



**С.В. Сноз, Л.М. Смердова, А.Г. Кудрявцева, А.А. Калашніков,
О.О. Бобильова**

Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І.Медведя Міністерства охорони здоров'я України», м. Київ, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ НЕБЕЗПЕКИ ВІДХОДІВ ГАЛЬВАНІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ (БАТАРЕЙ)

Резюме. В останні десятиліття світ зіткнувся з новою екологічною проблемою – відходами електричного та електронного обладнання (ВЕЕО). Своєчасне запобігання утворенню ВЕЕО, мінімізація їхнього об'єму, повторне використання, рециркуляція і рекуперация ресурсів – усі ці питання вимагають термінових відповідних рішень.

Мета. Визначення ступеня небезпеки відходів гальванічних елементів (батарей) та віднесення цих відходів до категорії небезпечних або безпечних згідно з національними нормами і правилами.

Матеріали та методи. Об'єктом досліджень були відходи гальванічних елементів (батарей). Проби розчиняли в концентрованій азотній кислоті. Розчини розводили дистильованою водою, фільтрували, а потім визначали вміст важких металів згідно з ДСТУ ISO 11885:2005 «Якість води. Визначення 33 елементів методом атомно-емісійної спектrometerії з індуктивно-зв'язаною плазмою» (ISO 11885:1996, IDT) та ГОСТ 30178-96 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсических элементов». Визначення проводили на оптичному емісійному спектрометрі з індуктивно-зв'язаною плазмою «SHIMADZUICPE-9820».

Результати. Встановлено, що вміст свинцю, кадмію, ртуті у відходах гальванічних елементів (батарей) не перевищує встановлені гігієнічні нормативи для ґрунту («Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті», Наказ Міністерства охорони здоров'я України №1595 від 14.07.2020 р.). Ртуть: у 25 зразках виявлено на рівні, що є меншим за чутливість методу, у двох зразках – менше гранично допустимих концентрацій (ГДК) в 2,25 раза та 4,2 раза; у чотирьох – менше в 27-48,8 раза, в трьох – менше в 58-91 раз. ГДК ртуті в ґрунті становить 2,1 мг/кг. Кадмій: в 1 зразку виявлено на рівні, що є меншим за чутливість методу, у 26 зразках – менше ГДК у 2-7,5 раза; у 7-и – менше в 9-30 разів. ГДК кадмію в ґрунті становить 1,5 мг/кг. Свинець: в 13 зразках виявлено на рівні, що є меншим за чутливість методу, у 2-х зразках – менше за ГДК у 3 рази, в 6 зразках – менше ГДК у 12-19,4 раза, в 13 зразках – в 24-31 рази менше ГДК. ГДК свинцю в ґрунті – 32 мг/кг. Було встановлено, що досліджені зразки відходів гальванічних елементів (батарей) можуть бути віднесені до безпечних і перероблені та утилізовані на відповідному підприємстві.

Висновки. Неправильне поводження з відходами гальванічних елементів (батарей) є причиною надходження до навколишнього середовища ВЕЕО, що створює ризик негативного впливу на здоров'я людини і середовище її життєдіяльності. Для попередження та мінімізації ризику для навколишнього середовища та населення необхідно запровадити селективне сортування компонентів ВЕЕО в місця їх утворення чи збирання та направлення на переробку, а також розробити санітарно-епідеміологічні вимоги на процеси сортування та проведення експертизи проектів і установок по утилізації таких видів відходів на відповідність цим вимогам.

Ключові слова: відходи електричного та електронного обладнання, відходи батарей та акумуляторів, оцінка небезпеки.

S. Snoz, L. Smerdova, A. Kudryavtseva, A. Kalashnikov, O. Bobylova

"L.I. Medved's Research Center of preventive Toxicology, Food and Chemical Safety,
Ministry of Health, Ukraine" (State Enterprise), Kyiv, Ukraine

DETERMINATION OF THE DEGREE OF DANGER OF WASTE GALVANIC ELEMENTS (BATTERIES)

Abstract. In recent decades, the world has faced a new environmental problem – waste electrical and electronic equipment (WEEE). Timely prevention of the formation of WEEE, minimization of their volume, reuse, recycling and recovery of resources – all these issues require urgent appropriate solutions.

Aim. Determining the degree of hazard of waste galvanic elements (batteries) and assigning this waste to the category of hazardous or safe according to national norms and rules.

Materials and Methods. Waste galvanic cells (batteries) were the object of research. The samples were dissolved in concentrated nitric acid. The solutions were diluted with distilled water, filtered, and then the content of heavy metals was determined according to DSTU ISO 11885:2005 "Water quality. 33 elements were determined by the method of atomic emission spectrometry".

etry with inductively coupled plasma" (ISO 11885:1996, IDT) and GOST 30178-96 "Raw materials and food products. Atomic absorption method for determination of toxic elements". Determination of elements was carried out on an optical emission spectrometer with an inductively coupled plasma "SHIMADZU ICPE-9820".

Research results. It was established that the content of lead, cadmium, mercury in waste galvanic elements (batteries) does not exceed the established hygienic standards for the soil ("Hygienic regulations of the permissible content of chemical substances in the soil", Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 1595 dated 14.07.2020). Mercury: in 25 samples it was detected at a level that is lower than the sensitivity of the method, in two samples it is 2.25 times and 4.2 times less than the Limit Permissible Concentrations (LPC); in four – 27-48.8 times less, in three – 58-91 times less. The LPC of mercury in soil is 2.1 mg/kg. Cadmium: in 1 sample it was detected at a level that is lower than the sensitivity of the method, in 26 samples it is 2-7.5 times less than the LPC; in the 7th – 9-30 times less. The LPC of cadmium in soil is 1.5 mg/kg. Lead: in 13 samples it was detected at a level that is lower than the sensitivity of the method, in 2 samples it was 3 times less than the LPC, in 6 samples it was 12-19.4 times less than the LPC, in 13 samples – in 24-31 times less than LPC. Maximum permissible limit for lead in soil is 32 mg/kg. It was established that the examined waste samples of galvanic elements (batteries) can be classified as safe and processed and disposed of at the appropriate enterprise.

Conclusions. The negative effect of WEEE components on the environment and, as a result, on human health is associated with the inevitable risk of their entering environmental objects due to improper handling of waste galvanic elements (batteries). In order to prevent and minimize the risk to the environment and the population, it is necessary to introduce selective sorting of WEEE components at the places of their generation or collection and sending them for processing, as well as to develop sanitary and epidemiological requirements for sorting processes and to carry out an examination of projects and installations for the utilization of such types of waste for compliance these requirements.

Key Words: waste electrical and electronic equipment, waste batteries and accumulators, hazard assessment.

Вступ. В останні десятиліття світ зіткнувся з новою екологічною проблемою – відходами електричного та електронного обладнання (ВЕЕО). Широке використання різних приладів дозволило поліпшити якість життя, але негативно позначилося на довкіллі та здоров'ї людини через неправильне та неефективне поводження з їхніми відходами. Запобігання утворенню ВЕЕО, мінімізація їхнього об'єму, повторне використання, рециркуляція і рекуперація ресурсів – усі ці питання вимагають термінових відповідних рішень.

Щороку у світі утворюється приблизно 50 млн. т ВЕЕО, їхнє накопичення відбувається втричі швидше, ніж зростання кількості інших відходів. Щорічно в США викидають 30 млн. комп'ютерів, а в Європі позбуваються 100 млн. телефонів[1].

ВЕЕО становлять 5 % від усіх твердих побутових відходів (ТПВ) та є однією з найнебезпечніших груп серед складових ТПВ. Такий же відсоток в ТПВ має пластика упаковка, але ж електронні відходи набагато небезпечніші.

На сміттєзвалищах під впливом різноманітних факторів відбуваються процеси руйнування оболонки електричного та електронного обладнання, батарей, енергозберігаючих ламп, через що хімічні елементи, наявні в їхньому складі, під дією природних факторів надходять у довкілля. Токсичні речовини проникають глибоко в ґрунт і воду, переносяться повітряними потоками і випадають на землю як неподалік від первинного джерела, так і дуже далеко від нього [1, 2].

Управління використаними батареями залишається проблемою в ЄС. Приблизно 56,7 % усіх відпрацьованих портативних батарей не збираються щорічно. Це призвело до того, що близько 35 000 т відпрацьованих портативних акумуляторів потрапили до твердих побутових відходів, що спричинило як негативний вплив на довкілля, так і втрату

Introduction. In recent decades, the world has faced a new environmental problem – waste electrical and electronic equipment (WEEE). The widespread use of equipment has improved the quality of people's lives, but it has had a negative impact on the environment and human health due to improper and ineffective waste management. Prevention of the formation of WEEE, minimization of their volume, reuse, recycling and recovery of resources – all these issues require urgent appropriate solutions.

Every year, approximately 50 million tons of WEEE are generated in the world, their accumulation occurs three times faster than the increase in the amount of other waste. Annually, 30 million computers are thrown away in the USA, and 100 million phones are disposed of in Europe.

WEEE makes up 5 % of all solid household waste (SW) and is one of the most dangerous groups among SW components. Plastic packaging has the same percentage in solid waste, but electronic waste is much more dangerous.

In landfills under the influence of various factors, processes of destruction of the shell of electrical and electronic equipment, batteries, energy-saving lamps occur, due to which the chemical elements present in their composition enter the environment under the influence of natural factors. Toxic substances penetrate deep into the soil and water, are carried by air currents and fall to the ground both not far from the primary source and very far from it.

The management of used batteries remains a concern within the EU. An estimated 56.7 % of all waste portable batteries are not collected, annually. This has led to around 35 000 tonnes of waste portable batteries entering municipal waste streams, causing negative environmental impacts and a loss of resources. This amount is significant enough to jeopardise the

ресурсів. Ця кількість батарей є достатньо значною, щоб поставити під загрозу досягнення цілей директиви щодо захисту навколишнього середовища [3-5]. Зокрема, Польща не досягла необхідного щорічного рівня збору відпрацьованих портативних батарей і відпрацьованих акумуляторів. У 2014–2016 роках було зібрано лише 33 %, 38 % і 39 % відповідно, у той час як рівень збору, що вимагається міністром навколишнього середовища був 35 %, 40 % і 45 % відповідно [6].

Зі збільшенням кількості електромобілів переробка відпрацьованих акумуляторів електромобілів є важливою для відновлення цінних металів, таких як літій та кобальт, а також для контролю небезпечних речовин, таких як свинець, кадмій та мідь. Вченими Південної Кореї було запропоновано негайно підготувати положення про зберігання, транспортування та переробку відпрацьованих акумуляторів електромобілів. Також, щоб розробити технічні рекомендації щодо переробки відпрацьованих акумуляторів електромобілів, пропонується створити міжнародний комітет з переробки відпрацьованих акумуляторів електромобілів як нової ініціативи Базельської конвенції [7].

Підраховано, в масштабах України до атмосфери та ґрунтових вод за рік потрапляє понад 40 кг ртуті, 160 кг кадмію, а також інших сполук, які в агресивному, насиченому хімічними речовинами середовищі сміттєзвалищ можуть вступати в різноманітні неконтрольовані реакції з непрогнозованим утворенням небезпечних активних хімічних сполук. Через харчовий ланцюг (вода, рослини, тварини) небезпечні хімічні речовини потрапляють до організму людини, викликаючи отруєння та хвороби. Ці забруднювачі довкілля (ВЕЕО) містять важкі метали (свинець – у відходах обладнання для інформаційно-комунікаційних технологій та побутової техніки, кадмій – дрібної побутової техніки, ртуть – у відходах енергозберігаючих ламп) [1].

Мета. Визначення ступеня небезпеки відходів гальванічних елементів (батарей) та віднесення цих відходів до категорії небезпечних або безпечних згідно з Постановою Кабінету Міністрів України від 13.07.2000 р. №1120 «Про затвердження Положення про контроль за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням і Жовтого та Зеленого переліків відходів».

Матеріали та методи. Об'єктом досліджень були відходи гальванічних елементів (батарей). Проби розчиняли в концентрованій азотній кислоті. Розчини розводили дистильованою водою, фільтрували, а потім визначали вміст важких металів згідно з ДСТУ ISO 11885:2005 «Якість води. Визначення 33 елементів методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою» (ISO 11885:1996, IDT) та ГОСТ 30178-96

achievement of the directive's environmental protection objectives. In particular Poland has not achieved the required annual collection levels for portable waste batteries and spent accumulators. In 2014–2016, the collection rate was 33 percent, 38 percent and 39 percent, respectively, while the collection levels required by the Environment Minister were 35 percent, 40 percent and 45 percent. With increasing number of electric vehicles (EVs), the recycling of end-of-life battery of EVs is important to recover valuable metals such as Li and Co etc. and to control hazardous substances such as Pb, Cd and Cu. South Korean scientists were asked to immediately prepare the regulation on the storage, transportation and recycling of end-of-life battery of EV. To develop the technical guidelines for the recycling of end-of-life battery of EV, it is proposed to set up an international committee on the recycling of end-of-life battery of EV as a new initiative in the Basel Convention.

It is estimated that on the scale of Ukraine, more than 40 kg of mercury, 160 kg of cadmium, as well as other compounds enter the atmosphere and groundwater per year, which in the aggressive, chemically saturated environment of landfills can enter into various uncontrolled reactions with the unpredictable formation of dangerous active chemical compounds. Through the food chain (water, plants, animals), dangerous chemicals enter the human body, causing poisoning and disease. These environmental pollutants (WEEE) contain heavy metals (lead – in the waste of information and communication technology equipment and household appliances, cadmium – from small household appliances, mercury – in the waste of energy-saving lamps).

Aim. Determination of the degree of danger of waste galvanic elements (batteries) and the classification of this waste into the category of hazardous or safe in accordance with the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 13.07.2000 No. 1120 "On approval of the Regulation on the control of cross-border transportation of hazardous waste and its disposal/removal and Yellow and Green lists of waste".

Materials and Methods. Waste galvanic cells (batteries) were the object of research. The samples were dissolved in concentrated nitric acid. The solutions were diluted with distilled water, filtered, and then the content of heavy metals was determined according to DSTU ISO 11885:2005 "Water quality. 33 elements were determined by the method of atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma" (ISO 11885:1996, IDT) and GOST 30178-96 "Raw materials and food products. Atomic absorption method for determination of toxic elements". Determination of elements was carried out on an optical emission spectrometer with an inductively coupled plasma "SHIMADZU ICPE-9820".

The study was carried out as part of the research

«Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсических элементов». Визначення проводили на оптичному емісійному спектрометрі з індуктивно-зв'язаною плазмою «SHIMADZUICPE-9820».

Дослідження виконано в рамках науково-дослідної роботи «Наукове обґрунтування безпечності для здоров'я людини пестицидів та агрохімікатів, нових технологій, речовин, матеріалів, виробів, об'єктів довкілля, харчових продуктів та продовольчої сировини; розробка відповідних медичних критеріїв і показників (санітарних та епідеміологічних); санітарно-хімічна, токсиколого-гігієнічна оцінка, регламентація, нормування» (державний реєстраційний номер - 0112U001133).

Результати дослідження. З метою визначення ступеня небезпеки відходів гальванічних елементів (батарей) та віднесення цих відходів до категорії небезпечних або безпечних згідно з Постановою Кабінету Міністрів України від 13.07.2000 р. №1120 «Про затвердження Положення про контроль за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням і Жовтого та Зеленого переліків відходів» були проведені санітарно-хімічні дослідження ВЕЕО (відпрацьовані лужні батареї) на вміст важких металів – кадмію, свинцю, ртуті. Визначали саме ці метали, адже саме їх вміст дозволяє віднести їх до відповідної категорії – відходи гальванічних елементів (батарей), які відповідають специфікації, за винятком тих, до складу яких входять свинець, кадмій або ртуть можуть бути віднесені до Зеленого переліку відходів (п. 34 – відходи гальванічних елементів (батарей), які відповідають специфікації, за винятком тих, до складу яких входять свинець, кадмій або ртуть, B1090).

Відходи були розділені на 34 групи відповідно до виробників цих батарей. Визначення свинцю, кадмію та ртуті проводили після обробки зразків азотною кислотою. Результати досліджень представлені в табл. 1-2.

Аналіз результатів свідчить, що вміст свинцю, кадмію, ртуті у відходах гальванічних елементів (батарей) не перевищує встановлені гігієнічні нормативи для ґрунту («Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті», Наказ Міністерства охорони здоров'я України №1595 від 14.07.2020 р.).

Ртуть: у 25 зразках її відходів виявлено на рівні, що є меншим за чутливість методу, у двох зразках – менше ГДК в 2,25 раза та 4,2 раза; у чотирьох – менше в 27-48,8 рази, в трьох – менше в 58-91 раза. ГДК ртуті в ґрунті становить 2,1 мг/кг.

Кадмій: в 1 зразку відходів його виявлено на рівні, що є меншим за чутливість методу, у 26 зразках – менше ГДК у 2-7,5 раза; у 7-и – менше в 9-30 разів. ГДК кадмію в ґрунті становить 1,5 мг/кг.

work "Scientific substantiation of the safety for human health of pesticides and agrochemicals, new technologies, substances, materials, products, objects of the environment, food products and food raw materials; development of relevant medical criteria and indicators (sanitary and epidemiological); sanitary-chemical, toxicological-hygienic assessment, regulation, rationing" (state registration number - 0112U001133).

Research Results. In order to determine the degree of danger of waste galvanic elements (batteries) and assign this waste to the category of hazardous or safe in accordance with the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 13.07.2000 No. 1120 "On the approval of the Regulation on the control of cross-border transportation of hazardous waste and its utilization/removal and the Yellow and Green lists of waste", sanitary and chemical tests of WEEE (used alkaline batteries) were carried out for the content of heavy metals - cadmium, lead, mercury. It was these metals that were determined, because it is their content that allows them to be assigned to the appropriate category – waste galvanic elements (batteries) that meet the specification, except for those containing lead, cadmium or mercury, can be included in the Green list of waste (item 34 – waste galvanic elements (batteries) that meet the specification, except for those containing lead, cadmium or mercury, B1090).

The waste was divided into 34 groups according to the manufacturers of these batteries. The samples were dissolved in concentrated nitric acid. The solutions were diluted with distilled water, filtered, and then the content of heavy metals was determined according to ДСТУ (State Standard) ISO 11885:2005 "Water quality. Determination of 33 elements by the method of atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma" (ISO 11885:1996, IDT) and GOST 30178-96. The results of the research are presented in table. 1-2.

The analysis of the results shows that the content of lead, cadmium, mercury in waste galvanic elements (batteries) does not exceed the established hygienic standards for the soil ("Hygienic regulations of the permissible content of chemical substances in the soil", Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 1595 dated 14.07.2020).

Mercury: in 25 samples of its waste, it was detected at a level that is lower than the sensitivity of the method, in two samples – less than the LPC by 2.25 times and 4.2 times; in four – 27-48.8 times less, in three – 58-91 times less. The LPC of mercury in soil is 2.1 mg/kg.

Cadmium: in 1 sample of waste it was detected at a level that is lower than the sensitivity of the method, in 26 samples it is less than the LPC by 2-7.5 times; u7-y – 9-30 times less. The LPC of cadmium in soil is 1.5 mg/kg.

Перелік відпрацьованих лужних батарей / List of spent alkaline batteries

Торгова марка / Trademark	Назва / Title	Типо- розмір / Type-size	Класифі- кація / Classifi- cation	Хімічний склад / Chemical com- position	Поту- жність / Energy	№ Зразка / No. Sample
777	777	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	1
365 SUPER	365 SUPER	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	1
ActivEnergy	ActivEnergy	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	1
AEROCELL	AEROCELL	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	1
AIGOSTER	AIGOSTER	AA	LR03	ALKALINE	1,5V	1
Andali	Andali	AAA	LR6	ALKALINE	1,5V	1
ARO	ARO	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	2
ASSELUNGA	ASSELUNGA	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	2
AUCHAN	AUCHAN	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	2
Axent	Axent	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	2
	Axent	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	2
	AXENT SUPER	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	2
BEXEL	BEXEL	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	3
BLTZ	BLTZ	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	3
BUNCH+	BUNCH+	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	3
	BUNCH+	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	3
CAMELION	CAMELION	D	LR20	ALKALINE	1,5V	3
CLASSIC	CLASSIC	C	LR14	ALKALINE	1,5V	3
DAEWOO	DAEWOO	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	4
DAILY	DAILY	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	4
DEFENDER	DEFENDER	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	4
Digital	Digital	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	4
	Digital Super	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	4
DMEGC	DMEGC	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	4
	DMEGC	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	4
DURACELL	DURACELL	КРОНА	6LR	ALKALINE	9V	5
	DURACELL	C	LR14	ALKALINE	1,5V	5
	DURACELL	D	LR20	ALKALINE	1,5V	5
	DURACELL	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	5
	Duracell PROCELL	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	5
	Duracell PROCELL	AAF	LR03	ALKALINE	1,5V	5
Energizer	Energizer	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	6
	ENERGIZER	C	LR14	ALKALINE	1,5V	6
	ENERGIZER	D	LR20	ALKALINE	1,5V	6
	Energizer industrial	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	6
	Energizer max plus	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	6
	Energizer PILE	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	6
	Energizer MAX	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	6
	Energizer MAX	AAF	LR03	ALKALINE	1,5V	6
ENERGYCELL	ENERGYCELL	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	7
	ENERGYCELL	D	LR20	ALKALINE	1,5V	7
	Energycell Extreme	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	7
ENERLIGHT	ENERLIGHT	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	7
Ergolux	Ergolux	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	7

Таблиця 1 / Table 1 (продовження)

Перелік відпрацьованих лужних батарей / List of spent alkaline batteries

Торгова марка / Trademark	Назва / Title	Типо- розмір / Type-size	Класифі- кація / Classifi- cation	Хімічний склад / Chemical com- position	Поту- жність / Energy	№ Зразка / No. Sample
ETRON	ETRON	AAA	LR6	ALKALINE	1,5V	7
	ETRON	КРОНА	6LR	ALKALINE	1,5V	7
EUROGROUP	EUROGROUP	AA	LR06	ALKALINE	1,5V	8
EXCELL	EXCELL	AA	LR06	ALKALINE	1,5V	8
EXPERT	EXPERT	D	LR20	ALKALINE	1,5V	8
FUJIFILM	FUJIFILM	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	8
FUJITSU	FUJITSU	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	8
GOLDEN-POWER	GOLDEN-POWER	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	8
GOLDEN-QUEEN	GOLDEN-QUEEN	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	10
GP	GP	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	9
	GP	КРОНА	6LR	ALKALINE	9V	9
	GP	D	LR20	ALKALINE	1,5V	9
	GP Super Alkaline	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	9
	GP ULTRA	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	9
	GP ULTRA	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	9
HAUSMARK	HAUSMARK	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	10
High Energy	High Energy	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	10
HM	HM	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	10
HYUNDAI	HYUNDAI	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	10
	HYUNDAI MEGA	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	10
IKEA	IKEA	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	11
I-NRG	I-NRG	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	11
Judo	Judo	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	11
Kendal	Kendal	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	11
	KENDAL	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	11
KINETIC	KINETIC	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	11
	Kinetic	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	11
KINGTIANLI	KINGTIANLI	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	13
KODAK	KODAK	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	12
	KODAK	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	12
	KODAK	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	12
	KODAK	D	LR20	ALKALINE	1,5V	12
	Kodak MAX	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	12
	KODAKxtralife	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	12
Lexman	Lexman	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	13
Logic power	Logic power	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	13
LR6AA+	LR6AA+	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	13
MARS	MARS	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	13
	MARS	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	13
MastAk	MastAk	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	14
	MastAk	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	14
MASTER	MASTER	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	14
Maxell	Maxell	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	14
MAXUS	MAXUS	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	15
	MAXUS	КРОНА	6LR	ALKALINE	9V	15
	MAXUS	C	LR14	ALKALINE	1,5V	15
	MAXUS	D	LR20	ALKALINE	1,5V	15
	MAXUS MEGA POWER	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	15

Таблиця 1 / Table 1 (продовження)

Перелік відпрацьованих лужних батарей / List of spent alkaline batteries

Торгова марка / Trademark	Назва / Title	Типо- розмір / Type-size	Класифі- кація / Classifi- cation	Хімічний склад / Chemical com- position	Поту- жність / Energy	№ Зразка / No. Sample
MEGACELL	MEGACELL	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	14
MOTOMA	MOTOMA	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	14
	MOTOMA	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	14
MSS	MSS	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	16
	MSS	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	16
MULLER	MULLER	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	16
Mustang	Mustang	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	17
	MUSTANG	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	17
	MUSTANG	C	LR14	ALKALINE	1,5V	17
	Mustang HF	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	17
NANGRAND	NANGRAND	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	16
Navigator	Navigator	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	16
Novacell	Novacell	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	16
Pairdeer	Pairdeer	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	18
Panasonic	Panasonic	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	18
	PANASONIC	D	LR20	ALKALINE	1,5V	18
	Panasonic POWER	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	18
	PANASONICPOWER	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	18
PeakPower	PeakPower	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	18
PEIDEN	PEIDEN	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	19
Perfeo super Alkaline	Perfeosuper Alkaline	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	19
PHILIPS	PHILIPS	Крона	6LR	ALKALINE	9V	19
	PHILIPS Power	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	19
	PHILIPS Power Life	AAA	LR6	ALKALINE	1,5V	19
Piscell	Piscell	AA	LR03	ALKALINE	1,5V	19
Pleomax	Pleomax	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	20
PLOUGH	PLOUGH	D	LR20	ALKALINE	1,5V	20
PLUS++	PLUS++	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	20
Power Flash	Power Flash	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	20
	POWER FLASH	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	20
	Power Flash SUPER	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	20
Powerline	Powerline	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	21
PRICE STAR	PRICE STAR	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	21
PS	PS	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	21
Rablex Super	RablexSuper	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	21
RAVER	RAVER	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	21
RAYMAX	RAYMAX	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	22
	RAYMAX	D	LR20	ALKALINE	1,5V	22
	RAYMAX SUPER	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	22
Rayovac	Rayovac	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	21
REAL	REAL	КРОНА	6LR	ALKALINE	9V	22
RIGHT HAUSEN	RIGHT HAUSEN	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	22
	RIGHT HAUSEN	КРОНА	6LR	ALKALINE	9V	22

Таблиця 1 / Table 1 (продовження)

Перелік відпрацьованих лужних батарей / List of spent alkaline batteries

Торгова марка / Trademark	Назва / Title	Типо- розмір / Type-size	Класифі- кація / Classifi- cation	Хімічний склад / Chemical com- position	Поту- жність / Energy	№ Зразка / No. Sample
ROCKET	ROCKET	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	23
RUBIN	RUBIN	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	23
	RUBIN	D	LR20	ALKALINE	1,5V	23
Sagitar	Sagitar	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	23
SANYO	SANYO	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	23
SKY energy	SKY energy	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	23
SONY	SONY	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	24
	Sony	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	24
	Sony	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	24
STAR	STAR	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	24
	STAR Super Energy	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	24
SUNMOL	SUNMOL	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	24
SUNPADOW	SUNPADOW	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	25
Tecro	Tecro	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	25
TESLA	TESLA GOLD	КРОНА	6LR	ALKALINE	1,5V	25
	Tesla Silver+	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	25
TESLER	TESLER	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	25
TITANIUM	TITANIUM	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	25
TOP CRAFT	TOP CRAFT	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	26
	TOP CRAFT	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	26
TOSHIBA	TOSHIBA	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	27
	TOSHIBA	AAA	LR03	ALKALINE	9V	27
	TOSHIBA	КРОНА	6LR	ALKALINE	1,5V	27
	TOSHIBA	C	LR14	ALKALINE	1,5V	27
TOYSUS	TOYSUS	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	26
UFO	UFO	D	LR20	ALKALINE	1,5V	28
	UFO ENERGY	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	28
	UFO ENERGY	D	LR20	ALKALINE	1,5V	28
	UFO neox	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	28
ULTRA LONG LIFE	ULTRA LONG LIFE	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	28
VARTA	VARTA	КРОНА	6LR	ALKALINE	1,5V	29
	VARTA	C	LR14	ALKALINE	1,5V	29
	VARTA	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	29
	VARTA ENERGY	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	29
	VARTA HIGH ENERGY	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	29
	VARTA LONG LIFE	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	29
	VARTA MAXTECH	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	29
	VARTA RE- CHARGEABLE	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	29
VERBATIUM	VERBATIUM	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	26
	VERBATIUM	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	26

Таблиця 1 / Table 1 (продовження)

Перелік відпрацьованих лужних батарей / List of spent alkaline batteries

Торгова марка / Trademark	Назва / Title	Типо- розмір / Type-size	Класифі- кація / Classifi- cation	Хімічний склад / Chemical com- position	Поту- жність / Energy	№ Зразка / No. Sample
Videx	Videx	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	31
	VIDEX	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	31
	VIDEX	КРОНА	6LR	ALKALINE	9V	31
	VIDEX	D	LR20	ALKALINE	1,5V	31
	VIDEX	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	31
	VIDEX+	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	31
VINNIC	VINNIC	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	26
VIPOW	VIPOW	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	26
VORHUT	VORHUT	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	30
	VORHUT	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	30
Warrios	Warrios	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	26
WAT G	WAT G	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	30
Wilko	Wilko	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	30
Winix	Winix	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	32
	Winix	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	32
Xdigital	Xdigital	AA	LR06	ALKALINE	1,5V	32
YOKONAMA	YOKONAMA	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	32
ZI5	ZI5	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	32
Космос	Космос	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	32
	Космос	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	32
НАША СИЛА	НАША СИЛА	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	33
	НАША СИЛА	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	33
	НАША СИЛА ADVANCED	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	33
	НАША СИЛА PRO	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	33
	НАША СИЛА ULTRA	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	33
ПРЕМІЯ	ПРЕМІЯ	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	34
	ПРЕМІЯ	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	34
Секретні Технології	Секретні Технології	AA	LR6	ALKALINE	1,5V	34
	Секретні Технології	AAA	LR03	ALKALINE	1,5V	34

Свинець: в 13 зразках відходів виявлено на рівні, що є меншим за чутливість методу, у 2-х зразках – менше за ГДК у 3 рази, в 6-и зразках – менше ГДК у 12-19,4 рази, в 13 зразках – в 24-31 рази менше ГДК. ГДК свинцю в ґрунті – 32 мг/кг.

Таким чином, нами було встановлено, що досліджені зразки відходів гальванічних елементів (батарей) можуть бути віднесені до безпечних і перероблені та утилізовані на відповідному підприємстві.

Lead: in 13 samples of waste, it was detected at a level that is less than the sensitivity of the method, in 2 samples – less than the LPC by 3 times, in 6 samples – less than the LPC by 12-19.4 times, in 13 samples – 24-31 times less than LPC. Maximum permissible limit for lead in soil is 32 mg/kg.

Thus, we established that the examined waste samples of galvanic elements (batteries) can be classified as safe and processed and disposed of at the appropriate enterprise.

Таблиця 2 / Table 2

**Вміст свинцю, кадмію та ртуті у відходах батарей /
Content of lead, cadmium and mercury in waste batteries**

Назва показника / Indicator	Фактичне значення, мг/л / Actual value, mg/l	Вміст у перерахунку на вагу батарей, мг/кг / Content in terms of battery weight, mg/kg	ГДК ¹ у ґрунті, мг/кг / LPC1 in soil, mg/kg
Зразок / Sample 1			
Свинець / Lead	0,32	1,056	32,0
Кадмій / Cadmium	0,143	0,472	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1
Зразок / Sample 2			
Свинець / Lead	<0,3	<1,0	32,0
Кадмій / Cadmium	0,087	0,287	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1
Зразок / Sample 3			
Свинець / Lead	0,4	1,320	32,0
Кадмій / Cadmium	0,03	0,099	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1
Зразок / Sample 4			
Свинець / Lead	<0,3	<1,0	32,0
Кадмій / Cadmium	0,02	0,066	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1
Зразок / Sample 5			
Свинець / Lead	0,5	1,650	32,0
Кадмій / Cadmium	0,02	0,066	1,5
Ртуть / Mercury	0,023	0,076	2,1
Зразок / Sample 6			
Свинець / Lead	0,4	1,320	32,0
Кадмій / Cadmium	0,22	0,726	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1
Зразок / Sample 7			
Свинець / Lead	0,4	1,320	32,0
Кадмій / Cadmium	0,12	0,396	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1
Зразок / Sample 8			
Свинець / Lead	<0,3	<1,0	32,0
Кадмій / Cadmium	0,1	0,33	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1
Зразок / Sample 9			
Свинець / Lead	<0,3	<1,0	32,0
Кадмій / Cadmium	0,11	0,363	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1

Примітка 1: «Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних речовин в ґрунті»

(наказ Міністерства охорони здоров'я України №1595 від 14.07.2020 р.).

Note 1: "Hygienic regulations on the permissible content of chemical substances in the soil"

(order of the Ministry of Health of Ukraine No. 1595 dated 14.07.2020).

Таблиця 2 / Table 2 (продовження)

**Вміст свинцю, кадмію та ртуті у відходах батарей /
Content of lead, cadmium and mercury in waste batteries**

Назва показника / Indicator	Фактичне значення, мг/л / Actual value, mg/l	Вміст у перерахунку на вагу батарей, мг/кг / Content in terms of battery weight, mg/kg	ГДК ¹ у ґрунті, мг/кг / LPC1 in soil, mg/kg
Зразок / Sample 10			
Свинець / Lead	0,32	1,056	32,0
Кадмій / Cadmium	0,09	0,297	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1
Зразок / Sample 11			
Свинець / Lead	<0,3	<1,0	32,0
Кадмій / Cadmium	0,16	0,528	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1
Зразок / Sample 12			
Свинець / Lead	<0,3	<1,0	32,0
Кадмій / Cadmium	0,13	0,429	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1
Зразок / Sample 13			
Свинець / Lead	<0,3	<1,0	32,0
Кадмій / Cadmium	0,14	0,462	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1
Зразок / Sample 14			
Свинець / Lead	0,33	1,089	32,0
Кадмій / Cadmium	0,12	0,396	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1
Зразок / Sample 15			
Свинець / Lead	0,31	1,023	32,0
Кадмій / Cadmium	0,13	0,429	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1
Зразок / Sample 16			
Свинець / Lead	0,5	1,650	32,0
Кадмій / Cadmium	0,21	0,693	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1
Зразок / Sample 17			
Свинець / Lead	3,3	10,89	32,0
Кадмій / Cadmium	0,06	0,198	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1
Зразок / Sample 18			
Свинець / Lead	<0,3	<1,0	32,0
Кадмій / Cadmium	0,2	0,66	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1

Примітка 1: «Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних речовин в ґрунті» (наказ Міністерства охорони здоров'я України №1595 від 14.07.2020 р.).

Note 1: "Hygienic regulations on the permissible content of chemical substances in the soil" (order of the Ministry of Health of Ukraine No. 1595 dated 14.07.2020).

Таблиця 2 / Table 2 (продовження)

**Вміст свинцю, кадмію та ртуті у відходах батарей /
Content of lead, cadmium and mercury in waste batteries**

Назва показника / Indicator	Фактичне значення, мг/л / Actual value, mg/l	Вміст у перерахунку на вагу батарей, мг/кг / Content in terms of battery weight, mg/kg	ГДК ¹ у ґрунті, мг/кг / LPC1 in soil, mg/kg
Зразок / Sample 19			
Свинець / Lead	<0,3	<1,0	32,0
Кадмій / Cadmium	0,15	0,495	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1
Зразок / Sample 20			
Свинець / Lead	<0,3	<1,0	32,0
Кадмій / Cadmium	0,15	0,495	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1
Зразок / Sample 21			
Свинець / Lead	<0,3	<1,0	32,0
Кадмій / Cadmium	0,12	0,24	1,5
Ртуть / Mercury	0,007	0,023	2,1
Зразок / Sample 22			
Свинець / Lead	<0,3	<1,0	32,0
Кадмій / Cadmium	<0,005	<0,017	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1
Зразок / Sample 23			
Свинець / Lead	0,36	1,188	32,0
Кадмій / Cadmium	0,09	0,297	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1
Зразок / Sample 24			
Свинець / Lead	0,53	1,749	32,0
Кадмій / Cadmium	0,08	0,264	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1
Зразок / Sample 25			
Свинець / Lead	<0,3	<1,0	32,0
Кадмій / Cadmium	0,051	0,168	1,5
Ртуть / Mercury	0,152	0,502	2,1
Зразок / Sample 26			
Свинець / Lead	0,4	1,320	32,0
Кадмій / Cadmium	0,04	0,132	1,5
Ртуть / Mercury	0,013	0,043	2,1
Зразок / Sample 27			
Свинець / Lead	0,4	1,320	32,0
Кадмій / Cadmium	0,093	0,307	1,5
Ртуть / Mercury	0,015	0,050	2,1

Примітка 1: «Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних речовин в ґрунті» (наказ Міністерства охорони здоров'я України №1595 від 14.07.2020 р.).

Note 1: "Hygienic regulations on the permissible content of chemical substances in the soil" (order of the Ministry of Health of Ukraine No. 1595 dated 14.07.2020).

Таблиця 2 / Table 2 (продовження)

**Вміст свинцю, кадмію та ртуті у відходах батарей /
Content of lead, cadmium and mercury in waste batteries**

Назва показника / Indicator	Фактичне значення, мг/л / Actual value, mg/l	Вміст у перерахунку на вагу батарей, мг/кг / Content in terms of bat- tery weight, mg/kg	ГДК ¹ у ґрунті, мг/кг / LPC1 in soil, mg/kg
Зразок / Sample 28			
Свинець / Lead	0,35	1,155	32,0
Кадмій / Cadmium	0,015	0,050	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1
Зразок / Sample 29			
Свинець / Lead	0,33	1,089	32,0
Кадмій / Cadmium	0,045	0,149	1,5
Ртуть / Mercury	0,011	0,036	2,1
Зразок / Sample 30			
Свинець / Lead	0,54	1,782	32,0
Кадмій / Cadmium	0,065	0,215	1,5
Ртуть / Mercury	0,009	0,030	2,1
Зразок / Sample 31			
Свинець / Lead	0,72	2,376	32,0
Кадмій / Cadmium	0,24	0,792	1,5
Ртуть / Mercury	0,283	0,934	2,1
Зразок / Sample 32			
Свинець / Lead	0,7	2,310	32,0
Кадмій / Cadmium	0,06	0,198	1,5
Ртуть / Mercury	0,021	0,069	2,1
Зразок / Sample 33			
Свинець / Lead	0,33	1,089	32,0
Кадмій / Cadmium	0,06	0,198	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1
Зразок / Sample 34			
Свинець / Lead	0,8	2,640	32,0
Кадмій / Cadmium	0,11	0,363	1,5
Ртуть / Mercury	<0,005	<0,017	2,1

Примітка 1: «Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних речовин в ґрунті»
(наказ Міністерства охорони здоров'я України №1595 від 14.07.2020 р.).

Note 1: "Hygienic regulations on the permissible content of chemical substances in the soil"
(order of the Ministry of Health of Ukraine No. 1595 dated 14.07.2020).

Обговорення. За оцінками, які було зроблено у США, джерелом майже 70 % всіх важких металів на звалищах є відходи електронного та електричного обладнання. Свинець, що присутній у ВЕЕО, може викликати свинцеву анемію, значні порушення в системі згортання крові, обмінні та ендокринні порушення. За оцінкою Міжнародного агентства з дослідження раку (англ., International Agency for Research on Cancer, IARC): свинець і його

Discussion. According to estimates made in the USA, the source of almost 70 % of all heavy metals in landfills is waste electronic and electrical equipment. Lead present in WEEE can cause lead anemia, significant disorders in the blood coagulation system, metabolic and endocrine disorders. According to the International Agency for Research on Cancer (IARC) lead and its inorganic compounds are classified as possible human carcinogens (group 2B).

неорганічні сполуки класифіковані як можливі канцерогени для людини (група 2B) [2, 8, 9].

У таких видах обладнання як батареї, акумулятори та освітлювальні прилади може міститися ртуть – небезпечний важкий метал. Лише одна батарея може забруднити 20 кв.м ґрунту і 400 л води. Токсичні саме іони ртуті, тому особливо небезпечні – добре розчинні та легко дисоціюючі солі.

Отруєння людини солями ртуті проявляються у вигляді головного болю, салівації, почервонінні, набуханні та кровоточивості ясен, появи на них темної облямівки сульфїду ртуті, стоматиту, набрякання лімфатичних і слинних залоз, диспепсичних явищ, коліту. Часто підвищується температура. В порівняно легких випадках через 2-3 тижні порушені функції відновлюються, у важких – розвиваються різкі зміни в нирках (некротичний нефроз) і через 5-6 днів настає смерть.

Розлади травлення носять різний характер – від втрати апетиту і нудоти до блювоти (іноді з кров'ю) і слизового проносу, частіше кров'янистого. Можуть виникати численні виразки слизової шлунка і дванадцятипалої кишки, в окремих випадках атрофічні зміни печінки, посилення сечовиділення на початковій стадії інтоксикації, зменшення і навіть повне припинення на наступних етапах отруєння.

Є дані про підвищену захворюваність на туберкульоз та високу смертність при контактi з ртуттю. За оцінкою IARC: сполуки метилртуті класифіковані як можливі канцерогени для людини (група 2B); ртуть, її неорганічні сполуки не є канцерогенами для людини (група 3) [2,10-12].

Значна кількість у ґрунті вмісту кадмію призводить до збільшення його поглинання рослинами і накопичення в харчових ланцюгах. Процеси підкислення ґрунтів (наприклад, кислотні дощі) можуть підвищувати середню концентрацію кадмію в харчових продуктах. У той же час існує достатньо свідчень про канцерогенність кадмію та кадмієвих сполук для людини. Іони кадмію викликають генотоксичні ефекти в різних типах еукаріотичних клітин, включаючи клітини людини. Кадмій та його сполуки класифіковані IARC як канцерогени для людини (група 1) [2,13,14].

Аналіз видів електронного та електричного обладнання свідчить про наявність серед інгредієнтів важких металів, які можуть викликати онкологічні захворювання у людини (є однозначно або можливо канцерогенними для людини), спричиняти алергічні реакції та бути причиною ряду інших важких хвороб.

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 гло-

Such types of equipment as batteries, accumulators and lighting devices may contain mercury, a dangerous heavy metal. Just one battery can pollute 20 square meters of soil and 400 liters of water. It is precisely mercury ions that are toxic, therefore, highly soluble and easily dissociating salts are particularly dangerous.

Human poisoning with mercury salts manifests itself in the form of headache, salivation, redness, swelling and bleeding of the gums, the appearance of a dark border of mercury sulfide on them, stomatitis, swelling of the lymphatic and salivary glands, dyspeptic phenomena, colitis. The temperature often rises. In relatively mild cases, impaired functions are restored after 2-3 weeks, in severe cases, sharp changes in the kidneys develop (necrotic nephrosis) and death occurs after 5-6 days.

Digestive disorders are of different nature – from loss of appetite and nausea to vomiting (sometimes with blood) and mucous diarrhea, often bloody. Multiple ulcers of the mucous membrane of the stomach and duodenum may occur, in some cases atrophic changes in the liver, increased urination at the initial stage of intoxication, reduction and even complete cessation at the later stages of poisoning.

There are data on the increased incidence of tuberculosis and high mortality in contact with mercury. According to the IARC assessment: methylmercury compounds are classified as possible human carcinogens (group 2B); mercury, its inorganic compounds are not human carcinogens (group 3).

An increase in the content of cadmium in the soil leads to an increase in its absorption by plants and its accumulation in food chains. Processes of soil acidification (for example, acid rain) can increase the average concentration of cadmium in food products. At the same time, there is enough evidence about the carcinogenicity of cadmium and cadmium compounds for humans. Cadmium ions cause genotoxic effects in various types of eukaryotic cells, including human cells. Cadmium and its compounds are classified by the IARC as human carcinogens (group 1).

The analysis of types of electronic and electrical equipment shows the presence among the ingredients of heavy metals that can cause oncological diseases in humans (are definitely or possibly carcinogenic to humans), cause allergic reactions and be the cause of a number of other serious diseases.

At the same time, it should be noted that WEEE contains not only dangerous, but also valuable and rare materials. Electronic waste can contain up to 60 chemical elements. It is estimated that if you recycle 1 million mobile phones, you can get 24 kg of gold, 250 kg of silver, 9 kg of palladium and 9000 kg of cop-

бального забруднення довкілля, але при налагодженій системі поводження з ними – джерелом цінних матеріальних ресурсів [1].

Висновки. Негативна дія складових інгредієнтів ВЕЕО на навколишнє середовище і, як наслідок — на здоров'я людей, пов'язана з неминучим ризиком їхнього надходження до об'єктів довкілля за неправильного поводження з відходами гальванічних елементів (батареї).

Для попередження та мінімізації ризику для навколишнього середовища та населення необхідно запровадити селективне сортування компонентів ВЕЕО в місцях їх утворення чи збирання та направлення на переробку, а також розробити санітарно-епідеміологічні вимоги на процеси сортування та проведення експертизи проектів і установок по утилізації таких видів відходів на відповідність цим вимогам.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів

per. Thus, WEEE is not only a source of global environmental pollution, but also a source of valuable material resources with an established system of handling them.

Conclusions. Improper handling of waste galvanic elements (batteries) is the cause of WEEE entering the environment, which creates a risk of negative impact on human health and the environment.

In order to prevent and minimize the risk to the environment and the population, it is necessary to introduce selective sorting of WEEE components at the places of their generation or collection and sending them for processing, as well as to develop sanitary and epidemiological requirements for sorting processes and to carry out an examination of projects and installations for the utilization of such types of waste for compliance these requirements.

Conflict of interest. The Authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Шумило ОМ, Виговська ГП, Цигульова ОМ, Повякель ЛІ, Сноз СВ. Вирішення проблеми електронних відходів: європейські підходи до української проблеми, К., ФОП «Клименко», 2013: 87 с.
2. Повякель ЛІ, Сноз СВ, Смердова ЛМ, 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. Сучасні проблеми токсикології, харчової та хімічної безпеки; 2015;1/2 (68/69): 41-9.
3. 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.
4. REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS on the implementation and the impact on the environment and the functioning of the internal market of 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 Brussels, 9.4.2019 COM(2019) 166 final - 7 p.
5. COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT on the evaluation of the Directive 2006/66/EC on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators and repealing Directive 91/157/EEC Brussels, 9.4.2019 SWD(2019) 1300 final – 86 p.
6. Zbysław Dobrowolski, Łukasz Sułkowski and Wiesław Danielak Management of Waste Batteries and Accumulators: Quest of European Union Goals// Energies 2021, 14, 6273.
1. Shumylo O.M, Vyhovska H.P, Tsyhulova O.M, Poviakel L.I., Snosz S.V. Vyrishennia problemy elektronnykh vidkhodiv: yevropeiski pidkhody do ukrain-skoi problemy, K., FOP «Klymenko», 2013: 87 s.
2. Poviakel L.I., Snosz S.V., Smerdova L.M., Kryvenchuk V.Ye, Bobyl'ova O.O. Vazhki metaly yak faktor ryzyku dlia zdorov'ia liudyny ta dovkillia pry povodzhenni z vidkhodamy elektrychnoho ta elektronnoho obladnannya. Suchasni problemy toksykologii, kharchovoi ta khimichnoi bezpeky; 2015;1/2 (68/69):41-49.
3. 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.
4. REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS on the implementation and the impact on the environment and the functioning of the internal market of 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 Brussels, 9.4.2019 COM(2019) 166 final - 7 r.
5. COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT on the evaluation of the Directive 2006/66/EC on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators and repealing Directive 91/157/EEC Brussels, 9.4.2019 SWD(2019) 1300 final – 86 r.
6. Zbysław Dobrowolski, Łukasz Sułkowski and Wiesław Danielak Management of Waste Batteries and Accumulators: Quest of European Union Goals// Energies 2021, 14, 6273.

- <https://doi.org/10.3390/en14196273>.
7. Yong Choi, Seung-Whee Rhee Current status and perspectives on recycling of end-of-life battery of electric vehicle in Korea (Republic of)// Waste Management - Volume 106, 1 April 2020, p. 261-270, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.03.015>.
 8. Environmental Health Criteria (EHC) Monograph 85. Lead: environmental aspects/WHO, Geneva. 1989.
 9. Lead and lead compounds. IARC Monograph. Supplement 7 (1987): 230.
 10. Environmental Health Criteria (EHC) Monograph 1. Mercury/WHO, Geneva, 1976.
 11. Environmental Health Criteria (EHC) Monograph 86. Mercury - environmental aspects / WHO, Geneva, 1989.
 12. Mercury and mercury compounds. IARC Monograph. 1993; 58: 239.
 13. Environmental Health Criteria (EHC) Monograph 135. Cadmium–environmental aspects / WHO, Geneva. 1992.
 14. Cadmium and cadmium compounds. IARC Monograph. (1993); 58: 119.
7. Yong Choi, Seung-Whee Rhee Current status and perspectives on recycling of end-of-life battery of electric vehicle in Korea (Republic of)// Waste Management - Volume 106, 1 April 2020, p. 261-270, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.03.015>.
 8. Environmental Health Criteria (EHC) Monograph 85. Lead: environmental aspects/WHO, Geneva. 1989.
 9. Lead and lead compounds. IARC Monograph. Supplement 7 (1987): 230.
 10. Environmental Health Criteria (EHC) Monograph 1. Mercury/WHO, Geneva, 1976.
 11. Environmental Health Criteria (EHC) Monograph 86. Mercury - environmental aspects / WHO, Geneva, 1989.
 12. Mercury and mercury compounds. IARC Monograph. 1993; v.58: 239.
 13. Environmental Health Criteria (EHC) Monograph 135. Cadmium–environmental aspects / WHO, Geneva. 1992.
 14. Cadmium and cadmium compounds. IARC Monograph. (1993); v.58: 119.

Відомості про авторів

Сноз Сергій Валентинович – к.б.н., старший науковий співробітник, Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03680, м. Київ, Україна. ORCID:0000-0002-3826-7486

Смердова Лариса Миколаївна – к.б.н., старший науковий співробітник, Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03680, м. Київ, Україна. ORCID: 0000-0003-3883-3844

Кудрявцева Алла Григорівна – к.б.н., старший науковий співробітник, Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03680, м. Київ, Україна. ORCID:0000-0002-6988-6140.

Калашніков Андрій Андрійович – д.мед.н., професор, провідний науковий співробітник, керівник відділу Наукових основ аналізу ризику хімічних факторів, Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03680, м. Київ, Україна. ORCID:0000-0003-0269-4870.

Бобильова Ольга Олександрівна – к.мед.н., головний консультант, Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03680, м. Київ, Україна.

Стаття надійшла до редакції 08.09.2022 р.

Information about the authors

Sergey Snoz – Candidate of biological sciences, senior researcher, L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise), 6 Heroiv Oborony st., 03127, Kyiv, Ukraine. ORCID: 0000-0002-3826-7486.

Larisa Smerdova – Candidate of biological sciences, senior researcher, L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise), 6 Heroiv Oborony st., 03127, Kyiv, Ukraine. ORCID:0000-0003-3883-3844.

Alla Kudryavtseva – Candidate of biological sciences, senior researcher, L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise), 6 Heroiv Oborony st., 03127, Kyiv, Ukraine. ORCID:0000-0002-6988-6140.

Andrey Kalashnikov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Leading Researcher L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise), 6 Heroiv Oborony st., 03127, Kyiv, Ukraine. ORCID: 0000-0003-0269-4870.

Olga Bobylova – Candidate of medical sciences, chief consultant, L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise), 6 Heroiv Oborony st., 03127, Kyiv, Ukraine.

Received September, 08, 2022.