

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Львівський національний університет імені Івана Франка

Географічний факультет  
Кафедра конструктивної географії і картографії

Допущено до захисту  
Завідувач кафедри  
д. геогр. наук Є. А. Іванов

\_\_\_\_\_ 2022 р.  
" \_\_\_ " \_\_\_\_\_

**Блятник Богдана Богданівна**

ВІДПРАЦЬОВАНІ ЕЛЕМЕНТИ ЖИВЛЕННЯ У ЛЬВІВСЬКІЙ  
ОБЛАСТІ: ЗБІР, УТИЛІЗАЦІЯ, ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ

Магістерська робота

Спеціальність: 183 Технології захисту навколишнього середовища

Науковий керівник –  
кандидат географічних наук  
доцент Михнович А.В.

Львів 2022

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. Теоретико-методичні засади досліджень впливу на довкілля елементів живлення .....	5
1.1 Теоретичні засади і історія вивчення проблем впливу на довкілля елементів живлення .....	5
1.2. Засади і вимоги екологічно безпечного поводження з відпрацьованими елементами живлення.....	11
1.3. Утилізація та переробка відпрацьованих елементів живлення. ....	13
РОЗДІЛ 2. Накопичення відпрацьованих елементів живлення у Львівській області.....	21
2.1 Швидкість накопичення відпрацьованих елементів живлення і її динаміка.....	21
2.2 Мережа пунктів збору елементів живлення .....	22
2.3 Схема утилізації відпрацьованих елементів живлення.....	30
РОЗДІЛ 3. Моніторинг забруднення водного середовища та ґрунтового покриву елементами живлення .....	34
3.1 Основні компоненти елементів живлення, які потрапляють в гідросферу та ґрунт .....	34
3.2 Шляхи запобігання забруднення водного середовища та ґрунту відпрацьованими елементами живлення. ....	39
РОЗДІЛ 4. Перспективи збільшення обсягів організованого збирання і утилізації відпрацьованих елементів живлення .....	41
4.1 Обладнання підприємств з утилізації і переробки .....	41
4.2 Заходи із зменшення забруднення компонентів довкілля хімічними сполуками й елементами відпрацьованих елементів живлення .	49
ВИСНОВКИ .....	53
СПИСКИ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	55

## ВСТУП

У наш час батарейки широко використовують як джерела електроенергії. Вони забезпечують роботу: годинників, радіоприймачів, електронних ігор, ліхтариків та інших побутових приладів, які є у щоденному використанні кожної людини. Батарейки помітно полегшують наше життя. Завдяки сучасним технологіям створюються нові види елементів живлення, які підтримують роботу ноутбуків, відеокамер, мобільних телефонів, тих речей, без яких не можливо уявити сучасний світ. Не можна також недооцінювати їхню користь у галузі медицини, науки та техніки. Та варто також пам'ятати про негативні сторони, зокрема це стосується уже використаних батарейок. Адже коли батарейка припиняє підтримувати побутові прилади, вона автоматично перетворюється на непотріб, і її подальший шлях стає очевидним. Саме тоді проявляється основний негативний чинник, ще донедавна такої корисної речі. Люди щороку викидають мільйони тон непотрібних батарейок, більшість із них потрапляє на сміттєзвалища, і лише кілька відсотків від загальної кількості проходить безпечну утилізацію на спеціалізованих підприємствах. В Україні щодня з прилавків магазинів до споживачів надходить близько 10 тон батарейок, з них лише пів тони потрапляє у пункти призначені для утилізації або повторної переробки хімічних джерел енергії, усі інші елементи живлення люди не задумуючись викидають зі сміттям[1]. Але така проблема існує не тільки в Україні, а у більшості країн світу. Недбало викинувши відпрацьовану батарейку, люди навіть не задумуються які шкідливі та незворотні наслідки може принести їх необдуманий вчинок. Адже при потраплянні у навколишнє середовище відбувається процес руйнації зовнішньої оболонки батарейки, і такі небезпечні метали потрапляють у ґрунтові води та річки, тим самим забруднюючи наше довкілля.

Таким чином, відпрацьовані елементи живлення є джерелом досить широкого спектру факторів негативного впливу на довкілля. У зв'язку з цим своєчасним і актуальним є аналіз нормативної бази та практичних екологічних заходів щодо захисту природних об'єктів, зокрема води і ґрунтів, від перероблених батарейок[2].

**Актуальність теми.** Тема роботи є актуальною на сьогоднішній день, адже у даній роботі висвітлена проблема забруднення ґрунтів і водного середовища важкими металами, які потрапляють у довкілля внаслідок проблеми з переробкою та утилізацією відпрацьованих елементів живлення та необізнаності людей, які викидають дані елементи у смітник.

**Мета дослідження.** Метою даної роботи є визначення масштабів накопичення відпрацьованих елементів живлення і частки їхньої екологічно безпечної утилізації, а також оптимізація процесів їх переробки та утилізації і пропозиції щодо зменшення впливу небезпечних компонентів на навколишнє середовище.

**Завдання.** Визначення масштабів накопичення відпрацьованих елементів живлення, їх вплив на навколишнє середовище, оптимізація процесів утилізації та переробки, а також пропозиції шляхів покращення ситуації з відпрацьованими елементами живлення в Україні.

**Методи дослідження.** Методи статистики, порівняльно-географічні, графоаналітичні та інші.

**Об'єкт дослідження.** Екосистеми Львівської області..

**Предмет дослідження.** Утворення, накопичення, утилізація та переробка відпрацьованих елементів живлення.

**Наукова новизна дослідження.** В даній роботі досліджено вплив відпрацьованих елементів живлення на довкілля, запропоновано удосконалення процесів збору, утилізації та їх переробки.

**Практичне значення результатів дослідження.** Результати дослідження можна використати для вдосконалення процесів збору, утилізації та переробки відпрацьованих елементів живлення.

# **РОЗДІЛ 1. Теоретико-методичні засади досліджень впливу на довкілля елементів живлення**

## **1.1 Теоретичні засади і історія вивчення проблем впливу на довкілля елементів живлення**

### **1.1.1 Історія виникнення першого джерела живлення.**

Перше хімічне джерело електричного струму було винайдено випадково, в кінці XVII століття італійським вченим Луїджі Гальвані. Насправді ціллю вишукувань Гальвані був зовсім не пошук нових джерел енергії, а дослідження реакції піддослідних тварин на різноманітний зовнішній вплив. Зокрема, явище виникнення і протікання струму було виявлено при приєднанні смужок з двох різних металів до м'яза жаб'ячої лапки. Теоретичне пояснення процесу Гальвані розробив не правильно, однак його досліди стали основою для досліджень іншого італійського вченого Алессандро Вольта, який власне і сформулював головну ідею винаходу - причиною виникнення електричного струму є хімічна реакція, в якій приймають участь пластинки металів. Для підтвердження своєї теорії Вольт створив пристрій, який складався із цинкової і мідної пластин занурених в ємкість із соляним розчином[3]. Саме цей пристрій став першим у світі автономним елементом живлення і прабатьком сучасних батарей. Сучасні джерела живлення зовні мають не багато спільного з приладами Алессандро Вольта, однак базовий принцип залишився незмінним. Будь-яка батарейка складається з трьох основних елементів - двох електродів, які називаються анод і катод, та електроліту який знаходиться між ними. Виникнення електричного струму - це побічний результат окислювально-відновної реакції, яка проходить між електродами. Струм який виходить, напруга та інші параметри батареї залежать від обраних матеріалів анода, катода та електроліту, а також від конструкції самої батареї. Всі батареї можна розділити на два великі класи - первинні та вторинні. У первинних елементах живлення хімічні реакції є незворотними,

а у вторинних - зворотними. Відповідно - вторинні елементи, котрі відомі нам як акумулятори, можна відновити (зарядити), та використовувати знову[4].

### **1.1.2 Загальні відомості виробництва елементів живлення**

Батарейка складається з корпусу, аноду, катоду, клапана і анодного провідника. В основі принципу роботи батарейки лежить хімічна реакція. Реагенти взаємодіють між собою, тим самим виробляючи електричний заряд. Оскільки анод і катод розділені мембраною, заряд не нейтралізується. Для виробництва батарейки потрібно багато хімічних елементів. Головні – марганець і графіт. З них формують кільця, які поміщають всередину корпусу. Від їхньої кількості залежить, скільки саме часу працюватиме батарейка.

Потім у батарейку запаковують мембрану, яка слугуватиме прокладкою між анодним та катодним реактивами. Зараз батарейка має позитивний полюс, за кілька секунд вона отримає негативний. Суміш виробляють із цинкової пудри та гелю, мікс дуже токсичний, тому процес відбувається у герметично закритих цехах. Негативно заряджений гель запаковують у корпус батарейки. Далі циліндрики заклеюють клапанами та вставляють у них анодні провідники. Останнім в дію вступає гідравлічний прес, який заштамповує усі елементи в корпусі батарейки. Далі тестування. Усі батарейки випробовують на працездатність. Серед всіх елементів є такі, які не працюють взагалі, їх одразу вилучають та відсилають на переробку. Тепер залишилось лише наклеїти на корпус наклейку. Все – батарейка готова[5].

Найпоширенішою у використанні в побуті є звичайна пальчикова батарейка.

Батарейки бувають наступних типів (рисунок 1.1)

- Сольові (вугільно-цинкові, марганцево-цинкові) батарейки. У них використовується пасивне вугілля і двоокис марганцю, електроліт з хлориду

амонію і катод з цинку. У перервах між експлуатацією елементи живлення можуть «відновлюватися» - це обумовлено вирівнюванням локальних неоднорідностей в композиті електроліту, викликаних розрядом. Це трохи подовжує термін служби батареї.

- Алкалінові (лужні) батареї. Від марганцево-цинкових їх відрізняє хімічний склад електроліту – тут використовується лужний електроліт. Такі батареї мають тривалий термін зберігання, а в процесі експлуатації напруга на електродах змінюється набагато менше, ніж у елементів з сольовим розчином.

Сольові і алкалінові (лужні) батареї містять розчинені важкі метали, колометалів вузьке, батареї розрізняються за складом металів, до складу може входити від 10 до 20 елементів таблиці Менделєєва, багато які з цих елементів є сильно токсичними речовинами.

- Срібні батареї мають катоди з оксиду срібла. Їх напруга на 0,2 В вище, ніж вугільно-цинкових в одних і тих же умовах. В іншому срібні елементи живлення схожі на вугільно-цинкові.

- Літієві батареї характеризуються дуже великим терміном зберігання, високою щільністю енергії і зберігають працездатність у великому діапазоні температур, оскільки не містять води. До їх складу входить літієвий катод, органічний електроліт і анод з різних матеріалів. Так як літій має найвищий негативний потенціал по відношенню до решти металів, отже, він має найбільшу номінальну напругу при мінімальних розмірах[6].

Кожна з цих батарейок – потенційна загроза для людини та навколишнього середовища. За основними компонентами складу перелічених батарейок можна скласти підсумкову таблицю (рисунок 1.1., таблиця 1.1) середнього класу небезпеки для кожного виду, який умовно було встановлено за літературними даними. Кожного дня, разом з побутовим сміттям до смітників, котрі не оснащені належним покриттям, потрапляють тисячі батарейок, які можна вважати сміттям II класу небезпеки[4].

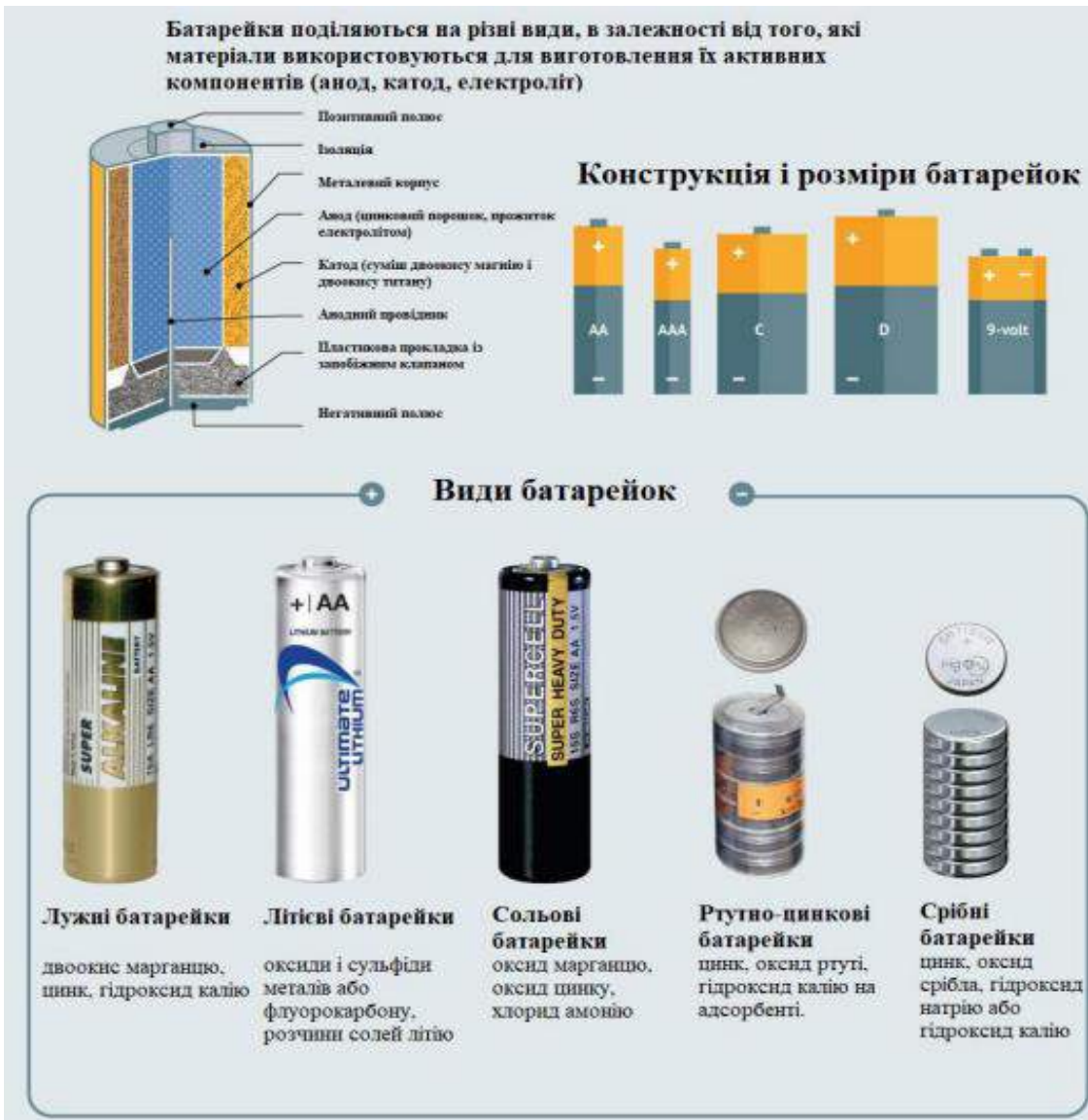


Рисунок 1.1. Види батарейок [6]



**Розрахунок середнього класу небезпеки батарейок**

Вид батарейки														
	Лужні			Літієві		Сольові			Ртутно-цинкові			Срібні		
Склад	MnO <sub>2</sub>	Zn	KOH	Флуоро-карбон	Солі літію	MnO <sub>2</sub>	Zn	NH <sub>4</sub> Cl	Zn	H <sub>2</sub> O	KOH	Ag <sub>2</sub> O	Zn	KOH
Клас небезпеки	II	I	II	-	-	II	II	II	I	I	II	I	III	II
Умовний бал	2	1	2	-	-	2	2	3	1	1	2	1	3	2
Середній умовний бал небезпеки	2			Даних немає		2			1			2		
Категорія небезпеки	Високо-небезпечні					Високо-небезпечні			Надзвичайно-небезпечні			Високо-небезпечні		

**1.1.3 Класифікація і стандартизація хімічних джерел струму (ХДС).**

Хімічні джерела струму поділяються на первинні і вторинні батареї. Первинні ХДС призначені для одноразового використання і містять певну кількість активних речовин, після їх використання первинні батареї втрачають працездатність. Вторинні ХДС або акумулятори призначені для багаторазового використання. При розрядженні акумулятор працює як первинний ХДС, при цьому відбувається перетворення хімічної енергії вихідних активних речовин в електричну. Акумулятори допускають безліч циклів заряду – розряду [7].

Для уніфікації ХДС розроблені міжнародні стандарти, які маркують джерела живлення за фізичним параметрам і хімічним складом. Так, наприклад, Американський національний інститут стандартів (American National Standards Institute (ANSI)) класифікує ХДС за фізичним параметрам без вказівки хімічного складу. В старій системі ANSI позначення починалося

з літери (або літер), що означає (їх) систему і типорозмір, потім позначали цифри, що означають розміри. У нових стандартах позначення починається з цифр, що означають, як правило, типорозмір .

Міжнародна електротехнічна комісія (МЕК) класифікує хімічні джерела струму за позначенням форм, типорозмірів і електрохімічних систем. Стандартні позначення первинних ХДС визначаються на підставі цифр (число послідовно з'єднаних елементів, типорозмір) і букв (електрохімічна система) [5]. Наприклад, на батареї вказана наступна маркування: LR20. Перша літера позначає електрохімічну систему (сукупність активних речовин і електроліту, на основі яких створено хімічний джерело струму): первинні ХДС: L – для лужних батарей, S – для срібно-цинкових, C – для літієвих і перша буква відсутня – для сольових батарей; вторинні ХДС: K – для нікель-кадмієвих акумуляторів, H – для нікель-металогідридного, SR – для срібно-цинкового акумулятора.

Друга літера визначає форму: R – циліндрична, F – плоска, S – призматична. Цифрове значення вказує радіус (розмір) джерела живлення в міліметрах. У позначеннях ХДС можуть зазначатися варіанти виконання: S – зі стандартною ємністю, C – з підвищеною ємністю (на 20-25 % вище, ніж у S) і P з більшою потужністю (порівняно з потужністю C і S при ємності, що приблизно дорівнює ємності варіанту S) .

В таблиці 1.2. наведені позначення деяких циліндричних ХДС за різними стандартами[24].

Таблиця 1.2.

### Позначення та типорозмір циліндричних ХДС

Позначення	ANSI колишній	ANSI новий	Висота, мм	Діаметр, мм
R1	N	910	30,2	12,0
R03	AAA	24	44,5	10,5
R6	AA	15	50,5	14,5
R14	C	14	50,0	26,2
R20	D	13	61,5	34,1

### 1.2. Засади і вимоги екологічно безпечного поводження з відпрацьованими елементами живлення

На будь-якій батарейці є позначка - «перекреслений контейнер». Вона означає, що елементи живлення в жодному разі не можна викидати до смітєвих баків (рис. 1.2).



Рисунок 1.2. Елемент живлення[8]

Одна звичайна «пальчикова» батарейка забруднює токсичними речовинами 400 л води або 20 кв. м ґрунту. Тобто, викинувши всього пару стареньких батарейок з пульта для телевізора на смітник, ви зіпсуєте 2 повних ванни, 16 відер і 3 чайника води[9].

Як повідомляла газета «Екобезпека», сьогодні в користуванні українців близько мільярда батарейок, що містять близько 9 ТОНН РТУТІ. Щорічно підлягає утилізації не менше 6 тисяч тонн відпрацьованих елементів живлення, в яких міститься 4 тонни ртуті. Така її кількість при повному випаровуванні в стані забруднити всі житлові будинки і квартири населення України, в тисячу разів перевищуючи гранично допустиму концентрацію в житлових приміщеннях, пише видання у статті «Неконтрольована ртуть». На сміттєзвалищі металеве покриття батарейок швидко руйнується і важкі метали потрапляють в ґрунт, звідки просочуються в ґрунтові води. З ґрунтових вод важкі метали потрапляють до рік, озер або артезіанських вод, які живлять водосховища. Внаслідок цього викинуті батарейки повертаються до нас у складі питної води та їжі, оскільки один із найнебезпечніших металів – ртуть – має властивість нагромаджуватися у тканинах живих організмів[10].

Люди п'ють, їдять, вдихають, а потім скаржаться на погіршення зору, слуху, ослаблення імунітету і погане самопочуття. Виходить, за своєї ж прямої або непрямої вини, ми винні у своїх хворобах. Плюс, ці отруйні забруднювачі часто переносяться від матері до дитини під час вагітності, тому в таких випадках метали небезпечні подвійно. Що ж робити з використаними елементами живлення?

Відповідь проста – здавати їх у спеціальні пункти прийому. В Україні такі пункти вже є у більшості великих міст і навіть у деяких невеликих. Інформацію про конкретне місто можна знайти у інтернеті. Якщо ж виявиться, що у вашому місті/селищі нема куди здавати батарейки – все ж не викидайте їх у смітник. Не полінуйтеся зберігати використані акумулятори та батарейки (для цього можна відвести невелику коробочку), а потім при нагоді відвозити або передавати їх в пункти прийому [11].

В Україні за останні 5 років всі ініціативи та організації разом зібрали більше 200 тон батарейок, а обсяги батарейок, які здають люди, за кілька років зросли в рази. Склади вже переповнені, але здати батарейки на

переробку в Україні неможливо. Заводи для переробки є лише за кордоном, і переробка досить дороговартісна. Насправді у контейнерах для збору батарейок ми поки що не спостерігаємо ні акумуляторів ні від телефонів, ні акумуляторів від ноутбуків і т.д. Але вони точно так само ввозяться в Україну і потребують утилізації», – зазначив Андрій Збаранський, комерційний директор ТОВ «Енерлайт» (ТМ «VARTA»). «Батарейки забруднюють землю, і це погано. За місяць ми збираємо цілу коробку батарейок. Ми їх здаємо в пункт, потім їх перевозять у ще один, і в ще один, і нікуди їх не дівають. Дорослі зробили багато досягнень, але я хочу їм сказати, щоб вони збудували завод з переробки батарейок», – наголосив Іванко Вишневський, 7-річний киянин, який відкрив пункт прийому батарейок у себе в під'їзді. На техніко-економічне обґрунтування побудови заводу потрібно 460 тисяч гривень. Частина з цих коштів вже профінансували імпортери батарейок. Паралельно на сайті проекту «Батарейки, здавайтесь!» розпочали кампанію зі збору коштів. Спорудження самого заводу, з досвіду європейських країн, коштує близько 15 мільйонів євро. Фінансове питання можна вирішити, закладаючи ціну утилізації батарейок у ціну нових батарейок, як це роблять у Європі, розповіла Любов Колосовська. Якщо така система запрацює, ціна на одну батарейку зросте від трьох копійок до гривні – залежно від кількості імпортерів-учасників ініціативи[11].

### **1.3. Утилізація та переробка відпрацьованих елементів живлення.**

**1.3.1. Методика встановлення екологічного впливу поліелементного складу батарейок на стан довкілля.** Програмне забезпечення *SimaPro* є професійним інструментом для збору, аналізу та моніторинг екологічних характеристик продуктів. За його допомогою можна легко моделювати й аналізувати складні життєві цикли систематизованим та зрозумілим способом.

Для аналізу впливу на довкілля поліелементного складу батарейок використовували методику «Eco-індикатор 99» для цього були згруповані необхідні дані, а саме: основні матеріали, що необхідні для виготовлення батарейок, комплектуючі кожної складової сировини та матеріалу, які розглядаються як входи; процеси, такі як транспортування, безпосередній процес виготовлення, що супроводжують життєвий цикл продукту (виходи). Для зручності з роботою складові частини процесу були згруповані у дві групи: необхідні природні ресурси; технічні та технологічні засоби. Поступово до програми заносились дані про окремі частини процесу із зазначенням складових матеріалів, компонентів і процесів, що їх супроводжували.

Програмне забезпечення (ПЗ) *SimaPro* дає можливість аналізувати продукти з урахуванням сценаріїв поводження з відходами, який можна моделювати самостійно, в залежності від обраного продукту.

Після закінчення побудови дерева ми провели аналіз оцінки впливів на довкілля. Процес аналізу складався з таких п'яти елементів: характеристика; оцінювання шкоди; нормалізація; зважування; визначення екологічного індексу.

Наступним кроком стало продовження аналізу життєвого циклу на основі характеристики. Це групи входів і виходів, які розподіляються між одинадцятьма категоріями впливу відповідно до методології Eco-індикатора 99. Характеристика показує відносну силу небажаних впливів, кожен з відповідним матеріалом життєвого циклу полягають у визначенні питомої ваги: канцерогенів, респіраторних речовин, змін клімату, радіації, впливу на озоновий шар, еко-токсичність, викопних видів палива, змін у землекористуванні, мінералів, підкислення/евтрофікації.

Згідно цієї методики Петрушка І.М., Руда М.В., Гивлюд А.М. провели дослідження та досягли таких результатів та висновків:

1. Для якісного аналізу достатньо з допомогою рентгенівського спектрометра визначити енергії ліній ХРІ від об'єкта і по їх значенню

ідентифікувати наявні елементи. Кількісний аналіз базується на затвердженні пропорційності між інтенсивністю ХРІ елемента і його вмістом в об'єкті контролю. Середі значення хімічного складу досліджуваних батарейок наведений в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

**Поліелементний склад досліджуваних батарейок**

Хімічний елемент	Склад, % по масі				Концентрація хімічної речовини	
	Сольові батарейки	Похибка	Алкалінові батарейки	Похибка	Сольові батарейки	Алкалінові батарейки
<b>Позитивний полюс</b>						
K	-	-	3,357	0,017	-	$3 \times 10^{-4}$
Mn	0,206	0,014	0,159	0,002	$2 \times 10^{-5}$	$2 \times 10^{-5}$
Fe	92,812	0,328	61,522	0,836	$93 \times 10^{-3}$	$62 \times 10^{-3}$
Ni	-	-	34,962	0,041	-	$35 \times 10^{-3}$
Cl	1,856	0,336	-	-	$2 \times 10^{-4}$	-
Ca	2,294	0,080	-	-	$2 \times 10^{-4}$	-
Cr	0,050	0,008	-	-	$5 \times 10^{-6}$	-
Mn	0,206	0,014	-	-	$2 \times 10^{-5}$	-
Zn	1,370	0,017	-	-	$1 \times 10^{-4}$	-
Sn	1,413	0,018	-	-	$1 \times 10^{-4}$	-
<b>Ізоляція</b>						
K	-	-	11,877	0,466	$12 \times 10^{-3}$	-
Mn	-	-	0,319	0,018	$3 \times 10^{-5}$	-
Fe	-	-	0,077	0,011	$8 \times 10^{-6}$	-
Zn	-	-	87,728	0,464	$88 \times 10^{-3}$	-
<b>Корпус</b>						
Fe	97,467	0,103	0,266	0,023	$97 \times 10^{-3}$	$3 \times 10^{-5}$
Cu	-	-	70,421	0,136	-	$70 \times 10^{-3}$
Zn	-	-	29,320	0,135	-	$29 \times 10^{-3}$
Ca	1,296	0,101	-	-	$1 \times 10^{-4}$	-
Cr	0,066	0,016	-	-	$7 \times 10^{-6}$	-

Продовження табл.

Mn	0,357	0,018	-	-	$4 \times 10^{-5}$	-
Sn	0,814	0,017	-	-	$8 \times 10^{-5}$	-
Анод						
Mn	-	-	0,062	0,016	-	$6 \times 10^{-6}$
Cu	-	-	31,635	0,98	-	$32 \times 10^{-3}$
Zn	-	-	68,393	0,099	-	$68 \times 10^{-3}$
Катод						
K	-	-	0,747	0,073	-	$7 \times 10^{-5}$
Ti	-	-	0,647	0,022	-	$6 \times 10^{-5}$
Mn	45,889	0,234	0,222	0,010	$46 \times 10^{-3}$	$2 \times 10^{-5}$
Fe	0,915	0,119	63,455	0,790	$9 \times 10^{-5}$	$63 \times 10^{-3}$
Ni	-	-	34,859	0,680	-	$35 \times 10^{-3}$
Zn	53,196	0,235	0,070	0,007	$53 \times 10^{-3}$	$7 \times 10^{-6}$
Аноідний провідник						
Cl	21,345	3,084	7,368	0,184	$21 \times 10^{-3}$	$7 \times 10^{-4}$
K	10,383	1,250	0,675	0,096	$10 \times 10^{-3}$	$7 \times 10^{-5}$
Ca	5,135	0,686	0,200	0,037	$5 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-5}$
Ti	3,350	0,289	0,884	0,025	$3 \times 10^{-4}$	$9 \times 10^{-5}$
Mn	7,436	0,362	0,084	0,006	$7 \times 10^{-4}$	$8 \times 10^{-6}$
Fe	26,620	1,136	22,79	0,123	$27 \times 10^{-3}$	$23 \times 10^{-3}$
Ni	-	-	7,854	0,046	-	$8 \times 10^{-4}$
Zn	23,820	1,011	60,092	0,002	$24 \times 10^{-3}$	$60 \times 10^{-3}$
Rb	0,273	0,056	0,002	0,001	$3 \times 10^{-5}$	$2 \times 10^{-7}$
Zr	0,408	0,059	0,009	0,001	$4 \times 10^{-5}$	$9 \times 10^{-7}$
Sn	0,459	0,063	0,420	0,002	$5 \times 10^{-5}$	$4 \times 10^{-5}$
Pb	0,770	0,097	0,943	0,004	$8 \times 10^{-5}$	$9 \times 10^{-5}$
Негативний полюс						
K	-	-	3,357	0,152	-	$3 \times 10^{-4}$



Закінчення табл.

Mn	-	-	0,159	0,013	-	$2 \times 10^{-5}$
Fe	97,729	0,168	61,522	0,137	$98 \times 10^{-3}$	$62 \times 10^{-3}$
Ni	-	-	34,962	0,83	-	$35 \times 10^{-3}$
Zn	-	-	2,041	0,23	-	$2 \times 10^{-4}$
Ca	1,271	0,166	-	-	$1 \times 10^{-5}$	-
Cr	0,081	0,017	-	-	$8 \times 10^{-6}$	-
Sn	0,919	0,030	-	-	$3 \times 10^{-6}$	-
Пластик	1,6000		1,000	-	-	-
Папір, картон	7,6000	-	6,000	-	-	-
Інші елементи	0,600	-	0,135	-	-	-

2. Відкоригувавши показники ступеня небезпеки з урахуванням частки (мас. %) кожного елемента досліджуваних батарейок можна оцінити сумарні показники ступеня небезпеки поліелементного складу батарейок (рис.1.3.).

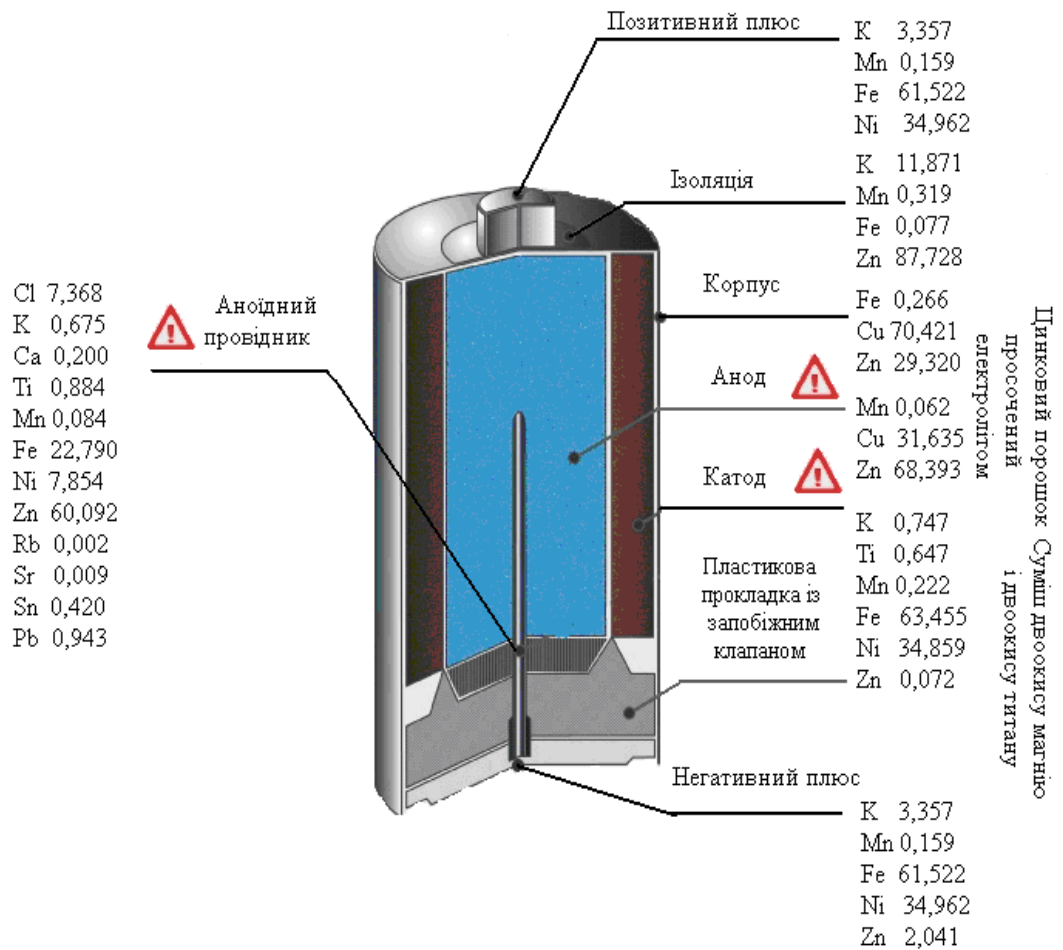


Рисунок 1.3. Поліелементний склад Алкалінової батарейки[24]

3. При цьому, прийнято допущення, що розподіл компонентів батарейок за типами використовуваних систем у проаналізованій пробі відображає їх розподіл у складі твердих комунальних відходів. Для визначення поліелементного складу батарейок, що роблять вплив на навколишнє середовище, виконаний аналіз Парето (рис. 1.4.). Можна зробити висновок, що найбільший вплив на стан навколишнього середовища завдає саме внутрішнє наповнення батарейок. Виходячи з цього факту проведемо аналіз життєвого циклу батарейки на стан навколишнього природного середовища.

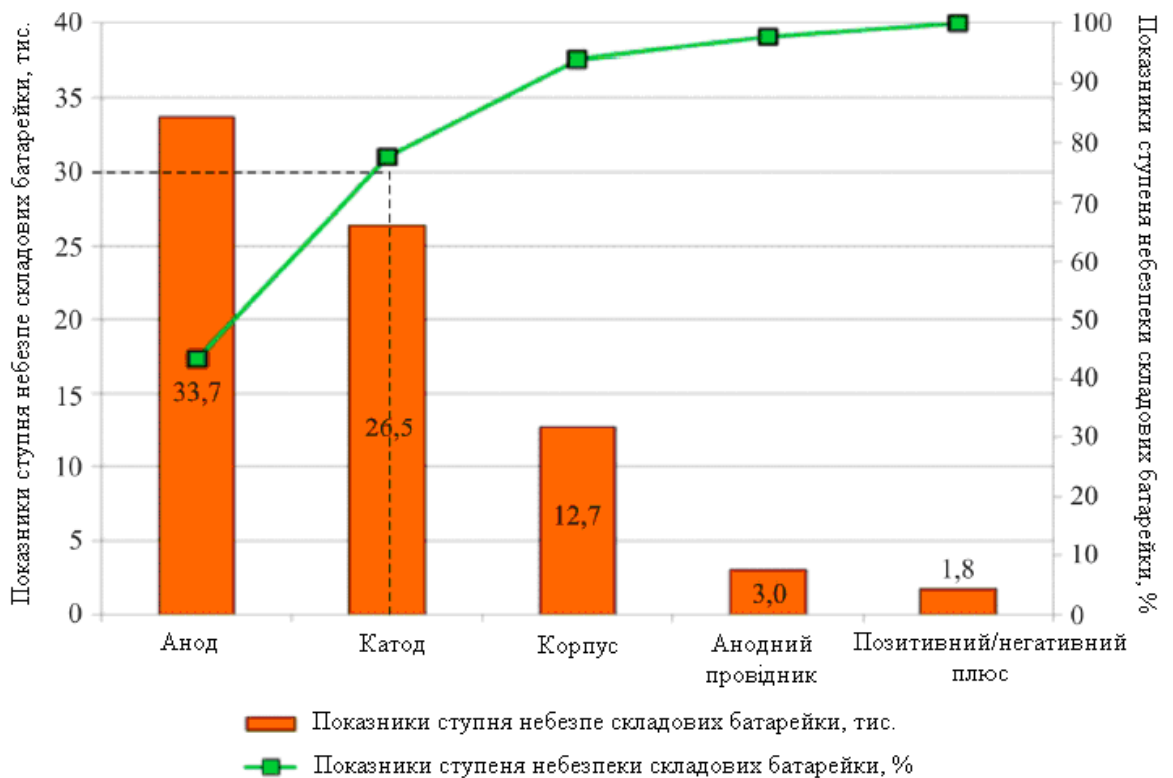


Рисунок 1.4. Результати Паретто-аналізу показників безпеки складу відпрацьованих алкалінових батарейок[24]

*Eco*-індиктор 99 є одним із методів, який дозволяє нам прийняти одну оцінку для всього продукту – так званий *екологічний індекс*. Це сума всіх окремих еко-точок або часткових індексів для всіх процесів життєвого циклу. Обчислювальна процедура здійснюється шляхом підсумовування результатів зважування фаз життєвого циклу[24].

**1.3.2. Ситуація з переробкою відпрацьованих елементів живлення в Україні.** В Україні підприємств, що займаються переробкою батарейок, немає. Були спроби окремих ініціатив (ГО “Батарейки здавайтесь”, “Аргентум” у Львові), які намагалися зібрати небезпечні відходи, щоб відкрити завод з переробки, проте наразі ці ідеї не отримали практичної реалізації[12].

Найближчий завод, який займається переробкою батарейок, знаходиться у Польщі – це Resuryl. Саме з цим заводом співпрацює ГО “Батарейки здавайтесь”. Львівське комунальне підприємство “Бондарівка” так

само заявляє про те, що буде направляти зібрані батарейки до Польщі. При цьому важливо розуміти, що за переробку батарейок треба платити. У листопаді 2019 року стало відомо, що перша в Україні організація отримала дозвіл на переробку батарейок в ЄС – 20 тонн батарейок відправлять на переробку в Румунію. У грудні 2019 в Україні з'явилися перші контейнери для безкоштовної здачі батарейок на гарантовану переробку в Європі[13].

## РОЗДІЛ 2. Накопичення відпрацьованих елементів живлення у Львівській області

### 2.1 Швидкість накопичення відпрацьованих елементів живлення і її динаміка

За орієнтовними розрахунками на території України перебувають у користуванні близько 277 млн елементів живлення (батареєнок). Після відпрацювання, за рік понад 4.5 тис. т батареєнок та акумуляторів стають небезпечними відходами, а за умов їх безпечної переробки - джерелами цінних ресурсів кольорових металів і хімічних речовин. Проте лише одна батареєнка здатна забруднити 20 м<sup>3</sup> ґрунту або 400 л води. Батареєнки у кількості 1 -2 штук на рік використовують 15 % опитаних родин Львова, 3-5 батареєнок - 34 % родин, 6-10 батареєнок -25 % родин, понад 10 батареєнок - 21 % родин. (Рис 2.1)[14].

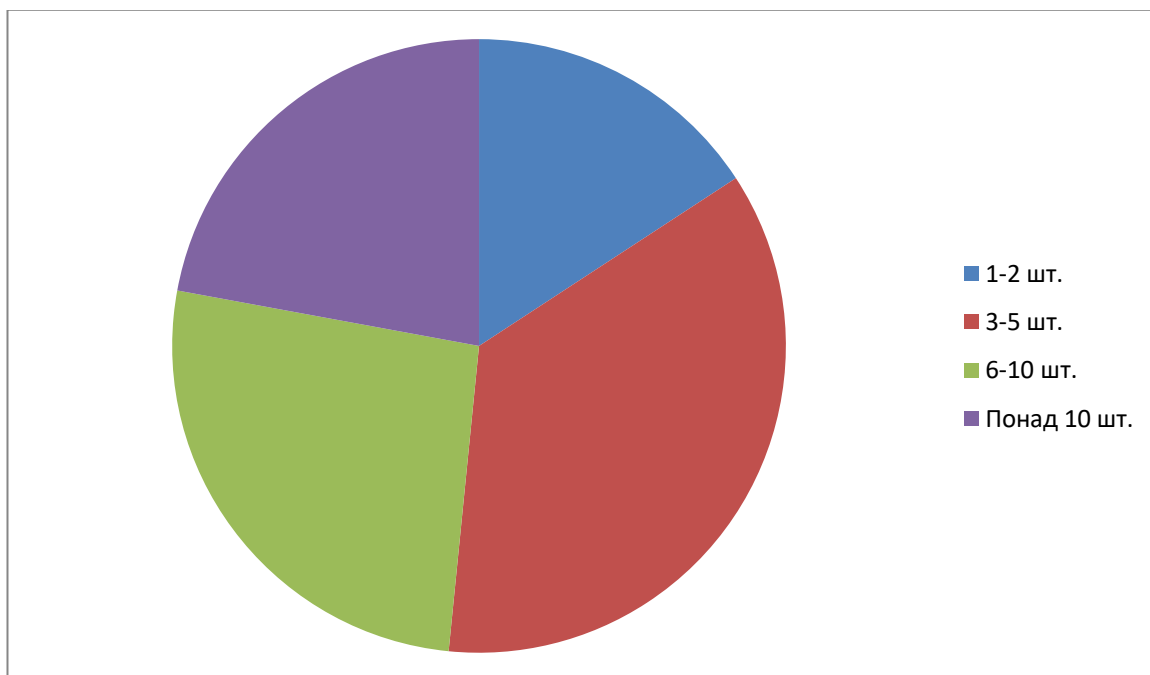


Рисунок 2.1. Кількість батарейок, яку використовують родини Львова.

За відсутності місць збору використаних батарейок і енергоощадних ламп більшість львів'ян викидали їх разом з іншими відходами у сміттєві контейнери. Відпрацьовані батареєнки містять сполуки важких металів -

кадмію, свинцю, ртуті, літію, нікель, марганець та інші хімічні елементи, які можуть довгий час залишатися активними, мати шкідливий вплив на живі організми, в тому числі на людину, здатні накопичуватися у тканинах, викликаючи ряд захворювань (термін їх розкладання 200 років). Експерти відзначають, що в побутовому смітті частка батарейок незначна - менше 0,5 %, проте 50 % токсичних речовин, які утворюються у твердих побутових відходах, йдуть саме від батарейок. Інфраструктура збору використаних батарейок в Україні на сьогодні є вкрай несистемною. Здебільшого саме громадські організації ініціюють збирання цих відходів: вони організовують акції у школах та університетах, встановлюють скриньки для збору в магазинах[15].

## 2.2 Мережа пунктів збору елементів живлення

Із 2014 року ДП «Боднарівка» займається збором, зберіганням та переробкою відходів, що містять ртуть, а також збирає використані батарейки у місті. Станом на 2022 рік у Львові налічують 217 таких пунктів(таблиця 2.1., рис 2.2.)[16].

Таблиця 2.1.

### Перелік пунктів збору використаних батарейок у м. Львові

№ з/п	Назва установи	Адреса установи
1	2	3
1.1	Магазин "Батарейка"	просп. Свободи, 1/3
1.2	Ринок "Південний"	вул. Щирецька, 36
1.3	Магазин комп'ютерних аксесуарів	просп. Червоної Калини, 109
1.4	ДП "Аргентум"	вул. Зелена, 115-б
1.5	Магазини мобільного оператора МТС	м. Львів
1.6	Географічний факультет Львівського національного університету ім. Івана Франка	вул. П. Дорошенка, 41

## Продовження табл.

1.7	Магазин електротехніки "Шок"	вул. Газова, 30а
1.8	Магазин електротехніки "Шок"	вул. О. Довженка, 4
1.9	Магазин електротехніки "Шок"	вул. Щирецька, 36
2. Перелік пунктів збору використаних батарейок у м. Львові, які створить департамент містобудування		
2.1	ЛКП "Старий Львів"	вул. Сербська, 15
2.2	ЛМКП "Айсберг"	просп. Свободи, 39
2.3	ЛКП "Цитадель-Центр"	вул. М. Коперника, 22
2.4	ЛКП "Княже місто"	вул. Тиха, 5
2.5	ЛКП "Снопківське"	вул. В. Кубійовича, 33
2.6	ЛКП "Центральне"	вул. Князя Мстислава Удатного, 7
2.7	ЛКП "Дністер"	вул. Дністерська, 16
2.8	ЛКП "Стимул-Сихів"	вул. Сихівська, 14
2.9	ЛКП "Хуторівка"	вул. Хуторівка, 24
2.10	ЛКП "Житловик-С"	вул. В. Чукаріна, 6
2.11	ЛКП "Бондарівка"	вул. Я. Гашека, 15
2.12	ЛКП "Старий Сихів"	просп. Червоної Калини, 109
2.13	ЛКП "Під Зуброю"	просп. Червоної Калини, 110
2.14	ЛКП "Затишне"	вул. І. Котляревського, 37-б
2.15	ЛКП "Львівський ліхтар"	вул. Є. Коновальця, 27
2.16	ЛКП "Вулецьке"	вул. Братів Тимошенків, 2-а
2.17	ЛКП "Сонячне"	вул. І. Айвазовського, 10
2.18	ЛКП "Навколо базару"	вул. Героїв УПА, 78
2.19	ЛКП "Магістральне"	вул. Наукова, 32-а
2.20	ЛКП "Південне"	вул. Кульпарківська, 131
1	2	3
2.21	ЛКП "Сокільницьке"	вул. Наукова, 61
2.22	ЛКП "Граніт"	вул. Д. Бортнянського, 17
2.23	ЛКП "Богданівка"	вул. Олекси Гірника, 1-а
2.24	ЛКП "Скнилівок"	вул. С. Петлюри, 36
2.25	ЛКП "Сигнівка"	вул. Дозвільна, 1
2.26	ЛКП "Левандівка"	вул. Широка, 86-а

## Продовження табл.

2.27	ЛКП "Нове"	вул. С. Петлюри, 2-а
2.28	ЛКП "Сяйво"	вул. Сяйво, 21
2.29	ЛКП "Рясне - 402"	вул. Т. Шевченка, 350-а
2.30	ЛКП "Янів - 405"	вул. О. Турянського, 5
2.31	ЛКП "Тополя - 406"	вул. А. Лінкольна, 57
2.32	ЛКП "Варшавське - 407"	вул. Варшавська, 64
2.33	ЛКП "Збоїща - 408"	вул. Б. Грінченка, 4
2.34	ЛКП "Балатон - 409"	вул. Гетьмана І. Мазепи, 11
2.35	ЛКП "Під Голоско - 410"	просп. В. Чорновола, 99
2.36	ЛКП "Північне - 411"	вул. І. Миколайчука, 22
2.37	ЛКП " № 500"	вул. Дніпровська, 1
2.38	ЛКП "№ 503"	вул. Академіка О. Богомольця, 2
2.39	ЛКП "№ 504"	вул. Пасічна, 64
2.40	ЛКП "Господар"	вул. Личаківська, 75
2.41	ЛКП "№ 507"	вул. Личаківська, 217
2.42	ЛКП "За замком"	вул. Зустрічна, 1
2.43	ЛКП "Дім"	вул. Дж. Вашингтона, 5
2.44	<u>Галицька районна адміністрація</u>	вул. Ф. Ліста, 1
2.45	<u>Залізнична районна адміністрація</u>	вул. І. Виговського, 34
2.46	<u>Личаківська районна адміністрація</u>	вул. К. Левицького, 67
2.47	<u>Сихівська районна адміністрація</u>	просп. Червоної Калини, 66
2.48	<u>Франківська районна адміністрація</u>	вул. Генерала Т. Чупринки, 85
2.49	<u>Шевченківська районна адміністрація</u>	вул. В. Липинського, 11
2.50	Львівська міська рада	пл. Ринок, 1
2.51	КП "Адміністративно-технічне управління" Львівської міської ради	вул. Академіка А. Сахарова, 42
2.52	Львівська обласна рада	вул. В. Винниченка, 18
2.53	Львівський національний університет ім. Івана Франка, головний корпус	вул. Університетська, 1
2.54	Львівський національний університет ім. Івана Франка, географічний факультет	вул. П. Дорошенка, 41



## Продовження табл.

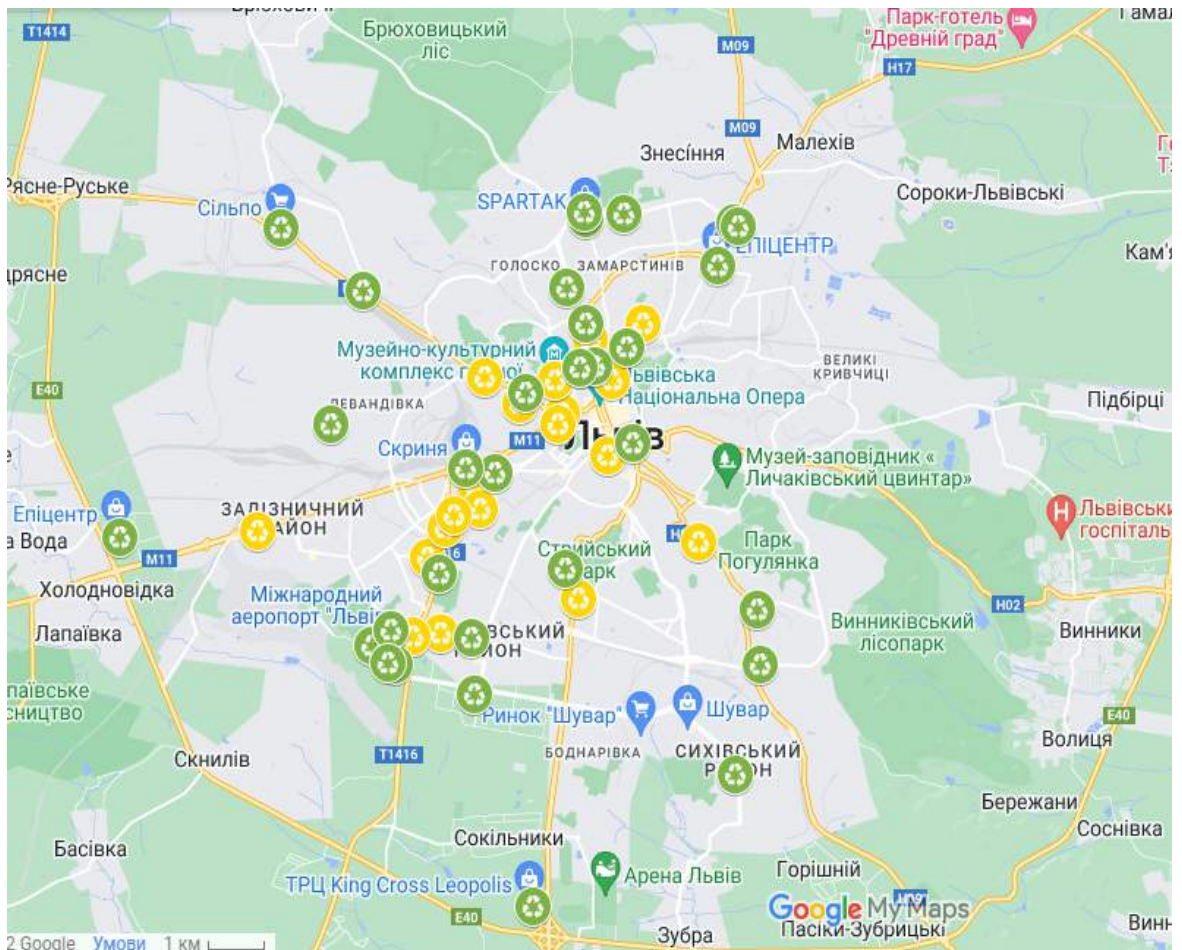
2.55	Національний університет "Львівська Політехніка", навчальний корпус № 4	вул. Митрополита Андрея, 5
2.56	Національний університет "Львів-ська політехніка", Інститут екології, природоохоронної діяльності та туризму ім. В. Чорновола	вул. Генерала Т. Чупринки, 130
2.57	Національний лісотехнічний університет України	вул. Генерала Т. Чупринки, 103
2.58	Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького	вул. Шімзерів, 3-а
2.59	Львівська комерційна академія	вул. М. Туган-Барановського, 10
2.60	<u>Львівська національна академія мистецтв</u>	вул. В. Кубійовича, 38
2.61	Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького	вул. Пекарська, 50
2.62	<u>Екологічний коледж Львівського національного аграрного університету</u>	вул. Замарстинівська, 167
2.63	Державна податкова служба у Львівській області	вул. Стрийська, 35
2.64	Департамент екології та природних ресурсів Львівської обласної державної адміністрації	Відмовились
2.65	<u>Львівський державний університет фізичної культури</u>	вул. Т. Костюшка, 11
2.66	Львівський державний університет внутрішніх справ МВС України	вул. Городоцька, 26
2.67	ЛКП "Новий Львів"	вул. Тернопільська, 15

Продовження табл.

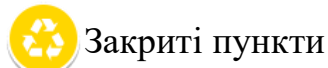
2.68	<u>Український католицький університет</u>	вул. І. Свенціцького, 17
2.69	<u>Львівський державний університет безпеки життєдіяльності</u>	вул. Клепарівська, 35
2.70	<u>Львівська філія Київського національного університету культури і мистецтв</u>	вул. Випасова, 9
2.71	Українська академія друкарства	вул. Підвальна, 17
2.72	Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного	вул. Академіка А. Сахарова, 29
2.73	Будинок офіцерів	вул. Театральна, 22
2.74	<u>Український католицький університет</u>	вул. Хуторівка, 35-а
2.75	Головне управління статистики у Львівській області	Відмовились
2.76	Міський Палац культури ім. Гната Хоткевича	вул. С. Кушевича, 1
1	2	3
2.77	Центр творчості дітей та юнацтва Галичини	вул. А. Вахнянина, 29
2.78	Будинок творчості школярів	вул. Личаківська, 99
2.79	Львівський державний палац естетичного виховання учнівської молоді	пл. Є. Петрушевича, 2
2.80	Центр дитячої та юнацької творчості Сихівського району	вул. Хуторівка, 28-а
3. Перелік пунктів збору використаних батарейок у м. Львові, долучених у рамках Програми*		
3.1	Торговий центр "Скриня"	вул. Городоцька, 179
3.2	Магазин електротоварів (ринок "Старий Лицар")	просп. В. Чорновола, 67-а
3.3 (81)	Львівська дирекція СК "АХА страхування"	вул. М. Вербицького, 8/2

Закінчення табл.

3.4 (82)	Львівська дирекція СК "АХА страхування"	вул. Личаківська, 47
3.5 (83)	Львівська дирекція СК "АХА страхування"	вул. К. Левицького, 9
3.6 (84)	Львівська дирекція СК "АХА страхування"	вул. Наукова, 7-а
3.7 (85)	Львівська дирекція СК "АХА страхування"	просп. Червоної Калини, 53/37
3.8	ТРЦ «Інтер Сіті»	просп. Червоної Калини, 62а
3.9	ТРЦ «Інтер Сіті»	просп. В. Чорновола, 67



Умовні позначення:



Закриті пункти



Відкриті пункти

Рисунок 2.2. Карта пунктів збору відпрацьованих батарейок у місті Львів[17]

З карти можна зробити висновок, що найбільше пунктів знаходиться у Галицькому і Франківському районах міста Львова. На другому місці - Сихівський і Шевченківський райони. Найменше пунктів збору розташовано в Залізничному районі.

У Львові є насправді унікальний випадок, коли сам муніципалітет організував збір і переробку небезпечних відходів. Зокрема, йдеться про батарейки, ртутовмісні термометри та ртутовмісні лампи. Такі відходи збирають і переробляють вже, фактично, понад 5 років. Прийом зростає

щороку. Щодо батарейок, не зважаючи на карантин, за 8 місяців 2020 року зібрали 4,1 тонни батарейок. Натомість минулого року було 3 тонни (рис. 2.3.)[18].

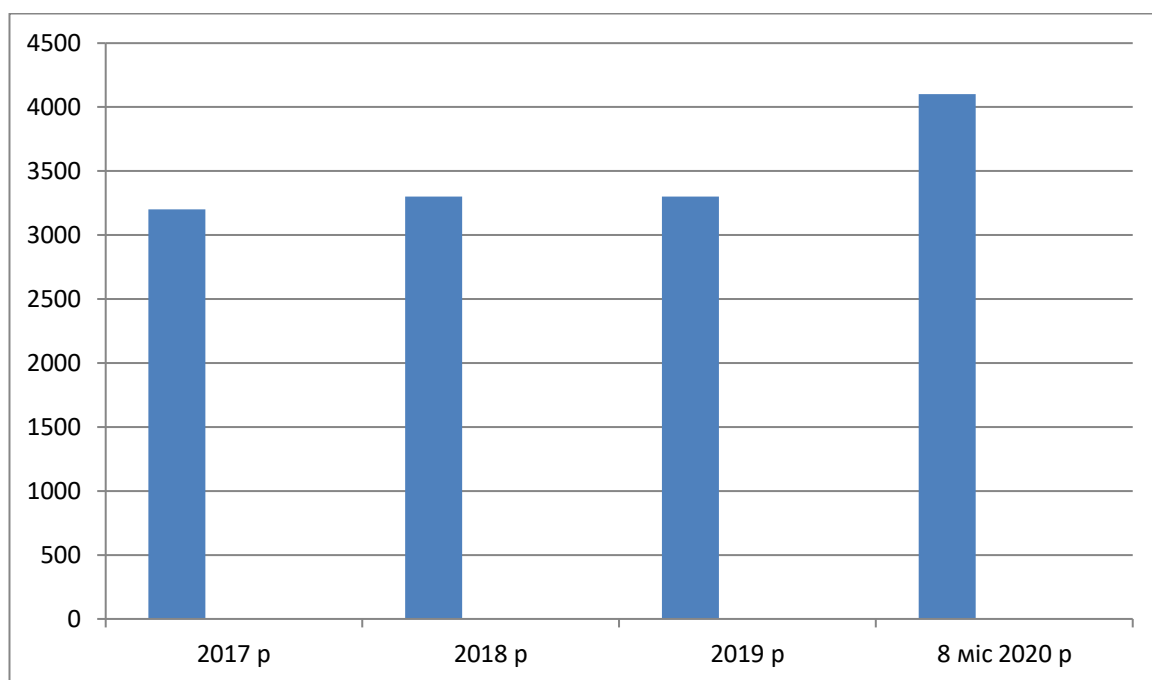


Рисунок 2.3. Кількість зібраних батарейок у Львові 2017-2020 рр.

Виконком Львівської міської ради дозволив ДП «Боднарівка» ЛКП «Зелений Львів» укласти прямі угоди з ліцензованими організаціями на транскордонне перевезення, прийом і переробку зібраних батарейок у Польщі без застосування системи ProZorro.

Наразі відправлення батарейок до Польщі, де діють утилізаційні підприємства, – єдиний оптимальний варіант, щоб зібрані небезпечні відходи не складувалися на території ДП «Боднарівка», а перероблялися й утилізувалися[19].

В Україні наразі нема підприємств, які б могли безпечно переробити використані батарейки. Тож отримали замкнуте коло: у Львові вже кілька років діє організований збір батарейок і лампочок, але ніхто не знав, що з ними робити далі. Вони просто лежали на складі[20].

## 2.3 Схеми утилізації відпрацьованих елементів живлення

**Процес переробки батарейок.** У першу чергу батарейки відсортовуються за технологічними групами групам. В залежності від складу електроліту батарейки поділяються на: сольові, літєві, алкалінові (лужні), срібні та ртутні. Наступний крок – це подрібнення на спеціальному обладнанні – шредері.

Подрібнені батарейки стають сумішшю, за консистенцією схожою на суп. Вона називається шихта. З цієї суміші магнітом відбираються метали, а хімічні речовини, які залишаються в рідкому стані, досортовуються. Для цього шихта поміщається у спеціальне обладнання – вібросепаратор, де відсіюється вуглець, насичений хлорним сполуками цинку (використовується у металургії, цинк покращує плинність металів при плавці). Далі суміш переміщається в магнітний барабан, який відділяє залізо від цинку. З неї в кілька етапів витягують цинк (у вигляді солей), марганець і графіт[21].

Утилізація батарейок доволі трудомісткий та дорогий процес. В Японії батарейки поки не утилізують, оскільки там вважають, що ще не придумали оптимального способу їх переробки. Батарейки збирають, сортують та відправляють в сховища. У Китаї діє схожа система. Батарейки збирають та закопують у величезні ями з поліетиленовим покриттям. Там вони будуть зберігатися доти, доки не придумають прибутковий метод утилізації. У країнах Євросоюзу батарейки переробляють. Тут чітко налагоджений процес збору та утилізації батарейок. Частина витрат на утилізацію відразу закладається у вартість нової батарейки. Всі знають, як правильно сортувати батарейки, пункти прийому використаних акумуляторів є практично на кожному кроці. Щоб мотивувати людей приносити та здавати батарейки, в супермаркетах і магазинах діє спеціальна система знижок. Здаючи старі батарейки, ви отримуєте знижку на купівлю нових.

Найкращих результатів по збиранню та переробці батарейок і акумуляторів досягла Німеччина. Близько 90% використаних батарейок переробляють, а частина, що залишилася, йде на зберігання.

Австралія також лідирує за кількістю утилізованих батарейок. Щорічно тут переробляють 80% акумуляторів. Елементи живлення, які місцеві підприємства не можуть переробити, відправляють в Європу.

У США батарейки утилізують невеликі приватні компанії. Спонсорами таких підприємств стають самі виробники акумуляторних батарей. Так їм простіше контролювати процес утилізації. В США переробляють близько 60 % елементів живлення[22].

У 2011 р Кабмін ухвалив Національний план дій з охорони навколишнього природного середовища на 2011-2015 рр., В якому доручив Мінприроди розробити систему збору та утилізації акумуляторів. Але все це залишилося на рівні декларацій. Врегулювати питання утилізації батарейок повинен був Закон "Про хімічні джерела струму", прийнятий ще в 2006 р Він, зокрема, визначає, що особи, які використовують батарейки, повинні передавати їх на утилізацію спеціалізованим підприємствам через пункти прийому. Європейське законодавство у сфері утилізації хімічних джерел струму було прийнято в 1991 г. Але воно постійно доповнюється і вдосконалюється. Сьогодні основний документ, що визначає правила гри на ринку хімічних елементів живлення, - Директива 2006/66/ЄС "Про батарейках і акумуляторах та відходах батарейок і акумуляторів". Вона значно обмежує "брудні" методи утилізації батарейок. Законодавство ЄС щодо хімічних джерел струму стосується всіх батарей і акумуляторів, за винятком тих, які використовуються в космічній та оборонній сферах. Основним нормативно-правовим актом, що регулює правовідносини в сфері обігу та утилізації батарейок і акумуляторів в ЄС, є Директива "Про батареях" (Directive 2006/66/EC of the European Parliament and of the Council of 6 September 2006 on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators and repealing Directive 91/157/EEC). Даний акт регулює як оборот хімічних джерел струму, так і процедуру їх збору та подальшої переробки. Директива передбачає ряд заборонних заходів щодо найбільш небезпечних типів джерел струму, вміст шкідливих речовин в яких

перевищує встановлений законом поріг, також регулює порядок і способи утилізації батарей і акумуляторів, створює схеми з їх збирання і передбачає мінімальний перелік вимог для виробників, що включає правила маркування, а також зменшення кількості шкідливих речовин, в тому числі ртуті, кадмію та свинцю використовуваних при виробництві. Директива прямо забороняє:

1. Батареї та акумулятори, до складу яких входить більш ніж 0,0005% ртуті, від загальної їх маси (за винятком елементів "таблеткового" типу).

2. Батареї та акумулятори, що вміщують кадмій в масовій частці 0,002% (за винятком елементів, що використовуються в системах екстрених служб і пристроїв оповіщення про тривогу, медичного обладнання та акумуляторних електроінструментів) Даним актом обмежуються "брудні" методи утилізації, такі як спалювання хімічних джерел струму та їх захоронення. Тисячі тонн цінних металів, таких, як нікель, кобальт і срібло можуть бути вивільнені, якщо існуючий обсяг батарей і акумуляторів на ринку ЄС утилізувати з використанням сучасних "зелених" технологій. За загальним правилом, споживачі повинні мати можливість здати використані батарейки безкоштовно, в тій же торговій точці, де вони були куплені, без будь-яких зобов'язань з придбання нових. Дистриб'ютори зобов'язані вивозити відпрацьовані елементи одночасно з поставкою в торговельну точку нової продукції. Директива ставить своєю метою домогтися повернення відпрацьованих батарейок в розмірі 45% від загального обсягу збуту до 2016 року. Однією з головних задач переробки подібних відходів є отримання з них цінних металів, таких як нікель, кобальт і срібло. Кошти, отримані від реалізації даної сировини, повинні направлятися на покриття витрат, пов'язаних з утилізацією батарей. Ключовим принципом виступає фінансування заходів щодо збору, транспортування та переробки саме виробником. І якщо останній зацікавлений у присутності на Європейському ринку своїх продуктів - то він зобов'язаний виконувати всі необхідні принципи, також включають у себе маркування і повідомлення кінцевих споживачів про негативну дію на здоров'я речовин, що містяться в



батареях, про необхідність відокремлювати відпрацьовані джерела струму від побутового сміття, про діючі в Союзі схемах з переробки, а також про те, як кожен громадянин Союзу може посприяти справі утилізації в цілому. Незважаючи на те, що Україна володіє необхідними виробничими потужностями для утилізації батарей і акумуляторів, - вони не задіюються в повному обсязі. Нашому законодавству не вистачає більш ретельного опрацювання механізмів по збору, логістики та переробці даних відходів, ніж ті, що представлені в ЗУ "Про хімічні джерела струму" від 23.02.2006. Необхідно чітко розмежувати права та обов'язки споживачів, а особливо виробників[23].

## **РОЗДІЛ 3. Моніторинг забруднення водного середовища та ґрунтового покриву елементами живлення**

### **3.1 Основні компоненти елементів живлення, які потрапляють в гідросферу та ґрунт**

Використані елементи живлення містять ртуть, кадмій, свинець, олово, нікель, цинк, магній та інші хімічні елементи й сполуки. На сміттєзвалищах під впливом атмосферних факторів елементи живлення швидко руйнуються, а речовини, які є в їхньому складі, випаровуються та вимиваються[25].

Через воду й повітря токсичні метали потрапляють у живі організми, внаслідок чого викликають ураження живих організмів, погіршують репродуктивні здатності та викликають генетичні зміни та ракові захворювання[24].

Для промисловості відпрацьовані батарейки – це сировина з високим рівнем концентрації цінних елементів – кольорових металів та мінералів.

Переробка 10 кг лужних батареек (це 5-літрова пляшка з-під води) дає стільки ж цинку, скільки обробка 96 кг цинкової руди.

Розглянемо характеристику основних компонентів елементів живлення, які через гідросферу і ґрунт потрапляють в організм людей.

#### **Ртуть**

Ртуть – метал сріблясто-білого кольору, у звичайних умовах легко рухома рідина, що при ударі поділяється на дрібні кульки, у 13,5 разів важча за воду. Температура плавлення – 38,87<sup>0</sup>С. З підвищенням температури випаровування ртуті збільшується. Пари ртуті та її сполуки дуже отруйні.

З попаданням до організму людини через органи дихання, ртуть акумулюється та залишається там на все життя[25].

Встановлено максимально припустиму концентрацію парів ртуті: для житлових, дошкільних, учбових і робочих приміщень – 0,0003 мг/м<sup>3</sup>; для виробничих приміщень – 0,0017 мг/м<sup>3</sup>. Концентрація парів ртуті в повітрі понад 0,2 мг/м<sup>3</sup> викликає гостре отруєння організму людини.

Симптоми гострого отруєння проявляються через 8-24 години: починається загальна слабкість, головна біль та підвищується температура; згодом – болі в животі, розлад шлунку, хворіють ясна.

Хронічне отруєння є наслідком вдихання малих концентрацій парів ртуті протягом тривалого часу. Ознаками такого отруєння є: зниження працездатності, швидка стомлюваність, послаблення пам'яті і головна біль; в окремих випадках можливі катаральні прояви з боку верхніх дихальних шляхів, кровотечі ясен, легке тремтіння рук та розлад шлунку. Тривалий час ніяких ознак може й не бути, але потім поступово підвищується стомлюваність, слабкість, сонливість; з'являються – головна біль, апатія й емоційна нестійкість; порушується мовлення, тремтять руки, повіки, а у важких випадках – ноги і все тіло. Ртуть уражає нервову систему, а довгий вплив її викликає навіть божевілля[25].

### **Кадмій**

Це важкий метал, який має серйозні побічні дії. Всі сполуки кадмію токсичні, вони відносяться до речовин другого класу токсичності. Його дія заснована на здатності зв'язувати сірковмісні кислоти та ферменти, в результаті чого, кадмій має нефро- і гепатотоксичність. Наслідками гострого отруєння можуть бути підвищення артеріального тиску, ниркова і легенева недостатність, патології серцево-судинної системи.

Варто відзначити, що кадмій є канцерогеном і здатний накопичуватися в організмі людини. На відміну від раніше згаданої ртуті, він не здатний проникати в мозок, тому не має нейротоксичності[25].

### **Свинець**

Свинець — важкий метал голубувато-сірого кольору, дуже пластичний, м'який. Основним шляхом надходження свинцю до організму людини є пероральний, разом з продуктами харчування та водою. Частина свинцю, що поступає з їжею, перетворюється в хлорид і комплекси з жовчними кислотами. Жовч стимулює транспорт свинцю через епітелій слизової оболонки. В тонкому кишечнику всмоктування відбувається за участі

кальцій-зв'язуючого білка. Значно в меншій мірі свинець всмоктується в товстому кишечнику. Всмоктування свинцю у шлунково-кишковому тракті (ШКТ) залежить від режиму харчування, дієти, вікових особливостей організму. У дітей всмоктування свинцю із ШКТ підвищене, чим пояснюється їхня більша чутливість до токсичної дії свинцю. Всмоктування цього металу залежить у першу чергу від розчинності сполуки і становить 5–50% від його складу в раціоні. Добре всмоктується свинець у вигляді ацетату, хлориду та тетраетилу. Його засвоєння посилюється при повному або частковому голодуванні. Експериментально доведено, що після їжі в тонкому кишечнику всмоктується 3% введеного в шлунок металу, а натще — 60% [25].

### **Нікель**

Нікель являє собою хімічний елемент, який в чистому вигляді – це твердий метал, який має сріблястий колір, що відрізняється гарною ковкістю і відмінними полірувальними властивостями. У виробництві елементів живлення нікель використовують, як легіруючу добавку, якою покривають батарейки.

Нікель – це токсичний елемент, особливо його розчинні сполуки, які найчастіше потрапляють в організм з питною водою. Надлишок цього елемента в організмі має такі наслідки:

- Порушення кровотворення.
- Дистрофія нирок і печінки.
- Порушення функції серцево-судинної системи.
- Порушення роботи шлунково-кишкового тракту, нервової системи.
- Зниження функції щитовидної залози.
- Порушення дітородної функції.
- Онкологічні новоутворення.
- Мутагенез.
- Розлади координації.
- Порушення дихання.

- Зміни балансу калію, йоду, фосфору.

Отруєння нікелем можуть призводити до серйозних захворювань дихальної системи, аж до летального результату[25].

### **Цинк**

Цинк є мікроелементом, який в малих кількостях бере участь в ферментному обміні, а також в утворенні стероїдних гормонів, інсуліну та ін. При підвищенні вмісту може викликати специфічні захворювання.

При інтоксикації солями цинку відбуваються зміни в нирках, а при критичному передозуванні можливе виникнення жовтяниці. Варто відзначити, що при тривалому впливі він викликає зниження вмісту кальцію в крові та кістках. Таким чином порушується метаболізм фосфору і розвивається остеопороз. Також при системному впливі має канцерогенні властивості й може викликати безпліддя[25].

**Розглянемо як впливають важкі метали які знаходяться в елементах живлення на ґрунт.**

Важкі метали не піддаються процесам розкладання, а здатні лише перерозподілятися між природними середовищами. Вони мають властивість концентруватися в живих організмах, викликаючи при цьому різні патології.

Одним з основних шляхів надходження важких металів у рослину є поглинання корінням рослин різних хімічних сполук цих металів (солей, гідроксидів, комплексів і т. д.) з ґрунту. Специфічною особливістю забруднення ґрунтів важкими металами є дуже низька швидкість самоочищення ґрунту. Що стосується свинцю, то його надмірний вміст у ґрунті призводить до зменшення кількості та різноманітності ґрунтових мікробіоценозів. У зв'язку з цим виникає серйозна загроза масової деградації українських чорноземів. В Україні крім чорноземів є ґрунти й інших типів (сірі лісові, дерново-підзолисті, піщані і т. д.), у яких очищення від забруднення важкими металами відбувається ще повільніше, а кумуляція їх, у зв'язку з цим – швидше. Тому навіть невеликі кількості важких металів у ґрунтах можуть призвести до небезпечного забруднення

сільськогосподарської продукції. Потрапляючи з ґрунту в рослини через кореневу систему, важкі метали можуть переміщуватися активно (метаболічним шляхом) або пасивно. У першому випадку поглинання і переміщення іонів металів здійснюється за системою, що складається з протопластів клітин, пов'язаних плазмодесмами. При пасивному транспорті іони, досягнувши поверхні кореня, потрапляють у вільний простір кореня і далі з транспіраційним струмом пересуваються по рослині. З активним транспортом по рослині пересувається частина металів, які виконують деякі біологічні функції (мідь, цинк, кобальт і ін.), а також метали, які хімічно подібні до необхідних елементів (кадмій є хімічним аналогом цинку). Проте більшість металів, особливо ті, які не є необхідними для рослин (свинець), переміщуються за допомогою дифузії. Контактуючи з клітинними стінками та рядом мінеральних і органічних сполук, що містяться у клітинах, метали осідають і втрачають біологічну активність. В той самий час, коли відбувається забруднення ґрунту великою кількістю металів, деяка їх частина здатна обминати захисні системи рослин і токсично впливати на них[26].

У результаті можлива поява візуальних ознак токсичності. Основні ознаки пригнічення рослин під впливом токсикантів неспецифічні та проявляються в основному в зниженні схожості насіння, уповільненому зростанні, ненормальному розвитку корневих систем, хлорозі, в'яненні, загибелі рослин. Однак у сільськогосподарському виробництві слід враховувати, що візуальні ознаки токсичності починають проявлятися, коли концентрації токсичних елементів значно перевищують санітарно-гігієнічні нормативи, встановлені для продукції рослинництва. При цьому вміст елементів у ґрунті, за якого з'являються ознаки фітотоксичності, також значно перевищують ГДК[26].

Так, ознаки ртутного отруєння проявляються при концентрації елементу в ґрунті 25 – 50 мг/кг (ГДК 2,1 мг/кг), кадмієвого – при 25 – 100 мг/кг (ОДК 0,5 – 2,0), свинцевого – 250 – 2000 мг/кг (ОДК 32 – 130

мг/кг). Тому візуальна діагностика забрудненості ґрунту та рослин металами не має сенсу[26].

### **3.2 Шляхи запобігання забруднення водного середовища та ґрунту відпрацьованими елементами живлення.**

Способи запобігти екологічній катастрофі є. Прикладом, кажуть дослідники, можна купувати батарейки, які можна заряджати. До того ж, існують батарейки, до складу яких не входять ртуть і кадмій, а значить, шкода від батареек для навколишнього середовища істотно знижується. А краще взагалі відмовитися від цієї техніки, для якої потрібні такі джерела живлення. Варто зробити вибір на користь приладів, що працюють від мережі, на ручному заводі або від альтернативних джерел[27].

У всіх країнах Євросоюзу, а також у Сполучених Штатах Америки і в Канаді розташована величезна кількість пунктів прийому відпрацьованих батареек. У Нью-Йорку є закон, який забороняє викидати відпрацьовані елементи живлення в сміття.

Так як шкоду батареек науково підтверджено, виробники і великі магазини в ЄС, які продають батарейки, обов'язково повинні приймати відпрацьовані елементи живлення. В іншому випадку влада зобов'язує організації виплатити штраф, розмір якого становить 5 тисяч доларів. До речі, відсоток на утилізацію спочатку включений у вартість батареек, а покупець, який здав її, отримує знижку на нову! Знаючи про те, якої шкоди від батареек зазнає навколишнє середовище, японці просто збирають ці джерела живлення і зберігають їх до тих пір, поки не з'явиться оптимальна технологія їх переробки.

Українські волонтери, які збирають відпрацьовані батарейки, б'ють на сполох: вони накопичили понад 50 тонн елементів живлення, однак єдине підприємство яке переробляло їх в Україні, відмовилося від цього, а імпортери батареек не поспішають оплачувати їхню переробку в ЄС. Координатори проекту «Батарееки, здавайтеся!» покладають надію на зміни

до законодавства про відходи, до підготовки яких вони долучилися спільно з Мінприроди. І сподіваються, що вартість переробки закладатимуть у ціну товару, як це відбувається на Заході[27].

Між тим, експерти радять українцям збирати батарейки і не викидати їх на звалище, бо саме вони є найтоксичнішим елементом побутового сміття.

Як вже згадувалось вище, ртуть, свинець, кадмій, літій, кислоти та лужні сполуки – ці речовини виділяються зі вживаних батарейок і отруюють ґрунт, річки й підземні води. Зрештою, вони потрапляють до продуктів харчування, якщо їх викинути на звичайне звалище. Ця проблема давно відома науковцям, більше того, у Євросоюзі створена ціла система поводження з відпрацьованими батарейками. Утім, в Україні це питання навіть не врегульоване у законодавстві.



## РОЗДІЛ 4. Перспективи збільшення обсягів організованого збирання і утилізації відпрацьованих елементів живлення

### 4.1 Обладнання підприємств з утилізації і переробки

Розглянемо кілька найбільших заводів по переробці батарейок у світі:

1. Завод із переробки батарейок «Recyru», Польща(рис4.1).



Рисунок 4.1. Будівля польського «Recyru»[23]

Компанія має 2 заводи у Європі:

- Завод у Становіце, Польща (переробка цинкових батарейок)
- Завод у Домені, Франція (переробка літій-іонних батарейок).(Рис. 4.2).

Завод у Польщі працює з 2009 року, та переробляє цинк-карбоніві та алкалінові батарейки механічним методом. Глибина переробки — 57%.

Перед цим батарейки сортуються ручним методом на конвейерній стрічці. Ті типи батарейок, які не переробляються, передаються на інші заводи у Європі, в тому числі завод «Recyru» у Франції — там переробляють літій-іонні акумулятори[23].



Рисунок 4.2. Обладнання французького «Recyru»[23]

Перевагами роботи з «Recyru» є спільний кордон з Польщею та репутація заводу. Батареї на «Recyru» здають організації по збору батарейок не тільки з Польщі, а також зі Швеції, Естонії, Чехії, Словаччини та Німеччини

«Recyru» є членом європейської асоціації, яка об'єднує організації які збирають та перероблять батареї EBRA. Також у мережі «Recyru» є заводи у Сингапурі та США.

### **Сортування**

Сортування на польському «Recyru» здійснюється вручну. Початковий етап сортування — це відокремити усі «сюрпризи», які бувають у міксі батарейок: сторонні предмети, електронне сміття, пакетики, упаковки. Такі штуки компанія відправляє на сміттєпереробні заводи. Цинкові, лужні та сольові батареї (пальчикові) переробляються на заводі у Польщі. Літій-іонні (як у ноут-буках та телефонах) їдуть на французький «Recyru». Усі інші типи компанія самостійно відправляє іншим ліцензованим заводам у Європі.

### **Переробка**

Польський «Recyru» переробляє приблизно 4000 тонн батарейок на рік(рис. 4.3).



Рисунок 4.3. Переробка елементів живлення[23]

### **Цинк-карбоніві, лужні та сольові**

Це найвідоміші нам пальчикові батарейки. Переробка здійснюється механічно, розділення компонентів відбувається за допомогою магнітів.

1. Батарейки дроблять

2. Розділяють те, що подробили на фракції:

- Кольорові метали (цинк, латунь)

- Сталь. Її відправляють на подальше використання металургійному заводу «CelsaHutaOstrowiecSp. Zo.o.», Польща.

- Чорна маса (суміш графіту, найменших частинок сполук марганця та цинку). Відправляють на подальшу пірометалургійну переробку на завод HutaCynku «Miasteczko Śląskie» S.A, Польща.

- Папір та пластик. Їх «Recyryl» відправляє на переробку польському підприємству «InnekoSp. Zo.o.» для виготовлення альтернативного пального[23].

### **Екологічність**

Мають ліцензію та сертифікати які підтверджують якість переробки та безпеку для довкілля. Жоден з компонентів які виходять після переробки з батарейок, чи стороннє сміття, яке портапляє на завод у міксі з батарейками

не йде на звалище. Абсолютно усе переробляється «Resuryl» або його партнерами.

**Висновок.** «Resuryl» — один з головних претендентів на відправку українських батарейок.

Завод має низку плюсів. А саме:

- вигідна ціна на стандартний мікс 300 € + ПДВ
- спільний кордон Польщею (одна країна для узгодження транскордону, відносно невелика відстань)
- відкритість комунікацій та висока репутація

Мінуси:

- високі штрафи, якщо наш мікс батарейок виявиться не таким, як стандартний у Європі
- висока вартість оформлення транскордону в Польщі – 3200 євро[23].

## 2. Redux (Німеччина)

Один із найбільш сучасних заводів з переробки батарейок в світі, Redux працює ще 1997 та входить у відому австрійську групу Saubermacher (в перекладі - «очишувач»). Цей завод працює в Німеччині ще з 1997 року, і є одним із найбільш сучасних заводів з переробки батарейок в світі. Глибина переробки батарейок тут сягає 90 %, а швидкість переробки, яку вони декларують у себе на сайті — 40 батарейок на секунду[10].

(Румунія). Завод працює з 2007 року та спеціалізується на переробці старої електронної техніки. В 2011 році на підприємстві з'явилася напів-автоматична лінія для сортування батарейок: із швидкістю 1 тонна/годинубатарейки тут розділяють по розмірам, а далі досортовують вручну на конвейерній стрічці. Алкалінові та цинк-карбоніві батарейки тут далі подрібнюють та проводять їх перший етап переробки — механічний. Його продукти відправляють на інші заводи для подальшої переробки[23].



Рисунок 4.4.Есо Harpoon, біля м. Варшава (Польща)[23]

Есоharpoon працює з 2004 року та самостійно переробляє лужні, цинк-карбоні та нікеліві батарейки. Інші батарейки передає компаніям партнерам. Завод знаходиться за 30 км від Варшави. Свої батарейки здає на ЕсоHarpoon одна з найбільших організацій по збору батарейок у Польщі — Reba. Саме в Reba, завдяки допомозі українського імпортера батарейок GP, нам порадили контакт цього заводу. Крім батарейок, на підприємстві також переробляють скло, пластмаси, електронне обладнання та лампочки[23].

### 3. Завод із переробки батарейок SNAM, Франція

Саме сюди приїжджають на переробку акумулятори від гібридів Toyota, Citroën, Peugeot, Opel. І саме тут працює одна з небагатьох у світі ліній, де ще з 1981 професійно переробляють одну із найстрашніших батарейкових отрут — нікель-кадмієві акумулятори.

#### Ціна переробки

350 € за тонну несорттованих батарейок. Далі їх сортують і відправляють на відповідну лінію із переробки.

#### Сортування

Сортування на SNAM відбувається в 2 етапи: спочатку автоматично, а потім додатково вручну(рис. 4.5).

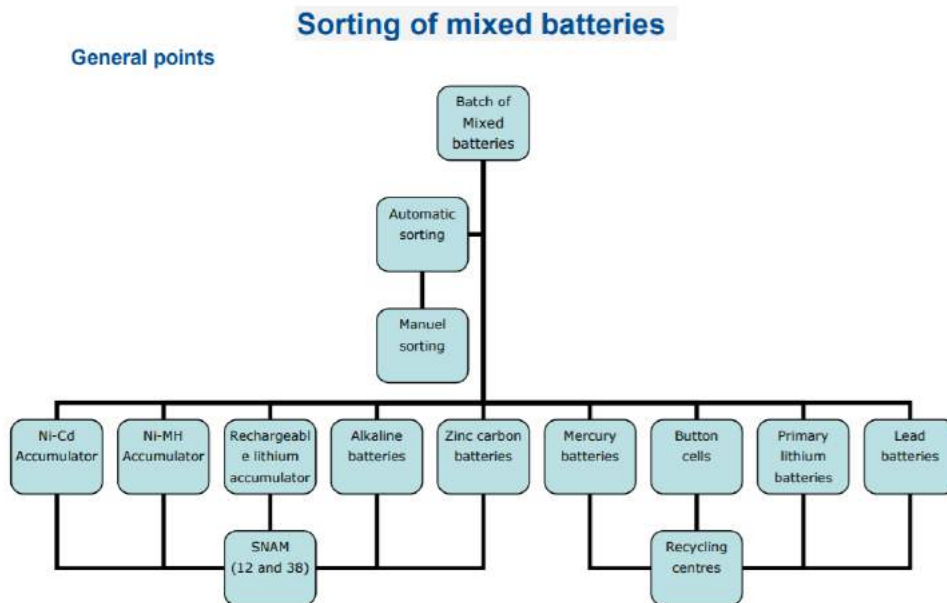


Рисунок 4.5. Сортування батарейок[23]

### Переробка

На території підприємства переробляють 6 типів відпрацьованих батарейок.

#### Нікель-кадмієві

Після сортування ці батарейки подрібнюють, оброблять жаром (піроліз) та дистилюють. Відокремлюється кадмій. Його чистять і виплавляють у злитки. По іншому каналу отримують ферро-нікель, з нього виходять злитки нікеля. І ще з однієї лінії переробки виходить сплав нікель-заліза. Всі це потім продають (рис 4.6).

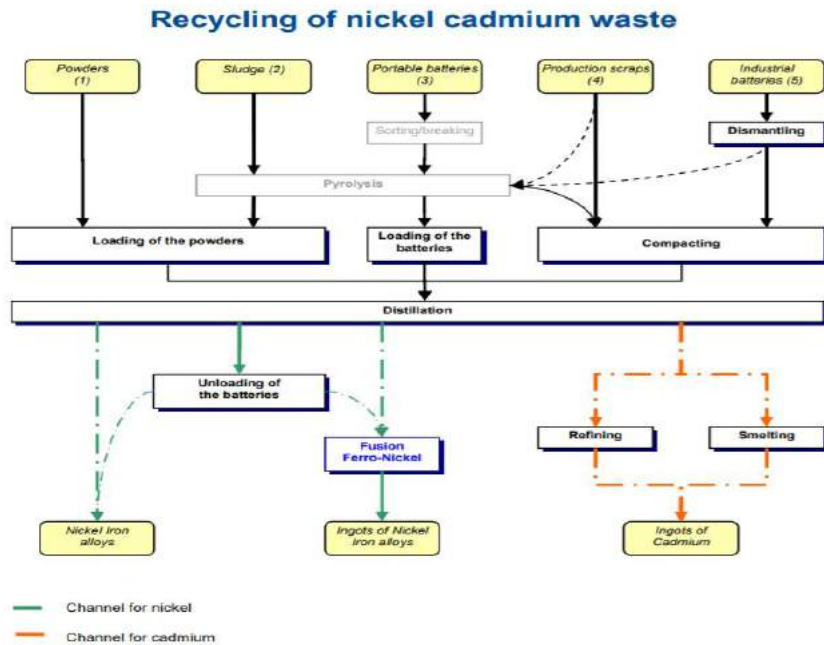


Рисунок 4.6. Процес переробки нікель-кадмієвих батарейок[23]

### Нікель-метал гідритні

З цим типом роблять теж саме, що й з нікель-кадмієвим. На виході отримують сплав нікель-заліза або ж нікель-залізні злиточки (рис. 4.7).

### Recycling of nickel metal hydride waste

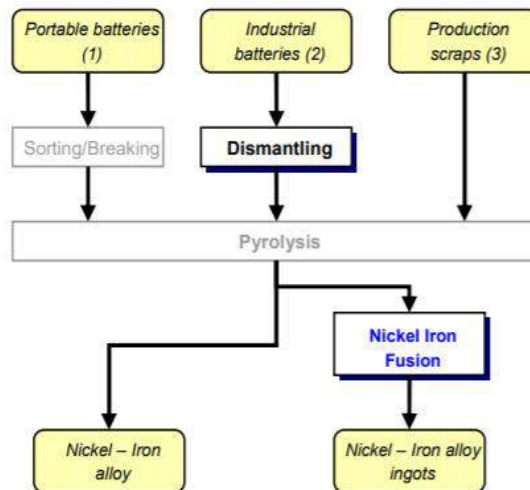


Рисунок 4.7. Процес переробки нікель-метал гідритних батарейок

## Літій-іонні

Обробляють термічно, дроблять, просіюють. Далі розділяють компоненти за допомогою магнітів. На виході отримують чорні та кольорові метали (рис. 4.8).

### Recycling of rechargeable lithium

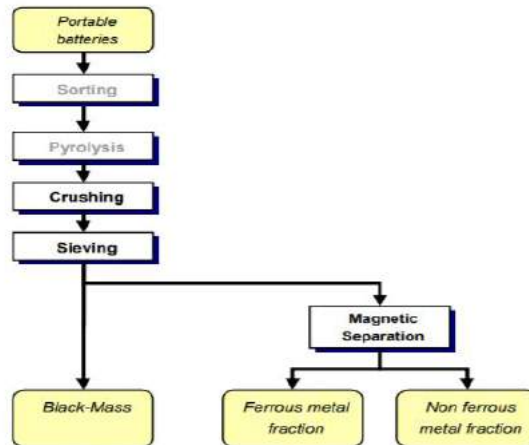


Рисунок 4.8. Процес переробки літій-іонних батарейок[23]

## Цинк-карбонні, лужні та сольові

Сортують, подрібнюють, отримують феро-марганець, цинк. У процесі подрібнена маса проходить через газовий очищувач, пиловий та вугільний фільтри (рис. 4.9).

### Recycling of alkaline and zinc carbon batteries

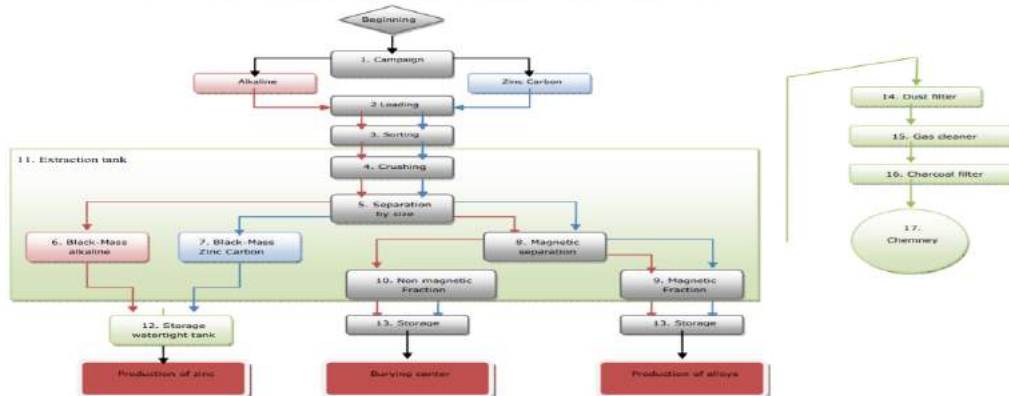


Рисунок 4.9. Процес переробки цинк-карбонних, лужних та сольових батарейок[23]



## **Решта батарейок**

Літієві одноразові, гудзики, ртутні та свинцеві батарейки SNAM не переробляє, а відправляє підприємствам партнерам. На жаль, назви цих заводів SNAM не може розголошувати.

## **Екологічність**

Тут переробляють 6000 тонн нікель-кадмієвих батарейок на рік. Але при цьому, за даними видання Ladepeche.fr, роблять незначні викиди у навколишнє середовище: 776 г кадмію/рік (при нормі 15 кг).

Завод щоденно міряє свої викиди в атмосферу.

А також зовнішня незалежна лабораторія здійснює:

- щоквартально: моніторинг навколишнього повітря.
- раз на півроку: моніторинг підземних вод.
- щорічно: контроль за викидами в атмосферу і воду[23].

## **4.2 Заходи із зменшення забруднення компонентів довкілля хімічними сполуками й елементами відпрацьованих елементів живлення**

### **4.2.1. Пропозиції для впровадження переробки відпрацьованих елементів живлення в Україні**

Говорячи про Україну, варто звернути увагу на закон розширеної відповідальності виробника. Раніше від імпортерів товарів, які у перспективі стануть небезпечними відходами, збиралося певне мито на переробку. Але зібрані кошти йшли у чийсь «сімейний бюджет», вони не потрапляли до переробників.

Якщо в Україні нормально запрацює механізм розширеної відповідальності виробника, це означатиме, що у вартість кожного продукту, який потребує спеціальної утилізації, закладаються кошти на їхню переробку. Купляючи цей товар, покупець вже сплачує за утилізацію.

В країнах ЄС є організації, які централізовано від виробників або імпортерів збирає кошти, сама передає їх на переробку та контролює процес

утилізації. Це значно простіше, ніж від кожної людини збирати по кілька гривень.

Найбільша складність в організації процесу переробки батарейок – це їх об'єм. Для того, щоб утилізація батарейок була вигідною підприємству – їх повинно бути багато. А централізованої системи збору батарейок у Україні не існує, тож неможливо оцінити їхню кількість та частоту надходжень.

Ще одна складність на шляху будівництва в Україні підприємств з переробки відходів – це суспільний спротив. Така ж ситуація, наприклад, з будівництвом сміттєпереробних заводів.

У Полтавській області створення сміттєпереробного заводу стикнулося з проблемою виділення земельної ділянки. Мешканці навколишніх населених пунктів проти, тому що вони бояться негативного впливу заводу на навколшнє середовище регіону. Хоча за стандартами подібні зводять до мінімуму можливість забруднення повітря та навколишнього середовища.

Проте, якщо ми говоримо про батарейки, то подібні переробні підприємства коштують дорого. Інвестори готові прийти лише тоді, коли впевнені, що повернуть свої гроші. Поки немає розуміння, що за переробку платитимуть, інвестицій не буде.

В європейських країнах намагаються, по-перше, зробити переробні заводи не просто безпечними для екології, але й привабливими візуально. По-друге, значний відсоток доходів віддають в якості податків у місцеві бюджети. По-третє, створюють нові робочі місця з високою заробітною платою.

Наприклад, у Німеччині люди так само, як і в Україні, реагують на створення переробних заводів. За їх словами, це знижує привабливість житла.

Проте підприємці створюють привабливі умови і для місцевих жителів, і для бюджету громад. І це вирішує проблему. Люди починають хотіти, щоб такі заводи з'являлися. Більш того, спостерігається навіть конкуренція громад за те, на чий території підприємство буде збудовано.

Тільки ваше рішення впливає не те, чим стане відпрацьована батарейка: небезпечним відходом або цінною сировиною. Зусиллями спеціальних громадських та комерційних організацій в Україні є можливість здати їх на переробку.

#### **4.2.2. Що отримують із перероблених батарейок. З однієї тони батарейок можна отримати:**

- 288 кг марганцю;
- 240 кг цинку;
- 47 кг графіту.

Солі цинку використовуються в медичній галузі: без них неможливе виробництво багатьох протизапальних препаратів. Солі марганцю необхідні хімічним підприємствам; вони також застосовуються і в фармацевтиці. Графіт використовується в машинобудуванні та виробництві простих олівців, залишки заліза – в чорній металургії. І нарешті, ці елементи можуть бути використані повторно для виготовлення нових батарейок[27].

#### **4.2.3. Скільки коштує утилізація використаних батарейок.**

Так, утилізація батарейок не безкоштовна й потребує великих витрат. Існує 8 видів батарейок, і для переробки кожного потрібне своє устаткування та технологія на заводі. З цієї причини будувати власний завод у нашій країні поки що нерентабельно; до того ж, для його повного завантаження потрібна в рази більша кількість батарейок на рік, ніж зараз збирають українські волонтери.

Оскільки ми ще не маємо власних підприємств з переробки батарейок, є один вихід – їх транспортування до Європи. Погляньмо, скільки коштує переробка 1 тони цих відходів за кордоном:

- Redux (Німеччина) – 350 євро;
- GreenWEEE (Румунія) – 400 євро;
- Recyryl (Польща) – 300 євро;

- SNAM (Франція) – 350 євро.

Це компанії, які переробляють більшість видів батарейок[26].

## ВИСНОВКИ

У даній магістерській роботі у розділі 1 ми детально розглянули теорико-методичні засади досліджень впливу на довкілля елементів живлення, їх склад та історію вивчення проблем впливу на довкілля, засади і вимоги екологічно безпечного поводження з відпрацьованими елементами живлення та принципи і методи їх утилізації та переробки. Описано методику встановлення екологічного впливу полі елементного складу батарейок на стан довкілля та її результати.

Можемо зробити висновок, що більшість батарейок містять високо небезпечні для навколишнього середовища складові, оскільки одна звичайна пальчикова батарейка забруднює токсичними речовинами 400 л води або 20 кв.м ґрунту звичайна їх утилізація є не лише неможливою а й небезпечною. Заводи в Україні відсутні а склади переповнені. Не зважаючи на те, що є багато пунктів збору на сміттєзвалищах часто знаходять такі елементи живлення що може загрожувати забрудненням ґрунтових вод і ґрунтів важкими елементами та іншими токсичними речовинами. В Україні слід більше уваги приділяти цьому питанню на державному рівні, проводити соціальні опитування, доносити до людей інформацію через ЗМІ про небезпеку такого поводження, а основне взяти приклад з держав у яких така проблема відсутня через наявність заводів по переробці.

У розділі 2 ми детальніше дослідили накопичення відпрацьованих елементів живлення у Львівській області. Можемо зробити висновок, що з кожним роком динаміка накопичення збільшується, але і зростає кількість відповідальних громадян, які здають такі батарейки у спеціальні пункти, це відбувається за рахунок більшої поінформованості молоді через соціальні мережі, мережу інтернет та ін. Та проблема утилізації залишається. Також залишається проблема поінформованості старшого покоління. Слідкуємо за динамікою збільшення відповідальності підприємців та виробників, які прагнуть бути соціально відповідальними і робити свій бізнес безпечним для людей та навколишнього середовища і розташовують у

себе пункти збору відпрацьованих елементів, а також шляхи їх збуту за кордон для переробки.

У розділі 3 проведено моніторинг забруднення водного середовища та ґрунтового покриву елементами живлення. Основними елементами, які містяться в відпрацьованих елементах живлення є: ртуть, кадмій, свинець, олово, нікель, цинк, магній та інші хімічні елементи й сполуки. На сміттєзвалищах під впливом атмосферних факторів елементи живлення швидко руйнуються, а речовини, які є в їхньому складі, випаровуються та вимиваються. Важкі метали не піддаються процесам розкладання, а здатні лише перерозподілятися між природними середовищами. Вони мають властивість концентруватися в живих організмах, викликаючи при цьому різні патології.

У розділі 4 ми розглянули перспективи збільшення обсягів організованого збирання і утилізації відпрацьованих елементів живлення. Більшість елементів, які містяться в відпрацьованих елементах живлення можна використовувати в різних галузях виробництва або для повторного виробництва батарейок, тож гостро стоїть питання будівництва таких заводів в Україні, оскільки це не лише потрібно для збереження навколишнього середовища а ще й рентабельно.

Якщо в Україні нормально запрацює механізм розширеної відповідальності виробника, це означатиме, що у вартість кожного продукту, який потребує спеціальної утилізації, закладаються кошти на їхню переробку. Купляючи цей товар, покупець вже сплачує за утилізацію.

## СПИСКИ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Микосян О. Батарейки вбивають людуство/ О. Микосян // Від і до. - 2012. №6.
2. Таганова А.А., Бубнов Ю.И. Герметические химические источники тока: Элементы и аккумуляторы. Способы и устройств: ва заряда: справ. – 2:е изд., перераб. и доп. – СПб.: Химиздат, 2002. – 176 с.
3. Химические источники тока: справ. / под ред. Н.В. Коро: вина, А.М. Скундина. – М.: Изд:во МЭИ, 2003. – 740 с.
4. Hsing Po Kang D. Potential environmental and human health impacts of rechargeable Lithium-ion and Lithium Polymer batteries in discarded cellular phones: evaluation of hazardous waste classification, resource depletion potential, human toxicity potential, and ecotoxicity potential: Tesis of doctor's degree dissertation. Irvine, 2012. 115 p.
5. Khan M.H., Kurny A.S.W. Characterization of spent household zinc-carbon dry cell batteries in the process of recovery of value metals// Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering. – 2012. – Vol. 11, no. 6. – P. 641–651.
6. Sayilgan E. [et al.]. A review of technologies for the recovery of metals from spent alkaline and zinc:carbon batteries. *Hydrometallurgy*, 2009, no. 97, pp. 158–166.
7. Польшгалов С.В., Ильиных Г.В., Базылева Я.В. Алгоритм сравнительной оценки воздействия отработанных химических источников тока на окружающую среду // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Пермь: Изд:во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015. – С. 270–274.
8. Койонова І. Б., Рожко І. М. Сучасний стан поводження з використаними батареями у м. Львові // Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології: зб. матеріалів Національного форуму 4-5 листопада 2014 року в м. Києві. - К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2014. - С. 122-124.

9. Громико М. Г., Пашков А. П., Нападівська Л. А. Світові еколого-економічні пріоритети у вирішенні проблем відходів // Безпека життєдіяльності. - К.: Основа, 2015. - № 3. - С. 19-22.
10. Пашков А. П. Аналіз енергетичних стратегій країн ЄС та світу і ролі в них відновлювальних джерел енергії // Екологічний вісник. - К.: ВЕЛ, 2017. - № 2. - С. 9-11
11. Чому утилізувати батарейки так важливо? [Електронний ресурс] // <https://all-spares.ua>. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://all-spares.ua/ru/articles-and-video/why-is-it-so-important-to-recycle-batteries.html>.
12. Попова С. Небезпечний сміття: що в Україні роблять зі старими батарейками, лампами та електронікою? [Електронний ресурс] / Світлана Попова // 24 канал. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: [https://24tv.ua/ru/punkty\\_priema\\_batareek\\_kiev\\_kuda\\_vybrasyvat\\_batarejki\\_lampy\\_elektroniku\\_n1103884](https://24tv.ua/ru/punkty_priema_batareek_kiev_kuda_vybrasyvat_batarejki_lampy_elektroniku_n1103884).
13. Українців хочуть зобов'язати утилізувати батарейки та акумулятори. Як це може працювати [Електронний ресурс] // ЛІГА.Tech. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://tech.liga.net/technology/article/novyy-zakonoproekt-obatareykah-uje-v-rade-kto-zaplatit-za-chistuyu-okrujayuschuyu-sredu>.
14. Погосян А. А., Бессер А. Д., Сорокина В. С. Переработка использованных аккумуляторов — основа рециклинга свинца. — М. : ЦНИИАтоминформ, 2005. 254 с. 27.
15. Battery Solutions – “Smart Recycling Made Easy” – End Sites Recycling Processes  
URL: <http://www.batteryrecycling.com/Battery+Recycling+Process> (date of reference: 01.07.2014)
16. Recycling of Primary– and Nickel–Metal Hydride Batteries [web source]  
URL: <http://www.reduxgmbh.de/english/verwerten.html> (date of reference: 01.07.2014)



17. Дымникова О.В., Зарипова Ю.Р., Воскобойник Т.С. Проблемы обращения с ртутьсодержащими отходами, // Вестник Донского государственного технического университета. 2012. № 5 (66). С. 10–18 32.
18. Яблокова М.А., Гарабаджиу А.В., Пономаренко Е.А. Технология и оборудование для обезвреживания ртутьсодержащих твердых бытовых отходов // Современные проблемы науки и образования. 2013.
19. Фофанов Г.В., Ляшенко А.Г., Салыкин О.М. Мобильный участок переработки ртутьсодержащих отходов // Экология производства. 2011. №. 7. С. 60–64.
20. «Україні критично необхідний завод для переробки батарейок» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://uacrisis.org/ua/61196-zavod-dlya-pererobky-batarejok>
21. «Чому утилізувати батарейки так важливо» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://all-spares.ua/uk/articles-and-video/why-is-it-so-important-to-recycle-batteries.html>
22. «Завод для переробки батарейок Польща [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://batareiky.in.ua/post/zavod-iz-pererobki-batareyok-recyryl-polshcha>
23. «Дослідження 8 заводів з переробки батарейок в Європі» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://batareiky.in.ua/post/doslidzhennya-8-zavodiv-z-pererobki-batareyok-u-ievropi>
24. «ВПЛИВ ПОЛІЕЛЕМЕНТНОГО СКЛАДУ БАТАРЕЙОК НА СТАН ДОВКІЛЛЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕКОСИСТЕМ» І.М.Петрушка, М.В. Руда, А.М. Гивлюд, Н.М. Коваль.
25. «Батарейки здавайтеся! [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://batareiky.in.ua/help>
26. Haram M. H. S. M., Lee J. W., Ramasamy, G. Ngu, E. E., Thiagarajah S. P., Lee, Y. H. Feasibility of utilising second life EV batteries: Applications,

- lifespan, economics, environmental impact, assessment, and challenges.  
Alexandria Engineering Journal, 60(5), 2021, 4517-4536.
- 27.Scott K., Nork S. Active battery cell balancing | analog devices. Mixed-signal and digital signal processing ICs | Analog Devices.