

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
NATIONAL AVIATION UNIVERSITY
Faculty of Environmental Safety, Engineering and Technologies
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE



LECTURE NOTES

on the subject «Waste Utilization and Recuperation»

Educational Professional Program: Ecology and Environmental Protection

Field of study: 10 Natural Sciences

Specialty: 101 Ecology

Compiler (s) Lesia Pavliukh, PhD
(Engineering Sciences), Associate Professor

(Name, Scientific Degree, Academic Title, Position)

Tetiana Dmytrukha, PhD (Engineering
Sciences), Associate Professor

(Name, Scientific Degree, Academic Title, Position)

Lecture notes were discussed and approved
by the Department of Environmental Science
Minutes №__ as of «__» _____ 2023
Head of the department _____ T. Dudar

Module No. 1 "Waste. Methods of utilization"

Lecture No. 1

Title: Introduction. Concept and classification of waste. Legislative framework.

Subject, purpose, objectives and structure of the discipline. The concept of "waste" and its classification.

Lecture plan

1. Subject, purpose, objectives and structure of the discipline.
2. Basic concepts and definitions.
3. Classification of waste. State classifier of waste.
4. The Law of Ukraine "On Waste", National Waste Management Strategy in Ukraine until 2030 (No. 820-p of November 8, 2017). "On Waste" - EU Directives.
5. Conclusions.

References:

1. Закон України «Про відходи» (Із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 7 березня 2002 року № 3073 – ІІІ).
2. Радовенчик В. М., Гомеля М. Д., Радовенчик Я. В. Утилізація та рекуперація відходів / Підручник. — Київ: Видавничий дім «Кондор», 2021. — 248 с.
3. Утилізація та рекуперація відходів: переробка відходів целюлозно-паперових виробництв [Текст]: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / В. В. Галиш, В. М. Радовенчик, Я. В. Радовенчик, М. Д. Гомеля; КПІ ім. Ігоря Сікорського. — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. — 75 с.
4. М.М. Radomska, L.I. Pavliukh. Wastes utilization and recuperation: Guide to Laboratory works for students of specialty 101 "Ecology". К.: НАУ, 2021. 90 p.
5. Кращі європейські практики управління відходами (посібник) / А. Войціховська, О. Кравченко, О. Мелень-Забрамна, М. Панькевич, [за заг. ред. О. Кравченко] – Видавництво Компанія "Манускрипт". – Львів, 2019. – 64 с.
6. Управління та поводження з відходами. Частина 3. Полігони твердих побутових відходів: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А. Петрук Р.В. – Вінниця : ВІТУ, 2016. – 137 с.
7. Утилізація та рекуперація відходів. Навчальний посібник для денної і заочної форм навчання / В.М. Кропівний, О.В. Медведева, А.В. Кропівна. Загальна редакція В.М. Кропівного. – Кропивницький: КОЛ, 2019. – 243 с.
8. Поводження з відходами: Курс лекцій. Для студентів денної форми навчання. Спеціальність 101 «Екологія» Освітньо-кваліфікаційний ступінь «магістр»/ Укладач: О.В. Рибалова. –Х: НУЦЗУ, 2016. – 530 с.
9. R.M. Kramarenko, L.I. Pavliukh. Utilization and recuperation of wastes: навчальний посібник. К.: НАУ, 2014. 240 с.
10. Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Клименко М.О. та ін. Управління та поводження з відходами: Підручник / За ред. проф. Т.А. Сафранова, проф. М.О. Клименка; Одеськ. Держ. Екологічний Університет. – Одеса, ТЕС 2012. – 272 с.
11. Організація ефективного поводження з відходами: як діяти органам місцевого самоврядування (посібник для органів місцевого самоврядування) / А. Войціховська, Н. Куць, М. Панькевич, Л. Тимошук / [за заг. ред. О. Кравченко] — Львів: Видавництво «Компанія "Манускрипт"», 2018. — 108 с.
12. Абашина К.О. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Утилізація промислових відходів» (для студентів 6 курсу денної форми навчання спеціальності 8.17020201 – Охорона праці (за галузями)) / К.О.Абашина, О.В.Хандогіна; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім.О.М. Бекетова.–Харків : ХНУМГ ім.О.М. Бекетова, 2016. –58с.

13. Управління та поводження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. та ін. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 100 с.
14. ДБН України А.2.2.-2003 «Розміщення і проектування полігонів твердих побутових відходів» (проект).-К., 2003.
15. НАЦІОНАЛЬНА СТРАТЕГІЯ управління відходами в Україні до 2030 року (від 8 листопада 2017 р. № 820-р). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>.
16. Класифікатор відходів ДК 005-96. Чинний від 01.10.96 р. Із змінами і доповненнями, внесеними наказом Державного комітету України по стандартизації, метрології та сертифікації від 30 березня 2000 року N 252 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ips.ligazakon.net/document/FIN7371>.
17. Законодавство України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.rada.kiev.ua/>
18. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
19. Сучасне керування відходами відповідно до принципів циркулярної економіки, 2021. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zerowastekharkiv.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/posybnic-lekciye-book-5.pdf>
20. Методичні рекомендації розумного управління відходами спільнот, 2017. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://dzki.kyivcity.gov.ua/files/2018/7/10/Upravlinya_vidchodamy.pdf
7. Проект закону «Про управління відходами». [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=69033
21. Про відходи: Директива Європейського Парламенту та Ради 2008/98/ЄС. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/waste-framework-directive-2008-98-ec>
22. Про відходи: Директива 2006/12/ЄС від 05.04. 2006 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://old.minjust.gov.ua/file/33012.docx>

Content of lecture

The purpose of teaching the discipline is to provide future specialists with scientific and theoretical knowledge and practical skills in the classification, methods of utilization and recovery of waste from various industries necessary to address environmental issues aimed at making timely, scientifically sound and economically feasible decisions to improve the environmental safety of any industrial production.

The objectives of the discipline are:

- ✓ to teach students to use theoretical knowledge of fundamental disciplines to solve environmental problems associated with the accumulation of a huge amount of waste of various origins in the environment;
- ✓ training of specialists in ecology and environmental protection for the development and implementation of such technologies for the utilization and recovery of industrial and household waste in the practical activities of enterprises that would help reduce the negative anthropogenic impact on the environment.

Relevance. Ukraine is facing a critical situation with the generation, accumulation, storage, processing, utilization and disposal of waste, which has certain environmental threats and challenges. The National Waste Management Strategy for Ukraine until 2030 states that the waste problem in Ukraine is particularly large and significant both due to the dominance of resource-intensive technologies in the national economy and the lack of adequate response to its challenges for a long time. The large scale of resource use and the energy and raw material specialization of the national economy, together with the outdated technological base, have

determined and continue to determine high rates of waste generation and accumulation. These circumstances lead to a deepening of the environmental crisis and an aggravation of the socio-economic situation in society. The problem of waste is one of the key environmental issues and is more significant in the resource aspect.

Key terms and definitions: "waste", "waste management", "waste management", "utilization", "recovery", "liquidation", "neutralization", "disposal".

- ✓ "waste" means any substance or object that has lost its useful consumer properties and is not suitable for further use;
- ✓ "waste management" means actions aimed at preventing waste generation, its collection, transportation, sorting, storage, treatment, processing, utilization, removal, neutralization and disposal, including control over these operations and supervision of disposal sites;
- ✓ "waste utilization" means the use of waste as secondary material or energy resources;
- ✓ "waste recovery" means the return of a part of materials or energy for reuse in the same technological process.

Ukraine has a State Waste Classifier, which is a fundamental document for waste information and management. It provides for the classification of waste based on an accounting system in compliance with harmonization with international regulations, standards in the field of ecology, resource conservation and reuse of raw materials.

There are many types of waste defined by the modern waste management system, including:

- Municipal solid waste (MSW)
- Construction and demolition waste (C&D)
- Organizational waste, commercial waste and industrial waste (IC&I)
- Medical waste (also known as clinical waste)
- Hazardous waste, radioactive waste and electronic waste;
- Biodegradable waste.

Fig. 1 shows the classification of waste.



Fig. 1 Waste Classification

In order to implement Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council on waste, the country needs to use economic approaches to minimize the negative

impact on the environment, to produce waste-free products and achieve sustainable development goals, and to introduce a waste management hierarchy:

1. Prevention of excessive waste generation and accumulation;
2. Reuse, recycling;
3. Environmentally and economically beneficial methods of waste disposal.

Lecture No. 2

Title: Utilization of industrial waste.

The current state of the problem of industrial waste generation and accumulation in Ukraine. Methods of industrial waste utilization.

Lecture plan

1. Industrial waste.
2. The problem of formation, accumulation and location.
3. The main characteristics of industrial waste.
4. Methods of industrial waste utilization.
5. Conclusions.

References:

1. Закон України «Про відходи» (Із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 7 березня 2002 року № 3073 – III).
2. Радовенчик В. М., Гомеля М. Д., Радовенчик Я. В. Утилізація та рекуперація відходів / Підручник. — Київ: Видавничий дім «Кондор», 2021. — 248 с.
3. Утилізація та рекуперація відходів: переробка відходів целюлозно-паперових виробництв [Текст]: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / В. В. Галиш, В. М. Радовенчик, Я. В. Радовенчик, М. Д. Гомеля; КПІ ім. Ігоря Сікорського. — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. — 75 с.
4. М.М. Radomska, L.I. Pavliukh. Wastes utilization and recuperation: Guide to Laboratory works for students of specialty 101 “Ecology”. К.: НАУ, 2021. 90 p.
5. Кращі європейські практики управління відходами (посібник) / А. Войціховська, О. Кравченко, О. Мелень-Забрамна, М. Панькевич, [за заг. ред. О. Кравченко] – Видавництво Компанія “Манускрипт”. – Львів, 2019. – 64 с.
6. Управління та поведження з відходами. Частина 3. Полігони твердих побутових відходів: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А. Петрук Р.В. – Вінниця : ВІТУ, 2016. – 137 с.
7. Утилізація та рекуперація відходів. Навчальний посібник для денної і заочної форм навчання / В.М. Кропивний, О.В. Медведева, А.В. Кропивна. Загальна редакція В.М. Кропивного. – Кропивницький: КОЛ, 2019. – 243 с.
8. Поведження з відходами: Курс лекцій. Для студентів денної форми навчання. Спеціальність 101 «Екологія» Освітньо-кваліфікаційний ступінь «магістр»/ Укладач: О.В. Рибалова. –Х: НУЦЗУ, 2016. – 530 с.
9. R.M. Kramarenko, L.I. Pavliukh. Utilization and recuperation of wastes: навчальний посібник. К.: НАУ, 2014. 240 с.
10. Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Клименко М.О. та ін. Управління та поведження з відходами: Підручник / За ред. проф. Т.А. Сафранова, проф. М.О. Клименка; Одеськ. Держ. Екологічний Університет. – Одеса, ТЕС 2012. – 272 с.
11. Організація ефективного поведження з відходами: як діяти органам місцевого самоврядування (посібник для органів місцевого самоврядування) / А. Войціховська, Н. Куць, М. Панькевич, Л. Тимошук / [за заг. ред. О. Кравченко] — Львів: Видавництво «Компанія “Манускрипт”», 2018. — 108 с.

12. Абашина К.О. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Утилізація промислових відходів» (для студентів 6 курсу денної форми навчання спеціальності 8.17020201 – Охорона праці (за галузями)) / К.О.Абашина, О.В.Хандогіна; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім.О.М. Бекетова.–Харків : ХНУМГ ім.О.М. Бекетова, 2016. –58с.
13. Управління та поводження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. та ін. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 100 с.
14. ДБН України А.2.2.-2003 «Розміщення і проектування полігонів твердих побутових відходів» (проект).-К., 2003.
15. НАЦІОНАЛЬНА СТРАТЕГІЯ управління відходами в Україні до 2030 року (від 8 листопада 2017 р. № 820-р). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>.
16. Класифікатор відходів ДК 005-96. Чинний від 01.10.96 р. Із змінами і доповненнями, внесеними наказом Державного комітету України по стандартизації, метрології та сертифікації від 30 березня 2000 року N 252 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ips.ligazakon.net/document/FIN7371>.
17. Законодавство України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.rada.kiev.ua/>
18. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
19. Сучасне керування відходами відповідно до принципів циркулярної економіки, 2021. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zerowastekharkiv.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/posybnic-lekciye-book-5.pdf>
20. Методичні рекомендації розумного управління відходами спільнот, 2017. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://dzki.kyivcity.gov.ua/files/2018/7/10/Upravlynya_vidchodamy.pdf 7. Проект закону «Про управління відходами». [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=69033
21. Про відходи: Директива Європейського Парламенту та Ради 2008/98/ЄС. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/waste-framework-directive-2008-98-ec>
22. Про відходи: Директива 2006/12/ЄС від 05.04. 2006 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://old.minjust.gov.ua/file/33012.docx>

Content of lecture

Relevance. The modern period of development of human civilization is characterized by an increased technogenic load on the environment and, as a result, an increased threat to human life and health. The global volume of natural resources extracted today is estimated at approximately 160 thousand million tons per year, including 75% of mineral raw materials, which are the basis for the development of heavy industry and energy. Currently available technologies allow only about 10% of mineral raw materials to be converted into the final product, while the remaining 90% ends up in the environment in the form of emissions, waste, and garbage, which significantly reduces the level of environmental safety of production and its economic efficiency.

The industry in the world in general and in Ukraine in particular is not standing still, it is constantly evolving, resulting in new, hitherto unknown types of industrial waste.

Key terms and definitions. In general, waste is divided into two main groups: *production waste (industrial waste) and consumption waste (municipal waste)*.

Industrial waste includes materials, substances, and products that are generated in the process of manufacturing products, performing work, or rendering services and are not used by a particular enterprise (organization), or that have lost their full or partial consumer value.

Consumer waste includes products, materials, substances that have lost all or part of their consumer properties in the process of mass or personal consumption.

Industrial waste is a type of waste or waste generated by various types of productive work. The classification of industrial waste is shown in Table 1.

Table 1

Industrial Waste Classification					
Industrial waste classification					
by industry sector (waste from the fuel, metallurgical, and chemical industries)	by specific industries (waste from sulfuric acid, soda and phosphoric acid production)	by aggregate state (solid, liquid, gaseous)	by combustion (combustible, non-combustible)	by processing methods	by processing capabilities (secondary material resources that are recycled or are planned to be recycled in the future)

In economic activities related to the industrial and manufacturing sector, industrial waste refers to those goods that do not result in use or utilization.

In this sense, various processes can be included, such as the production and processing of tangible goods, chemical or purification treatment, or any kind of gaseous or liquid emissions.

Effective separation of industrial waste is the key to its further use as a secondary resource or its subsequent utilization/recycling, or disposal through the use of appropriate technologies.

In order to organize an effective industrial waste management market, it is first of all necessary to

- ✓ separate them from the general concept of "waste";
- ✓ establish an accounting system, for which, by conducting an inventory of accumulated industrial waste in the regions by regional state administrations, to establish their ownership: state, private or ownerless;
- ✓ to compile an organized database of industrial waste, including its chemical composition, toxicity and harmfulness, etc., both at the regional (i.e., at the level of each oblast) and national levels.

Separately identify technogenic facilities whose activities may provoke a technogenic emergency; investigate, study, assess and, in accordance with the requirements of the Subsoil Code of Ukraine, include them in the State Fund of Mineral Deposits as technogenic deposits.

Lecture No. 3

Title: Disposal of medical and clinical waste.

Problems of collection and utilization. Thermal methods of waste disposal from medical institutions.

Lecture plan

1. Medical and clinical waste.
2. Classification of medical waste by hazard category.
3. Utilization of medical waste: optimal approaches.
4. Methods of medical waste disposal in the world.
5. Conclusions.

References:

1. Закон України «Про відходи» (Із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 7 березня 2002 року № 3073 – III).
2. Радовенчик В. М., Гомеля М. Д., Радовенчик Я. В. Утилізація та рекуперація відходів / Підручник. — Київ: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 248 с.

3. Утилізація та рекуперація відходів: переробка відходів целюлозно-паперових виробництв [Текст]: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / В. В. Галиш, В. М. Радовенчик, Я. В. Радовенчик, М. Д. Гомеля; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 75 с.
4. M.M. Radomska, L.I. Pavliukh. Wastes utilization and recuperation: Guide to Laboratory works for students of specialty 101 “Ecology”. К.: НАУ, 2021. 90 p.
5. Кращі європейські практики управління відходами (посібник) / А. Войціховська, О. Кравченко, О. Мелень-Забрамна, М. Панькевич, [за заг. ред. О. Кравченко] – Видавництво Компанія “Манускрипт”. – Львів, 2019. – 64 с.
6. Управління та поводження з відходами. Частина 3. Полігони твердих побутових відходів: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А. Петрук Р.В. – Вінниця : ВІТУ, 2016. – 137 с.
7. Утилізація та рекуперація відходів. Навчальний посібник для денної і заочної форм навчання / В.М. Кропивний, О.В. Медведева, А.В. Кропивна. Загальна редакція В.М. Кропивного. – Кропивницький: КОЛ, 2019. – 243 с.
8. Поводження з відходами: Курс лекцій. Для студентів денної форми навчання. Спеціальність 101 «Екологія» Освітньо-кваліфікаційний ступінь «магістр»/ Укладач: О.В. Рибалова. –Х: НУЦЗУ, 2016. – 530 с.
9. R.M. Kramarenko, L.I. Pavliukh. Utilization and recuperation of wastes: навчальний посібник. К.: НАУ, 2014. 240 с.
10. Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Клименко М.О. та ін. Управління та поводження з відходами: Підручник / За ред. проф. Т.А. Сафранова, проф. М.О. Клименка; Одеськ. Держ. Екологічний Університет. – Одеса, ТЕС 2012. – 272 с.
11. Організація ефективного поводження з відходами: як діяти органам місцевого самоврядування (посібник для органів місцевого самоврядування) / А. Войціховська, Н. Куць, М. Панькевич, Л. Тимошук / [за заг. ред. О. Кравченко] — Львів: Видавництво «Компанія “Манускрипт”», 2018. — 108 с.
12. Абашина К.О. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Утилізація промислових відходів» (для студентів 6 курсу денної форми навчання спеціальності 8.17020201 – Охорона праці (за галузями)) / К.О.Абашина, О.В.Хандогіна;Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім.О.М. Бекетова.–Харків : ХНУМГ ім.О.М. Бекетова, 2016. –58с.
13. Управління та поводження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. та ін. – Вінниця: ВІТУ, 2015. – 100 с.
14. ДБН України А.2.2.-2003 «Розміщення і проектування полігонів твердих побутових відходів» (проект).-К., 2003.
15. НАЦІОНАЛЬНА СТРАТЕГІЯ управління відходами в Україні до 2030 року (від 8 листопада 2017 р. № 820-р). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>.
16. Класифікатор відходів ДК 005-96. Чинний від 01.10.96 р. Із змінами і доповненнями, внесеними наказом Державного комітету України по стандартизації, метрології та сертифікації від 30 березня 2000 року N 252 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ips.ligazakon.net/document/FIN7371>.
17. Законодавство України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.rada.kiev.ua/>
18. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
19. Сучасне керування відходами відповідно до принципів циркулярної економіки, 2021. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zerowastekharkiv.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/posybnic-lekciye-book-5.pdf>
20. Методичні рекомендації розумного управління відходами спільнот, 2017. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://dzki.kyivcity.gov.ua/files/2018/7/10/Upravliniya_vidchodamy.pdf 7. Проект закону

«Про управління відходами». [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=69033

21. Про відходи: Директива Європейського Парламенту та Ради 2008/98/ЄС. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/waste-framework-directive-2008-98-ec>

22. Про відходи: Директива 2006/12/ЄС від 05.04. 2006 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://old.minjust.gov.ua/file/33012.docx>

Content of lecture

Relevance. Hospitals, laboratories and other medical facilities generate a huge amount of waste. This happens in the course of diagnosing and treating patients, preventing diseases, and mitigating potential risks to human health. This waste carries the risks of chemical, toxic, carcinogenic, mutagenic and radiation effects on the human body, injuries and infections. Improper management of medical waste can have serious public health consequences, both through direct exposure and negative impact on the environment.

Medical waste management in Ukraine is regulated by the State Sanitary and Epidemiological Rules and Regulations on Medical Waste Management, approved by the Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 325 dated June 8, 2015.

Key terms and definitions. *Medical waste* is waste generated as a result of medical care in institutions that have obtained a license to carry out economic activities in medical practice in accordance with the established procedure (except for enterprises producing pharmaceutical products and medical waste generated in everyday life).

Medical waste is divided into the following categories (Table 2):

Table 2

Types of medical waste		
Type of waste	Container making	Type of container
Medical waste Category B	Inscription for marking “especially dangerous”	a strong, leakproof, plastic disposable bag or container suitable for autoclave treatment
Medical waste Category B (organic waste from patients: tissues, organs, etc.)	Inscription for marking “especially dangerous”	plastic disposable bag or container
Medical waste Category B (sharp objects)	Inscription for marking “dangerous, sharp objects”	disposable, impenetrable containers, except glass containers
Medical waste Category C (chemical and pharmaceutical waste)	Inscription for marking “dangerous”	leakproof, plastic disposable bag or container
Medical waste Category C (cytotoxic waste)	Inscription for marking “especially dangerous”	disposable solid hermetic containers
Medical waste Category D (radioactive waste)	labeling and packaging in accordance with the requirements of the current legislation of Ukraine on radioactive waste management	

- Category A - epidemically safe medical waste;
- Category B - epidemically hazardous medical waste;
- Category C - toxicologically hazardous medical waste;
- Category D - radiologically hazardous medical waste

Category B is the largest group of medical waste, which includes any waste that has been in contact with biological fluids. This category includes waste that remains during and after the care of patients with COVID-19. Category B waste is divided into hazardous sharps and other waste.

Dangerously sharp waste includes needles, feathers, blades, etc. Others are personal protective equipment, medical devices or consumables contaminated with blood and other biological fluids, etc.

The most common methods of medical waste disposal in the world are:

- ✓ incineration (incineration);
- ✓ steam treatment at high temperatures under pressure (autoclaving);
- ✓ treatment with disinfectant solutions (chemical method).

The safest and most cost-effective method is the treatment of waste with steam under pressure (autoclaving):

- ✓ at a temperature of at least 105 °C for 30 minutes, followed by shredding;
- ✓ at a temperature of at least 132 °C for 60 minutes for neurosurgical operating room waste due to the possible presence of prions.

The problem of medical waste is attracting more and more attention. As early as 1979, the World Health Organization (WHO) classified medical waste as extremely hazardous and pointed out the need for specialized services for its destruction and recycling. The Basel Convention of 1992 identified 45 types of hazardous waste, which open the list of clinical waste. According to generalized data, about 1.8 billion tons of them have already been accumulated, or about 300 kg per capita.

Lecture No. 4

Title: Hazardous and toxic waste.

Determination of the toxicological profile and impact on human health and the environment. Promising methods and technologies for processing and utilization.

Lecture plan

1. Hazardous and toxic waste.
2. Main characteristics of hazardous waste.
3. Toxicological profile of hazardous waste.
4. Promising methods and technologies for processing and utilization.
5. Conclusions.

References:

1. Закон України «Про відходи» (Із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 7 березня 2002 року № 3073 – III).
2. Радовенчик В. М., Гомеля М. Д., Радовенчик Я. В. Утилізація та рекуперація відходів / Підручник. — Київ: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 248 с.
3. Утилізація та рекуперація відходів: переробка відходів целюлозно-паперових виробництв [Текст]: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / В. В. Галиш, В. М. Радовенчик, Я. В. Радовенчик, М. Д. Гомеля; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 75 с.
4. М.М. Radomska, L.I. Pavliukh. Wastes utilization and recuperation: Guide to Laboratory works for students of specialty 101 “Ecology”. К.: NAU, 2021. 90 p.
5. Кращі європейські практики управління відходами (посібник) / А. Войціховська, О. Кравченко, О. Мелень-Забрамна, М. Панькевич, [за заг. ред. О. Кравченко] – Видавництво Компанія “Манускрипт”. – Львів, 2019. – 64 с.
6. Управління та поводження з відходами. Частина 3. Полігони твердих побутових відходів: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А. Петрук Р.В. – Вінниця : ВІТУ, 2016. – 137 с.
7. Утилізація та рекуперація відходів. Навчальний посібник для денної і заочної форм навчання / В.М. Кропивний, О.В. Медведева, А.В. Кропивна. Загальна редакція В.М. Кропивного. – Кропивницький: КОЛ, 2019. – 243 с.

8. Поводження з відходами: Курс лекцій. Для студентів денної форми навчання. Спеціальність 101 «Екологія» Освітньо-кваліфікаційний ступінь «магістр»/ Укладач: О.В. Рибалова. –Х: НУЦЗУ, 2016. – 530 с.
9. R.M. Kramarenko, L.I. Pavliukh. Utilization and recuperation of wastes: навчальний посібник. К.: НАУ, 2014. 240 с.
10. Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Клименко М.О. та ін. Управління та поведження з відходами: Підручник / За ред. проф. Т.А. Сафранова, проф. М.О. Клименка; Одеськ. Держ. Екологічний Університет. – Одеса, ТЕС 2012. – 272 с.
11. Організація ефективного поведження з відходами: як діяти органам місцевого самоврядування (посібник для органів місцевого самоврядування) / А. Войціховська, Н. Куць, М. Панькевич, Л. Тимошук / [за заг. ред. О. Кравченко] — Львів: Видавництво «Компанія “Манускрипт”», 2018. — 108 с.
12. Абашина К.О. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Утилізація промислових відходів» (для студентів 6 курсу денної форми навчання спеціальності 8.17020201 – Охорона праці (за галузями)) / К.О.Абашина, О.В.Хандогіна;Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім.О.М. Бекетова.–Харків : ХНУМГ ім.О.М. Бекетова, 2016. –58с.
13. Управління та поведження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. та ін. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 100 с.
14. ДБН України А.2.2.-2003 «Розміщення і проектування полігонів твердих побутових відходів» (проект).-К., 2003.
15. НАЦІОНАЛЬНА СТРАТЕГІЯ управління відходами в Україні до 2030 року (від 8 листопада 2017 р. № 820-р). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>.
16. Класифікатор відходів ДК 005-96. Чинний від 01.10.96 р. Із змінами і доповненнями, внесеними наказом Державного комітету України по стандартизації, метрології та сертифікації від 30 березня 2000 року N 252 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ips.ligazakon.net/document/FIN7371>.
17. Законодавство України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.rada.kiev.ua/>
18. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
19. Сучасне керування відходами відповідно до принципів циркулярної економіки, 2021. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zerowastekharkiv.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/posybnic-lekciye-book-5.pdf>
20. Методичні рекомендації розумного управління відходами спільнот, 2017. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://dzki.kyivcity.gov.ua/files/2018/7/10/Upravlinya_vidchodamy.pdf 7. Проект закону «Про управління відходами». [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=69033
21. Про відходи: Директива Європейського Парламенту та Ради 2008/98/ЄС. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/waste-framework-directive-2008-98-ec>
22. Про відходи: Директива 2006/12/ЄС від 05.04. 2006 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://old.minjust.gov.ua/file/33012.docx>

Content of lecture

Relevance. In total, Ukraine has accumulated about 36 billion tons of various wastes, of which about 1.6 billion tons are wastes that pose a danger to people or the environment. According to experts, the market for hazardous waste processing and disposal in Ukraine is worth about UAH 10 billion. This includes a significant portion of household waste, including batteries, accumulators and mercury lamps, as well as chemical and biological waste. Each year,

about 260 tons of manganese compounds, half a ton of mercury, and a quarter of a ton of cadmium are released into the ground with garbage.

The problems of inadequate hazardous waste management in Ukraine can be solved through legislative and institutional changes aimed at reforming the legislative regulation of waste management, based on the relevant European legislation, as reforming the waste management system as a whole will have a positive impact on solving the problems of hazardous waste management. Therefore, the legislative rules and norms currently laid down in the draft law No. 2207-1d "On Waste Management" should be in line with European legislation and aimed at solving the problems of hazardous waste management, rather than preserving the current catastrophic state.

Key terms and definitions. *Hazardous waste* is waste that has such physical, chemical, biological or other hazardous properties that pose or may pose a significant danger to the environment and human health and that requires special methods and means of handling. Toxic waste is waste materials that pose a serious danger to the environment and human health if handled improperly; it includes carcinogenic, mutagenic, teratogenic, and phytotoxic waste.

The Law of Ukraine "On Waste" defines hazardous waste as waste that has such physical, chemical, biological or other hazardous properties that pose or may pose a significant threat to the environment and human health, and that requires special methods and means of handling. In addition, it is noted that enterprises, institutions and organizations that are business entities on the territory of which hazardous waste is stored are classified as high-risk facilities.

Sanitary and Epidemiological Norms and Regulations 2.2.7.029-99* divides waste into four classes: Class I - extremely hazardous substances (wastes); Class II - highly hazardous substances (wastes); Class III - moderately hazardous substances (wastes); Class IV - low hazardous substances (wastes).

In Ukraine, there is a mishap with regard to the requirements for the preparation of temporary waste storage passports and the division of all production and consumption waste into hazard classes: on the one hand, these requirements are contained in Sanitary and Epidemiological Norms 2.2.7.029-99, on the other hand, the decision of the State Service of Ukraine for Regulatory Policy and Entrepreneurship Development of 15.07.2014 No. 33 "On the need for the Ministry of Health of Ukraine" to eliminate violations of the principles of state regulatory policy in accordance with the requirements of the Law of Ukraine "On the Principles of State Regulatory Policy in the Field of Economic Activity", this document was suspended on September 16, 2014.

Fig. 2 demonstrates hazardous waste management.

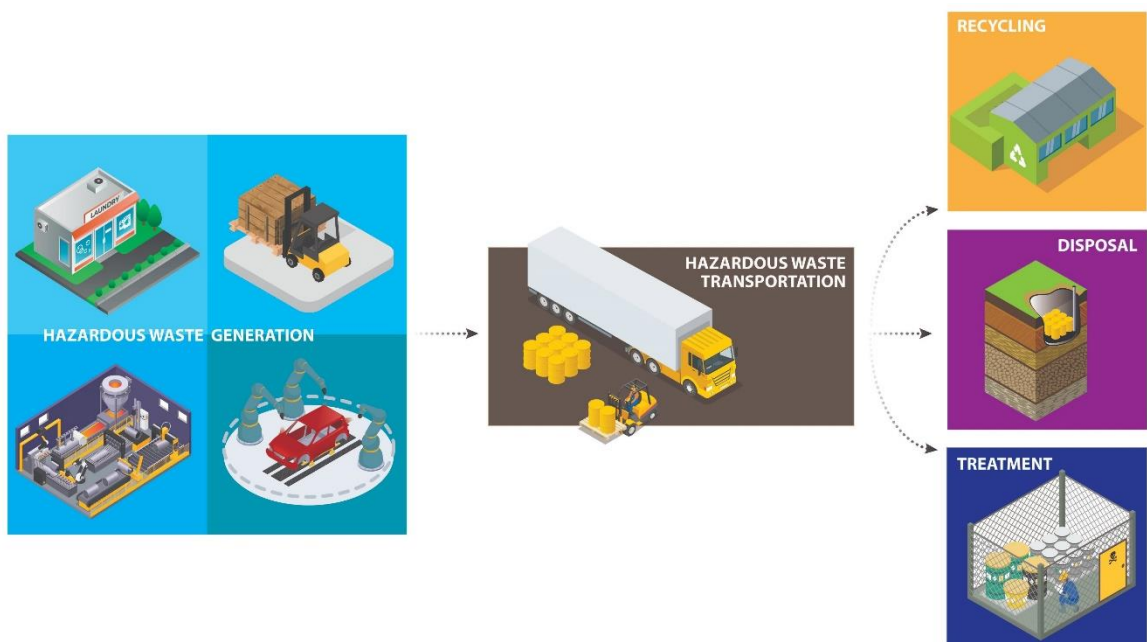


Fig. 2 Hazardous Waste Management

Main characteristics of hazardous waste. Hazardous waste contains substances that have hazardous properties, such as toxicity, explosiveness, fire hazard, high reactivity, or contain infectious agents.

Most hazardous waste is treated, converted to safe forms, stored, or otherwise disposed of on-site by generators such as chemical companies, oil refineries, and other large industrial facilities.

Hazardous waste can be treated by *chemical, thermal, biological, and physical, chemical, thermal, biological, and physical methods.*

Chemical methods include ion exchange, precipitation, oxidation and reduction, and neutralization. Thermal methods include high-temperature incineration, which not only can detoxify certain organic waste materials, but can also destroy them.

Special types of thermal equipment are used to incinerate waste in solid, liquid, or in a solid, liquid, or slurry state.

Hazardous waste management should go beyond landfilling and incineration. Industries should be encouraged to produce less hazardous waste in their production processes. While toxic waste cannot be completely eliminated, there are technologies available to minimize, recycle and treat the waste.

Lecture No. 5

Title: Disposal of hazardous and toxic, electronic and radioactive waste.

Determination of the toxicological profile and impact on human health and the environment. Identification of valuable components of e-waste resources. Promising methods and technologies for processing and utilization.

Lecture plan

1. The problem of accumulation of electronic and radioactive waste in Ukraine and the world.
2. Composition and classification of electronic and radioactive waste.
3. The negative impact of radioactive waste on the environment and the population.
4. E-waste management. Methods of radioactive waste management.
5. Conclusions.

References:

1. Закон України «Про відходи» (Із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 7 березня 2002 року № 3073 – III).
2. Радовенчик В. М., Гомеля М. Д., Радовенчик Я. В. Утилізація та рекуперація відходів / Підручник. — Київ: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 248 с.
3. Утилізація та рекуперація відходів: переробка відходів целюлозно-паперових виробництв [Текст]: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / В. В. Галиш, В. М. Радовенчик, Я. В. Радовенчик, М. Д. Гомеля; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 75 с.
4. M.M. Radomska, L.I. Pavliukh. Wastes utilization and recuperation: Guide to Laboratory works for students of specialty 101 “Ecology”. K.: NAU, 2021. 90 p.
5. Крашчі європейські практики управління відходами (посібник) / А. Войціховська, О. Кравченко, О. Мелень-Забрамна, М. Панькевич, [за заг. ред. О. Кравченко] – Видавництво Компанія “Манускрипт”. – Львів, 2019. – 64 с.

6. Управління та поводження з відходами. Частина 3. Полігони твердих побутових відходів: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А. Петрук Р.В. – Вінниця : ВІТУ, 2016. – 137 с.
7. Утилізація та рекуперація відходів. Навчальний посібник для денної і заочної форм навчання / В.М. Кропивний, О.В. Медведєва, А.В. Кропивна. Загальна редакція В.М. Кропивного. – Кропивницький: КОЛ, 2019. – 243 с.
8. Поводження з відходами: Курс лекцій. Для студентів денної форми навчання. Спеціальність 101 «Екологія» Освітньо-кваліфікаційний ступінь «магістр»/ Укладач: О.В. Рибалова. –Х: НУЦЗУ, 2016. – 530 с.
9. R.M. Kramarenko, L.I. Pavliukh. Utilization and recuperation of wastes: навчальний посібник. К.: НАУ, 2014. 240 с.
10. Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Клименко М.О. та ін. Управління та поводження з відходами: Підручник / За ред. проф. Т.А. Сафранова, проф. М.О. Клименка; Одеськ. Держ. Екологічний Університет. – Одеса, ТЕС 2012. – 272 с.
11. Організація ефективного поводження з відходами: як діяти органам місцевого самоврядування (посібник для органів місцевого самоврядування) / А. Войціховська, Н. Куць, М. Панькевич, Л. Тимошук / [за заг. ред. О. Кравченко] — Львів: Видавництво «Компанія “Манускрипт”», 2018. — 108 с.
12. Абашина К.О. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Утилізація промислових відходів» (для студентів 6 курсу денної форми навчання спеціальності 8.17020201 – Охорона праці (за галузями)) / К.О.Абашина, О.В.Хандогіна;Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім.О.М. Бекетова.–Харків : ХНУМГ ім.О.М. Бекетова, 2016. –58с.
13. Управління та поводження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. та ін. – Вінниця: ВІТУ, 2015. – 100 с.
14. ДБН України А.2.2.-2003 «Розміщення і проектування полігонів твердих побутових відходів» (проект).-К., 2003.
15. НАЦІОНАЛЬНА СТРАТЕГІЯ управління відходами в Україні до 2030 року (від 8 листопада 2017 р. № 820-р). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>.
16. Класифікатор відходів ДК 005-96. Чинний від 01.10.96 р. Із змінами і доповненнями, внесеними наказом Державного комітету України по стандартизації, метрології та сертифікації від 30 березня 2000 року N 252 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ips.ligazakon.net/document/FIN7371>.
17. Законодавство України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.rada.kiev.ua/>
18. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
19. Сучасне керування відходами відповідно до принципів циркулярної економіки, 2021. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zerowastekharkiv.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/posybnic-lekciye-book-5.pdf>
20. Методичні рекомендації розумного управління відходами спільнот, 2017. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://dzki.kyivcity.gov.ua/files/2018/7/10/Upravlinya_vidchodamy.pdf 7. Проект закону «Про управління відходами». [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=69033
21. Про відходи: Директива Європейського Парламенту та Ради 2008/98/ЄС. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/waste-framework-directive-2008-98-ec>
22. Про відходи: Директива 2006/12/ЄС від 05.04. 2006 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://old.minjust.gov.ua/file/33012.docx>

Relevance. Electronic equipment and its parts, most of which can be reused or recycled. But in reality, only 15-20% of electronics are recycled properly. The other 80% ends up in landfills and pollutes the environment. Electronic waste is growing three times faster than the world's population. The weight of old electrical and electronic devices that will be sent to landfill in 2021 will exceed 57 million tons. This is more than the weight of the Great Wall of China, the heaviest man-made object on the planet. This estimate was made by an international group of experts dealing with the problem of recycling waste electrical and electronic equipment (WEEE).

According to a 2019 report by the World Economic Forum, the value of e-waste globally is \$62.5 billion, which is more than the GDP of most countries. This waste includes cell phones, refrigerators, kettles, televisions, electronic toys, and sports equipment. All of them contain valuable, non-renewable resources.

Every year, 300 tons of gold ends up in the garbage, which is 11% of the world's annual production.

"There is 100 times more gold in a ton of mobile phones than in a ton of gold ore," says Rüdiger Kuer, director of the UN Sustainable Development Program.

Hundreds of tons of silver, copper, and other valuable components are also sent to waste. But in addition to valuable materials, millions of tons of toxic substances also end up in landfills: on average, 2.2 million tons of materials containing lead, mercury, cadmium and chromium, etc. are thrown away every year.

According to the UN Global E-Waste Monitor, in 2019, e-waste amounted to a record 53.6 million tons, or about 7.3 kg for every person on Earth (though some people produced 23 kg, and others 0.1 kg) (Fig. 4). By 2030, the annual volume may increase to 74.7 million tons, which is ten times the weight of the Cheops pyramid. Fig. 3 demonstrates e-waste composition data.

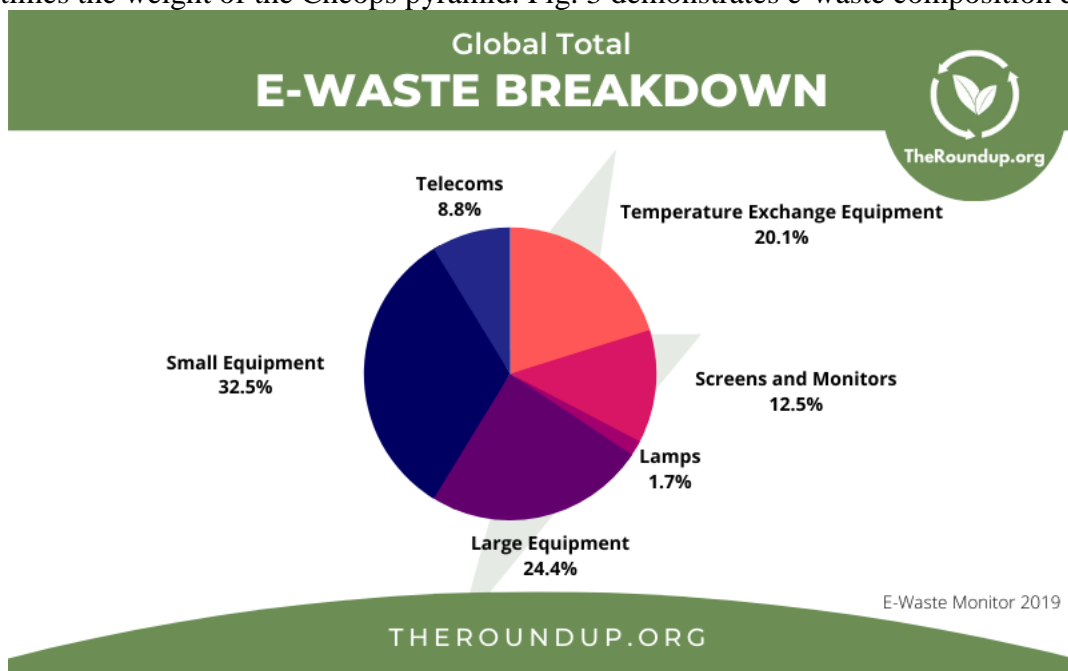


Fig. 3 E-waste Composition Data

Key terms and definitions. Electronic waste or e-waste is the type of waste that is currently growing the fastest. It includes: mobile phones, computer equipment, printers, household appliances, televisions, electronic boards, etc.

E-waste is toxic and contains a large number of hazardous substances: copper, lead, mercury, cadmium, nickel, polybrominated biphenyl ethers and polychlorinated biphenyls, which also have a negative impact on health.

E-waste contains not only hazardous substances but also precious metals such as gold, silver, copper, and platinum.

The first e-waste recycling system was launched in 1991 in Switzerland. Today, customers in this country can return all used devices to points of sale and other collection points free of

charge. And the total amount of recycled electronic waste there exceeds 10 kg per person per year. there are almost no effective methods for extracting valuable and rare metals. Environmentally safe recycling of discarded electronics is a complicated and expensive business. That's why less than 20% of electronic waste is recycled (fig. 4).

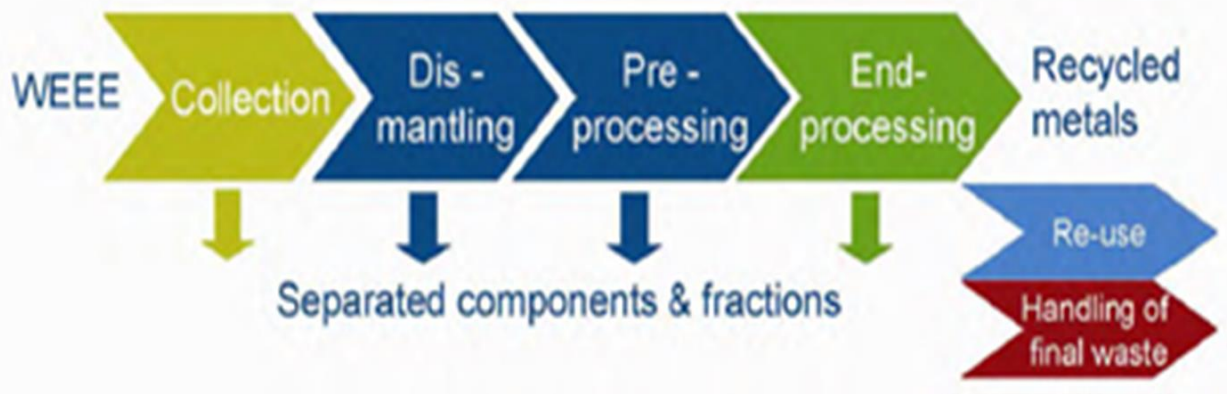


Fig. 4 E-waste Recycling Chain

There are several ways to improve the e-waste situation in Ukraine:

Buy durable devices and refuse to update gadgets annually if they work well;

Repair broken equipment;

Sell or donate appliances in working order that you do not use to those who need them;

Give faulty and used equipment to the Centralized Recycling Center for free disposal.

Relevance. The main producers of radioactive waste in Ukraine are nuclear power plants, uranium ore mining and processing enterprises, research centers, enterprises and organizations that use radioactive substances or ionizing radiation sources. The share of radioactive waste generated as a result of the Chernobyl accident reaches 95% of all radioactive waste in Ukraine.

Most radioactive waste is generated as a result of nuclear power plants (NPPs). Ukraine is among the top 10 countries by the number of operating power units.

Basic terms and definitions. According to the law, radioactive waste is material objects and substances whose activity (number of radioactive nucleus decays per unit of time) of radionuclides or radioactive contamination exceeds the limits established by applicable regulations, provided that the use of these objects and substances is not expected.

Sources of radioactive waste generation at nuclear power plants are:

- waste generated after equipment repairs or replacement, various tests;
- neutron activation products generated outside fuel elements;
- fission products that get from fuel elements into coolants, a certain part of which is periodically or continuously removed from the reactor;
- coolant leakage in the main reactor circuit due to defects in pipelines;
- gaseous and radioactive aerosol emissions associated with coolant evaporation due to violation of the integrity of the containment, gaseous fission products leaking into the coolant, primary water, and reactor masonry through micro cracks (especially in cases of destruction of fuel elements);

- waste after water purification in various reactor process systems;

- equipment, materials, used filters, radioactively contaminated waste, special clothing, etc.

Processing of liquid radioactive waste. Liquid radioactive waste or so-called drainages are liquid waste drainages, rinsing waters used for equipment and premises of the radiation controlled area, regeneration solutions, and ion exchange rinsing waters for special water treatment. Wastewater and special rinse water are sent for treatment to special-purpose water treatment facilities and for treatment of wastewater from radioactive contaminants, mechanical and chemical impurities to reduce the amount of radioactive waste:

- to ensure purification from mechanical impurities by precipitation;
- remove mechanical impurities by filtration on preliminary filters;
- to carry out a single-stage distillation with subsequent condensation and deaeration of the secondary steam;
- deep evaporation from ion-exchange impurities after distillation and deaeration as the final phase to obtain a pure distillate.

Processing of solidified radioactive waste. After conditioning, the cube is sent to the deep evaporation unit UGU-1-500 for further concentration. This unit is designed for treatment of liquid salt concentrates (cube residues) generated in the process of evaporation of radioactive drainage water from KhNPP water treatment facilities. The initial salt concentrate - salt melt after the USU-1-500 is placed in metal 200-liter barrels, where it is cooled to form a solidified cube.

The centrifugation product is a dehydrated filter material and sediment loaded into barrels and stored in the cages of the solid radioactive waste storage facility (SRSF).

At Khmelnytsky NPP, casks are stored in the solid radioactive waste storage facility and partially in a special auxiliary building and in armored concrete containers of the BB-cube type, which allows storing these casks outdoors without additional biological protection in a special place with limited personnel access. Due to its characteristics (water solubility), molten salt is not suitable for final disposal. Drums containing molten salt are subject to periodic monitoring.

Solid radioactive waste management: Solid radioactive waste is generated mainly as a result of preventive maintenance and repair work at the plant. Waste is sorted by aggregate state (solid or liquid) and activity (contaminated and uncontaminated). In turn, contaminated waste is sorted by activity group. Wet waste is dried at the point of generation; it is sorted and packaged according to its activity. Packaged waste is transported to a temporary waste storage facility (collection point).

Lecture No. 6

Title: Space debris utilization.

Concept and origin. Problems of space debris utilization.

Lecture plan

1. What is space debris. Causes of its occurrence and accumulation.
2. Types of space debris.
3. How dangerous is space debris?
4. Methods and ways to clean the orbit from debris.
5. Conclusions.

References:

1. Закон України «Про відходи» (Із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 7 березня 2002 року № 3073 – III).
2. Радовенчик В. М., Гомеля М. Д., Радовенчик Я. В. Утилізація та рекуперація відходів / Підручник. — Київ: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 248 с.
3. Утилізація та рекуперація відходів: переробка відходів целюлозно-паперових виробництв [Текст]: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / В. В. Галиш, В. М. Радовенчик, Я. В. Радовенчик, М. Д. Гомеля; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 75 с.
4. М.М. Radomska, L.I. Pavliukh. Wastes utilization and recuperation: Guide to Laboratory works for students of specialty 101 “Ecology”. К.: NAU, 2021. 90 p.

5. Кращі європейські практики управління відходами (посібник) / А. Войціховська, О. Кравченко, О. Мелень-Забрамна, М. Панькевич, [за заг. ред. О. Кравченко] – Видавництво Компанія “Манускрипт”. – Львів, 2019. – 64 с.
6. Управління та поводження з відходами. Частина 3. Полігони твердих побутових відходів: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А. Петрук Р.В. – Вінниця : ВИТУ, 2016. – 137 с.
7. Утилізація та рекуперація відходів. Навчальний посібник для денної і заочної форм навчання / В.М. Кропивний, О.В. Медведева, А.В. Кропивна. Загальна редакція В.М. Кропивного. – Кропивницький: КОЛ, 2019. – 243 с.
8. Поводження з відходами: Курс лекцій. Для студентів денної форми навчання. Спеціальність 101 «Екологія» Освітньо-кваліфікаційний ступінь «магістр»/ Укладач: О.В. Рибалова. –Х: НУЦЗУ, 2016. – 530 с.
9. R.M. Kramarenko, L.I. Pavliukh. Utilization and recuperation of wastes: навчальний посібник. К.: НАУ, 2014. 240 с.
10. Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Клименко М.О. та ін. Управління та поводження з відходами: Підручник / За ред. проф. Т.А. Сафранова, проф. М.О. Клименка; Одеськ. Держ. Екологічний Університет. – Одеса, ТЕС 2012. – 272 с.
11. Організація ефективного поводження з відходами: як діяти органам місцевого самоврядування (посібник для органів місцевого самоврядування) / А. Войціховська, Н. Куць, М. Панькевич, Л. Тимошук / [за заг. ред. О. Кравченко] — Львів: Видавництво «Компанія “Манускрипт”», 2018. — 108 с.
12. Абашина К.О. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Утилізація промислових відходів» (для студентів 6 курсу денної форми навчання спеціальності 8.17020201 – Охорона праці (за галузями)) / К.О.Абашина, О.В.Хандогіна;Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім.О.М. Бекетова.–Харків : ХНУМГ ім.О.М. Бекетова, 2016. –58с.
13. Управління та поводження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. та ін. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 100 с.
14. ДБН України А.2.2.-2003 «Розміщення і проектування полігонів твердих побутових відходів» (проект).-К., 2003.
15. НАЦІОНАЛЬНА СТРАТЕГІЯ управління відходами в Україні до 2030 року (від 8 листопада 2017 р. № 820-р). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>.
16. Класифікатор відходів ДК 005-96. Чинний від 01.10.96 р. Із змінами і доповненнями, внесеними наказом Державного комітету України по стандартизації, метрології та сертифікації від 30 березня 2000 року N 252 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ips.ligazakon.net/document/FIN7371>.
17. Законодавство України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.rada.kiev.ua/>
18. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
19. Сучасне керування відходами відповідно до принципів циркулярної економіки, 2021. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zerowastekharkiv.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/posybnic-lekciye-book-5.pdf>
20. Методичні рекомендації розумного управління відходами спільнот, 2017. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://dzki.kyivcity.gov.ua/files/2018/7/10/Upravlinya_vidchodamy.pdf 7. Проект закону «Про управління відходами». [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=69033
21. Про відходи: Директива Європейського Парламенту та Ради 2008/98/ЄС. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/waste-framework-directive-2008-98-ec>

22. Про відходи: Директива 2006/12/ЄС від 05.04. 2006 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://old.minjust.gov.ua/file/33012.docx>

Content of lecture

Relevance. Today, satellites play a significant role in our lives. Thanks to satellites, we can use mobile communications, the Internet, navigators, and predict the weather, the occurrence of cataclysms, or even the harvest. However, these satellites do not last forever and after their service life expires or they fail, they turn into space debris. The problem of near-Earth space pollution is becoming more and more urgent, and the methods of clearing orbit of space debris are becoming more and more science-intensive.

Basic terms and definitions. *Space debris or orbital debris* is uncontrolled objects of anthropogenic origin that no longer perform their functions and fly around the Earth or, to a lesser extent, around other planets. These objects of various origins pose a threat to spacecraft. There is a risk that the debris will begin to be crushed exponentially as a result of mutual collisions. There are about 19,000 objects orbiting the Earth. The sources of space debris are shown in Figure 5.

Most space debris are located in low Earth orbit, i.e. at an altitude of up to 2,000 kilometers above the surface. However, some of these objects are much higher, in geostationary orbit, located 35,786 kilometers above the equator. The altitude determines how long the space debris will exist: objects below 600 kilometers above the surface will fall and burn in the atmosphere in a few years, while above 1000 kilometers they can orbit the Earth for centuries. The highest concentration of debris is at an altitude of 750 to 1000 kilometers (fig. 5).

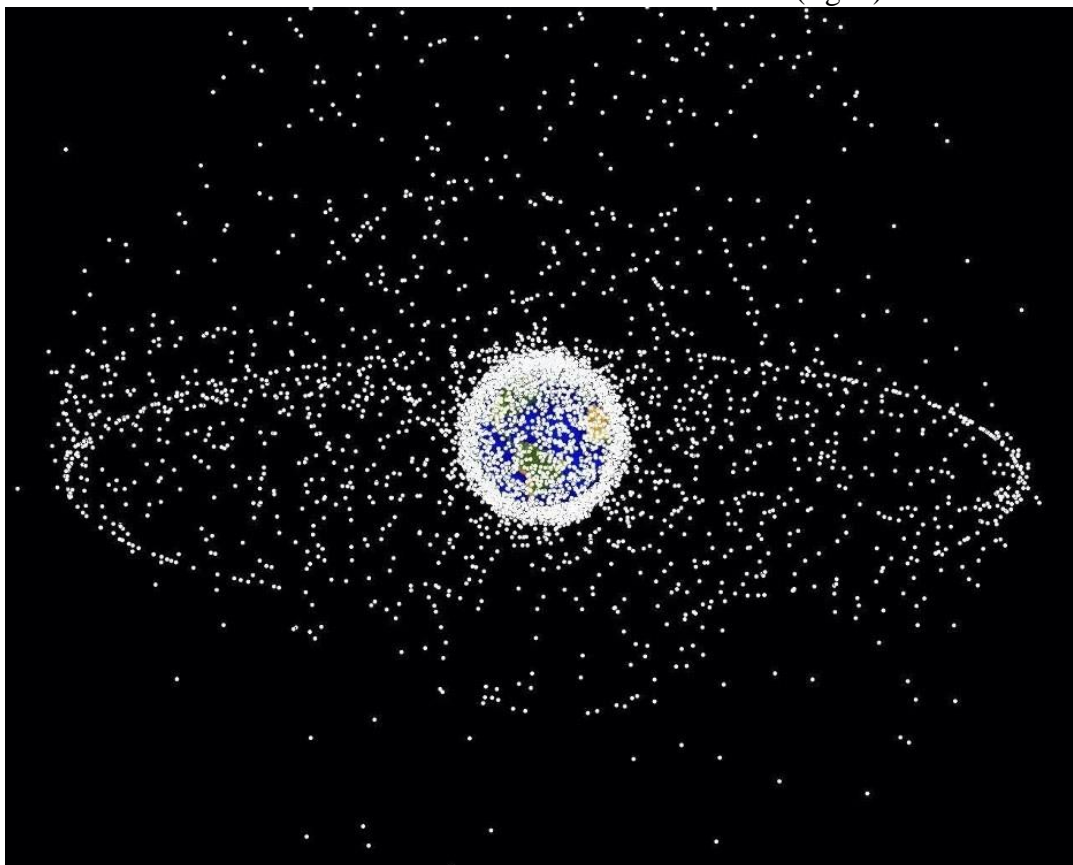


Fig. 5 Concentrations of space debris in low-Earth orbit and farther out in geostationary orbit Image: NASA

In low Earth orbit, space debris orbits our planet at a speed of about 7-8 kilometers per second. However, the average collision speed of one object with another is about 10-15 kilometers per second. This is 10 times the speed of a bullet. Consequently, collisions with even small fragments release a large amount of energy.

Spacecraft are constantly struck by very small orbiting objects up to a millimeter in size without significant damage, but fragments a millimeter or larger already pose a high risk. In addition, over time, a large number of collisions disable parts of the spacecraft.

Solar panels are the most affected, as they are constantly attacked by the smallest particles that are not available for monitoring. For example, the Hubble spacecraft is exposed to such an impact. In 2002, the European Space Agency replaced the telescope's solar panels and returned one of them to Earth. It clearly shows traces of almost a decade of bombardment with debris of various sizes. The risk of a catastrophic collision with debris for Hubble is about 1 in 185, and it has almost doubled since the early 2000s.

Researchers offer many ways to remove debris from orbit. For example, on March 20, 2021, the Japanese company Astroscale launched the ELSA-d mission. It has sent two satellites into orbit: a small "client" and a "staff" that will catch a smaller device. Over the next six months, the system will conduct three tests: The "personnel" will release the "client" and try to find it using GPS navigation and capture it using magnetic docking. This mission is intended to demonstrate such technology, but this solution is not suitable for small-sized garbage.

In 2018, the United Kingdom launched the RemoveDEBRIS satellite, which tested two other ways to remove space debris: using a net and a special harpoon. The Japan Aerospace Exploration Agency proposes to use a long cable to knock satellites out of orbit, so that they end up in the atmosphere and burn. The European Space Agency plans to launch the ClearSpace-1 mission in 2025, during which the satellite will try to capture the payload adapter left over from the Vega rocket.

Space debris remains an urgent problem whose consequences are already being felt. Space debris is a real environmental threat, a new anthropogenic factor that harms the planet. At the current stage of development, Ukraine is conducting research on the quantitative and qualitative characteristics of space debris. Currently, the most necessary strategy is to prevent the formation of new space debris, which can be achieved through proper design and safe operation of the spacecraft.

Lecture No. 7

Title: Solid household waste: methods of utilization.

Composition and problems of accumulation. Environmental problems of solid waste storage. Waste treatment for energy production. The main stages of plastic recycling and advanced recycling technologies.

Lecture plan

1. Current state of solid waste management: development potential.
2. Composition, properties and volumes of municipal solid waste.
3. Legislative and institutional framework for waste management in Ukraine and the world.
4. The main directions for improving the efficiency of the solid waste management system.
5. Conclusions.

References:

1. Закон України «Про відходи» (Із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 7 березня 2002 року № 3073 – III).
2. Радовенчик В. М., Гомеля М. Д., Радовенчик Я. В. Утилізація та рекуперація відходів / Підручник. — Київ: Видавничий дім «Кондор», 2021. — 248 с.
3. Утилізація та рекуперація відходів: переробка відходів целюлозно-паперових виробництв [Текст]: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / В. В. Галиш, В. М. Радовенчик, Я. В. Радовенчик, М. Д. Гомеля; КПІ ім. Ігоря Сікорського. — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. — 75 с.

4. М.М. Radomska, L.I. Pavliukh. Wastes utilization and recuperation: Guide to Laboratory works for students of specialty 101 "Ecology". К.: НАУ, 2021. 90 р.
5. Кращі європейські практики управління відходами (посібник) / А. Войціховська, О. Кравченко, О. Мелень-Забрамна, М. Панькевич, [за заг. ред. О. Кравченко] – Видавництво Компанія "Манускрипт". – Львів, 2019. – 64 с.
6. Управління та поводження з відходами. Частина 3. Полігони твердих побутових відходів: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А. Петрук Р.В. – Вінниця : ВІТУ, 2016. – 137 с.
7. Утилізація та рекуперація відходів. Навчальний посібник для денної і заочної форм навчання / В.М. Кропивний, О.В. Медведєва, А.В. Кропивна. Загальна редакція В.М. Кропивного. – Кропивницький: КОЛ, 2019. – 243 с.
8. Поводження з відходами: Курс лекцій. Для студентів денної форми навчання. Спеціальність 101 «Екологія» Освітньо-кваліфікаційний ступінь «магістр»/ Укладач: О.В. Рибалова. –Х: НУЦЗУ, 2016. – 530 с.
9. R.M. Kramarenko, L.I. Pavliukh. Utilization and recuperation of wastes: навчальний посібник. К.: НАУ, 2014. 240 с.
10. Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Клименко М.О. та ін. Управління та поводження з відходами: Підручник / За ред. проф. Т.А. Сафранова, проф. М.О. Клименка; Одеськ. Держ. Екологічний Університет. – Одеса, ТЕС 2012. – 272 с.
11. Організація ефективного поводження з відходами: як діяти органам місцевого самоврядування (посібник для органів місцевого самоврядування) / А. Войціховська, Н. Куць, М. Панькевич, Л. Тимошук / [за заг. ред. О. Кравченко] — Львів: Видавництво «Компанія "Манускрипт"», 2018. — 108 с.
12. Абашина К.О. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Утилізація промислових відходів» (для студентів 6 курсу денної форми навчання спеціальності 8.17020201 – Охорона праці (за галузями)) / К.О.Абашина, О.В.Хандогіна;Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім.О.М. Бекетова.–Харків : ХНУМГ ім.О.М. Бекетова, 2016. –58с.
13. Управління та поводження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. та ін. – Вінниця: ВІТУ, 2015. – 100 с.
14. ДБН України А.2.2.-2003 «Розміщення і проектування полігонів твердих побутових відходів» (проект).-К., 2003.
15. НАЦІОНАЛЬНА СТРАТЕГІЯ управління відходами в Україні до 2030 року (від 8 листопада 2017 р. № 820-р). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>.
16. Класифікатор відходів ДК 005-96. Чинний від 01.10.96 р. Із змінами і доповненнями, внесеними наказом Державного комітету України по стандартизації, метрології та сертифікації від 30 березня 2000 року N 252 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ips.ligazakon.net/document/FIN7371>.
17. Законодавство України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.rada.kiev.ua/>
18. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
19. Сучасне керування відходами відповідно до принципів циркулярної економіки, 2021. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zerowastekharkiv.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/posybnic-lekciye-book-5.pdf>
20. Методичні рекомендації розумного управління відходами спільнот, 2017. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://dzki.kyivcity.gov.ua/files/2018/7/10/Upravlinya_vidchodamy.pdf 7. Проект закону «Про управління відходами». [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=69033

21. Про відходи: Директива Європейського Парламенту та Ради 2008/98/ЄС. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/waste-framework-directive-2008-98-ec>

22. Про відходи: Директива 2006/12/ЄС від 05.04. 2006 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://old.minjust.gov.ua/file/33012.docx>

Content of lecture

Relevance. Every year, Ukraine generates 11-13 million tons of municipal solid waste (MSW). The annual amount of waste per capita is about 300 kg, with a significant difference in waste generation between urban and rural areas. An increase in waste generation is associated with an increase in living standards, given the correlation between the dynamics of GDP per capita and the levels of specific waste generation. According to various sources, the level of solid waste recycling in Ukraine ranges from 3 to 8%, while in the European Union it is up to 60% of solid waste¹. At the same time, more than 90% of solid waste is sent to landfills and unauthorized dumps. According to official estimates, 10,000 hectares of land are occupied by about 6,700 landfills and dumps, although unofficial figures may be even higher.

Key terms and definitions. *Municipal solid waste (MSW)*, commonly known as garbage or trash in the United States and rubbish in Britain, or solid household waste in Ukraine, is a type of waste consisting of everyday items discarded by the public. "Garbage" can also refer specifically to food waste, as in a landfill; the two are sometimes collected separately. In the European Union, the semantic definition is "mixed municipal waste", which has waste code 20 03 01 in the European Waste Catalogue. Although the waste may originate from several sources that have nothing to do with the municipality, the traditional role of municipalities in the collection and management of these types of waste has given rise to the special etymology of "municipal".

The composition of municipal solid waste varies considerably from municipality to municipality, and it changes significantly over time. In municipalities that have a well-developed waste recycling system, the waste stream mainly consists of waste that is difficult to recycle, such as plastic film and packaging materials that are not recyclable. In the early 20th century, the majority of municipal waste (53%) in the UK consisted of coal ash from open fires. In developed areas, without significant recycling, it is mainly food waste, market waste, yard waste, plastic containers and food packaging materials, and other miscellaneous solid waste from residential, commercial, institutional, and industrial sources. Thus, the composition of waste is mainly determined by the level of the economy of the whole country and the social status of a given settlement. Climate, time of year, traditions and the level of environmental education are also important.

Waste management technologies and methods. All measures related to the management of collected waste can be divided into seven main groups depending on the result and final product:

- 1) reuse/recycling of waste into raw materials and supplies;
- 2) use of waste for the production of organic fertilizers through fermentation (composting);
- 3) use of waste to produce heat and electricity;
- 4) anaerobic digestion to produce biogas;
- 5) direct combustion to generate heat and electricity, including in cogeneration plants;
- 6) waste disposal: minimizing the environmental impact of hazardous waste in the composition of solid waste through special treatment (including controlled incineration) to decontaminate hazardous substances;
- 7) disposal as a method of waste disposal at specially designated sites with measures aimed at minimizing the negative impact on the environment. Figure 6 shows the Integrated Waste Management Strategies.



Fig. 6 Integrated Waste Management Strategies

The Association Agreement (AA) between Ukraine and the European Union defines binding legal norms that the state must comply with. Art. 361 of Chapter 6 (Environment) of Title V (Economic and Sectoral Cooperation) provides for the preservation, protection, improvement and restoration of environmental quality, including, inter alia, waste and resource management. Ukraine's obligations to approximate its legislation to EU environmental legislation and policy should be fulfilled in accordance with Chapter 6 "Environment" of the AA. The necessary gradual approximation of Ukrainian legislation with EU environmental policy and law should be carried out in accordance with Annex XXX to Chapter 6 "Environment" of the Association Agreement in relation to waste management and resource management in the field of solid waste.

Lecture No. 8

Title: Organic waste: biomass as a source of energy.

Concept and sources of formation. Types of organic waste. Improvement of organic waste processing methods. Perspective directions of using secondary resources.

Lecture plan

1. What is organic waste?
2. Factors that affect the generation of organic waste.
3. The impact of organic waste on the environment and human health.
4. Methods and ways of utilization of organic waste.
5. Conclusions.

References:

1. Закон України «Про відходи» (Із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 7 березня 2002 року № 3073 – III).
2. Радовенчик В. М., Гомеля М. Д., Радовенчик Я. В. Утилізація та рекуперація відходів / Підручник. — Київ: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 248 с.
3. Утилізація та рекуперація відходів: переробка відходів целюлозно-паперових виробництв [Текст]: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / В. В. Галиш, В. М. Радовенчик, Я. В. Радовенчик, М. Д. Гомеля; КПП ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПП ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 75 с.
4. М.М. Radomska, L.I. Pavliukh. Wastes utilization and recuperation: Guide to Laboratory works for students of specialty 101 “Ecology”. К.: NAU, 2021. 90 p.
5. Кращі європейські практики управління відходами (посібник) / А. Войціховська, О. Кравченко, О. Мелень-Забрамна, М. Панькевич, [за заг. ред. О. Кравченко] – Видавництво Компанія “Манускрипт”. – Львів, 2019. – 64 с.

6. Управління та поводження з відходами. Частина 3. Полігони твердих побутових відходів: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А. Петрук Р.В. – Вінниця : ВІТУ, 2016. – 137 с.
7. Утилізація та рекуперація відходів. Навчальний посібник для денної і заочної форм навчання / В.М. Кропівний, О.В. Медведєва, А.В. Кропівна. Загальна редакція В.М. Кропівного. – Кропивницький: КОЛ, 2019. – 243 с.
8. Поводження з відходами: Курс лекцій. Для студентів денної форми навчання. Спеціальність 101 «Екологія» Освітньо-кваліфікаційний ступінь «магістр»/ Укладач: О.В. Рибалова. –Х: НУЦЗУ, 2016. – 530 с.
9. R.M. Kramarenko, L.I. Pavliukh. Utilization and recuperation of wastes: навчальний посібник. К.: НАУ, 2014. 240 с.
10. Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Клименко М.О. та ін. Управління та поводження з відходами: Підручник / За ред. проф. Т.А. Сафранова, проф. М.О. Клименка; Одеськ. Держ. Екологічний Університет. – Одеса, ТЕС 2012. – 272 с.
11. Організація ефективного поводження з відходами: як діяти органам місцевого самоврядування (посібник для органів місцевого самоврядування) / А. Войціховська, Н. Куць, М. Панькевич, Л. Тимошук / [за заг. ред. О. Кравченко] — Львів: Видавництво «Компанія “Манускрипт”», 2018. — 108 с.
12. Абашина К.О. Конспект лекцій навчальної дисципліни «Утилізація промислових відходів» (для студентів 6 курсу денної форми навчання спеціальності 8.17020201 – Охорона праці (за галузями)) / К.О.Абашина, О.В.Хандогіна;Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім.О.М. Бекетова.–Харків : ХНУМГ ім.О.М. Бекетова, 2016. –58с.
13. Управління та поводження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. та ін. – Вінниця: ВІТУ, 2015. – 100 с.
14. ДБН України А.2.2.-2003 «Розміщення і проектування полігонів твердих побутових відходів» (проект).-К., 2003.
15. НАЦІОНАЛЬНА СТРАТЕГІЯ управління відходами в Україні до 2030 року (від 8 листопада 2017 р. № 820-р). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>.
16. Класифікатор відходів ДК 005-96. Чинний від 01.10.96 р. Із змінами і доповненнями, внесеними наказом Державного комітету України по стандартизації, метрології та сертифікації від 30 березня 2000 року N 252 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ips.ligazakon.net/document/FIN7371>.
17. Законодавство України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.rada.kiev.ua/>
18. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
19. Сучасне керування відходами відповідно до принципів циркулярної економіки, 2021. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zerowastekharkiv.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/posybnic-lekciye-book-5.pdf>
20. Методичні рекомендації розумного управління відходами спільнот, 2017. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://dzki.kyivcity.gov.ua/files/2018/7/10/Upravlinya_vidchodamy.pdf 7. Проект закону «Про управління відходами». [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=69033
21. Про відходи: Директива Європейського Парламенту та Ради 2008/98/ЄС. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/waste-framework-directive-2008-98-ec>
22. Про відходи: Директива 2006/12/ЄС від 05.04. 2006 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://old.minjust.gov.ua/file/33012.docx>

Relevance. The problem of utilization and processing of plant residues is quite acute in our country. Plant residues, which are the main source of nutrient replenishment for natural soils, are often burned or, in some cases, even collected and taken to landfills despite the ban. In landfills, organic matter becomes extremely dangerous and causes greenhouse gases. And the smoke from burning leaves is harmful not only to the environment but also to the health of everyone around.

Basic terms and definitions. *Organic waste* refers to all substances that decompose naturally during part of their life cycle, i.e., plant and animal waste that is easily biodegradable.

Organic waste (kitchen, food, garden, and garden waste) makes up the largest mass fraction of household waste, exceeding 50% and 25-30% of the total waste. Organic waste that ends up in containers with mixed waste soaks and contaminates it, which prevents it from being sorted. Therefore, such waste should be collected in separate containers at the initial stage of its generation. The most effective way to manage organic waste is through composting and the production of vermicompost (Fig. 7).



Fig. 7 Organic Waste Recycling

- Composting reduces the use of synthetic fertilizers, which have a greater environmental impact and improve soil quality.
- By recycling organic waste, it is easier to obtain biogas, which is a kind of renewable energy source to bring our organic waste back to life.
- By preventing organic waste from going to landfills or incinerators, it can reduce environmental impact, odors, and save energy because it can be produced as biogas.
- Agriculture benefits from this high-quality compost, which has great nutritional value for plant growth. As for biogas, it significantly helps to reduce pollution and the use of other raw materials for energy consumption.

Module No. 2 "Waste management and treatment"

Lecture No. 1

Title: Waste management and treatment.

Basic definitions. Waste management system in Ukraine. Regulatory and legal framework of waste management.

Lecture plan

1. Waste management system in Ukraine.

2. Basic terms and definitions.
3. Basic principles of waste management.
4. Regulatory and legal regulation of waste management in Ukraine.
5. Conclusions.

References:

1. Закон України «Про відходи» (Із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 7 березня 2002 року № 3073 – III).
2. Радовенчик В. М., Гомеля М. Д., Радовенчик Я. В. Утилізація та рекуперація відходів / Підручник. — Київ: Видавничий дім «Кондор», 2021. — 248 с.
3. Утилізація та рекуперація відходів: переробка відходів целюлозно-паперових виробництв [Текст]: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / В. В. Галиш, В. М. Радовенчик, Я. В. Радовенчик, М. Д. Гомеля; КПІ ім. Ігоря Сікорського. — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. — 75 с.
4. М.М. Radomska, L.I. Pavliukh. Wastes utilization and recuperation: Guide to Laboratory works for students of specialty 101 “Ecology”. К.: НАУ, 2021. 90 p.
5. Кращі європейські практики управління відходами (посібник) / А. Войціховська, О. Кравченко, О. Мелень-Забрамна, М. Панькевич, [за заг. ред. О. Кравченко] – Видавництво Компанія “Манускрипт”. – Львів, 2019. – 64 с.
6. Управління та поведження з відходами. Частина 3. Полігони твердих побутових відходів: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А. Петрук Р.В. – Вінниця : ВІТУ, 2016. – 137 с.
7. Утилізація та рекуперація відходів. Навчальний посібник для денної і заочної форм навчання / В.М. Кропивний, О.В. Медведева, А.В. Кропивна. Загальна редакція В.М. Кропивного. – Кропивницький: КОЛ, 2019. – 243 с.
8. Поведження з відходами: Курс лекцій. Для студентів денної форми навчання. Спеціальність 101 «Екологія» Освітньо-кваліфікаційний ступінь «магістр»/ Укладач: О.В. Рибалова. –Х: НУЦЗУ, 2016. – 530 с.
9. R.M. Kramarenko, L.I. Pavliukh. Utilization and recuperation of wastes: навчальний посібник. К.: НАУ, 2014. 240 с.
10. Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Клименко М.О. та ін. Управління та поведження з відходами: Підручник / За ред. проф. Т.А. Сафранова, проф. М.О. Клименка; Одеськ. Держ. Екологічний Університет. – Одеса, ТЕС 2012. – 272 с.
11. Організація ефективного поведження з відходами: як діяти органам місцевого самоврядування (посібник для органів місцевого самоврядування) / А. Войціховська, Н. Куць, М. Панькевич, Л. Тимошук / [за заг. ред. О. Кравченко] — Львів: Видавництво «Компанія “Манускрипт”», 2018. — 108 с.
12. Абашина К.О. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Утилізація промислових відходів» (для студентів 6 курсу денної форми навчання спеціальності 8.17020201 – Охорона праці (за галузями)) / К.О.Абашина, О.В.Хандогіна;Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім.О.М. Бекетова.–Харків : ХНУМГ ім.О.М. Бекетова, 2016. –58с.
13. Управління та поведження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. та ін. – Вінниця: ВІТУ, 2015. – 100 с.
14. ДБН України А.2.2.-2003 «Розміщення і проектування полігонів твердих побутових відходів» (проект).-К., 2003.
15. НАЦІОНАЛЬНА СТРАТЕГІЯ управління відходами в Україні до 2030 року (від 8 листопада 2017 р. № 820-р). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>.

16. Класифікатор відходів ДК 005-96. Чинний від 01.10.96 р. Із змінами і доповненнями, внесеними наказом Державного комітету України по стандартизації, метрології та сертифікації від 30 березня 2000 року N 252 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ips.ligazakon.net/document/FIN7371>.
17. Законодавство України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.rada.kiev.ua/>
18. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
19. Сучасне керування відходами відповідно до принципів циркулярної економіки, 2021. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zerowastekharkiv.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/posybnic-lekciye-book-5.pdf>
20. Методичні рекомендації розумного управління відходами спільнот, 2017. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://dzki.kyivcity.gov.ua/files/2018/7/10/Upravlynya_vidchodamy.pdf 7. Проект закону «Про управління відходами». [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=69033
21. Про відходи: Директива Європейського Парламенту та Ради 2008/98/ЄС. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/waste-framework-directive-2008-98-ec>
22. Про відходи: Директива 2006/12/ЄС від 05.04. 2006 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://old.minjust.gov.ua/file/33012.docx>

Content of lecture

Relevance. The issue of changing conceptual approaches to waste management and the transition from waste disposal to prevention, reduction of waste generation and the introduction of sorting, recycling, and use of waste as material and energy resources are key to achieving a positive result in solving waste problems in Ukraine.

Key terms and definitions. *Waste management system* - the collection, transportation, recovery and disposal of waste, including the control of these operations, as well as the supervision of waste disposal sites, including operations performed by sellers and intermediaries. This definition was developed by the European Union in the Waste Framework Directive 2008/98/EC.

Waste prevention is the measures taken before a substance or product becomes waste. These measures are aimed at reducing the amount of waste, including the reuse of products or extending their life cycle, reducing the adverse impact of the generated waste on the environment, human health and reducing the content of harmful substances in materials or products.

An international waste management hierarchy has been developed:

- prevention of waste generation or minimization of waste generation, i.e., the greatest efforts should be directed at reducing the volume of waste generation and reducing the degree of its hazard,
- reuse,
- recycling or recovery of waste,
- composting,
- landfilling without energy recovery,
- landfilling with energy recovery.

The Directive obliges EU member states to develop and implement waste management plans based on the waste management hierarchy, the main thing is that the "polluter pays", the owner, previous owner or person who produces the goods should reimburse the costs of waste disposal, and the waste should be used as secondary raw materials.

In order to prevent or minimize waste generation, the following actions shall be taken

- reducing the number of items and materials sent for final disposal or burial;

- refusal from unnecessary packaging;
- purchasing only the required amount of items and materials;
- use of reusable or durable items instead of disposable items whenever possible.

Five basic principles of waste management:

1. It is better to prevent waste than to deal with it later. The state should create conditions for manufacturers to ensure that their products produce the minimum amount of waste that can end up in a landfill after use.

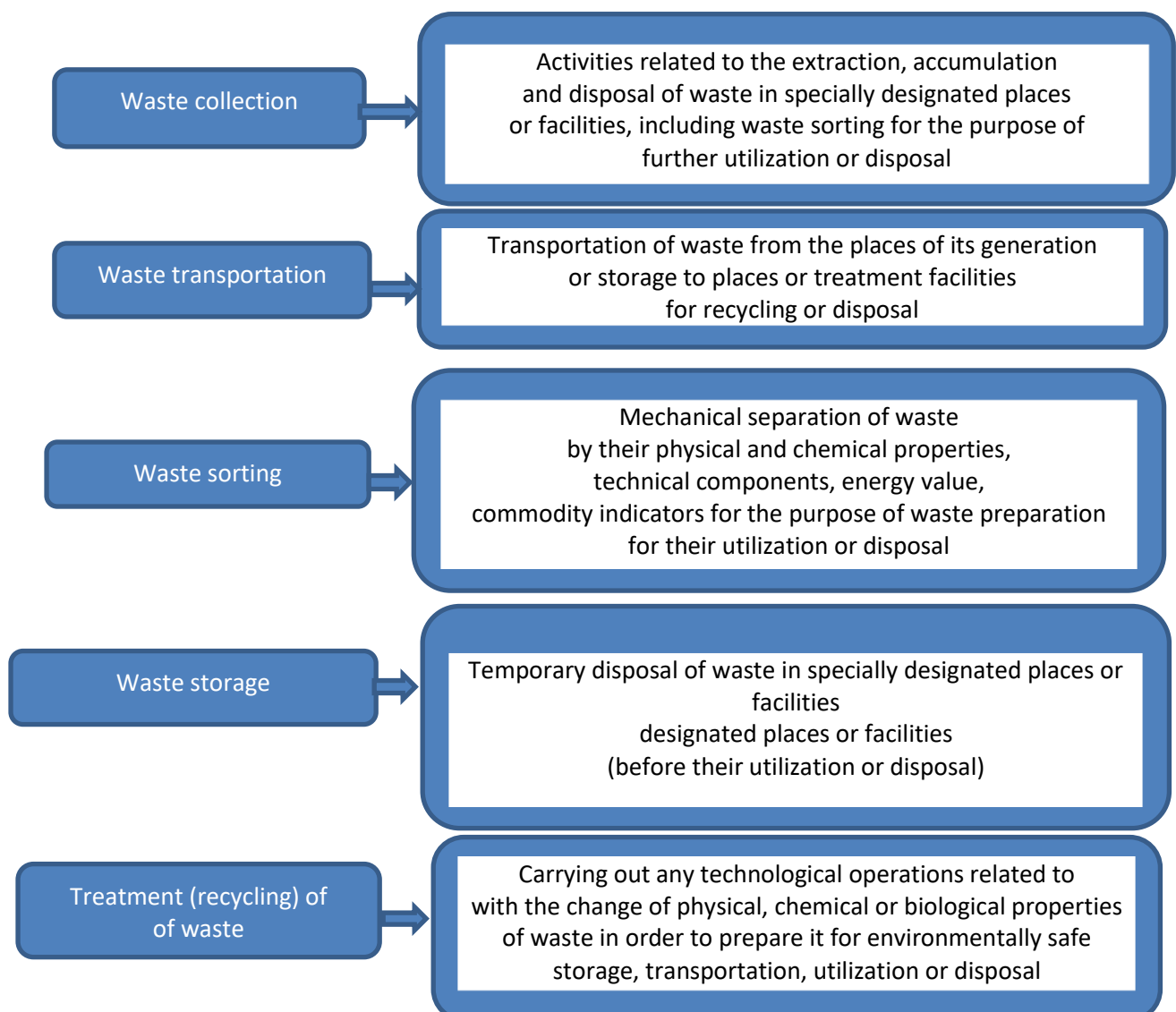
2. Reuse. This is the reuse of products or their components that have not become waste for the same purpose (e.g., auto parts, electrical appliances, furniture, clothing, etc.). Such things are collected in special centers where used goods are updated and sold on a second-hand basis.

3. Recycling, or the processing of waste material into another product. Glass, ferrous and non-ferrous metals, paper, textiles, plastic, and wood are recycled according to this principle. Sorting waste into fractions (glass, paper, metal, plastic) is necessary to facilitate recycling.

4. Waste to energy. Waste is converted into electricity and heat through incineration plants. Today, from 23% to 58% of municipal solid waste in the European Union is subject to incineration. Biogas plants operating at landfills or agricultural waste sites are also becoming widespread.

5. Landfilling. Only waste that cannot be disposed of in any other way should be disposed of at landfills. Modern landfills in the European Union are very different from the ones we are used to, as they involve a complex engineering system that prevents the penetration of harmful substances into the soil or groundwater.

Figure 8 shows the scheme of waste management in Ukraine.



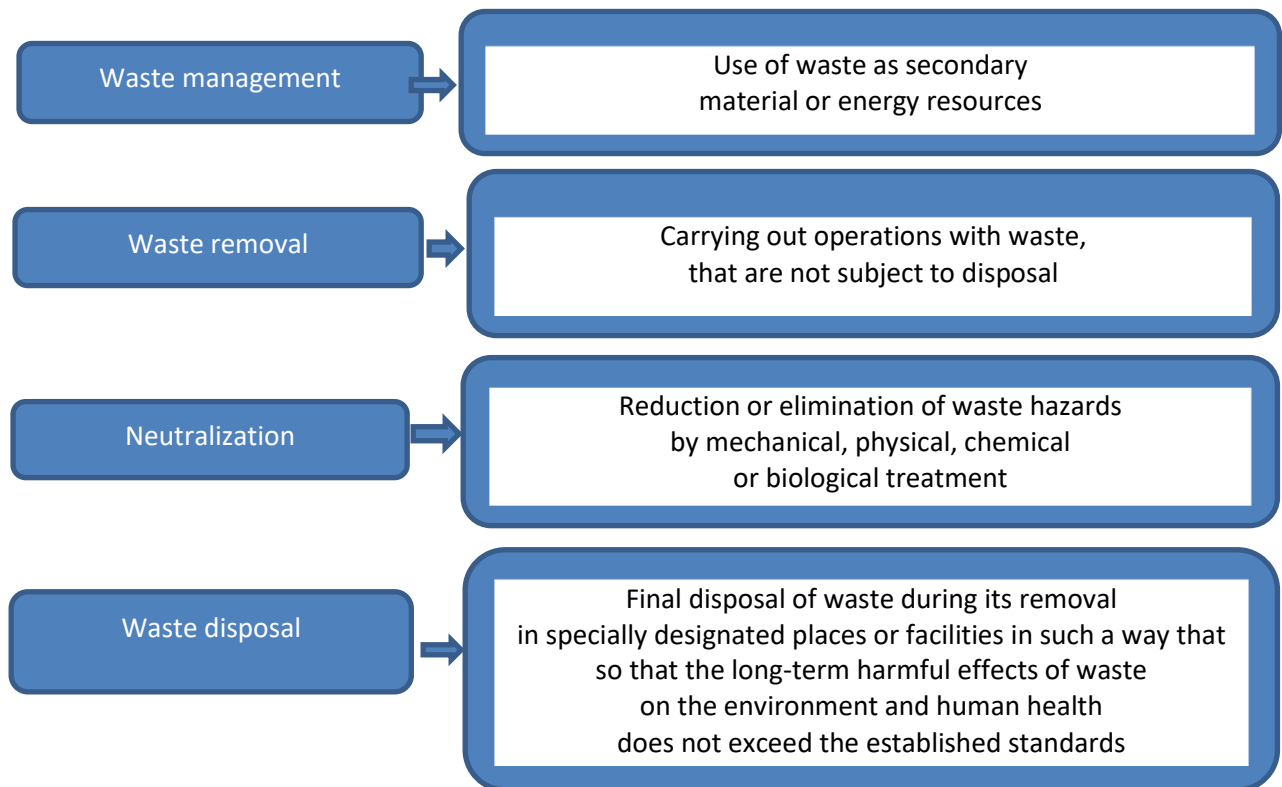


Fig. 8 List of waste management processes according to the Law of Ukraine "On Waste"

In the current conditions of institutional environment development, the regulatory mechanism created by the state in the context of transition to the concept of sustainable development to stimulate environmental protection activities of business entities plays an important role. This is in line with the Sustainable Development Strategy "Ukraine - 2020", which provides for the development and implementation of the Environmental Protection Program under the security vector. At present, the main problem in the field of environmental protection is recognized as the improvement of the industrial waste management system. The main steps to address this issue are set out in the UN Global Sustainable Development Goals 2030 document, which states that it is advisable to implement measures to manage waste processing, as well as prevent, reduce, recycle and reuse it. According to the 2016-2030 Sustainable Development Goals, ensuring openness, safety, resilience and environmental sustainability of cities, as well as transition to sustainable consumption and production models, can be achieved by significantly reducing the amount of waste by taking measures to prevent its generation, reduction, recycling and reuse. Ukrainian regulations contain a number of basic requirements for waste management that are in line with some European legislation. Thus, the Law of Ukraine "On Waste" generally takes into account the requirements of the Waste Framework Directive 75/442/EC and the Hazardous Waste Directive 91/689/EEC. As noted, waste and resource management is recognized as one of the important areas of cooperation on environmental protection, sustainable development and green economy (under the EU-Ukraine Association Agreement). Thus, the adoption of the Law of Ukraine "On Waste" and the "National Waste Management Strategy in Ukraine until 2030" launched a qualitatively new stage in the formation and development of the waste management system, taking into account international best practices. However, the process of developing the regulatory framework in Ukraine is controversial. National legislation is largely fragmented, incomplete or different from

the relevant EU legislation. There are shortcomings such as uncertainty in the prioritization of goals and insufficient integration of environmental issues in the sectoral strategy.

Monitoring of the existing gaps in the regulatory framework shows that many waste management issues in Ukraine remain unresolved, and certain aspects require further reform.

Priority areas for improving waste management include:

- ensuring safe disposal of non-recyclable waste by developing appropriate technologies, environmentally innovative methods, tools and means of waste management;
- promoting the creation of logistics infrastructure facilities;
- implementation of the entire list of waste management functions as a continuous process;
- development of a financial mechanism for the application of public-private partnerships based on attracting private investment and other extra-budgetary sources of funding in the field of waste management.

Lecture No. 2

Title: Solid waste management.

Methods of solid waste management. Organizational and social aspects of solid waste management in Ukraine.

Lecture plan

1. Quantitative and qualitative features of solid waste generation in Ukraine in comparison with other countries.
2. Existing practices of solid waste management in Ukraine.
3. Ecological, economic, organizational and social components of the solid waste management system.
4. Current regulatory framework for solid waste management, tariffs and payments in Ukraine.
5. Conclusions.

References:

1. Закон України «Про відходи» (Із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 7 березня 2002 року № 3073 – ІІІ).
2. Радовенчик В. М., Гомеля М. Д., Радовенчик Я. В. Утилізація та рекуперація відходів / Підручник. — Київ: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 248 с.
3. Утилізація та рекуперація відходів: переробка відходів целюлозно-паперових виробництв [Текст]: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / В. В. Галиш, В. М. Радовенчик, Я. В. Радовенчик, М. Д. Гомеля; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 75 с.
4. М.М. Radomska, L.I. Pavliukh. Wastes utilization and recuperation: Guide to Laboratory works for students of specialty 101 “Ecology”. К.: NAU, 2021. 90 p.
5. Кращі європейські практики управління відходами (посібник) / А. Войціховська, О. Кравченко, О. Мелень-Забрамна, М. Панькевич, [за заг. ред. О. Кравченко] – Видавництво Компанія “Манускрипт”. – Львів, 2019. – 64 с.
6. Управління та поводження з відходами. Частина 3. Полігони твердих побутових відходів: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А. Петрук Р.В. – Вінниця : ВІТУ, 2016. – 137 с.
7. Утилізація та рекуперація відходів. Навчальний посібник для денної і заочної форм навчання / В.М. Кропівний, О.В. Медведева, А.В. Кропівна. Загальна редакція В.М. Кропівного. – Кропивницький: КОЛ, 2019. – 243 с.
8. Поводження з відходами: Курс лекцій. Для студентів денної форми навчання. Спеціальність 101 «Екологія» Освітньо-кваліфікаційний ступінь «магістр»/ Укладач: О.В. Рибалова. –Х: НУЦЗУ, 2016. – 530 с.

9. R.M. Kramarenko, L.I. Pavliukh. Utilization and recuperation of wastes: навчальний посібник. К.: НАУ, 2014. 240 с.
10. Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Клименко М.О. та ін. Управління та поводження з відходами: Підручник / За ред. проф. Т.А. Сафранова, проф. М.О. Клименка; Одеськ. Держ. Екологічний Університет. – Одеса, ТЕС 2012. – 272 с.
11. Організація ефективного поводження з відходами: як діяти органам місцевого самоврядування (посібник для органів місцевого самоврядування) / А. Войціховська, Н. Куць, М. Панькевич, Л. Тимошук / [за заг. ред. О. Кравченко] — Львів: Видавництво «Компанія “Манускрипт”», 2018. — 108 с.
12. Абашина К.О. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Утилізація промислових відходів» (для студентів 6 курсу денної форми навчання спеціальності 8.17020201 – Охорона праці (за галузями)) / К.О.Абашина, О.В.Хандогіна;Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім.О.М. Бекетова.–Харків : ХНУМГ ім.О.М. Бекетова, 2016. –58с.
13. Управління та поводження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. та ін. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 100 с.
14. ДБН України А.2.2.-2003 «Розміщення і проектування полігонів твердих побутових відходів» (проект).-К., 2003.
15. НАЦІОНАЛЬНА СТРАТЕГІЯ управління відходами в Україні до 2030 року (від 8 листопада 2017 р. № 820-р). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>.
16. Класифікатор відходів ДК 005-96. Чинний від 01.10.96 р. Із змінами і доповненнями, внесеними наказом Державного комітету України по стандартизації, метрології та сертифікації від 30 березня 2000 року N 252 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ips.ligazakon.net/document/FIN7371>.
17. Законодавство України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.rada.kiev.ua/>
18. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
19. Сучасне керування відходами відповідно до принципів циркулярної економіки, 2021. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zerowastekharkiv.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/posybnic-lekciye-book-5.pdf>
20. Методичні рекомендації розумного управління відходами спільнот, 2017. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://dzki.kyivcity.gov.ua/files/2018/7/10/Upravlinya_vidchodamy.pdf 7. Проект закону «Про управління відходами». [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=69033
21. Про відходи: Директива Європейського Парламенту та Ради 2008/98/ЄС. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/waste-framework-directive-2008-98-ec>
22. Про відходи: Директива 2006/12/ЄС від 05.04. 2006 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://old.minjust.gov.ua/file/33012.docx>

Content of lecture

Relevance. Every year, Ukraine generates 11-13 million tons of municipal solid waste (MSW). The annual amount of waste per capita is about 300 kg, with a significant difference in waste generation between urban and rural areas. An increase in waste generation is associated with an increase in living standards, given the correlation between the dynamics of GDP per capita and the levels of specific waste generation. According to various sources, the level of solid waste recycling in Ukraine ranges from 3 to 8%, while in the European Union it is up to 60%. At the same time, more than 90% of solid waste is sent to landfills and unauthorized dumps. According to official estimates, 10,000 hectares of land are occupied by about 6,700 landfills and dumpsites, although unofficial figures may be even higher.

Key terms and definitions. *Municipal solid waste (MSW)* is waste generated in the course of human activity and accumulated in residential buildings, public, educational, medical, commercial, and other institutions. According to the more commonly used classification, solid waste can be called consumption waste, i.e., it is the waste generated both in households and in the public utilities sector as a whole.

Utilization is the use of something for benefit (from the Latin word “utilis”).

Reuse (recycling) is the production of new products of the same or similar type from used finished products by processing them (e.g., paper from waste paper, metal from scrap metal, etc.) The use of solid waste as an input product for another production is also a type of reuse.

Secondary material resources (SMR) are a set of all types of waste that can be used as primary and secondary raw materials for new products. Real secondary material resources are those for which effective methods and facilities for processing have been created and a market has been secured. Potential SMR are types of secondary resources that are not included in the group of real ones.

Morphological composition. MSW includes the following components: paper, cardboard 20...30%, food waste 28...45%, wood 1.5...4%, ferrous metal 1.5...4.5%, non-ferrous metal 0.2...0.3%, textiles 4... 7%, bones 0.5...2%, glass 3...8%, leather, rubber, footwear 1...4%, stones, earthenware 1...3%, plastic 1.5...5%, garbage (< 15 mm) 7...18%, other 1...3% (Fig. 9). The percentage ratios of the morphological composition of MSW are very conditional, since the ratio of components is influenced by the degree of improvement of the housing stock, seasons, climatic and other conditions. The content of paper, plastics, foil, various kinds of cans, plastic films and other packaging is constantly increasing in the composition of solid waste. Seasonal fluctuations in food waste are particularly large from 28% in spring to 45% or more in summer and fall. Food waste includes potato peelings, waste vegetables, fruits, bread and bakery products, meat and fish waste, eggshells, etc. They contain starch, fats, proteins, carbohydrates, fiber, and vitamins. The humidity of food waste ranges from 60...70% in spring to 80...85% in summer and autumn. The moisture content of food waste from restaurants, canteens and other food service facilities reaches 95%. Ballast impurities of food waste are represented by bones, broken glass and earthenware, metal lids and cans. In order to preserve and reuse food waste, it should be stored at a temperature of $t \geq 6...7$ °C for no more than 10 hours in summer and at the same temperature for up to 30 hours in winter. Food waste containers should be washed with a 2% soda ash solution or bleach solution containing 2% active chlorine and then rinsed with clean water. Fractional composition. The bulk of solid waste is represented by fractions up to 150 mm (80...90%) and only less than 2% (ballast impurities) are represented by fractions larger than 350 mm. Composition of municipal solid waste (fig. 9).

Municipal Solid Waste

SINO BALER[®]
YOUR BALING SOLUTION

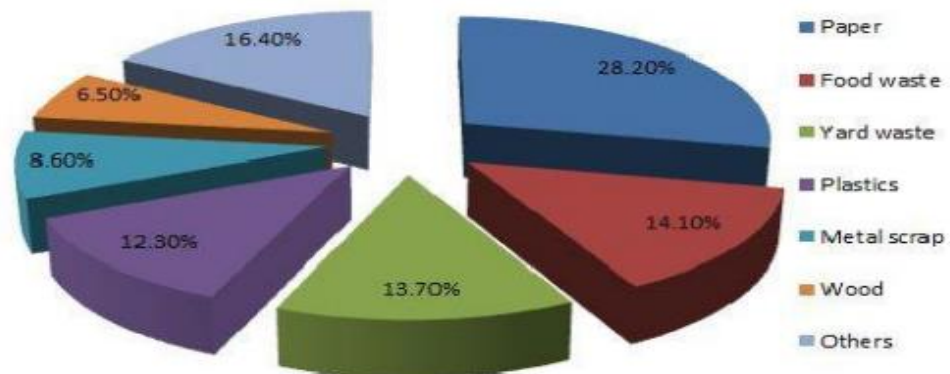


Fig. 9 Composition of Municipal Solid Waste

Since the 2000s, the government has adopted a number of legislative and regulatory acts aimed at systematizing waste management policy and achieving two goals: reducing negative environmental impact and increasing resource and energy efficiency.

1. The Law of Ukraine "On Waste", as amended, and the recently approved Solid Waste Management Program are aimed at developing recycling technologies and minimizing waste generation. The law prohibits the disposal of unprocessed waste to landfills starting from January 1, 2018.

2. According to the new rules for solid waste management, local authorities and citizens are obliged to organize separate waste collection. In 2013, fines were established for households for non-compliance with this rule.

3. The CMU decided to introduce a compensation mechanism for packaging and packaging waste recycling with defined targets (35% for packaging recycling starting from 2011).

4. An environmental tax is to be introduced, with the collected funds to be used to reimburse the costs of environmental restoration in case of operation of landfills (i.e., the "polluter pays" principle is to be applied).

5. The long-term goal of this sector is to achieve the EU waste treatment standards, which are partially already binding under the EU-Ukraine Association Agreement.

This will require the following steps:

- Ensuring environmentally safe solid waste management (in particular, compliance with the requirements for landfills)

- Implementation of a hierarchy of solid waste management, according to which preference is given to the prevention of solid waste generation and its recycling over incineration and disposal;

- full application of the "polluter pays" principle;

- gradual achievement of targets for separate waste collection and recycling of the most important fractions to be reused;

- achievement of separate waste collection and recycling rates of 60 and 50% of the total amount of solid waste, respectively, are among the most important targets;

- Ensuring the recycling of packaging and packaging waste at the level of 55% in accordance with the EU Packaging Materials Directive No. 94/62/EC and the recycling of construction waste at the level of 70% in accordance with Directive No. 2008/98/EC.

**Title: Operation of landfills and organization of monitoring in the waste disposal area.
Operation of landfills. Solid waste storage at the landfill. Collection, treatment and disposal of leachate.**

Lecture plan

1. Operation of landfills. Requirements for the placement of landfills.
2. Storage of solid waste at the landfill.
3. Increasing the level of environmental safety of landfills by cleaning and neutralizing leachate.
4. Measures to minimize the impact of solid waste landfills on the environment.
5. Conclusions.

References:

1. Закон України «Про відходи» (Із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 7 березня 2002 року № 3073 – III).
2. Радовенчик В. М., Гомеля М. Д., Радовенчик Я. В. Утилізація та рекуперація відходів / Підручник. — Київ: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 248 с.
3. Утилізація та рекуперація відходів: переробка відходів целюлозно-паперових виробництв [Текст]: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / В. В. Галиш, В. М. Радовенчик, Я. В. Радовенчик, М. Д. Гомеля; КПП ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПП ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 75 с.
4. М.М. Radomska, L.I. Pavliukh. Wastes utilization and recuperation: Guide to Laboratory works for students of specialty 101 “Ecology”. К.: НАУ, 2021. 90 p.
5. Кращі європейські практики управління відходами (посібник) / А. Войціховська, О. Кравченко, О. Мелень-Забрамна, М. Панькевич, [за заг. ред. О. Кравченко] – Видавництво Компанія “Манускрипт”. – Львів, 2019. – 64 с.
6. Управління та поводження з відходами. Частина 3. Полігони твердих побутових відходів: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А. Петрук Р.В. – Вінниця : ВИТУ, 2016. – 137 с.
7. Утилізація та рекуперація відходів. Навчальний посібник для денної і заочної форм навчання / В.М. Кропивний, О.В. Медведева, А.В. Кропивна. Загальна редакція В.М. Кропивного. – Кропивницький: КОЛ, 2019. – 243 с.
8. Поводження з відходами: Курс лекцій. Для студентів денної форми навчання. Спеціальність 101 «Екологія» Освітньо-кваліфікаційний ступінь «магістр»/ Укладач: О.В. Рибалова. –Х: НУЦЗУ, 2016. – 530 с.
9. R.M. Kramarenko, L.I. Pavliukh. Utilization and recuperation of wastes: навчальний посібник. К.: НАУ, 2014. 240 с.
10. Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Клименко М.О. та ін. Управління та поводження з відходами: Підручник / За ред. проф. Т.А. Сафранова, проф. М.О. Клименка; Одеськ. Держ. Екологічний Університет. – Одеса, ТЕС 2012. – 272 с.
11. Організація ефективного поводження з відходами: як діяти органам місцевого самоврядування (посібник для органів місцевого самоврядування) / А. Войціховська, Н. Куць, М. Панькевич, Л. Тимошук / [за заг. ред. О. Кравченко] — Львів: Видавництво «Компанія “Манускрипт”», 2018. — 108 с.
12. Абашина К.О. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Утилізація промислових відходів» (для студентів 6 курсу денної форми навчання спеціальності 8.17020201 – Охорона праці (за галузями)) / К.О.Абашина, О.В.Хандогіна;Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім.О.М. Бекетова.–Харків : ХНУМГ ім.О.М. Бекетова, 2016. –58с.
13. Управління та поводження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. та ін. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 100 с.

14. ДБН України А.2.2.-2003 «Розміщення і проектування полігонів твердих побутових відходів» (проект).-К., 2003.
15. НАЦІОНАЛЬНА СТРАТЕГІЯ управління відходами в Україні до 2030 року (від 8 листопада 2017 р. № 820-р). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>.
16. Класифікатор відходів ДК 005-96. Чинний від 01.10.96 р. Із змінами і доповненнями, внесеними наказом Державного комітету України по стандартизації, метрології та сертифікації від 30 березня 2000 року N 252 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ips.ligazakon.net/document/FIN7371>.
17. Законодавство України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.rada.kiev.ua/>
18. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
19. Сучасне керування відходами відповідно до принципів циркулярної економіки, 2021. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zerowastekharkiv.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/posybnic-lekciye-book-5.pdf>
20. Методичні рекомендації розумного управління відходами спільнот, 2017. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://dzki.kyivcity.gov.ua/files/2018/7/10/Upravlynya_vidchodamy.pdf 7. Проект закону «Про управління відходами». [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=69033
21. Про відходи: Директива Європейського Парламенту та Ради 2008/98/ЄС. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/waste-framework-directive-2008-98-ec>
22. Про відходи: Директива 2006/12/ЄС від 05.04. 2006 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://old.minjust.gov.ua/file/33012.docx>

Content of lecture

Relevance. Collection of household waste. About 78% of the population of Ukraine is covered by household waste collection services. The worst coverage of household waste collection services is in Volyn Oblast (61%), Cherkasy Oblast and Odesa Oblast (63%). Thanks to the introduction of separate household waste collection in 1181 settlements, the operation of 26 waste sorting lines, 1 waste incineration plant and 3 waste incinerators, about 6.2% of household waste was recycled and utilized, of which: 2% was incinerated, and 4.2% of household waste was sent to recycling centers and waste processing plants.

Household waste landfills. The number of overloaded landfills is 256 (4.2%), and 984 (16%) do not meet environmental safety standards (Figure 10). The certification and reclamation of landfills is not being carried out properly. Out of the 1991 landfills that require certification, 157 were actually certified in 2018 (30% of the total number of landfills need to be certified). The largest number of landfills requiring certification is in Chernihiv Oblast - 77% of the total number of landfills in the oblast and Zaporizhzhia Oblast - 73%. Out of 543 landfills that require reclamation, 74 have actually been reclaimed (7.7% of the total). The largest number of landfills in need of reclamation is in Zakarpattia Oblast - 67% of the total number of landfills in the oblast and in Kyiv. The need for the construction of new landfills is over 421 units. The greatest need for the construction of new landfills is in Dnipropetrovska oblast - 55 units, and Zakarpattia oblast - 44 units. Due to the inadequate solid waste management system in settlements, usually in the private sector, 26.6 thousand unauthorized landfills covering an area of 0.75 thousand hectares are discovered annually, of which 26 thousand unauthorized landfills covering an area of 0.68 thousand hectares were eliminated in 2018.

Key terms and definitions. A *landfill* is an engineering structure designed for the disposal of household waste and must prevent negative impact on the environment and comply with sanitary, epidemiological and environmental standards.

In accordance with the State Building Code of Ukraine B.2.4-2-2005 "Solid Waste Landfills", a landfill site should be selected on a territorial basis, in accordance with the sanitation scheme of a city or region and the district planning project or the master plan of a populated city.

Leachate is a liquid component of solid waste that is highly contaminated.

Landfills are located:

- in areas where it is possible to take measures and implement engineering solutions that prevent environmental pollution, the development of hazardous geological processes or other negative processes and phenomena;

- on non-agricultural lands unsuitable for agriculture, of deteriorated quality, not occupied by green spaces (especially forests of the 1st group);

- on plots adjacent to urban areas, if they are not included in residential development in accordance with the master plan for the development of the city for the next 25 years, as well as for future development;

- taking into account the wind rose in relation to residential development, recreation areas and other places of mass stay of the population outside the sanitary protection zone;

- outside the areas of possible impact on water intakes, surface waters, nature reserves, resorts, etc;

- in areas characterized by natural protection of groundwater from pollution;

- outside of cities;

at a distance of at least:

- 15 km - from airports and various airfields;

- 3000 m - from the boundary of a resort town, open water bodies for economic purposes, objects used for cultural and recreational purposes, nature reserves, resting places for migratory birds, and the sea coast;

- 1000 m - from the city limits;

- 500 m - from residential and public buildings (sanitary protection zone);

- 200 m - from agricultural land and from roads and railways of the general network;

- 50 m - from the border of the forest and forest plantations not intended for recreational purposes.

The distances from the above objects may be adjusted based on modeling data or calculations of the landfill's environmental impact, with mandatory approval from local environmental control authorities and institutions of the state sanitary and epidemiological service.

Landfills are not allowed:

- in the areas of mineral resources and territories with mine workings without the consent of

- in hazardous areas of rock dumps of various mines or processing plants;

- in areas of active karst;

- in the areas of tectonic faults, landslides, mudflows, avalanches, flooding and other dangerous geological processes, as well as in areas of seasonal flooding;

- in wetlands;

- in the areas of groundwater recharge and surface outflow;

- in water protection zones;

- in sanitary protection zones of resorts;

- in areas of mineral water formation and use;

- on the territories of zones I, II of the sanitary protection belt of drinking and mineral water intakes;

- on the lands occupied or intended for occupation by forests, forest parks, other green spaces that perform protective functions and are places of mass recreation;

The site for landfills should be selected on a territorial basis, in accordance with the sanitary cleaning scheme of the city or region and the planning project or regional plan of the settlement. Approval of sites for waste management facilities (except for hazardous waste) is the

responsibility of regional state administrations in the field of waste management in accordance with Article 20. of the Law of Ukraine "On Waste". A landfill that has been put into operation must have a corresponding passport for the waste disposal site in accordance with the Procedure for Maintaining the Register of Waste Disposal Sites approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 03.08.98 No. 1216.

The choice of leachate treatment and disposal method for landfill leachate is influenced by its quantity, composition and properties. Landfill leachates are distinguished by the variety of pollutants they contain, including heavy metals, halogenated substances, organic substances, nitrogen in various forms, solvents, salts, etc. Experts note that it is more difficult to neutralize leachate than to treat sewage: leachate can have 200 times higher chemical oxygen demand (COD), and its composition and volume vary over a wide range both over the years and over the seasons. Quite often, technologies developed to treat leachate from one landfill lose their effectiveness as it ages and cannot always be applied to another landfill.

In general, the methods of treatment of landfill leachate are grouped into subgroups: sewage (discharge into the sewer for further co-treatment with domestic wastewater and delivery to the landfill surface in a closed cycle); biological treatment (aerobic and anaerobic); chemical and physical treatment (chemical precipitation, chemical oxidation, adsorption using activated carbon, reverse osmosis, etc.) Distillation of leachate from landfills into sewer networks for further neutralization with municipal wastewater is the most common method. The main difficulties encountered in this process are related to the high concentration of organic and inorganic components present in leachates from both new and old landfills. Co-treatment of leachate with domestic wastewater is allowed only in cases where the volume of leachate does not exceed 5% of the wastewater supply to the treatment plant. With large volumes of pumped leachate, the quality of wastewater treatment deteriorates and corrosion of the treatment plant components increases. High concentrations of heavy metals in the leachate can impede or even completely eliminate the possibility of using sewage sludge as fertilizer in agriculture. The technology of distributing the collected leachate over the surface of the stored material is widespread. In recent years, methods of biological leachate treatment have been widely used abroad. They are divided into aerobic and anaerobic, depending on whether oxygen is present in the biological treatment medium or not. In aerobic treatment, organic pollutants are converted into carbon dioxide and water, and solid bioproducts are returned to the filtrate, while in anaerobic treatment, organic matter is converted into biogas, consisting mainly of carbon dioxide and methane, and the solid phase is sludge. In Germany, several large aerobic landfill leachate treatment plants have been built and are in operation with a capacity of about 4000 m³/day. The operating mode and the way the leachate was fed to the plants had a BOD ratio of: N: P = 100: 5: 1. Anaerobic leachate treatment provides a microbiological anaerobic process in the landfill and is most effective in conditions of high concentrations of organic matter, which are typical for new landfills. If it is necessary to reduce the content of heavy metals in the sludge obtained from the biological treatment of leachate from landfills and landfills, additional treatment is carried out using chemical and physical methods. Lime or alumina is usually used to precipitate pollutants during chemical and physical leachate treatment. In this case, the filtrate is clarified as a result of the enlargement of small suspended solid particles and the removal of heavy cations. At the same time, a large amount of sediment is released, and COD is reduced by no more than 40%. The harmful substances in landfill leachate are different in nature, and their composition is very large. Therefore, it is impossible to completely clean the leachate using only one method. The need to use different leachate treatment methods in combination is also associated with the constant tightening of requirements for the quality of wastewater treatment before it is discharged into sewers and water bodies. The choice of a treatment method or their combination is preceded by the most complete study of the composition of the resulting leachate. In Japan, in the 70s, landfill leachate treatment technologies became much more complicated due to the tightening of environmental requirements. Landfill leachate there is subjected to complete biological treatment, including denitrification, treatment to remove heavy metals, and adsorption

neutralization using activated carbon. About 1000 landfills are equipped with such treatment facilities. In Switzerland, landfill leachate treatment systems using plants are increasingly being used. For example, since 1989, one of the landfills in the Lake Constance region has been operating a plant with marsh plants capable of absorbing and concentrating heavy metals, phenols, phosphates, pesticides, and oil products. The resulting contaminated biomass is then processed as a valuable raw material.

Solid waste landfills are special facilities designed to isolate and neutralize solid waste and must ensure the sanitary and epidemiological safety of the population. Landfills should ensure the static stability of solid waste, taking into account the dynamics of compaction, mineralization, gas emission, maximum load per unit area, and the possibility of rational use of the site after the landfill is closed. However, the vast majority of landfills in Ukraine do not meet sanitary standards. As a result of these mistakes, a large number of environmental problems have arisen. Namely, groundwater contamination by leachate from these landfills, infiltration of contaminated water into underground aquifers, and migration of contaminants along with underground flow. The most vulnerable components of the environment are groundwater and surface water, rocks in the aeration zone, and atmospheric air. Preventing the risk of environmental pollution from landfills and dumpsites depends on knowledge of the patterns of migration of chemical elements and organic compounds. It should be noted that the processes occurring at landfills and dumpsites in different periods of their existence remain poorly understood and are of great interest for further research.

Lecture No. 4

Title: Industrial technologies for sanitary cleaning of cities and towns.

Composition and properties of waste, which are taken into account when choosing an industrial technology for solid waste treatment.

Lecture plan

1. Composition and content of the scheme of sanitary cleaning of settlements (DBN B.2.2.6:2013).
2. Characterization of the territory of the settlement as an object of sanitary cleaning. Technical and economic assessment of the state of sanitation.
3. Measures for the removal, processing, neutralization, and disposal of household and industrial waste.
4. Measures to minimize the impact of household waste management facilities on the environment.
5. Conclusions.

References:

1. Закон України «Про відходи» (Із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 7 березня 2002 року № 3073 – III).
2. Радовенчик В. М., Гомеля М. Д., Радовенчик Я. В. Утилізація та рекуперація відходів / Підручник. — Київ: Видавничий дім «Кондор», 2021. — 248 с.
3. Утилізація та рекуперація відходів: переробка відходів целюлозно-паперових виробництв [Текст]: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / В. В. Галиш, В. М. Радовенчик, Я. В. Радовенчик, М. Д. Гомеля; КПІ ім. Ігоря Сікорського. — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. — 75 с.
4. M.M. Radomska, L.I. Pavliukh. Wastes utilization and recuperation: Guide to Laboratory works for students of specialty 101 “Ecology”. K.: NAU, 2021. 90 p.
5. Кращі європейські практики управління відходами (посібник) / А. Войціховська, О. Кравченко, О. Мелень-Забрамна, М. Панькевич, [за заг. ред. О. Кравченко] – Видавництво Компанія “Манускрипт”. – Львів, 2019. – 64 с.

6. Управління та поводження з відходами. Частина 3. Полігони твердих побутових відходів: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А. Петрук Р.В. – Вінниця : ВІТУ, 2016. – 137 с.
7. Утилізація та рекуперація відходів. Навчальний посібник для денної і заочної форм навчання / В.М. Кропивний, О.В. Медведєва, А.В. Кропивна. Загальна редакція В.М. Кропивного. – Кропивницький: КОЛ, 2019. – 243 с.
8. Поводження з відходами: Курс лекцій. Для студентів денної форми навчання. Спеціальність 101 «Екологія» Освітньо-кваліфікаційний ступінь «магістр»/ Укладач: О.В. Рибалова. –Х: НУЦЗУ, 2016. – 530 с.
9. R.M. Kramarenko, L.I. Pavliukh. Utilization and recuperation of wastes: навчальний посібник. К.: НАУ, 2014. 240 с.
10. Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Клименко М.О. та ін. Управління та поводження з відходами: Підручник / За ред. проф. Т.А. Сафранова, про. М.О. Клименка; Одеськ. Держ. Екологічний Університет. – Одеса, ТЕС 2012. – 272 с.
11. Організація ефективного поводження з відходами: як діяти органам місцевого самоврядування (посібник для органів місцевого самоврядування) / А. Войціховська, Н. Куць, М. Панькевич, Л. Тимошук / [за заг. ред. О. Кравченко] — Львів: Видавництво «Компанія “Манускрипт”», 2018. — 108 с.
12. Абашина К.О. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Утилізація промислових відходів» (для студентів 6 курсу денної форми навчання спеціальності 8.17020201 – Охорона праці (за галузями)) / К.О.Абашина, О.В.Хандогіна;Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім.О.М. Бекетова.–Харків : ХНУМГ ім.О.М. Бекетова, 2016. –58с.
13. Управління та поводження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. та ін. – Вінниця: ВІТУ, 2015. – 100 с.
14. ДБН України А.2.2.-2003 «Розміщення і проектування полігонів твердих побутових відходів» (проект).-К., 2003.
15. НАЦІОНАЛЬНА СТРАТЕГІЯ управління відходами в Україні до 2030 року (від 8 листопада 2017 р. № 820-р). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>.
16. Класифікатор відходів ДК 005-96. Чинний від 01.10.96 р. Із змінами і доповненнями, внесеними наказом Державного комітету України по стандартизації, метрології та сертифікації від 30 березня 2000 року N 252 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ips.ligazakon.net/document/FIN7371>.
17. Законодавство України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.rada.kiev.ua/>
18. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
19. Сучасне керування відходами відповідно до принципів циркулярної економіки, 2021. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zerowastekharkiv.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/posybnic-lekciye-book-5.pdf>
20. Методичні рекомендації розумного управління відходами спільнот, 2017. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://dzki.kyivcity.gov.ua/files/2018/7/10/Upravlinya_vidchodamy.pdf 7. Проект закону «Про управління відходами». [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=69033
21. Про відходи: Директива Європейського Парламенту та Ради 2008/98/ЄС. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/waste-framework-directive-2008-98-ec>
22. Про відходи: Директива 2006/12/ЄС від 05.04. 2006 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://old.minjust.gov.ua/file/33012.docx>

Relevance. Industrial and domestic human activity is inevitably associated with the generation of solid waste. While gaseous and liquid waste is absorbed by the environment relatively quickly, the assimilation of solid waste takes tens or hundreds of years. Waste storage sites occupy vast areas. Up to 1.5 billion tons of solid waste is stored in Ukraine annually. In total, the country has accumulated up to 30 billion tons. Waste dumps cover more than 150 thousand hectares. Due to the low level of technological processes, the volume of industrial waste generation in Ukraine is 6.5 times higher than in the US and 3.2 times higher than in the EU.

The problem of waste is a problem for big cities, and the bigger the city, the more acute the problem.

Key terms and definitions. Volumes of solid waste. Several billion cubic meters of solid waste are generated annually on our planet. The amount of solid waste generated per capita in different countries of the world is hundreds of kilograms per year and ranges from 200...300 kg in Scandinavian countries to 500...700 kg in the United States and Canada. In recent decades, there has been a steady upward trend in the amount of MSW per capita, especially in large cities.

Accumulation rates are the amount of solid waste generated per unit of calculation (a person for housing; one hotel bed; 1 m² of retail space for shops and warehouses; one seat in a dining room, cafe, restaurant, cinema; one child in nurseries and kindergartens; one student in schools, colleges, institutes, etc.) MSW included in the accumulation rate from the population and removed by special vehicles includes waste generated in residential and public buildings, including waste from routine repairs of premises, waste from heating devices, garbage, leaf litter collected from streets and yards, and large household items. MSW accumulation rates consist of two sources: residential buildings and public institutions (catering, educational, entertainment facilities, hotels, kindergartens, hairdressers, etc.). For large cities, accumulation rates are higher than for medium and small cities.

The accumulation rates and composition of solid waste are influenced by the degree of improvement of the housing stock (availability of water supply, sewerage, gas, garbage disposal, heating systems), number of storeys, development of public catering, trade culture, level of welfare of the population, climatic conditions (different length of the heating season), consumption of vegetables and fruits. The accumulation rates of solid waste generated in a particular city are specified at specially selected control sites. In cities with a population of up to 300 thousand people, the control area covers 2% of the population, in cities with a population of up to 500 thousand people - 1%, in cities with a population of more than 500 thousand people - 0.5%. At least two of the most typical cultural and household objects are selected. Accumulation rates are determined by seasons. The measurements are carried out within 7 days and are formalized in special acts approved by municipal executive committees as a standard for the accumulation of solid waste for the next 5 years.

Creating a high-quality waste management infrastructure is one of the main tasks of local authorities.

Sanitary cleaning scheme is a document containing graphic and textual materials on the order of implementation of measures and scope of work on sanitary cleaning, systems and methods of collection, storage, transportation, treatment (processing), utilization, removal, neutralization and disposal of household waste, including hazardous waste in their composition, the required number of garbage trucks, mechanisms, equipment and inventory, the feasibility of designing, building, reconstruction or expansion of waste management facilities, their main parameters and

The requirements for sanitary cleaning of the territories of settlements, as well as the rules for the proper cleaning of improvement facilities and state sanitary and epidemiological supervision in the field of settlement improvement and waste management, which are mandatory for local governments, enterprises, institutions, organizations regardless of ownership and subordination, and citizens, are established by the State Sanitary Norms and Rules for the Maintenance of Territories of Settlements, approved by the Order of the Minister of

Territorial communities are the owners of waste generated at municipal property facilities or located on their territory and have no owner or whose owner is unknown in accordance with Article 9 of the Law of Ukraine "On Waste".

The development and approval of Sanitary Cleaning Schemes for settlements in accordance with Article 30 of the Law of Ukraine "On Local Self-Government in Ukraine", Article 21 of the Law of Ukraine "On Waste", Article 10 of the Law of Ukraine "On Improvement of Settlements", Article 1 of the Law of Ukraine "On Ensuring Sanitary and Epidemic Welfare of the Population" is within the powers of local self-government bodies.

The mechanism for the development, approval, and adoption of sanitation schemes for settlements is set forth in the Procedure for the Development, Approval, and Approval of Sanitation Schemes for Settlements, Order of the Ministry of Regional Development, Construction, Housing and Communal Services of Ukraine No. 57 of 23.03.2017.

The total period for the development, approval and approval of the Scheme should not exceed 12 months (from the date of the decision to develop it), excluding the period for pre-design studies. The scheme determines the order of implementation of measures, the scope of work for all types of cleaning and cleaning, systems and methods of collection, storage, removal, neutralization, processing, recycling and disposal, the required number of cleaning machines, mechanisms, equipment and inventory, the feasibility of designing, building or reconstructing the expansion of sanitation facilities, their main parameters and location, and the targeted investment in construction and purchase of technical means. (State Construction Norms DBN B.2.2-6:2013 "Composition and Content of the Sanitation Scheme").

The sanitation scheme is developed for an estimated period of 25 years, with priority (5 years) and long-term measures allocated.

Local governments decide on the allocation of land plots for waste disposal and construction of waste management facilities.

Monitoring of environmental indicators of the effectiveness of the sanitation scheme is an important form of control over the actual environmental impact of the sanitation scheme and a prerequisite for ensuring the sanitation of the city. It is necessary to provide for regular collection of monitoring data on the identified indicators and their continuous analysis to be taken into account when making decisions on future development planning.

Lecture No. 5

Title: Solid industrial waste management.

Methods of solid waste management. Disposal of industrial waste. Industrial waste that cannot be utilized.

Lecture plan

1. Characteristics of solid industrial waste.
2. Methods of preparation and processing of solid waste.
3. Technology of solid waste storage.
4. Utilization of solid industrial waste. Landfills of solid industrial waste.
5. Conclusions.

References:

1. Закон України «Про відходи» (Із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 7 березня 2002 року № 3073 – III).
2. Радовенчик В. М., Гомеля М. Д., Радовенчик Я. В. Утилізація та рекуперація відходів / Підручник. — Київ: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 248 с.
3. Утилізація та рекуперація відходів: переробка відходів целюлозно-паперових виробництв [Текст]: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / В. В. Галиш, В. М. Радовенчик, Я. В. Радовенчик, М. Д. Гомеля; КПП ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПП ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 75 с.

4. М.М. Radomska, L.I. Pavliukh. Wastes utilization and recuperation: Guide to Laboratory works for students of specialty 101 "Ecology". К.: НАУ, 2021. 90 р.
5. Кращі європейські практики управління відходами (посібник) / А. Войціховська, О. Кравченко, О. Мелень-Забрамна, М. Панькевич, [за заг. ред. О. Кравченко] – Видавництво Компанія "Манускрипт". – Львів, 2019. – 64 с.
6. Управління та поводження з відходами. Частина 3. Полігони твердих побутових відходів: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А. Петрук Р.В. – Вінниця : ВІТУ, 2016. – 137 с.
7. Утилізація та рекуперація відходів. Навчальний посібник для денної і заочної форм навчання / В.М. Кропивний, О.В. Медведева, А.В. Кропивна. Загальна редакція В.М. Кропивного. – Кропивницький: КОЛ, 2019. – 243 с.
8. Поводження з відходами: Курс лекцій. Для студентів денної форми навчання. Спеціальність 101 «Екологія» Освітньо-кваліфікаційний ступінь «магістр»/ Укладач: О.В. Рибалова. –Х: НУЦЗУ, 2016. – 530 с.
9. R.M. Kramarenko, L.I. Pavliukh. Utilization and recuperation of wastes: навчальний посібник. К.: НАУ, 2014. 240 с.
10. Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Клименко М.О. та ін. Управління та поводження з відходами: Підручник / За ред. проф. Т.А. Сафранова, проф. М.О. Клименка; Одеськ. Держ. Екологічний Університет. – Одеса, ТЕС 2012. – 272 с.
11. Організація ефективного поводження з відходами: як діяти органам місцевого самоврядування (посібник для органів місцевого самоврядування) / А. Войціховська, Н. Куць, М. Панькевич, Л. Тимошук / [за заг. ред. О. Кравченко] — Львів: Видавництво «Компанія "Манускрипт"», 2018. — 108 с.
12. Абашина К.О. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Утилізація промислових відходів» (для студентів 6 курсу денної форми навчання спеціальності 8.17020201 – Охорона праці (за галузями)) / К.О.Абашина, О.В.Хандогіна;Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім.О.М. Бекетова.–Харків : ХНУМГ ім.О.М. Бекетова, 2016. –58с.
13. Управління та поводження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. та ін. – Вінниця: ВІТУ, 2015. – 100 с.
14. ДБН України А.2.2.-2003 «Розміщення і проектування полігонів твердих побутових відходів» (проект).-К., 2003.
15. НАЦІОНАЛЬНА СТРАТЕГІЯ управління відходами в Україні до 2030 року (від 8 листопада 2017 р. № 820-р). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>.
16. Класифікатор відходів ДК 005-96. Чинний від 01.10.96 р. Із змінами і доповненнями, внесеними наказом Державного комітету України по стандартизації, метрології та сертифікації від 30 березня 2000 року N 252 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ips.ligazakon.net/document/FIN7371>.
17. Законодавство України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.rada.kiev.ua/>
18. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
19. Сучасне керування відходами відповідно до принципів циркулярної економіки, 2021. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zerowastekharkiv.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/posybnic-lekciye-book-5.pdf>
20. Методичні рекомендації розумного управління відходами спільнот, 2017. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://dzki.kyivcity.gov.ua/files/2018/7/10/Upravlinya_vidchodamy.pdf 7. Проект закону «Про управління відходами». [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=69033

21. Про відходи: Директива Європейського Парламенту та Ради 2008/98/ЄС. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/waste-framework-directive-2008-98-ec>

22. Про відходи: Директива 2006/12/ЄС від 05.04. 2006 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://old.minjust.gov.ua/file/33012.docx>

Content of lecture

Relevance. With the development of mining, metallurgy and other industries, overburden and mine rock dumps, slag dumps and sludge pits have been located in many Ukrainian cities. For example, Donetsk has numerous waste rock dumps from coal mines, Mariupol has slag dumps and sludge pits, and Kharkiv has burned molding earth dumps and sludge pits. At the same time, industrial waste is a rich source of cheap raw materials that are almost ready for the production of building materials. Industrial waste is generated during the extraction of minerals, their enrichment, processing of raw material concentrate and use of the finished product.

Key terms and definitions. *Solid industrial waste* - mineral extraction waste includes rocks that are extracted along the way - overburden, mine, and waste. The bulk of rocks is generated during the extraction of ferrous and non-ferrous metal ores. Various wastes are generated during the processing of raw material concentrate into products at each technological operation as a result of physical and chemical processes at normal or high temperatures. Some enterprises generate more than 200 types of waste from primary and auxiliary production, such as blast furnace, ferroalloy and steelmaking slags, ash, fuel slags, fuselage, sour resin, sour tar, etc. Consumption waste is generated when finished products are used. They include, for example, scrap metal, out-of-service equipment, technical products made of rubber, plastics, glass, etc. Solid industrial waste is classified according to the following criteria: - by industry sectors - waste from fuel, metallurgical, chemical and other industries; - by specific industries - waste from sulfuric acid, soda, phosphoric acid and other industries; - by aggregate state - solid, liquid, gaseous; - by flammability - combustible and non-combustible; - by processing methods; - by processing capabilities - secondary material resources (SMR) that are processed or are planned to be further processed, and waste that is not feasible to process at this stage of economic development; - by hazard - industrial waste is divided into four hazard classes: the first - extremely hazardous; the second - highly hazardous; the third - moderately hazardous; the fourth - low hazardous.

The most common methods of industrial waste treatment and disposal are the following: *crushing of piece sizes, particle size enlargement, classification and sorting, enrichment, heat treatment, leaching, dehydration.*

Waste shredding. Solid waste, both organic and inorganic, can be shredded to the desired size by crushing, splitting, breaking, cutting, sawing, abrasion, and various combinations of these methods.

Depending on the properties and size of the raw material and the final product, different equipment is used, operating according to the principles described above. The main grinding methods are crushing and grinding. Sometimes, if it is necessary to grind very large waste, it is pre-cut into small pieces, which are then crushed using standard equipment.

Crushing is widely used in the processing of overburden waste, metallurgical slag, end-of-life rubber products, waste plastics and other waste. Jaw, cone, roller and impact crushers of various types are used for crushing. The size of the pieces before crushing can range from 1000 to 20 mm, and after crushing from 250 to 1 mm.

Grinding of materials with a size of 1...5 mm is carried out by wet and dry methods using various types of mills. The size of the fractions after grinding can be 0.1...0.001 mm. Grinding is used in the processing of fuel and metallurgical slag, coal preparation waste, some industrial sludge, plastic waste, pyrite cinders and other solid waste materials.

Particle size reduction is used to prepare dispersed ferrous and non-ferrous waste for remelting, to recycle plastics, soot, dust, pyrite cinders, and to process beneficiation waste and

other WMC into construction materials. The size of fine materials is enlarged by granulation, tableting, briquetting, and high-temperature agglomeration.

Granulation is carried out by rolling and pressing in granulators of various designs. The performance of these devices and the characteristics of granulators depend on the properties of the source materials, binders used, and design factors.

Waste is tableted using various types of tablet machines, the principle of operation of which is based on pressing the dosed materials into matrix channels. Tablets are produced in the form of cylinders, spheres, disks, rings, etc.

Briquetting is used to make waste compact, reduce its volume, improve transportation and storage conditions. Briquetting is carried out using presses of various designs. For example, briquetting of wood waste increases the calorific value of sawdust and shavings. Dense briquettes can be used as solid fuel.

High-temperature agglomeration is carried out using sintering machines and is used to consolidate dispersed iron-containing waste: scale, dust, sludge, and pyrite cinders. To perform agglomeration, a charge is prepared on the basis of such HBI, including solid fuel, concentrate, fluxes, and waste. When the fuel is burned, the mineral components of the charge are sintered. The sintered concentrate is crushed to the required size, sieved, and the fines are returned to the sinter plant.

Classification and sorting into fractions is carried out by sieving and screening using various designs of sieves, screens, and screens; hydraulic and air separation using hydrocyclones and spiral classifiers.

Enrichment is carried out by separating one or more components from the total mass of waste. The most common methods of beneficiation are gravity, flotation, electric and magnetic.

Gravity methods of beneficiation are based on the difference in density and falling velocity of the particles of the material to be beneficiated in a liquid or air medium. These methods are divided into washing, jigging, in heavy suspensions, and in streams moving on inclined surfaces.

Jigging is the process of separating mineral particles by density under the influence of vertical jets of water or air that are variable in direction and pass through the sieve of a jigging machine.

Beneficiation in heavy suspensions and liquids involves the separation of materials by density using suspensions or liquids whose density is intermediate between the densities of the particles to be separated. Different types of separators are used for beneficiation. Concentration in flows on inclined surfaces is carried out on concentration tables, sluices, and screw separators. The material is enriched in a thin layer of water under the influence of differently directed water flows. Washing is carried out using washing machines to separate clay, sand and other mineral and organic impurities from solid waste. Water, sometimes with the addition of surfactants, hot steam, and various solvents are used for washing.

Flotation methods are based on the differential wetting of particle surfaces with water. The finely ground waste is treated with water to which flotation reagents are added to increase the difference in wetting of ore mineral particles and waste rock. The reagents used are oils, fatty acids and their salts, mercaptans, amines, etc. The separation effect by flotation depends on the saturation of water with air bubbles that adhere to the grains of poorly wetted minerals, become lighter, and are brought to the surface, separating from the well-wetted particles. Depending on the nature of the water saturation with air, there are pressure, bubble (froth), electric, biological and chemical flotation.

Magnetic beneficiation methods are based on the separation of materials by magnetic properties. They are used when waste contains metal inclusions. The materials are preliminarily crushed, classified, and some are roasted. Materials with a particle size of up to 3 mm are enriched in a dry way, and those smaller than 3 mm are enriched in a wet way. Various types of magnetic separators are used.

Electrical methods of beneficiation are based on the difference in the electrophysical properties of the materials to be separated. These methods are used to enrich ore raw materials,

waste containing non-ferrous metal impurities, molding mixtures, and sands for the glass industry. Electric separators are used for these purposes. Upon contact with the surface of a charged metal electrode, the particles of the material to be enriched receive a charge, the amount of which depends on the electrical conductivity of the particles. The electrified particles are directed into an electric field, where they are separated.

Thermal methods of waste processing and disposal. These include pyrolysis, gasification, and the fire method of waste neutralization and recycling.

Pyrolysis is the process of decomposition of organic compounds under the influence of high temperatures in the absence or lack of oxygen. Pyrolysis produces pyrolysis gas, resins and solid carbon residue (soot, activated carbon, etc.). The quantity and quality of pyrolysis products depend on the composition of the waste and the process temperature. Depending on the temperature, there are three types of pyrolysis:

- low-temperature pyrolysis (450...550 °C), which achieves maximum yields of resins and solid residue, as well as minimum yields of pyrolysis gas with a high calorific value;
- medium-temperature pyrolysis (up to 800 °C), at which the gas yield increases with a decrease in its calorific value, and the yield of resins and solid residue decreases;
- high-temperature pyrolysis (900...1050 °C), at which the yield of liquid products and solid residue is minimal, and the yield of pyrolysis gases with low calorific value is maximal. Other methods of high-temperature pyrolysis at temperatures up to 1700 °C have been developed. Waste plastics, rubber, oil refinery sludge, etc. are subjected to pyrolysis.

Currently, more than 50 waste pyrolysis systems are known, differing from each other in the type of waste processed, process temperature and design solutions of the plants. Pyrolysis products can be widely used in the national economy. The main components of pyrolysis gas are hydrogen, methane and carbon monoxide. Pyrolysis gas has advantages over natural gas because it does not contain sulfur compounds. The solid product of pyrolysis, carbon black, is used in the production of rubber products, plastics, printing inks, and pigments. Inert materials, such as molten slag, are granulated and used in the construction materials industry.

Gasification is a thermochemical high-temperature process of interaction of organic compounds with gasifying agents, resulting in the conversion of organic compounds into a fuel gas. The gasifying agents used are air, water vapor, carbon dioxide, and mixtures thereof. Pyrolysis processes are more widespread than gasification.

The fire method of waste neutralization and treatment involves the combustion of combustible waste and the fire treatment of non-combustible waste with high-temperature fuel combustion products. These methods include remelting, for example, scrap metal, waste thermoplastics, metallurgical slag, firing pyrite cinders and iron-containing slags, and sintering galvanic slags.

The leaching method is based on the extraction of one or more components from a complex solid material by their separate dissolution in a liquid extractant (solvent). This method is used for the extraction of metals from slag, pyrite cinders, mining waste; for the extraction of lignin from wood waste, etc. Depending on the nature of the physical and chemical processes involved in the leaching process, a distinction is made between simple dissolution and leaching with a chemical reaction. The rate of leaching depends on the concentration of reagents, temperature, intensity of mixing, size of the solid phase surface, and other factors.

Mechanical dehydration is used to treat domestic and industrial wastewater sludge, electroplating sludge and other water-saturated waste generated in wet processes. Often, such wastes are difficult to separate suspensions. To improve water separation, they are pretreated using reagent and non-reagent methods. Lime, iron and aluminum salts are used as reagents. The main disadvantages of reagent treatment are the high cost and scarcity of reagents, as well as their corrosive effect on equipment. Reagent-free waste treatment involves freezing and thawing, heat treatment, adding sawdust to the waste, etc. During freezing and thawing, bound water becomes free and is separated from the solid phase. Heat treatment involves heating the waste to

a temperature of 170...200 °C, whereby some of the organic matter breaks down, the sediment is compacted and releases water better.

The main methods of mechanical dewatering of waste are filtration, centrifugation and passing the pulp through a hydrocyclone. Vacuum filters and filter presses are commonly used for waste filtration. The filter medium is a filter cloth and a layer of sediment that adheres to the cloth and forms an additional filter layer during the filtration process, which ensures the retention of small particles of the suspension. Drum vacuum filters are the most common. In addition to drum filters, belt and disk vacuum filters, as well as filter presses and vibrating filters are used.

Centrifugation provides a high degree of dewatering of the pulp. The industry produces various types of centrifuges used for different wastes. For sludge thickening and dewatering, hydrocyclones are widely used at small and medium-sized wastewater treatment plants, usually in combination with compaction hoppers.

Depending on the condition of the generated solid waste, there are hydraulic and dry storage methods.

The hydraulic method is used for waste generated by the wet concentration method; dust, ash from thermal power plants that are captured by the wet method; sludge and other industrial waste in a water-saturated state. This method involves transporting the pulp through pipelines (pulp lines) using pumps and releasing it into a storage facility. Slurry is a mixture of solid particles and water. Its main characteristic is consistency - the ratio of the mass of solid particles to liquid (T:R). This ratio depends on the type of waste, generation technology, and can vary widely, for example, from 1:1 to 1:30 or more. Waste storage facilities include hydraulic dumps, tailing ponds, sludge pits, sludge ponds, etc. Depending on the topographical conditions of the area, the following types of storage facilities are distinguished: gully, floodplain, slope, plain, and pit. To create a storage facility of any type, except for the pit type, it is necessary to construct enclosing dams or dikes. Gully repositories are constructed in gullies or ravines by enclosing them with a dam or a dike, floodplain and slope repositories are enclosed with dikes on two or three sides, depending on the terrain, and flat repositories are enclosed around the perimeter. The repository includes an enclosing dam, an above-water beach, a sedimentation pond, an underwater beach, slurry pipelines, spillways, spillways, drainage collectors, a ditch, and pumping stations. The tailing pond can be filled unilaterally or annularly. In the case of one-sided flushing, the slurry is discharged from the dam to the banks, while in the case of ring flushing, it is discharged along the perimeter of the dam. The design of the enclosing dam depends on the terrain, the base rock, and the storage volume. Its construction maximizes the use of stored waste. An enclosure dam consists of primary and secondary dams. The primary dam is constructed with a height of 5...10 m from local materials, overburden, etc. It is intended to equip the first stage repository. Secondary dams are constructed up to 3 m high from waste (tailings) by filling with construction machinery from the material of the surface beach. Pulp pipelines are located along the crest of the enclosing dams, and the pulp is discharged into the storage facilities using dispersing outlets or by the end method. On the surface beach, the stored waste is fractionated by density and size. Larger and heavier particles are deposited at the slurry outlets, and the smallest and lightest particles are discharged into the pond. The pond clarifies the discharged water, which is discharged from the tailings pond using spillways and spillways and then pumped into the company's return water supply system using a pumping station. Waste storage facilities occupy large areas of often agricultural land, causing dusting of dried surfaces of surface beaches, flooding of adjacent areas and groundwater contamination. To combat the dusting of beach surfaces, it is planned to irrigate and water them by washing clay screens and chemically fixing the dusting waste. To protect against flooding, ditches and longitudinal drainages are arranged. To protect groundwater from contamination, anti-filtration measures are provided. The dry method of waste storage depends on the type of transport used. For industrial enterprises, road transport is the most common. In the mining industry, rail transport is also used for long transportation distances. Coal mining wastes are also dumped using tipping trolleys (skips) with rope rolling them down inclined railways, as well as using rope suspension roads

and conveyor transport. When using road and rail transport, the dumps are arranged in flat, plateaued, single-tier, multi-tier, and traced heights of 30...100 m. Backfilling is carried out in layers of 1.0...1.5 m thick with compaction by the vehicle itself through several passes or compacting rollers. Waste can be dumped from the bodies or by overloading with conveyor dumpers, excavators, bulldozers, scrapers, and other equipment. The unloading routes are arranged in a fan-shaped pattern with dead ends or in a ring. As the rock is dumped, they are relocated. The dumps are dumped using tippel cars by rolling them down inclined railroad tracks. The angle of the trolleys and, accordingly, the steepness of the dump slope is 20°. As the dump is filled, the inclined tracks are built up. Such dumps are called conical dumps (terricones). Dumping can be carried out simultaneously in several dumps alternately (group dumps). Railcar haulage schemes can be single-track or double-track. Conical dumps limit storage capacity and are used for short transportation distances. Dumps with belt conveyors provide greater productivity. The most common are dumps with gradually lengthening belt conveyors and cantilevered sectoral rotation. Dumps with rope overhead roads are arranged using reciprocating trolleys. One trolley is used for loading and the other for unloading. The dumps can be conical, which are formed with one end mast; stacked - with several masts; single-beam and multi-beam. The height of the dumps is usually 15...30 meters. The dumping method of storage requires large initial capital expenditures for the construction of masts. When dumping to full height without layer-by-layer rolling, material is segregated - separated by size along the height of the dump. Smaller and lighter fractions of material are deposited at the top, while larger and heavier fractions roll down.

Lecture No. 6

**Title: Foreign experience in waste management.
Analysis of waste management methods in the world.**

Lecture plan

1. Waste management system in the EU countries.
2. International network Green Dot.
3. The world's most effective waste management practices.
4. Implementation of an effective system of solid waste management in Ukraine, taking into account foreign experience.
5. Conclusions.

References:

1. Закон України «Про відходи» (Із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 7 березня 2002 року № 3073 – III).
2. Радовенчик В. М., Гомеля М. Д., Радовенчик Я. В. Утилізація та рекуперація відходів / Підручник. — Київ: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 248 с.
3. Утилізація та рекуперація відходів: переробка відходів целюлозно-паперових виробництв [Текст]: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / В. В. Галиш, В. М. Радовенчик, Я. В. Радовенчик, М. Д. Гомеля; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 75 с.
4. М.М. Radomska, L.I. Pavliukh. Wastes utilization and recuperation: Guide to Laboratory works for students of specialty 101 “Ecology”. К.: NAU, 2021. 90 p.
5. Кращі європейські практики управління відходами (посібник) / А. Войціховська, О. Кравченко, О. Мелень-Забрамна, М. Панькевич, [за заг. ред. О. Кравченко] – Видавництво Компанія “Манускрипт”. – Львів, 2019. – 64 с.

6. Управління та поводження з відходами. Частина 3. Полігони твердих побутових відходів: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А. Петрук Р.В. – Вінниця : ВІТУ, 2016. – 137 с.
7. Утилізація та рекуперація відходів. Навчальний посібник для денної і заочної форм навчання / В.М. Кропивний, О.В. Медведєва, А.В. Кропивна. Загальна редакція В.М. Кропивного. – Кропивницький: КОЛ, 2019. – 243 с.
8. Поводження з відходами: Курс лекцій. Для студентів денної форми навчання. Спеціальність 101 «Екологія» Освітньо-кваліфікаційний ступінь «магістр»/ Укладач: О.В. Рибалова. –Х: НУЦЗУ, 2016. – 530 с.
9. R.M. Kramarenko, L.I. Pavliukh. Utilization and recuperation of wastes: навчальний посібник. К.: НАУ, 2014. 240 с.
10. Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Клименко М.О. та ін. Управління та поводження з відходами: Підручник / За ред. проф. Т.А. Сафранова, проф. М.О. Клименка; Одеськ. Держ. Екологічний Університет. – Одеса, ТЕС 2012. – 272 с.
11. Організація ефективного поводження з відходами: як діяти органам місцевого самоврядування (посібник для органів місцевого самоврядування) / А. Войціховська, Н. Куць, М. Панькевич, Л. Тимошук / [за заг. ред. О. Кравченко] — Львів: Видавництво «Компанія “Манускрипт”», 2018. — 108 с.
12. Абашина К.О. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Утилізація промислових відходів» (для студентів 6 курсу денної форми навчання спеціальності 8.17020201 – Охорона праці (за галузями)) / К.О.Абашина, О.В.Хандогіна;Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім.О.М. Бекетова.–Харків : ХНУМГ ім.О.М. Бекетова, 2016. –58с.
13. Управління та поводження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. та ін. – Вінниця: ВІТУ, 2015. – 100 с.
14. ДБН України А.2.2.-2003 «Розміщення і проектування полігонів твердих побутових відходів» (проект).-К., 2003.
15. НАЦІОНАЛЬНА СТРАТЕГІЯ управління відходами в Україні до 2030 року (від 8 листопада 2017 р. № 820-р). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>.
16. Класифікатор відходів ДК 005-96. Чинний від 01.10.96 р. Із змінами і доповненнями, внесеними наказом Державного комітету України по стандартизації, метрології та сертифікації від 30 березня 2000 року N 252 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ips.ligazakon.net/document/FIN7371>.
17. Законодавство України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.rada.kiev.ua/>
18. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
19. Сучасне керування відходами відповідно до принципів циркулярної економіки, 2021. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zerowastekharkiv.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/posybnic-lekciye-book-5.pdf>
20. Методичні рекомендації розумного управління відходами спільнот, 2017. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://dzki.kyivcity.gov.ua/files/2018/7/10/Upravlinya_vidchodamy.pdf 7. Проект закону «Про управління відходами». [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=69033
21. Про відходи: Директива Європейського Парламенту та Ради 2008/98/ЄС. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/waste-framework-directive-2008-98-ec>
22. Про відходи: Директива 2006/12/ЄС від 05.04. 2006 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://old.minjust.gov.ua/file/33012.docx>

Relevance. When Ukraine signed the Association Agreement with the European Union in 2014, it made a European choice, including in the field of waste management. The indicators set by Europe in the field of waste management are quite high. In particular, Poland disposes of about 44% of household waste in landfills, Sweden - only 0.8%, while Ukraine currently sends about 94% of all household waste to landfills covering an area of more than 9 thousand hectares. The first priority that the European Union applies in legislation and practice is to prevent waste generation, followed by waste disposal.

Key terms and definitions. Program-targeted approach with clear prioritization in the EU, 61 million tons of MSW are recycled into secondary materials annually, which is four times the annual volume of MSW generation in Ukraine. The level of household waste recycling in Europe varies greatly from country to country. A balanced waste management system needs to be created. To achieve this goal, long-term strategic priorities need to be identified that will combine environmental efficiency and rational consumption of material and energy resources. Unlike industrial waste, which can be significantly reduced through the use of more efficient technologies, it is difficult to prevent waste generation in the municipal sector, and the measures aimed at reducing it may not be very effective, as waste is an integral part of the process of consumption of goods and services (packaging, food waste, used household appliances, etc.) by households. That is why the EU's solid waste management policy is not aimed at preventing waste generation, but at building the most environmentally friendly system for managing waste streams. Directive 2008/98/EC, which is the basic document in the field of solid waste management and was adopted in 2008, defines the priority objectives of the solid waste management policy as environmental protection, minimization of the negative impact of solid waste generation and management on the environment and public health. The Directive defines the basic principles of organizing a solid waste management system and its requirements. The actual structure of the system is established by each country independently. According to the Directive, the choice of solid waste management methods should be primarily guided by the principles of environmental safety and economic efficiency.

Prevention of waste generation is the most preferred method. Among the recycling methods, reuse of waste has the highest priority, as its negative impact on the environment is minimal (for example, reuse of glass containers), and the lowest priority is waste disposal in landfills and dumps. Incineration of waste and its processing into secondary materials and energy occupy an intermediate position in the hierarchy. It is assumed that, in parallel with the development of the waste management system, there will be a gradual movement up the "ladder", i.e., more environmentally friendly methods of waste management will begin to prevail. The EU experience shows that priorities are determined primarily by the choice of society and the benchmarks set at the national level. At the same time, it is advisable to take into account regional differences in the volume and structure of waste generation, potential demand for secondary materials and energy, climatic and seasonal factors, and the availability and quality of land resources to set achievable targets for projects and programs. Given the need to increase the level of waste recycling, EU countries prioritize methods that minimize net losses of materials and energy.

At the same time, each country chooses approaches to work to achieve results, types of projects and technologies based on local characteristics. A key element in the development of the waste management system in the EU countries was the transition from a procedural approach focused on technical and sanitary regulation of individual waste management procedures and stages to a program-targeted approach, which consists in building a hierarchy of targets and developing approaches to achieving them, taking into account local specifics. Priorities in solid waste management are determined by EU directives, which set out the basic principles, requirements, and targets for the system. Legislators of individual countries decide on the application of specific approaches and mechanisms for achieving the set goals (including appropriate incentives). Market operators determine the procedures and technologies for

providing services to achieve the targets and ensure compliance with EU sanitary and environmental requirements.

The general basic principles of EU policy in the field of solid waste management can be classified into three main groups:

1) ensuring environmental safety in accordance with standards (requirements) throughout the life cycle of MSW;

2) setting priorities in accordance with the above hierarchy of solid waste management methods; 3) full-scale implementation of the "polluter pays" principle in two areas:

- the principle of extended producer responsibility - the producer pays;

- entities that dispose of waste (households and organizations) pay in full for the most environmentally friendly way of recycling and disposal. An important aspect at the initial stage of the system's creation is compliance with social and environmental standards: full coverage of households with solid waste collection and transportation services, responsible disposal of solid waste at landfills in accordance with established sanitary requirements. Only after the basic infrastructure is in place is it possible to further develop this industry by improving waste treatment methods. The EU countries have gone through this process in different ways. Developed countries moved forward evolutionarily, stage by stage.

As for the new EU member states (EU-12), they have been following an accelerated trajectory. The key to achieving the set goals and ensuring the effectiveness of regional policy is the issue of waste ownership. The distribution of waste ownership rights, which is enshrined in Ukrainian legislation, is preserved in the former socialist countries of Europe. In the countries that demonstrate the greatest success in waste management (e.g., Scandinavia), the system is based on municipalities being the owners of waste. If businesses or households throw away waste, they give up ownership of it, while polluting the environment. At the same time, they have to pay in full for the disposal of such waste. Municipalities, either alone or in cooperation with other municipalities, decide how to handle waste. Households pay the highest tariff for landfill disposal, while they pay slightly less for incineration. In general, households are interested in separate waste collection and recycling.

The model of a coordinating agent in the implementation of the principle of extended producer responsibility. One example of a collective approach to solid waste management is the international *Green Dot network*, which brings together producers of goods and services and waste management organizations. Contributions from participants are used to build and maintain the relevant waste processing infrastructure. When a member pays the amount of such contribution, its obligations are considered fulfilled, as the monitoring and reporting system of national Green Dot associations is coordinated with the governments of the respective countries. Municipalities often participate in Green Dot systems. In such cases, the principle of RWM is fully integrated into the regional solid waste management system. In some countries, waste collection and transportation services are provided exclusively within municipal or regional systems and are financed through the payment of appropriate tariffs. Thus, by applying the experience of Eastern European countries with similar initial conditions, Ukraine can achieve significant results in the development of waste recycling and minimize the amount of waste disposed of at landfills. The success of such measures depends on the introduction of an effective administrative system. Various variants of the coordinating agent model have been implemented in European countries. They can be applied in Ukraine as well. National associations operate in almost all EU countries, as well as in a number of other countries, and are united by a single coordinating organization, PRO EUROPE. Green Dot organizations perform the same functions in all countries and are established on the same principle. Their main task is to implement the principle of extended producer responsibility in the field of packaging waste recycling. Since these organizations operate at the national level, they can exempt producers and retailers from fulfilling their packaging waste recycling obligations for a fee. These organizations are established to provide recycling services in the most economically and environmentally efficient manner. Manufacturers and retailers make contributions to the national Green Dot organization.

Packaging materials that have already been recycled are marked with the Green Dot symbol. The Green Dot organization works with private and municipal operators to collect and recycle packaging waste bearing the Green Dot symbol. In addition, the organization also conducts campaigns aimed at raising public awareness of the importance of reliable waste disposal.

In terms of studying foreign experience in the field of solid waste management, *the practice of Germany* is becoming relevant. The country's controlled waste management began in 1972 (centralized, regulated and controlled landfills were introduced under the Waste Disposal Act). Since 1986, recycling and reuse have been prioritized in the solid waste management system and the foundations for extended producer responsibility (Waste Avoidance and Management Act) have been laid. In the early 90s, the number of solid waste landfills decreased from 4,000 to 300 compared to 1975. Responsibility for waste management was divided between municipalities and businesses by introducing the principles of PRM not only for producers, but also for distributors and retailers - a dual system (DSD) was created (Packaging Ordinance (1991)). Since 1993, the country has implemented technical instructions (Technische Anordnung Siedlungsabfall, TASI) on the solid waste management system, including separate collection of biological waste (bio bins), waste disposal criteria, and a target of complete abandonment of landfilling by 2005. Since 1996, responsibility for the collection, treatment and disposal of black bins (unsorted waste) and bio-waste has been transferred to the municipality, while responsibility for other separately collected waste remains with private businesses. Waste avoidance approaches were also expanded, the concept of "closed material cycle" was introduced, the RWM policy was expanded, and the waste hierarchy was introduced in accordance with the EU (Closed Substance Cycle and Waste Management Act 1994). Since 2001, technical guidelines (1993) have been strengthened and opportunities for mechanical and biological waste treatment have been expanded. Starting in 2005, the government banned the operation (closure) of landfills that failed to update their processes and introduced mandatory waste treatment (Waste Storage Regulation and Landfill Regulation). In early 2006, the country reached a recycling rate of 65% (EU target for 2030). In 2012, the government adopted a program for the efficient use of resources (ProgRess I), making the country one of the first to define goals, guidelines and approaches to the conservation of natural resources (German Resource Efficiency Program (ProgRess)). Since 2015, the retail industry has made a voluntary commitment not to give away plastic bags for free (from 68 bags per person to 24 over 3 years in 2015-2018). In 2019, a central packaging registry was introduced to combat unfair declaration of collection targets by companies and to increase the level of material recovery to 90% in 2022 (Packaging Act 2019). Thus, in the current conditions in Germany, 68% of the waste volume is recycled or incinerated in waste incineration plants to generate electricity, and the rest is sent to landfills. Almost 15% of all raw materials used by German industry are obtained through recycling. Only garbage that has been cleared of organic residues is allowed to be taken to landfills. The share of household waste is minimal. Most of the old landfills have been closed, and some have been repurposed for the disposal of slag generated after the incineration of waste.

The Japanese make the most of their garbage by recycling it into a lot of useful things: sportswear, stationery, office furniture, school uniforms, and much more.

Sweden recycles 99% of its waste, most of which is used as fuel for power plants. The Swedes even buy garbage from other countries (Ireland, Italy, Norway) because their own is not enough.

Austria, on the other hand, actively uses biotechnology: a fungal enzyme that breaks down plastic and polyester. In this way, the country ensures the so-called "plastic cycle": waste from one product is used to create another.

In Brazil, the government has involved the poor in garbage collection: for 6 bags of waste, they give out 1 bag of food. Thus, every month Brazilians collect about 400 tons of waste for recycling, and the city of Curitiba is ranked first in the world for collecting valuable household waste.

Despite the fact that the problem of pollution *in India* is acute, the country's residents have invented an unusual way to deal with some waste. The Indians use plastic, plastic bags, and chocolate wrappers in road construction.

In Finland, batteries, light bulbs, and other hazardous waste can be handed over to any store that sells these items. Supermarkets have machines that accept cans and bottles and issue a receipt for them, which the buyer can get at the checkout. Every pharmacy accepts expired medicines, and there are collection points throughout the country for clothing, which is sent to countries in need with the support of the Red Cross.

To build an effective solid waste management system in Ukraine, it is advisable to:

- introduce mandatory separate collection of solid waste;
- introduce a system of extended producer responsibility (first, the issue of developing the collection and sorting infrastructure can be resolved; second, with comprehensive assistance at the state level, an effective recycling industry can be created, which means additional funds to the budget and jobs; in case of implementation of the RPR packaging system in Ukraine, there will be potential for the development of the domestic market for secondary raw materials);
- increase public awareness and educational activities (communication should be sustainable and carried out at the national level;
- introducing waste sorting with the participation of children in kindergartens and schools, environmental lectures, involving children in special environmental projects);
- to increase control and responsibility in the field of waste management by significantly increasing fines for individuals and legal entities and strengthening control by the State Environmental Inspectorate and the public;
- to develop waste management maps by their areas by introducing the principles of the circular waste economy, creating industrial symbiosis, developing regional plans that would stimulate the development of the sector and attract external financing for its development;
- to consolidate the principles and provisions of European legislation in the field of waste management (in particular, the introduction of a waste hierarchy);
- ensure transparency of data in the field of waste management;
- for the efficient operation of biogas utilization equipment, it is necessary to modernize landfills, equip landfills with sorting lines directly on the territory of the landfill (such lines allow to obtain resource-rich fractions and sell them on the market).

The experience gained by the EU countries in the field of solid waste management should be used as a basis for the development of programs and measures to ensure sustainable development of Ukraine's regions.