв.

Для вирішення проблеми накопичення та видалення електронних і електричних відходів в Україні, необхідно провести комплекс заходів, спрямованих на: створення відповідної інфраструктури щодо їх збирання та зберігання; формування екологічної свідомості населення для запобігання потрапляння електронних і електричних відходів до загального потоку побутових відходів; створення організаційно-виробничих систем збирання електронних і електричних відходів; створення виробничих потужностей для їх утилізації; регулювання діяльності, пов'язаної з використанням вторинних ресурсів.

Список використаних джерел

1. Барінов М.О., Олексівець І.Л., Родная Д.В., Журавель Т.В., Коломієць С.В., Козлова І. А., Пархоменко Г.П. Практичні аспекти управління відходами в Україні. Посібник. К.: «Поліграф плюс», 2021. 118 с.
2. Виговська Г.П., Повякель Л.І., Сноз С.В., Цигульова О.М., Шуміло О.М. Вирішення проблеми електронних відходів: європейські підходи до української проблеми. Київ. 2013. 104 с.
3. Впровадження системи управління відходами електронного та електричного обладнання (ВЕЕО) та батарейок в Україні. <https://livingplanet.org.ua/proekty/vprovadzheniya-sistemi-upravlinnya-vidkhodami-elektronno-go-ta-elektrichnogo-obladnannya> (Дата звернення: 05.11.2024)
4. Главацька Л.Ю. Аналіз системи поводження з відходами електричного та електронного обладнання в Україні. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2021. № 1 (23). С. 102–108.
5. Державний класифікатор України. Класифікатор відходів ДК 005-96 <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0089217-96#Text> (дата звернення – 17.05.2023).

6. Наказ «Про затвердження Методичних рекомендацій з розроблення регіональних планів управління відходами» від 16.04.2024 р. <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0403926-24#Text> (Дата звернення: 14.11.2024)
7. Петрук В.Г., Мудрак О.В. Про стан організації інтегрованого управління та поводження з твердими побутовими відходами у м. Вінниці та Вінницькій області. Зведений звіт ЄС. Вінниця, 2006. 91 с.
8. Повякель Л.І., Сноз С.В., Смердова Л.М., Кривенчук В.Є., Бобильова О.О. Важкі метали як фактор ризику для здоров'я людини та довкілля при поводженні з відходами електричного та електронного обладнання. *Український журнал сучасних проблем токсикології*. 2015. № 1-2. С. 41-49.
9. Проблема сміття: від Європи до України [Електронний ресурс]. URL: <https://www.csi.org.ua/news/problema-smitty-a-vid-yevropy-do-ukrayiny>
10. Репецький Д.С., Іщенко В.А. Утилізація відходів електричного та електронного обладнання. *М-ли XLVI Науково-технічної конференції ВНТУ*. Березень 2017.
11. Чому давно пора зайнятися переробкою електронних відходів. <https://interfax.com.ua/news/greendeal/778301.html> (Дата звернення: 25.10.2024)
12. Шуміло О.М., Виговська Г.П., Цигульова О.М. та ін. Вирішення проблеми електронних відходів: європейські підходи до української проблеми. К. : ФОП «Клименко», 2013. 88 с.
13. Ishchenko V., Pohrebennyk V., Kochanek A., Hlavatska L. Waste electrical and electronic equipment management in Ukraine. Proceedings of International Conference on Geosciences, March 26-29, 2019, Athens, Greece, Book 3, Vol. 1. pp. 197-204.
14. S. Salhofer, and M. Tesar, Assessment of removal of components containing hazardous substances from small WEEE in Austria. *Journal of hazardous materials*. 2011. 186 (2-3), P. 1481-1488.

УДК 656.13:504.61

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НА ПОСП “УМАНСЬКИЙ ТЕПЛИЧНИЙ КОМБІНАТ”

Сиволдаєв В.А. – студент спеціальності 101 “Екологія” ступеня вищої освіти “Магістр” КЗВО “Вінницька академія безперервної освіти”

Науковий керівник: Серебряков В.В. – доктор біологічних наук, професор кафедри екології, природничих та математичних наук КЗВО “Вінницька академія безперервної освіти”

Анотація. У роботі розглядаються шляхи підвищення екологічної безпеки виробничої діяльності ПОСП «Уманський тепличний комбінат». Визначено основні проблеми, пов'язані з використанням водних ресурсів і впливом стічних вод на довкілля. Проведено аналіз сучасних методів оптимізації водокористування, удосконалення систем очищення стічних вод та впровадження інноваційних екологічних технологій у тепличному господарстві. Запропоновані заходи включають впровадження крапельного зрошення, використання систем повторного використання води, установку сучасного обладнання для очищення стоків і проведення екологічного моніторингу. Розглянуто економічну доцільність та екологічну ефективність впровадження цих рішень, які спрямовані на сталий розвиток підприємства та зменшення негативного впливу на екосистеми. Результати дослідження можуть бути використані для впровадження екологічно безпечних технологій як на ПОСП «Уманський тепличний комбінат», так і на інших підприємствах тепличної галузі.